

# CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

## II.1 EL DISEÑO MECÁNICO

Los recientes avances en las tecnologías de la información han hecho posible la aparición de numerosas aplicaciones informáticas que facilitan de forma considerable las operaciones de diseño. Entre ellas podemos citar: Diseño Asistido por Computadora, Ingeniería Asistida por Computadora y Fabricación Asistida por Computadora.

**Diseño Asistido por Computadora (CAD).** Es un sistema de diseño, bastante conocido y utilizado, que permite ampliar de forma relevante las posibilidades de los sistemas tradicionales de dibujo y cuya principal ventaja radica en la rapidez con que permite efectuar modificaciones en el diseño, a diferencia de lo que ocurría cuando los diseños se realizaban en papel. Las posibilidades del sistema CAD son enormes, pudiendo realizar una amplia gama de tareas, entre las que podemos destacar:

- Visualizar en pantalla un modelo cualquiera en tres dimensiones y en perspectiva.
- Utilizar distintos colores para cada superficie.
- Eliminar automáticamente líneas y superficies ocultas.
- Rotar o trasladar la pieza.
- Obtener cualquier tipo de secciones, dibujando plantas y alzados automáticamente.
- Calcular el volumen, superficie, centro de gravedad, inercia, etc., de cada pieza.

El CAD también es conocido como Elaboración Virtual de Prototipos o Virtual Prototyping, debido a que permite simular el comportamiento de la pieza de forma virtual<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Barba, E.: LA EXCELENCIA EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS. Barcelona: Ed. EADA Gestión; 1993; Página 136.

SolidWorks es ejemplo de un programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico que corre bajo el sistema operativo Microsoft Windows y es desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una subsidiaria de Dassault Systèmes (Suresnes, Francia). Este programa permite modelar piezas y conjuntos y, extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. El proceso consiste en trasladar la idea mental del diseñador al sistema CAD, “construyendo virtualmente” la pieza o conjunto de piezas. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera automatizada.

**¿QUÉ ES EL SOFTWARE SOLIDWORKS?** Es una herramienta de diseño de modelado sólido paramétrico y basado en operaciones que aprovecha la facilidad de aprendizaje de la interfaz gráfica de usuario de Windows™. Puede crear modelos sólidos en 3D totalmente asociativos con o sin restricciones mientras utiliza al mismo tiempo las relaciones automáticas o definidas por el usuario para capturar la intención del diseño. Ver figura 4.

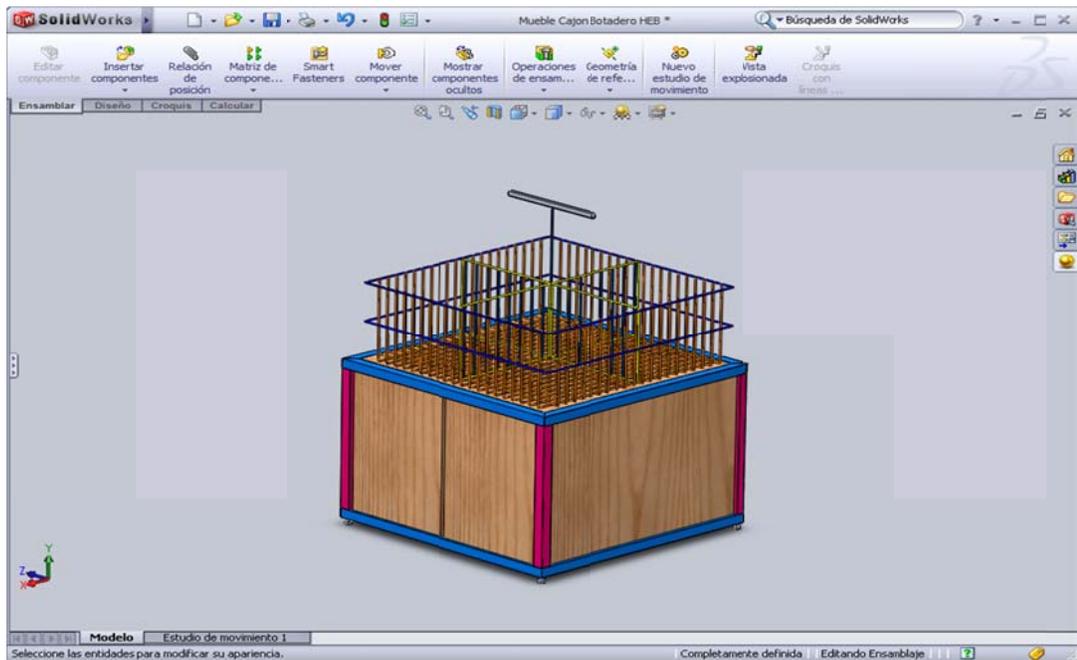


Fig. 4 IMAGEN DE LA PLATAFORMA DEL SOFTWARE SOLIDWORKS

**BASADO EN OPERACIONES.** Del mismo modo que un ensamblaje está compuesto por una serie de piezas individuales, un elemento de SolidWorks también está compuesto por elementos individuales. Dichos elementos se denominan operaciones. Cuando se crea un modelo mediante el software SolidWorks, se trabaja con operaciones geométricas inteligentes y fáciles de entender. A medida que se crean estas operaciones, las mismas se aplican directamente a la pieza con la que se está trabajando.

**MODELADO SÓLIDO.** Un modelado sólido es el tipo más completo de modelo geométrico utilizado en los sistemas de CAD. Contiene toda la geometría de superficie y alámbrica necesaria para describir detalladamente las aristas y las caras del modelo.

**TOTALMENTE ASOCIATIVO.** Un modelo de SolidWorks es totalmente asociativo a los dibujos y ensamblajes a los que hace referencia. Los cambios efectuados en el modelo se reflejan automáticamente en los dibujos y ensamblajes relacionados.

**RESTRICCIONES.** Las relaciones geométricas paralelas, perpendiculares, horizontales, verticales, concéntricas y coincidentes son tan sólo algunas de las restricciones que SolidWorks admite.

**INTENCIÓN DEL DISEÑO.** Es el plan que se ha establecido con relación al comportamiento que debe presentar el modelo al modificarlo. Para utilizar con eficacia el programa SolidWorks, debemos tener en cuenta la intención del diseño antes de modelar. La manera en que se ha creado el modelo regirá el modo en el que se modificará.

Existen diversos factores que contribuyen al modo en que se captura la intención del diseño:

- Relaciones Automáticas

- Ecuaciones
- Relaciones Agregadas
- Acotación

La intención del diseño se ve afectada en primer lugar por la acotación de un croquis y la elección de las operaciones y la metodología del modelado<sup>6</sup>.

Las empresas de clase mundial tienen en este sistema un ingrediente de competitividad; en la medida en que eliminan errores en el diseño de los productos aumentan sus beneficios. Modelado Tridimensional, Diseño Sustentable, Administración de Datos y Ciclo de Vida del Producto son términos que, más allá de ser conceptos abstractos, forman parte de un todo.

La Administración de Datos del Producto es una herramienta informática por medio de la cual se puede tener control sobre la información de un producto desde su diseño hasta su reingeniería, según se le tenga contemplado. Mediante estos sistemas se logra una colaboración —antes impensable— entre Departamentos o Áreas de una empresa que están involucrados en el diseño de un producto, y su vida útil, y aquí se considera también la relación con los socios externos de la compañía.

La Ingeniería Industrial trata sobre el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de hombre, materiales y equipos. Requiere de conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar el resultado que se obtenga en dicho sistema<sup>7</sup>. Los ingenieros necesitan conocer no sólo el lenguaje de

---

<sup>6</sup> SolidWorks® 2007: CONCEPTOS BÁSICOS DE SOLIDWORKS. EU; 2006; Páginas 9-14.

<sup>7</sup> Hodson William, K. MAYNARD: MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL. Tomo I y II. 4ª ed. México: Editorial McGRAW-HILL; 2003; Páginas 1-11.

la técnica del análisis de costos para justificar los equipos y sistemas, sino que deben dominar las técnicas matemáticas<sup>8</sup>.

**EMPRESA.** Es un organismo que coordina prestaciones de trabajo y medios para conseguir finalidades económicas a favor de la comunidad, generando valor añadido y beneficios. Un proceso productivo mediante el cual se transforman recursos en bienes vendibles con generación de valor añadido y beneficios. Hemos de recordar que la empresa esta caracterizada por dos fines fundamentales: un fin industrial (conseguir un beneficio máximo) y un fin social (prestar un servicio económico en las mejores condiciones)<sup>9</sup>.

**INGRESOS, COSTOS Y UTILIDADES.** El ingreso de una empresa es la cantidad que obtienen vendiendo sus bienes o servicios durante un periodo dado. Los costos de la empresa son los gastos que realiza en la producción de bienes o servicios vendidos durante el mismo periodo. Las utilidades son la diferencia entre los ingresos y los costos.

**LA MATERIA PRIMA.** Son los materiales de bienes que la empresa consume o sacrifica para obtener un producto.

La ingeniería de costos es una técnica activa en las fases de diseño, construcción y equipamiento de un proyecto, encaminada a obtener el mayor provecho posible del dinero en cada actividad que tenga complicaciones de costos. El Ingeniero de costos es quien dedica a estimar, pronosticar, reducir, y controlar los costos de capital para que mejore continuamente la factibilidad del proyecto. Algunas veces el ingeniero de costos comienza demasiado tarde a supervisar costos durante la fase de

---

<sup>8</sup> IDEM; Pág. 1.9.

<sup>9</sup> Fea Guglielmetti, Ugo. COMPETITIVIDAD ES CALIDAD TOTAL (MANUAL PARA SALIR DE LA CRISIS Y GENERAR EMPLEO). 2ª ed. México: Editorial Alfaomega; 1995; Páginas 36-38.

diseño. Sin embargo durante esta fase es cuando se pueden lograr las mayores reducciones de costo.

Algunos Ingenieros de Costos están más preocupados en las técnicas de control de costos que en las de reducción y optimización de los mismos, las cuales también forman parte de su responsabilidad, por consiguiente sería muy útil determinar las áreas de costo potencialmente más susceptibles a los esfuerzos de minimización de costos, y aplicar técnicas analíticas para incrementar utilidades<sup>10</sup>.

## **II.2 LA INGENIERÍA INVERSA**

El objetivo de la Ingeniería Inversa es obtener información a partir de un producto accesible al público, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado. Los productos más comunes que son sometidos a este método son los programas de computadoras y los componentes electrónicos, pero básicamente casi cualquier proceso puede ser sometido a un análisis de Ingeniería Inversa. Éste método es denominado así porque avanza en dirección opuesta a las tareas habituales de Ingeniería, es decir, se utilizarán datos técnicos de un producto existente para elaborar un nuevo producto. Ver figuras 5 y 6.

En general si el producto u otro material que fue sometido a la Ingeniería Inversa y fue obtenido en forma apropiada, entonces el proceso es legítimo y legal. De la misma forma, pueden fabricarse y distribuirse, legalmente, los productos genéricos creados a partir de la información obtenida de la Ingeniería Inversa, como es el caso de algunos proyectos de Software libre ampliamente conocidos.

---

<sup>10</sup> Del Rio Gonzales, Cristóbal. COSTOS-II (PREDETERMINADOS, DE OPERACIÓN Y COSTO VARIABLE). 70ª ed. México: Editorial Thomson; 2003; Página 39.

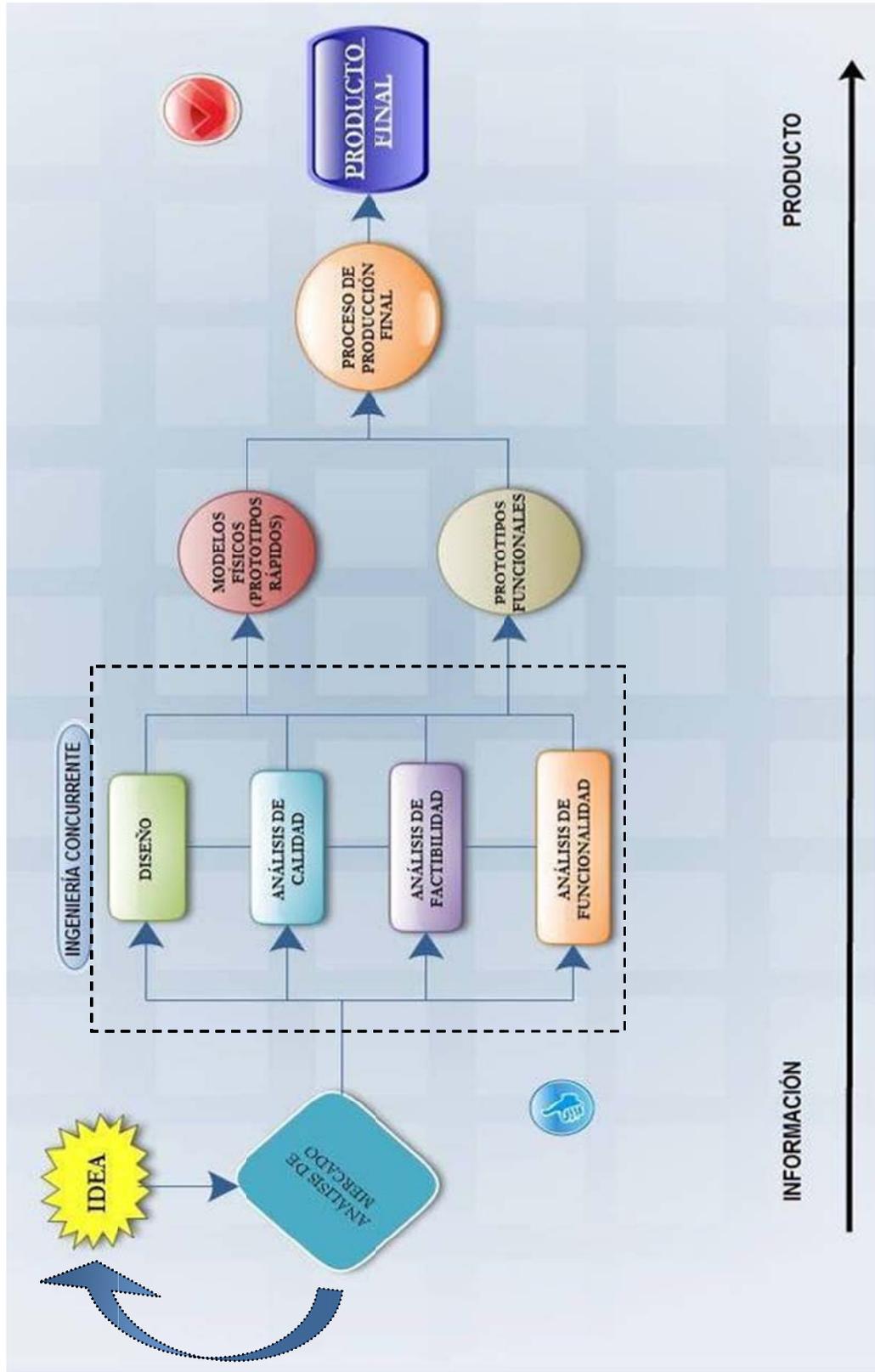


Fig. 5 PROCESO TRADICIONAL DE INGENIERIA

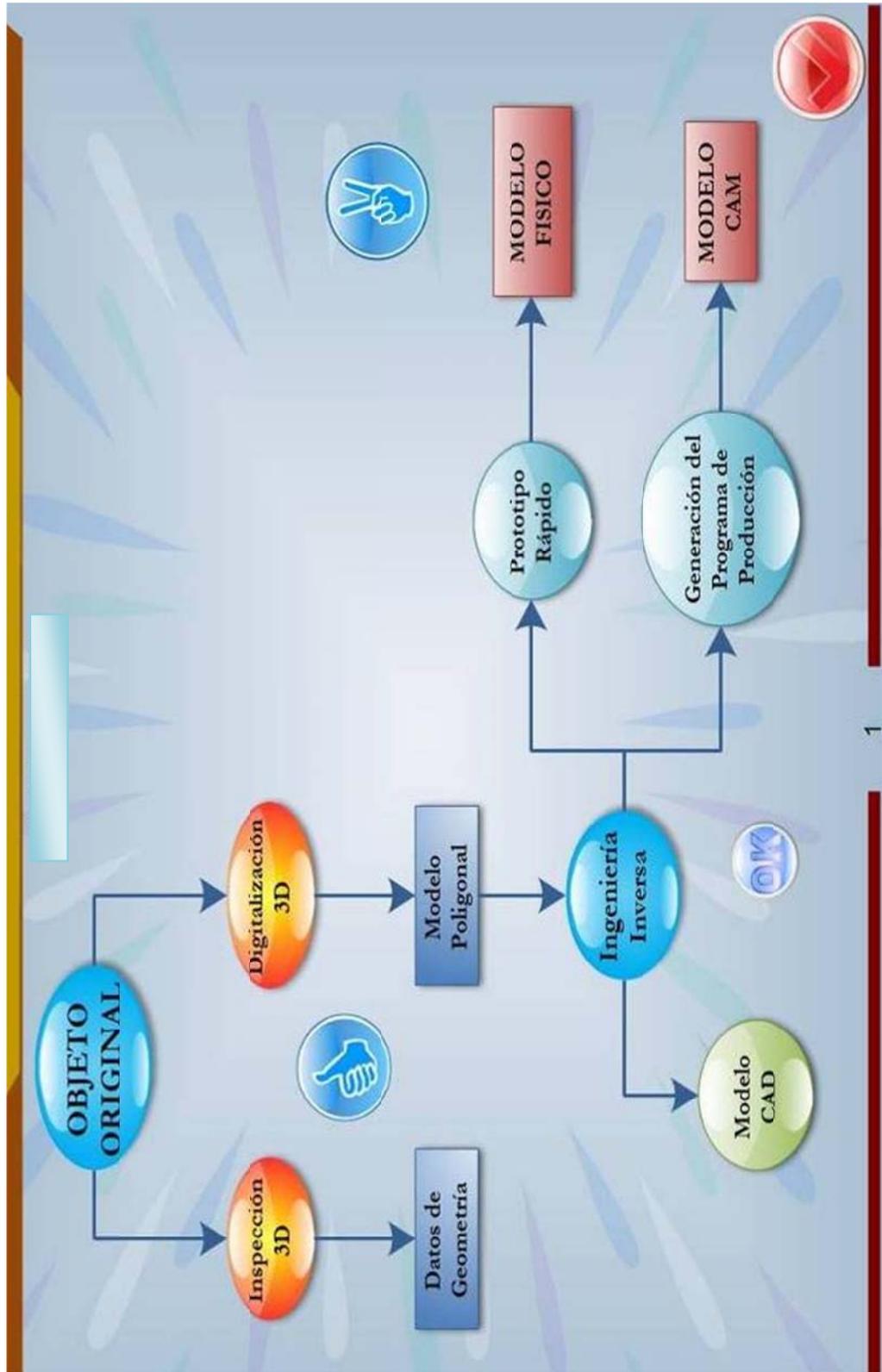


Fig. 6 PROCESO DE LA INGENIERIA INVERSA

Aplicar Ingeniería Inversa a algo supone profundizar en el estudio de su funcionamiento, hasta el punto de que podemos llegar a entender, modificar, y mejorar dicho modo de funcionamiento. Se considera Ingeniería Inversa también al estudio de todo tipo de elementos, siempre y cuando el resultado de dicho estudio repercuta en el entendimiento de su funcionamiento. La Ingeniería Inversa nace en el transcurso de la segunda guerra mundial, cuando los ejércitos enemigos incautaban insumos de guerra como aviones u otra maquinaria de guerra para mejorar las suyas mediante un exhaustivo análisis<sup>11</sup>.

**INGENIERÍA INVERSA (Reverse engineering).** Es el proceso de descubrir los principios tecnológicos de un dispositivo, objeto o sistema, a través de razonamiento inverso de su estructura, función y operación. La Ingeniería Inversa trata de tomar algo (un dispositivo mecánico o electrónico, un software de computadora, etc.) para analizar su funcionamiento en detalle, generalmente para intentar crear un dispositivo o programa que haga la misma o similar tarea sin copiar la original. Ver figura 7.



Fig. 7 EJEMPLO DEL MODELADO DE UN MUEBLE PARA EXHIBICION DE PESAS

---

<sup>11</sup> Wikipedia.org, Ingeniería Inversa [Sede Web].Wikipedia la Enciclopedia Libre; 2011-[actualizada 31de Mayo 2011; acceso 1 de Junio 2011]. Disponible en : [http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_inversa](http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_inversa)

**HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA INVERSA.** Desde el principio de la humanidad, la realización de copias de objetos ha sido una constante preocupación. Es un concepto interesante, pues admite generalización para aplicárselo a toda la ciencia, la cual podría ser considerada como el proyecto de Ingeniería Inversa que busca discernir el diseño del universo en su conjunto (las leyes naturales que lo rigen).

Por otro lado la copia de una creación, que por definición es única, permite a un gran número de personas beneficiarse de dicha creación. Es por ello que muchos de los productos fabricados en serie parten de un prototipo o modelo único que sirve de patrón para lanzar la producción. Éste es un procedimiento que viene de lejos, y constituye el nacimiento de lo que hoy se denomina Ingeniería Inversa.

Sin embargo, hasta bien entrado el siglo XX, la copia de objetos en 3D no había sido posible. Hace 30 años aparecieron las primeras máquinas copadoras que eran máquinas con 2 cabezales, uno de ellos equipado con un palpador que recorría las secciones de la pieza maestra o *master*, y el otro equipado con un cabezal de fresado seguía la geometría que iba describiendo el palpador y copiaba la pieza sobre un bloque de material en bruto. En realidad, se trataba de pantógrafos adaptados al proceso del mecanizado.

En los últimos 20 años, se ha conseguido un avance importante en el proceso de copiado, separándose la fase de digitalización de la de mecanizado mediante el uso de los sistemas de control numérico. Además, se ha conseguido automatizar el trabajo de digitalización que anteriormente era manual. Sin embargo, más recientemente, el desarrollo de los modernos sistemas de CAD/CAM ha cambiado las necesidades de los industriales. Antes se requerían trabajos de simple copia. Ahora son necesarias herramientas de Ingeniería Inversa.

El problema del copiado reside en que se trata de un proceso en una sola dirección: a partir de un modelo se generan los programas de mecanizado para reproducir las formas del modelo. La Ingeniería Inversa consiste en digitalizar el modelo capturando digitalmente todas sus formas y detalles y exportando estos datos a un sistema de diseño asistido. Esto permite trabajar sobre la geometría digitalizada pudiendo modificarla, mecanizarla, digitalizarla de nuevo, y así en bucle cerrado reutilizar geometría para generar nuevas creaciones<sup>12</sup>. Ver figura 8.



Fig. 8 EJEMPLO DEL MODELADO DE UN MUEBLE PARA TV CASERO

---

<sup>12</sup>ALEGSA.com.ar . Usos de la Ingeniería Inversa [Sede Web]. Santa Fe, Argentina; 2011-[actualizada 19 de Febrero de 2011; acceso 2 de Junio de 2011]. Disponible en: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/ingenieria%20inversa.php>