

## 3. El diseño industrial y desarrollo de producto

Reich (1995) define el diseño del siguiente modo: *“El diseño se define como un proceso: Dada una descripción de una función deseada y unas restricciones, llamada especificación, el proceso ofrece la descripción de un artefacto que cumple la función y satisface las restricciones”*.

Pahl et al. (1995) proponen una aproximación sistemática a la teoría del diseño, y fundamentalmente ofrecen una serie de prescripciones que guían el proceso de diseño. El modelo de proceso de diseño propuesto por estos autores es el siguiente: Planificación del producto y clarificación de la tarea, Diseño conceptual, Diseño de conjunto, Diseño de detalle.

- La fase de Planificación del Producto y Clarificación de la Tarea supone una recogida de información sobre requerimientos y generación de las primeras ideas sobre el producto. El resultado de esta fase es una lista detallada de requerimientos.
- La fase de Diseño Conceptual implica: un ejercicio de abstracción para encontrar los problemas esenciales, establecer estructuras funcionales, buscar principios de trabajo, combinar los principios de trabajo en estructuras de trabajo, seleccionar una estructura de trabajo apropiada y desarrollar una solución principal o principio de solución.
- En la fase de Diseño de Conjunto (traducción de “Embodiment Design”, sin equivalente claro en español), el diseñador parte del concepto generado en la fase de Diseño Conceptual y avanza en su trabajo hasta producir una distribución definitiva del producto o sistema propuesto de acuerdo con los requerimientos técnicos y económicos. Esta distribución permite comprobar la funcionalidad, fuerza, compatibilidad espacial, etc. del diseño. Al final de esta fase debe ser posible evaluar la viabilidad económica del producto.
- La fase de Diseño de Detalle se refiere más que nada a planos de fabricación y ultimación de detalles. Esta fase no la desarrollan en su obra.

Para mostrar una idea de esto, se incluye un diagrama de flujo del proceso de diseño. En él se muestra el proceso de diseño acompañado de algunas técnicas de diseño, muchas de las cuales con posibilidad de aplicarlas con ordenador.

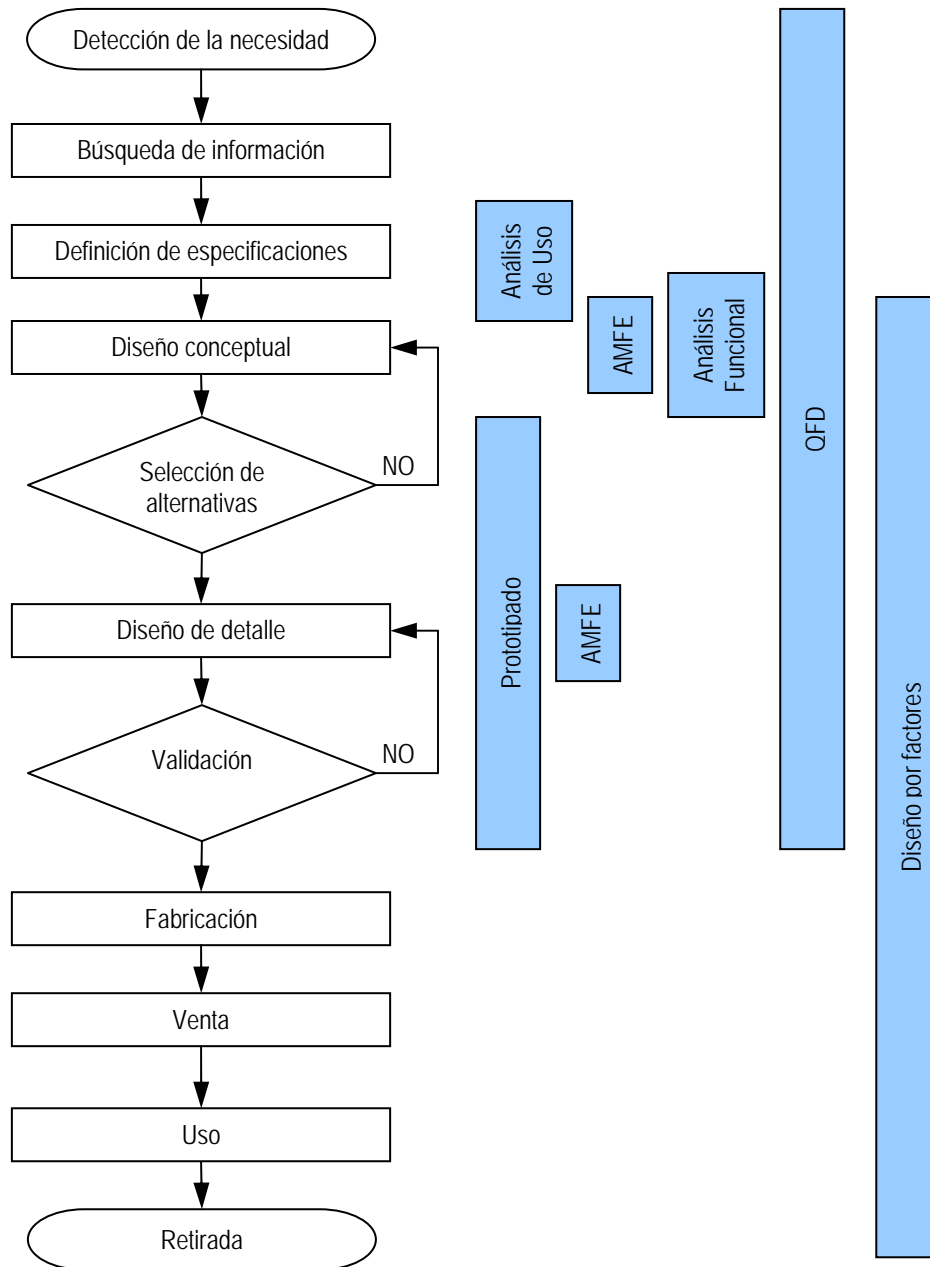


Figura 3.1. Fases del proceso de diseño y desarrollo de producto y técnicas más utilizadas.

### 3.1. El Diseño Conceptual

Cuando el equipo de diseño dispone de las especificaciones y conoce suficientemente todos los aspectos relativos al producto, tiene lo que podría considerarse como el perfil del producto ideal. Después, se procede a buscar las características del producto que mejor cumplan ese perfil.

La fase de diseño conceptual implica:

- Un ejercicio de abstracción para encontrar los problemas esenciales.
- Establecer estructuras funcionales.
- Buscar principios de trabajo.

- Combinar los principios de trabajo con las estructuras funcionales.
- Seleccionar un principio de trabajo apropiado y desarrollar una solución principal.

Se puede decir que en la fase de diseño conceptual el equipo de diseño debe dar solución a los problemas que plantean las especificaciones, y proponer un modelo de producto global que realice las funciones necesarias para dar servicio al usuario.

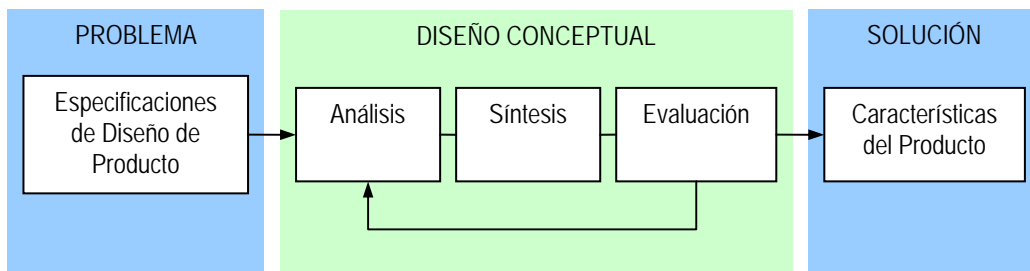


Figura 3.2. Fases del diseño conceptual

Por eso, durante esta fase se trabaja con ideas y con generación de soluciones. A partir de una fase de análisis (las fases anteriores de estudio de mercado, estudio de la competencia y de generación de especificaciones) se desarrolla una fase creativa de síntesis, la de aportación de propuestas de productos.

### 3.5.1. Generación de soluciones

Con las ideas sobre lo que se quiere diseñar suficientemente claras, el equipo de diseño comienza a trabajar en la generación de soluciones. En la práctica, incluso con los productos más simples, durante las etapas de definición de necesidades y redacción de las especificaciones de diseño, es muy probable que el diseñador se forme algunas ideas de cómo satisfacer algunos aspectos de las mismas. Es muy conveniente anotar esas ideas cuando surgen. Pudiera suceder que se decida comenzar inmediatamente a desarrollar esas ideas, abandonando la tarea de establecer especificaciones. Esto sería poco aconsejable, aún siendo una práctica común y en el fondo bastante natural. Hay que intentar evitar esta forma de proceder y saber que esta manera de diseñar produce resultados, la mayoría de las veces, mejorables. Es bueno apuntar las ideas que surgen, pero no lo es tanto tomarlas directamente por buenas y abandonar el proceso lógico de diseño. No se puede pensar que ya se tiene la solución.

A la hora de generar soluciones, la cantidad es un buen punto de partida hacia la calidad. Basar el desarrollo de un producto en soluciones únicas alcanzadas por inspiración es peligroso, y además, el considerar una idea determinada como la definitiva puede bloquear la mente de cara a nuevas soluciones. Existen técnicas de ayuda a la creatividad, e incluso programas de ordenador que ayudan en la búsqueda de soluciones a determinados problemas de diseño.

Las soluciones conceptuales son productos diseñados de forma global. Es decir, no se entra en detalle a diseñar los subsistemas y componentes del producto, sino que se centran en la forma y las funciones principales. No obstante, la frontera entre el diseño conceptual y el diseño de detalle de un producto no siempre está clara. En ocasiones puede ser necesario un nivel de detalle en los diseños conceptuales mayor que en otros, por ejemplo, para poder tener mejores criterios a la hora de seleccionar alternativas.

Los primeros pasos del procesos de diseño del producto son críticos, cuando la mayoría de las decisiones importantes se hacen con respecto a la funcionalidad del producto, la calidad, la fabricación, la medición, el costo y cuidado medioambiental.

De cualquier manera, las propuestas que surgen tras la etapa de diseño conceptual deben definir el producto completamente, aunque no sea en detalle. Se deben definir en la medida de lo posible los subsistemas que incorpora, las funciones que realiza, su apariencia general y posibles soluciones a aquellas características técnicas novedosas.

El desarrollo de nuevas tecnologías en las diferentes etapas determinadas en el ciclo de vida del producto hacen hincapié en la necesidad de considerar, a partir de la fase de diseño y en un entorno de colaboración, el llamado "Diseño para...": la fabricación, el montaje, los ensayos y técnicas de mantenimiento, etc.

Las técnicas llamadas "Diseño para...", encaminadas a optimizar el producto en función de las diferentes tecnologías, determinan su ciclo de vida.

### 3.5.2. La comunicación de ideas en la fase de diseño conceptual

En la fase de diseño conceptual los integrantes del equipo de diseño emplean todos sus recursos para generar soluciones. Una importante parte de este trabajo es la de comunicar o exponer las ideas al resto del grupo.

Tradicionalmente, en las primeras etapas del desarrollo de productos se trabaja únicamente sobre papel. Es pronto aún para invertir tiempo en modelar todos los conceptos en ordenador, cuando lo más probable es que sólo uno (y en todo caso, partes de otros) vayan a ser útiles para el posterior diseño. Esta realidad está cambiando gracias a los avances en el campo de la electrónica y la informática. Cada vez resulta más fácil y rápido construir prototipos virtuales en el ordenador, que permiten sustituir los esquemas, las vistas y los bocetos en perspectiva por modelos que pueden verse desde cualquier punto de vista y sobre los que puede estudiarse el volumen y las formas.

De todos modos, un buen diseñador debe dominar el bocetado. Las ideas que se plasman en el ordenador son siempre desarrolladas primero sobre el papel, y a la hora de comunicar algunas ideas siempre debería ser más fácil y rápido recurrir al boceto tradicional.

El boceto sigue teniendo un uso privilegiado dentro de los procesos de diseño informal, debido a su versatilidad y rapidez para apoyar los proceso cognitivos en el testeado de ideas preliminares.

Los bocetos dibujados durante esta etapa no tienen nada que ver con ilustraciones del producto, pues son un documento interno del equipo de diseño. Las características de estos bocetos son:

- No guardan una escala exacta, aunque mantienen ciertas proporciones.
- Representan muchas veces una imagen incompleta del producto, ya que pueden precisar comentarios añadidos del diseñador para ser entendidos.
- Se aprovechan para realizar estudios formales y ergonómicos, o anotaciones sobre las posibles ubicaciones de elementos integrantes del producto.

Los bocetos conceptuales se encuentran especialmente presentes durante la etapa de diseño conceptual, donde son utilizados como una herramienta muy valiosa para estudiar alternativas de diseño y servir como un repositorio de ideas temporal.

### 3.5.3. Evaluación y selección de soluciones

Para evaluar correctamente los distintos conceptos generados es necesario, primero, fijar y acordar unos criterios de selección. Los criterios se deberían establecer a partir de las especificaciones, dado que en ellas se recoge el tipo de producto que se debe diseñar. Los criterios pueden, además, ponderarse en caso de ser necesario, es decir, si el método empleado para seleccionar la propuesta necesita valorar cada criterio. Los criterios pueden derivarse directamente de la lista de especificaciones: funcionalidad, número de funciones, capacidad de carga, peso, volumen, comodidad, facilidad de manejo, mantenimiento, etc.

El proceso de evaluación implica un análisis de la viabilidad del producto desde diferentes puntos de vista. El proceso de selección de alternativas debe llevarse a cabo entre aquellas soluciones que hayan demostrado ser viables. En cualquier diseño es necesario separar los aspectos cuantificables de los que no lo son. En el campo de la selección de ideas rara vez es posible expresar completamente un diseño en términos matemáticos, e incluso si fuera posible, entonces los elementos no cuantificables presentes en las especificaciones darían problemas. El modelado físico o mediante ordenador (maquetas virtuales) puede ayudar a aclarar aspectos no cuantificables.

## 3.2. El Diseño de Detalle

Al finalizar la fase de diseño conceptual, cuando el equipo de diseño intenta encontrar soluciones para satisfacer las especificaciones, progresivamente se va entrando en la fase de diseño de detalle. El límite entre ambas fases no siempre está claro y varía también en función del tipo de producto, su grado de novedad, etc. En general, el diseño de detalle está relacionado con el diseño de subsistemas y componentes que integran el conjunto, independientemente de la naturaleza del producto.

Todos los productos están formados por componentes que, en mayor o menor grado, se definen en la fase de diseño conceptual, pero que pueden variar considerablemente en la fase de detalle debido a distintas alternativas de fabricación, materiales, formas, etc.

En el campo del diseño de detalle sólo se puede hablar en términos generales, a menos que el tema se centre en un producto específico, dado que una visión más concreta supondría profundizar en cada una de las tecnologías aplicables a cualquier posible componente de un producto. Se estima que un 70-80% de la actividad de diseño de una industria pertenece a la fase de diseño de detalle, aunque esta importante dedicación es inútil si el trabajo en las fases precedentes no se lleva a cabo de un modo sistemático y metódico.

Cuando se alcanza la fase de diseño de detalle es necesario recurrir a todos los conocimientos sobre materiales, procesos productivos, técnicas de análisis, nuevas tecnologías en el sector, entorno del componente, estética, etc. En el fondo, todo ello se refiere a posteriores restricciones que el diseñador deberá considerar a la hora de realizar un buen diseño del componente, de modo que encaje perfectamente en el producto global, tanto física como funcionalmente.

Durante la etapa de diseño de detalle se deben definir completamente todos los componentes del producto. El diseño de los subsistemas y componentes debe tener en cuenta todos los factores que afectan al producto de la misma manera que se tenía en cuenta en la fase de diseño conceptual. Mientras que en esta etapa se concebía el producto de manera global, y los subsistemas necesarios para desempeñar todas las funciones, ahora hay que determinar las características de cada pieza que va a hacer posible que los subsistemas desarrollen dichas funciones.

Los factores, a través de las especificaciones, fijan unos límites al campo de soluciones del producto mediante restricciones. Normalmente los factores más importantes, en el producto en

cuestión, determinarán las características del diseño, y posteriormente dichas características se ajustarán para que cumplan el resto de especificaciones.

Particularizando únicamente en el estudio mecánico, su objetivo es diseñar todos los componentes del producto necesarios para que desempeñe las distintas funciones. Para realizar el estudio mecánico se parte del producto global, y se determinan los distintos subsistemas, de manera que puedan abordarse los problemas de diseño específicos de cada uno de modo independiente.

Se trata ya de diseño de detalle puro, en el que hay que definir, calcular, dimensionar las piezas que, integradas en un determinado subsistema, permiten el funcionamiento del conjunto. Lógicamente, la complejidad de este estudio irá pareja a la complejidad del propio producto. Si el producto presenta sistemas o componentes con movimientos relativos será conveniente modelar su comportamiento. El Diseño Asistido por Ordenador puede ayudar en este aspecto, siendo posible verificar el movimiento de las piezas y si existen interferencias, e incluso analizar la respuesta ante distintas cargas.

Como resultado, la fase de diseño de detalle debe generar los planos definitivos del producto, con las especificaciones necesarias para fabricación. Si en la fase conceptual bastaba con planos de conjunto y generales, en este caso se precisan planos detallados, acotados y con indicaciones donde sea necesario. Los documentos de esta fase son los siguientes:

- Plano general del conjunto, con cotas al menos en sus dimensiones máximas, y referencias a cada una de las piezas.
- Despiece del conjunto, normalmente en explosión. Si algunas piezas no eran visibles en el plano general, o si no se quiere cargar dicho plano, se puede emplear el despiece para referir otras piezas. En el plano de despiece no es necesario acotar, y se suelen incluir anotaciones al modo en que ensamblan algunos elementos, si es necesario.
- Planos individuales por pieza: Debe haber un plano por cada pieza que integra el conjunto, exceptuando aquellos elementos estándar. Los planos por pieza deben estar acotados e incluir, si fuera necesario, tolerancias de fabricación.
- Análisis realizados: La fase de diseño conceptual implica también un buen número de cálculos, como se ha comentado anteriormente. Es en esta fase cuando los conocimientos tecnológicos del diseñador se emplean para dar solución a los problemas técnicos que plantea el diseño. Todos los cálculos efectuados sobre el diseño deben ser recogidos en un documento para poder retomarlos, si fuera necesario, en cualquier momento.

### 3.3. Validación

En algunos momentos del proceso de diseño, la única manera de verificar ciertas características de un producto es materializándolo. Tradicionalmente, se han empleado maquetas de espuma, arcilla, madera, etc. para realizar estudios conceptuales volumétricos y de formas. En las fases finales se suelen construir prototipos funcionales, cuyo objetivo es comprobar el buen funcionamiento de un modelo muy similar al producto final.

El prototipo es un término que se refiere a un modelo del producto realizado con medios de fabricación primarios o no definitivos. Fundamentalmente, su objetivo es servir de soporte para realizar verificaciones del diseño.

El diseño final del prototipo de fabricación tiene que cumplir dos requisitos:

1. Debe acercarse, lo máximo posible, al producto final en cuanto a los procesos de fabricación que se prevén emplear. No obstante, se trata de tiradas muy pequeñas

(puede ser simplemente una unidad) que no justifican el empleo de medios de producción en serie.

2. Debe acercarse, lo máximo posible, a las formas definitivas del producto final y estar sujeto a las mismas condiciones de funcionamiento que las unidades de producción definitivas. De manera que los datos que se obtengan de los ensayos sean aplicables al producto real y sirvan para demostrar que el diseño es satisfactorio de cara a la fabricación bajo todas las condiciones operativas. Una vez se verifica que el diseño es correcto, se pasa a la fase de producción.

El Prototipado Rápido (RP ), también llamado Fabricación de Sólidos de Forma Libre, Fabricación Automática por Ordenador o Fabricación por Capas, puede definirse como un grupo de técnicas utilizadas para fabricar, de modo rápido, un modelo a escala de una pieza o un conjunto a partir de los datos de un sistema de Diseño Asistido por Ordenador.

El Prototipado Rápido tiene un claro uso de cara a la visualización del producto en sus distintas etapas. Además, los modelos pueden servir para pruebas de diseño, como por ejemplo, análisis de formas aerodinámicas, creación de modelos macho para el mecanizado de moldes, etc. En algunos casos, el modelo creado mediante Prototipado Rápido puede ser una pieza definitiva, pero normalmente el material no es lo suficientemente resistente o la forma no es suficientemente precisa.

El Prototipado Rápido reduce el tiempo de desarrollo ya que permite detectar fallos en el diseño en sus primeras etapas, cuando las correcciones todavía pueden efectuarse sin suponer un coste excesivo.

### 3.4. Fabricación

El proceso de diseño y desarrollo de un producto incluye el planteamiento de un sistema de fabricación. En este proceso, el camino que se recorre entre la expresión de los requerimientos funcionales del producto y el proyecto terminado, es posible gracias al uso de modelos y simulaciones de muy diversos tipos que representan al producto y al sistema de fabricación, total o parcialmente.

El uso de los modelos y de la simulación es cada vez más prolijo dada la complejidad de los proyectos y las posibilidades de modelado y simulación que ofrecen los sistemas de Diseño Asistido por Ordenador, que permiten predecir gran número de propiedades del producto y el proceso, permitiendo tomar las decisiones óptimas en cada situación.

En el ámbito de los proyectos de ingeniería es frecuente hacer uso de distintos tipos de modelos, como son:

- Modelos conceptuales, como diagramas de flujo, diagramas de circuitos, gráficos cualitativos, diagramas de bloques funcionales, etc. Se trata de adoptar una cierta perspectiva o punto de vista para la comprensión del objeto a modelar, captando las propiedades del objeto modelado. Permiten delimitar el problema, identificar los elementos y sus interrelaciones, y establecer diagramas de bloques.
- Modelos gráficos, como dibujos de conjuntos y detalles en Sistema Diédrico, perspectivas, maquetas electrónicas, diagramas cinemáticos, cálculos gráficos, ergonómicos, etc. Se trata de representar los elementos, relaciones y comportamientos elaborados en la fase de conceptualización por medio de un lenguaje gráfico.
- Modelos físicos, como maquetas y prototipos a escala para test visuales de estética, comportamiento aerodinámico, de resistencia, modelos de instalaciones y plantas químicas, etc., para análisis de interferencia o montaje. Por tanto, el conocimiento de los



principios físicos, organizativos, geométricos, etc. será lo que permita la formalización de estructuras más complejas que constituyan el modelo.

- Modelos matemáticos, como modelos de sistemas continuos mediante sistemas de ecuaciones diferenciales, como es el análisis cinemático y dinámico de mecanismos, y modelos de sistemas discretos. Se realizan análisis de sistemas de fabricación usando tanto los modelos de sistemas continuos como discretos. Se trata de representar los elementos, relaciones y comportamientos elaborados en la fase de conceptualización por medio de un lenguaje matemático. Esta fase concluye cuando se tiene un sistema de ecuaciones que permita analizar el comportamiento del producto o proceso ante ciertos estímulos.

La evaluación del modelo se lleva a cabo mediante ensayo por simulación de las hipótesis sobre las que se ha construido y la consistencia entre ellas, de esta forma se efectúa un análisis del modelo y de su aceptabilidad en base a distintos criterios.

Como final de este proceso, se concluye que un modelo representa a un objeto (proceso o producto) para un observador, si el observador puede emplear el modelo para responder a cuestiones que le interesan acerca del objeto.



Figura 3.3. El modelo mental y su alcance en el proceso de modelado

La simulación es un proceso por el cual se diseña un modelo de un sistema real y se llevan a cabo experiencias con él, con la finalidad de aprender sobre el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del sistema.

El proceso de diseño y desarrollo del producto y de su sistema de fabricación con herramientas informáticas, permite obtener modelos virtuales (digitales) del producto y del sistema de fabricación.

Las situaciones en las que es apropiado el uso de la simulación son:

- a. No existe una formulación matemática del sistema que se trata de estudiar, o en caso de existir, no se dispone de modelos analíticos para su resolución.
- b. Existen modelos y métodos, pero los procedimientos son tan arduos y laboriosos que resulta más sencilla y menos costosa la simulación.



- c. Es imposible experimentar sobre el sistema por no tener posibilidad de obtener información del mismo.
- d. La experimentación es posible, pero razones éticas o legales lo impiden.
- e. Se desea experimentar con el modelo antes de construir el sistema.
- f. En el caso de desear recoger información sobre un sistema que evoluciona lentamente, la simulación permite reducir la escala de tiempos.
- g. La simulación permite estudiar sistemas dinámicos en tiempo real.

Por lo que respecta a la fabricación, en el mercado existe gran número de herramientas de fabricación digital, con las que es posible definir células, líneas de fabricación, efectuar sobre éstas análisis y simulaciones ergonómicas, de producción, de contingencias, así como asignación de tiempos por MTM, teniendo una representación dinámica bajo un modelo gráfico con técnicas de realismo.

En relación al producto, es posible obtener, con las herramientas informáticas de modelado y simulación, un modelo virtual (digital) del producto con técnicas de render o realismo, con el que es factible efectuar análisis y simulaciones ergonómicas, de uso, ensamblado, de ecoeficiencia, etc., todo lo cual permite validar el diseño del producto con un número mínimo de prototipos físicos.

Entre los inconvenientes de la simulación se encuentran:

- La construcción de un modelo de simulación de un sistema puede llegar a ser algo muy complejo, muy costoso y que requiere mucho tiempo.
- Con frecuencia ciertos elementos o relaciones del sistema sin importancia aparente se desprecian a la hora de elaborar el modelo y, a causa de ello, los resultados de la simulación son falsos.
- Es difícil conocer el grado de imprecisión de los resultados de una simulación.

## 3.5. Documentos del Producto

El proyecto de desarrollo de productos presenta una tipología bastante común, y requiere la presencia de los cuatro documentos clásicos: Memoria, Pliego de Condiciones, Presupuesto y Planos. No es el objeto de este apartado abundar más en el tema, sino presentar una propuesta de enfoque aplicada al desarrollo de productos.

### 3.5.1. Memoria

El documento de la Memoria describe todos los aspectos del producto diseñado, sus características, el proceso de fabricación, materiales, estudio de mercado, antecedentes, etc.

### 3.5.2. Pliego de Condiciones

El Pliego de Condiciones se convierte en el primer documento que el equipo de diseño maneja. Es el contrato entre el equipo y el promotor, o persona que subcontrata la labor de diseño de un producto para después fabricarlo. En dicho pliego se recogen los términos en que se desarrollará la colaboración durante el proyecto, así como las especificaciones que el promotor imponga al diseño.

El equipo de diseño estudiará con detenimiento el documento, por una parte, para verificar las condiciones legales y, por otra, para asimilar las especificaciones determinadas por el promotor. Este punto es importante, pues dichas especificaciones van a definir el camino que va a tomar el proyecto.

### 3.5.3. Planos

El documento de Planos será elaborado íntegramente por el equipo de diseño. Los planos definitivos se generan una vez que el diseño del producto queda completamente validado, y supone un documento vinculante de cara a fabricación, por lo que hay que poner un gran cuidado en su elaboración (Purcell et al., 1998).

El objetivo de cualquier plano de un producto es siempre el mismo: comunicar los conceptos del equipo de diseño al responsable de materializar dicho producto mediante un proceso de fabricación. Por ello, los planos deben ser completos e inequívocos.

El Plano de Conjunto es el plano de referencia del producto. Todas las piezas que lo integran, o al menos todos los subsistemas, deben figurar en él, muestra las referencias a todos los subconjuntos, y éstos a las piezas. De este modo, a partir del Plano de Conjunto se puede determinar rápidamente dónde se encuentra el Plano de Pieza en la carpeta de planos.

Los Planos de Subconjunto son planos de conjunto de piezas que integran un subsistema o que pueden montarse independientemente del conjunto. La forma típica del plano de subconjunto es la del despiece en explosión, en general en proyección, pero también puede presentarse en perspectiva. Se aprovecha para anotar la referencia de las piezas y la cantidad de cada una y se detallan algunas dimensiones.

Las características de los Planos de Conjunto y de los Planos de Subconjunto son las siguientes:

Planos de Conjunto	Planos de Subconjunto
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra el producto en su totalidad.</li> <li>- Muestra la disposición de los componentes.</li> <li>- En algunos casos, presenta instrucciones de montaje.</li> <li>- Presenta las dimensiones globales del producto.</li> <li>- Incluye una lista de piezas o subconjuntos numerados, remitiendo a planos de subsistemas. En su defecto, referencia todas las piezas.</li> <li>- Puede incluir detalles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra un subconjunto en su totalidad.</li> <li>- Muestra la disposición de los componentes.</li> <li>- Presenta instrucciones de montaje de sus piezas.</li> <li>- Presenta las dimensiones globales del subconjunto.</li> <li>- Incluye una lista de piezas referenciadas a sus respectivos planos de pieza o a catálogos de proveedores.</li> <li>- Incluye detalles constructivos y de montaje.</li> </ul>

Tabla 3.1. Características de los Planos de Conjunto y de los Planos de Subconjunto.

Los Planos de Pieza son planos de cada pieza individual del producto. En ellos se definen con detalle las características geométricas, las tolerancias, el material, acabados, etc., de la pieza para su fabricación. Las características del Plano de Pieza son:

- Muestra una pieza en su totalidad.
- Muestra las dimensiones de la pieza, tolerancias, nivel de acabado si lo precisa, etc.
- Determina el material de la pieza, y en algunos casos el proceso de fabricación que se empleará.
- Puede incluir referencias a otros planos de pieza.

### 3.6. Presentación

La presentación del proyecto no es un elemento constitutivo del proyecto en sí. No es indispensable para sacar adelante el producto ni para definirlo completamente. Normalmente es un "valor añadido" al proyecto, mediante el cual se pretende mostrar el producto tal y como va a quedar una vez fabricado. En ocasiones, como se ha comentado, puede emplearse como presentación comercial en ferias o salones.

Se trata de elaborar una presentación del producto definitivo, con un cierto estilo comercial. El objetivo es mostrar el producto acabado y sus características de una manera visual y atractiva. Se puede generar una animación o preparar un tríptico, lo importante es saber transmitir la idea del producto. En ocasiones este tipo de material se emplea para mostrar el producto en ferias cuando no se dispone todavía de un prototipo físico.

Una presentación incluye, normalmente:

- Imágenes en perspectiva del modelo (varias vistas).
- Proyecciones a color (las más representativas).
- Detalles llamativos o que supongan innovación.
- Imágenes representativas de algunas de sus funciones.
- Si es un pedido explícito para ferias, suele haber imágenes de estilo publicitario).
- Simulación por ordenador del modelo, si se considera necesaria.

### 3.7. Bibliografía sobre diseño industrial y desarrollo de producto

ALCAIDE MARZAL, J.; DIEGO MÁS, J. A.; ARTACHO RAMÍREZ, M. A. *Diseño de producto. El proceso de diseño*. Editorial: Universidad Politécnica de Valencia, 2001. Pp. 191. I.S.B.N.: 84-9705-113-0.

CAPUZ RIZO, S.; SÁNCHEZ ROMERO, M. A. *Técnicas de diseño para el proyecto de producción*. Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 1998.

CONTERO, M.; NAYA, F.; JORGE, J.; CONESA, J. *CIGRO: a minimal instruction set calligraphic interface for sketch-based modelling*. Lecture Notes in Computer Science. 2669 (2003), pp. 549-558.

DYM, C.; LITTLE, P. *El proceso de Diseño en Ingeniería. Cómo desarrollar soluciones efectivas*. Limusa Wiley. México, 2002.

LA TROBE-BATEMAN, J.; WILD, D. *Design for manufacturing: use of a spreadsheet model of manufacturability to optimize product design and development*. Research in Engineering Design, 14(2), 2003. Pp. 107-117.

NOEL, F.; BRISSAUD, D.; TICHKIEWITCH, S. *Integrative Design Environment to Improve Collaboration between Various Experts*. Annals of the CIRP, 52/1, 2003. Pp. 109-112.

PAHL, G.; BEITZ, W. *Engineering Design*. Springer-Verlag. Londres, Reino Unido, 1995.

REICH, Y. *The study of Design Research Methodology*. Journal of Mechanical Design. Vol. 117. Pp. 211-214. Junio 1995.

SANZ ADÁN, F.; LAFARGUE IZQUIERDO, J. *Diseño Industrial: Desarrollo Del Producto*. Editorial: Thomson Paraninfo, S.A. Madrid, 2002. ISBN: 978-84-9732-076-4.

VAN ELSAS, P.; VERGEEST, J. *Displacement feature modelling for conceptual design*. Computer Aided Design nº 30, pp. 19-27. 1998.

WANG, L. Collaborative conceptual design: state of the art and future trends. *Computer Aided Design*, nº. 34. Pp. 981-996. 2002.