



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DESARROLLO DE PROYECTOS A TRAVES DE  
INGENIERIA CONCURRENTENTE Y  
HERRAMIENTAS CAD-CAE

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
( AREA MECANICA )  
P R E S E N T A :  
JUAN ADOLFO ALVAREZ MARTINEZ

DIRECTOR: ING. ADRIAN ESPINOSA BAUTISTA



MEXICO, D. F.

JULIO, 2000.

281503



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIAS.**

Con mucha gratitud y respeto, dedico este trabajo a mis padres, que siempre me han dado su apoyo y la oportunidad de tener una preparación que me será de utilidad en la vida.

A mis hermanos Taurino, Merced y Medardo con quienes he tenido la oportunidad de crecer y seguir sus consejos.

Especialmente a mi hermana Celsa con quien he pasado muchos momentos de alegría y también difíciles pero que siempre me ha apoyado cuando la he necesitado.

A mi esposa Lorena y a mi hija con las que comparto mi vida y son el motivo que me impulsa a seguir adelante.

A mis profesores, de quienes no solamente he adquirido conocimientos sino también experiencias y consejos.

# ÍNDICE

PAG.

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>I</b>
---------------------------	----------

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROCESO DE DISEÑO EN LA INGENIERÍA MECÁNICA.**

1.1 El contexto de la Ingeniería de Diseño.....	2
1.2 La metodología en el Proceso de Diseño.....	5
1.3 Principios básicos de Diseño.....	10
1.4 Los Factores Humanos en el ciclo de Diseño.....	11
1.5 La tecnología de las computadoras.....	12

## **CAPÍTULO II**

### **LA INGENIERÍA CONCURRENTE**

2.1 La integración, un requisito indispensable.....	16
2.2 La emigración hacia Ingeniería Concurrente.....	18
2.3 Técnicas aplicables en Ingeniería Concurrente.....	23
2.4 El grupo de trabajo.....	29
2.5 La tecnología.....	33

## **CAPÍTULO III**

### **APLICACIÓN DE LAS COMPUTADORAS EN EL PROCESO DE DISEÑO**

3.1 El Diseño Asistido por Computadora.....	38
3.2 Los constituyentes del Diseño Asistido Por Computadora.....	39
3.3 Integración de Hardware y Software.....	47

## **CAPÍTULO IV**

### **LA INTEGRACIÓN DE INTERNET AL PROCESO DE DISEÑO**

4.1 Internet como medio de comunicación y fuente de información.....	55
4.2 Estructura y funcionamiento de Internet.....	57
4.3 Los recursos disponibles en Internet.....	61
4.4 Importancia de Internet en la Ingeniería de Diseño.....	71

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO BASADO EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO**

5.1 Descripción.....	74
5.2 Diseño en Ingeniería a través de un sistema de información computarizado.....	76
5.3 Desarrollo de metodología de diseño bajo el contexto de Ingeniería Concurrente.....	77
5.4 La estructura del sistema de información.....	100

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>104</b>
--------------------------	------------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>
--------------------------	------------

## INTRODUCCIÓN

El progreso de la ciencia y la técnica, el auge industrial, la intensificación de las relaciones económicas tanto a nivel nacional como internacional, así como la producción de satisfactores en grandes volúmenes han hecho necesaria la modificación de los entornos de trabajo en las empresas.

La demanda de productos para los diferentes sectores industriales a los cuales nombraremos industrialmente como equipos, máquinas o sistemas electromecánicos deben cumplir cada vez más con mayores exigencias en cuanto a parámetros de calidad, eficiencia y costo se refiere.

Esto ha obligado al profesional de la ingeniería a adaptar nuevos procedimientos mediante los cuales busca hacer más eficiente y productiva su labor.

Se ha dicho en la actualidad que la práctica de la ingeniería requiere un conocimiento diversificado sobre distintas áreas de la técnica y las humanidades. Y en efecto, esto tiene una razón ya que hoy en día los satisfactores que la sociedad utiliza, además de realizar complejas transformaciones de material o energía deben cubrir determinados requisitos relacionados con el factor económico, la estética y la ergonomía entre otros aspectos.

Es en consecuencia el Ingeniero de diseño, el directamente responsable de aplicar los principios y tecnología necesarios para la realización de las actividades de un proyecto.

La aplicación de nuevas formas de trabajo las cuales han evolucionado en el transcurso del tiempo y que actualmente se interpretan como el método en el cual se integran todos los elementos del proceso de diseño, es la que permite enfocar el avance de un proyecto hacia una culminación exitosa ya que por medio de ella se monitorean, controlan y sincronizan cada una de las actividades del ciclo de diseño.

El empleo de éste método el cual recibe diversos nombres: Ingeniería simultánea, Ingeniería concurrente o Ingeniería paralela no solamente justifica su implantación en una organización con el objeto de mejorar el trabajo de diseño.

Adicionalmente es necesario seleccionar aquellos conceptos que aplicados conjuntamente puedan proveer mayores beneficios al proceso de diseño.

Uno de los factores que ha contribuido de manera significativa al progreso de la Ingeniería de diseño es la tecnología y específicamente el advenimiento de las computadoras ha sido un elemento indispensable en el trabajo de los diseñadores.

Por medio de esta tecnología se han podido integrar los diversos recursos humanos, económicos y materiales, lo que es un aspecto para el buen funcionamiento de toda compañía.

Es pues el objetivo de este trabajo, presentar una metodología de diseño basada en el concepto de ingeniería concurrente la cual sea aplicable de manera general al área de diseño mecánico.

En dicha metodología se inserta como herramienta fundamental el uso de las computadoras para realizar los distintos análisis económicos y técnicos requeridos en un proyecto.

Por las razones expuestas, se ha considerado conveniente el abordar la importancia que tiene la metodología en el trabajo de diseño; Analizar su estructura y los elementos que la conforman; aspectos que se tratan en el capítulo I.

Las características, principios y herramientas que integran el método denominado Ingeniería Concurrente se describen en el capítulo II. Se hace mención en esta parte del documento a los objetivos y ventajas que representa la implantación de este esquema de trabajo.

En el capítulo III se estudian los conceptos relacionados a la aplicación de las computadoras en la Ingeniería de diseño. Se definen la importancia y utilidad que tienen las tecnologías conocidas como diseño e Ingeniería asistidos por computadora CAD/CAE para la realización de distintas actividades de un proyecto.

El capítulo IV se reservó para tratar lo alusivo a la incorporación de Internet al proceso de diseño. Este apartado inicia con una explicación sobre la estructura y funcionamiento de esta red de computadoras para después especificar la forma en la que cumple con una función en el ciclo de diseño: la transferencia de datos e información entre los departamentos de una organización.

En el capítulo V denominado "Diseño basado en un sistema de información computarizado", se presenta un método que contempla la utilización de todos los recursos, principios, procedimientos y tecnología que el diseñador tiene a su disposición para desarrollar un proyecto en el contexto de Ingeniería Concurrente.

Del mismo modo se especifican en esta sección las características que debe tener el sistema de información para que realice la función de integrar las fases del ciclo de diseño.

Las conclusiones, resultado del desarrollo de la investigación se exponen en la parte final del documento; Asimismo la obra encierra implícitamente el propósito de orientar con su contenido tanto al principiante como al profesional en las distintas formas que tiene a su alcance para mejorar su actividad a través de la combinación de nuevas técnicas y procedimientos.

No se debe olvidar que la ingeniería de diseño, es evolutiva, y por lo tanto el Ingeniero dedicado a esta rama debe actualizarse constantemente en los avances que se suceden en el área científico - tecnológica.

# **CAPITULO I**

## **EL PROCESO DE DISEÑO EN LA INGENIERIA MECANICA**



## 1.1 EL CONTEXTO DE LA INGENIERÍA DE DISEÑO.

La Ingeniería de diseño es una disciplina que tiene una gran influencia en la vida del hombre, ya que a través de ella se crean los productos que la sociedad demanda para satisfacer sus necesidades. Para llevar a cabo la creación de tales productos, el diseñador debe conocer y aplicar de la mejor manera posible los recursos de que dispone: tecnología, métodos, experiencia y conocimientos para obtener los mejores resultados.

La combinación de cada uno de estos factores proporciona un amplio rango de soluciones, lo cual vuelve a la actividad del diseño una tarea compleja, por ello es imprescindible que toda persona que desee diseñar cuente con los elementos necesarios que le permitan encauzar por un sendero correcto la realización de un proyecto, lo cual se ve reflejado en la creación de un sistema, componente o máquina en menos tiempo y a menor costo.

Dentro del entorno de la realidad mundial, la ingeniería de diseño así como las distintas disciplinas científicas, humanísticas, administrativas y artísticas ha tenido un desarrollo considerable en pocos años debido principalmente a la intensa evolución tecnológica.

Esto ha modificado los esquemas de trabajo, dando paso a la adquisición de conocimientos especializados y a la integración de equipos de trabajo multidisciplinarios, convirtiendo el proceso de diseño en lo que se conoce como ingeniería concurrente, la cual agrupa diferentes conceptos que están involucrados en el diseño de productos de ingeniería, y se apoya de manera significativa en la tecnología de las computadoras para optimizar todos los recursos. En la figura 1.1 se observan las áreas relacionadas con la Ingeniería de Diseño<sup>1</sup>.

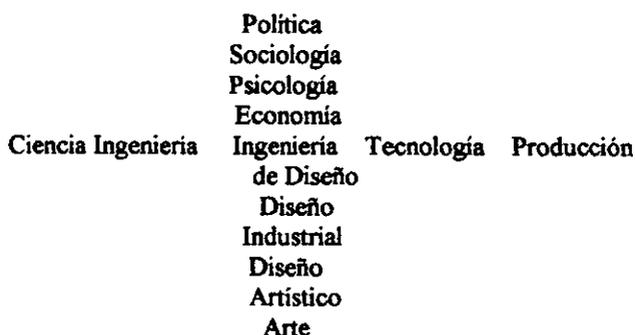


Fig. 1.1 Áreas relacionadas con la Ingeniería de diseño

<sup>1</sup> Beitz W,G. Pahl, Engineering Design, Ken Wallace Ed, The Design Council, London 1988.

La meta principal de la Ingeniería de diseño es transformar ideas en productos que resuelvan la problemática planteada. La fase de diseño tiene una considerable influencia en la creación de un prototipo ya que cerca del 70-80 % de los costos y recursos requeridos para realizar un proyecto están relacionados a la actividad de diseño<sup>2</sup>.

La figura 1.2 muestra la participación de la fase de diseño en el costo de un producto.

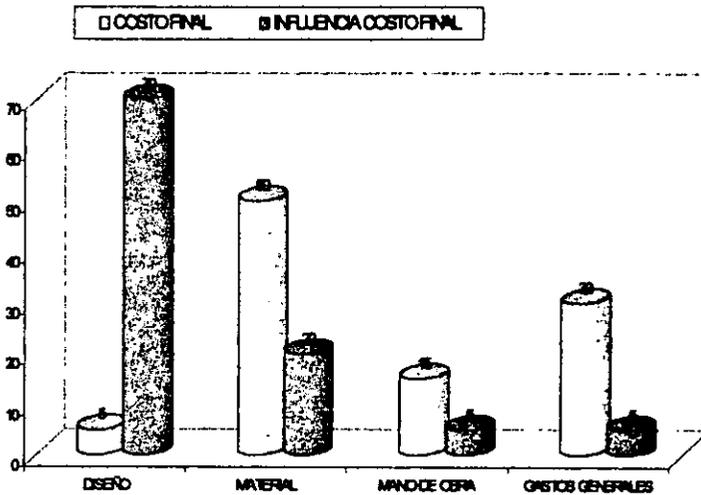


FIG. 1.2 COSTO E INFLUENCIA DE LA ETAPA DE DISEÑO

Es importante considerar también el efecto que tienen las modificaciones en el costo final. En este aspecto puede observarse en la figura 1.3 el incremento considerable de los costos a medida que se desarrolla el proceso<sup>3</sup>; Se aprecia que las modificaciones realizadas durante la etapa de diseño no representan un costo elevado y el potencial de ahorro es máximo, no así en las etapas posteriores de manufactura y fabricación.

<sup>2</sup> Chorafas Dimitris, *Engineering Through CAD/CAM*, United Kingdom 1987.

<sup>3</sup> Zeid Ibrahim, *CAD/CAM Theory and Practice* Mc. Graw Hill 1991.

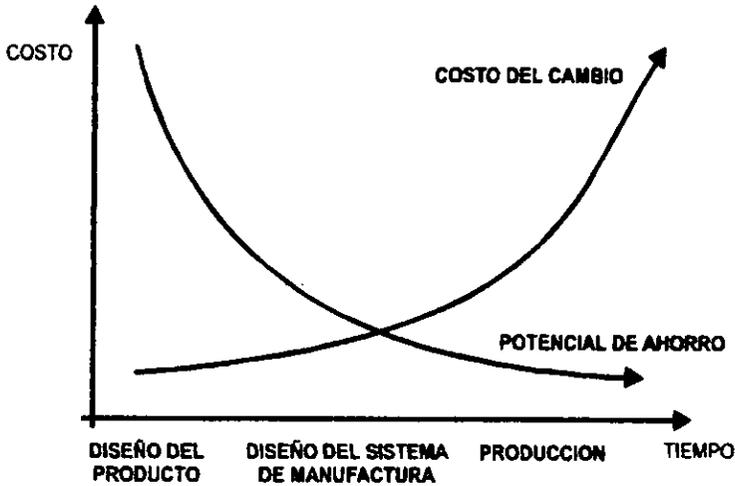


FIG. 1.3 COSTO DEL CAMBIO DURANTE EL CICLO DEL PRODUCTO

De ahí la importancia de contar con una adecuada organización que permita lograr la funcionalidad deseada entre las diferentes actividades inherentes al ciclo de diseño.

Los requerimientos han cambiado con el tiempo y ante la necesidad actual de crear dispositivos que realicen funciones cada vez más complejas, se ha hecho necesario involucrar bajo una nueva metodología de diseño a los diferentes agentes participantes en el desarrollo de un proyecto.

Ejemplos comunes de la aplicación de estas nuevas direcciones en la ingeniería de diseño se encuentran en la creación de sistemas electromecánicos, máquinas automáticas y equipos de precisión que requieren además de la participación de equipos interdisciplinarios de trabajo, de herramientas de apoyo y medios eficientes de comunicación para intercambiar grandes volúmenes de datos e información generada en las diferentes etapas del proceso de diseño.

Es aquí donde los conceptos de ingeniería asistida por computadora y los sistemas de información proporcionan un soporte irremplazable para el diseñador en diferentes aspectos: planeación, prueba, selección de procedimientos y alternativas de diseño.

Con el propósito de dar un enfoque claro de la importancia y aplicación que tiene el proceso de diseño, a lo largo del presente capítulo se expone el esquema básico de diseño el cual se muestra en la figura 1.4 de la página 6. Asimismo se describe el

proceso de transformación que ha tenido a través de métodos modernos aplicados principalmente en el área mecánica-eléctrica.

Posteriormente se analiza la influencia que tienen los diferentes factores involucrados en la creación de un prototipo: tecnología, procedimientos, factores humanos y reglas de diseño.

## **1.2 LA METODOLOGÍA EN EL PROCESO DE DISEÑO: IMPORTANCIA Y DESARROLLO.**

Todos los días el hombre se encuentra ante la necesidad de resolver problemas que se le presentan, desde los más simples hasta aquellos cuya complejidad requiere de la aplicación de procedimientos específicos.

No es privativo de alguna ciencia o técnica en particular aplicar un método determinado para afrontar una dificultad y solucionarla de la mejor manera posible buscando siempre la optimización de los recursos disponibles. Para ello es necesario entender con todo detalle y claridad en que consiste el problema para posteriormente proceder en un orden lógico que conduzca con certidumbre a determinar la solución (o soluciones) del problema.

Cuando este orden o procedimiento no es el adecuado, puede llegar a emplearse mucho tiempo sin beneficio de obtener la respuesta o resultado correcto. Esto es grave en todos los casos en que sucede y puede ser muy negativo cuando además de no llegar a resolver correctamente el problema se emplean recursos y tiempo valiosos.

Lo anterior se reduce a la aplicación de un método basado en principios científicos cuya confiabilidad debe reflejarse en la obtención de diseños de mejor calidad y optimizando los recursos de que se dispone.

En este contexto, dentro de la Ingeniería de diseño se emplea de manera primordial una metodología la cual consta de diversas actividades que tienen como propósito definir y dar seguimiento a los factores que estarán involucrados en el ciclo de diseño.

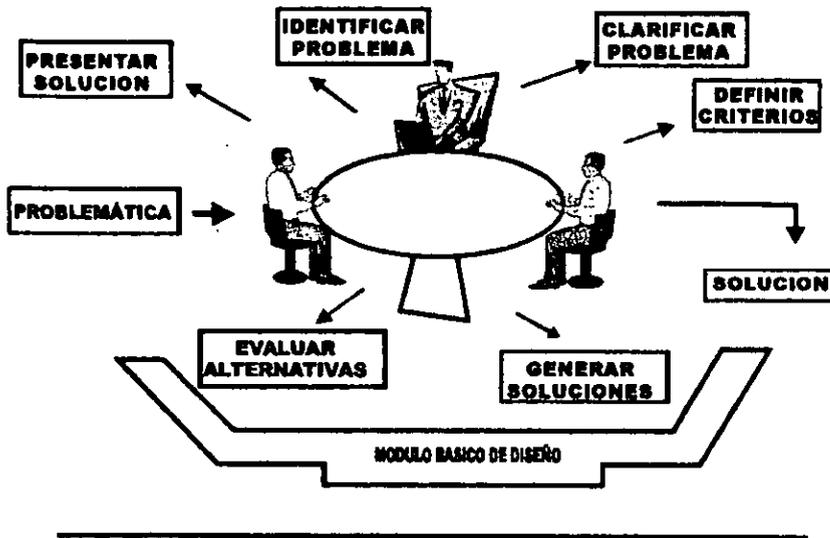
Es importante señalar que la utilización de esta metodología no es una aplicación lineal de actividades, es un proceso coordinado en el que se emplean diferentes herramientas y técnicas; Algunas de ellas realizadas en forma paralela, lo que permitirá enfocar el desarrollo de un proyecto hacia una culminación exitosa.

El proceso de diseño como todas las cosas a las que se relaciona la participación del hombre ha tenido una transformación significativa en poco tiempo. Los factores que han

contribuido en mayor porcentaje a esta evolución son la tecnología y la integración de las áreas de la ciencia bajo un solo esquema de trabajo.

En la práctica existen diversos métodos<sup>3</sup> para abordar y resolver problemas de diseño, sin embargo todos ellos están fundamentados en un módulo básico de 6 actividades el cual se muestra en la fig. 1.4, y es el que se ha desarrollado y adaptado a la infraestructura de cada organización.

Esto ha dado lugar a que la metodología de diseño tome diferentes enfoques bajo métodos modernos que se aplican en los diversos sectores industriales<sup>4</sup>.



**FIG. 1.4 PROCESO BÁSICO DE DISEÑO**

Dentro de este módulo básico, se puede observar que el primer paso a seguir en todo proyecto es identificar el tipo de problema que se va a resolver; este problema surge a consecuencia de una necesidad que requiere ser satisfecha, para ello es necesario entender perfectamente el contexto en el que se ubica aquella dificultad que desea solucionarse con el propósito de detectar cual es la parte de la teoría o conocimientos involucrados.

<sup>3</sup>Beitz, W. G. Pahl, Engineering Design, Ken Wallace Editions, The Design Council, London 1988.

<sup>4</sup>Hartley John R, Concurrent Engineering, Productivity Press USA 1992.

Resulta ineficaz realizar cualquier intento de seguir adelante sin conocer a profundidad las características del problema que se afronta.

Una vez que se tiene conocimiento del problema y que se ha decidido resolverlo, se procede entonces a recopilar toda la información necesaria sobre los requerimientos, especificaciones y restricciones que debe cumplir la solución que se va a implantar.

Con esto se establecen las fronteras y alcances del proyecto para clarificar el tipo de alternativas que deben considerarse como solución, las cuales pueden ser provisionales, definitivas, sofisticadas o económicas. Esta fase corresponde a la clarificación del problema.

Se dice que un problema bien planteado es poco menos que un problema resuelto. En efecto, cuando se ha planteado adecuadamente la resolución del problema, con un procedimiento que no incluya ni más ni menos que los pasos adecuados se trabajará en forma eficiente desde luego empleando solamente el tiempo necesario y siguiendo el proceso que se ha establecido.

Para esto es necesario elaborar un plan de trabajo en el cual deben definirse el tiempo y los recursos que deberán destinarse para realizar cada actividad, es decir, definir los criterios que regirán el desarrollo del proyecto.

Aunque la investigación es una actividad constante durante todo el proceso de diseño, es indispensable iniciar la localización de las fuentes de información que será necesario consultar para llevar a cabo las actividades planeadas. Esto significa recopilar todos los datos relacionados con el problema los cuales incluyen especificaciones, normas, equipo comercial, fabricantes, catálogos y estándares.

La obtención de la información técnica es una tarea de gran importancia ya que todos los datos que se adquieran se aplicarán posteriormente, por ello cuanto mejor se realice la tarea de investigación, mayor será la libertad que tenga el diseñador para seleccionar alternativas de solución.

Otra de las actividades a desarrollar dentro del esquema de trabajo es la búsqueda de soluciones. En primera instancia se proponen estructuras generales que realicen la función que se pide, estas estructuras funcionales se refinan para analizar que tipo de componentes y equipo será necesario integrar tomando en cuenta las restricciones, especificaciones y objetivos que debe cumplir el diseño.

Al tener diferentes soluciones preliminares, se procede a depurarlas y analizarlas en diversos aspectos; costo, funcionalidad, fabricación, seguridad, operabilidad.

Cuando se ha evaluado y elegido la alternativa que se considere la adecuada, se continúa a materializar la solución propuesta en un prototipo final, para lo cual deberán adquirirse las partes comerciales, fabricarse las estructuras de soporte, ensamblar los componentes y finalmente realizar las pruebas de funcionamiento para comprobar que no se pasan por alto las restricciones que se han planteado inicialmente, que se satisfacen los requerimientos y que no existan errores.

Implicitamente se incluye en estas actividades la elaboración de la documentación de diseño, la cual incluye equipo, componentes, materiales a utilizar, especificaciones, tipo y disposición de elementos por medio de planos de detalle, fabricación y memoria de cálculo. Así mismo integra la elaboración de manuales de operación y mantenimiento.

La opción que se haya seleccionado como propuesta a desarrollar en un prototipo final debe considerar un balance adecuado entre los factores involucrados con la eficiencia, economía y simplicidad.

Este esquema de actividades como ya se ha indicado es un proceso de constante retroalimentación, por lo cual es común interactuar con el procedimiento tantas veces como sea necesario. De igual forma pueden llevarse a cabo actividades simultáneamente dependiendo de las condiciones del problema, lo cual permitirá ir mejorando los resultados que se van obteniendo y disminuir así el tiempo empleado para rediseñar y hacer variaciones sobre las configuraciones propuestas.

A partir del desglose de este módulo básico de diseño en actividades y sub-actividades se han desarrollado métodos modernos que constan de tareas y etapas características que se aplican en el desarrollo de sistemas y equipos electromecánicos.

Es importante hacer un paréntesis en esta sección para dar una definición de los conceptos empleados hasta el momento con el fin de facilitar la comprensión del texto y a su vez distinguir concretamente cada uno de los términos.

Se ha mencionado que la ingeniería de diseño abarca diferentes áreas: la automotriz, la electrónica, la mecánica, la informática entre otras más y tiene como objetivo crear satisfactores, y para ello se deben realizar diversas actividades en un orden determinado. Esto es lo que se conoce como **proceso de diseño**, el cual se refiere a la solución a una problemática mediante la creación de un producto.

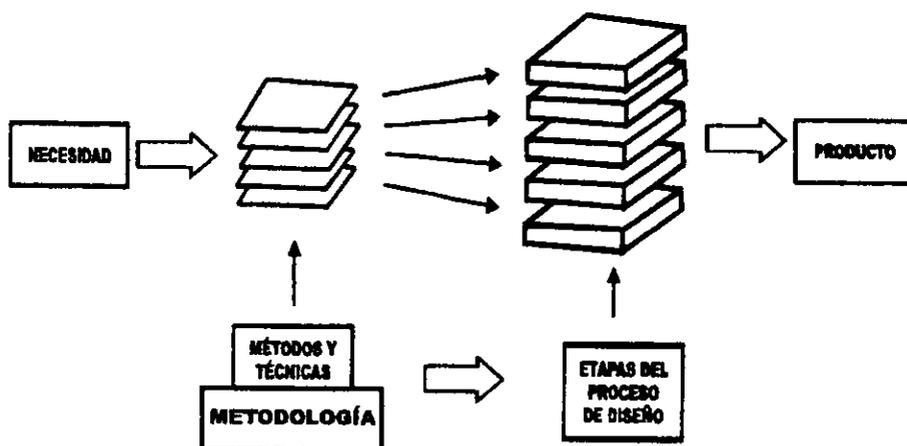
Para esto es necesario buscar la forma como se va a lograr dicho propósito, es decir emplear una **metodología** (conjunto de métodos y técnicas que aplicados bajo cierta estructura permiten alcanzar un objetivo).

Se hace la aclaración de que el concepto de metodología utilizado en este trabajo se refiere a su aplicación en la ingeniería de diseño de manera general, ya que cada empresa difiere de las demás en cuanto a recursos y organización.

En esta metodología de diseño se aplican diversos métodos y técnicas para cada parte del proyecto, tales como la lluvia de ideas, analogías, método de análisis por falla-efecto para corregir defectos en el funcionamiento de maquinaria y otros más.

En cuanto a las técnicas de diseño, estas provienen de la experiencia y tiempo que tiene el diseñador desarrollando su actividad, lo que le provee de resultados satisfactorios y ello las convierte en recomendaciones que debe seguir para dirigir sus actividades de una manera más eficiente. Algunas de estas técnicas son el diseño para ensamble y el diseño para manufactura.

En la figura 1.4-B se muestra una metodología integrada a partir de métodos y técnicas aplicables en las diversas etapas del proceso de diseño.



**FIG. 1.4-B APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A LA INGENIERÍA DE DISEÑO**

Las condiciones de cada problema y el tipo de proyecto a desarrollar (diseño original, adaptativo o variante) indicarán que método o técnicas de diseño son las más adecuadas a seguir, lo cual da al proceso de diseño flexibilidad para combinar, integrar o adaptar un procedimiento al tipo de problema que se desea resolver.

Sin embargo esta flexibilidad debe sujetarse al cumplimiento de las condiciones que le dan validez a los procedimientos utilizados en las diferentes áreas científicas y técnicas.

En la ingeniería de diseño, un procedimiento debe contar con las características siguientes:

### CARACTERÍSTICAS DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO:

- Debe favorecer la inventiva, esto es, facilitar la búsqueda de soluciones al problema
- Encauzar por una ruta correcta la creación de un producto.
- Ser aplicable de manera general a la actividad del diseño, no a un campo específico.
- Ser compatible con el proyecto a realizar y auxiliarse de otras disciplinas.
- Facilitar la aplicación de soluciones conocidas.
- Ser compatible con el proceso electrónico de datos.
- Ser comprensible y fácil de aprender.
- Reflejar la administración moderna de recursos; es decir, reducir la carga de trabajo, ahorrar tiempo, prevenir errores.

### 1.3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

La optimización de los recursos y la implantación de las mejores soluciones son aspectos fundamentales alrededor de los cuales se desarrolla un proyecto; para lograr estos propósitos el profesional de la ingeniería debe tomar en cuenta que en el diseño de un producto debe buscarse en todo momento el cumplimiento de 3 objetivos principales que son:

Economía  
 Confiabilidad  
 Eficiencia

La consideración simultánea de los aspectos técnicos y económicos como los que se han mencionado influyen de manera importante ya que determinarán la viabilidad del proyecto.

Debe aclararse que también deben ponderarse otros aspectos tales como la ergonomía, estética, seguridad, ecología y otros que tendrán una determinada prioridad, dependiendo de las especificaciones de diseño que se hayan definido.

El balance de cada uno de estos elementos es difícil de controlar, sin embargo una combinación adecuada de ellos permitirá asegurar que un diseño estará respaldado por un máximo de economía y principios de operación.

Dentro de la metodología de diseño existen principios básicos cuyo seguimiento permiten al ingeniero dar exactitud y precisión a su actividad

Estos principios de diseño son recomendaciones que usualmente le producirá buenos resultados si los aplica, ya que se han establecido a través de la experiencia constante en el desarrollo de proyectos.

Algunos de éstos principios son:

**Simplicidad :**

Es un concepto que está enfocado al número de componentes que será necesario utilizar, razón por la cual debe realizarse un estudio de la relación costo-beneficio del número de partes empleadas.

**Seguridad :**

Es un requisito indispensable que el diseñador debe valorar para proteger el ambiente y al usuario cuando la máquina o equipo se encuentre funcionando.

#### **1.4 LOS FACTORES HUMANOS\* EN EL CICLO DE DISEÑO.**

La constante confrontación de problemas y su consecuente resolución, a través del tiempo desarrollan en el profesional de la Ingeniería cualidades personales que aumentan su capacidad para proveer resultados satisfactorios en la actividad del diseño.

**La creatividad:**

Es un aspecto que se alimenta de habilidades propias, experiencia y conocimientos para hacer analogías, adaptar, modificar y resolver problemas semejantes o iguales. Su influencia es más notable en las primeras fases de diseño, desde la generación de ideas y conceptos generales hasta la visualización integral del producto que se fabricará.

**El conocimiento:**

Definido como la agrupación de los conceptos adquiridos académicamente más lo que se conoce por la experiencia tiene una importante participación principalmente en la configuración de sistemas y detalle de componentes donde la confiabilidad así como la

---

\* Se entenderá como factores humanos a las habilidades del diseñador para resolver problemas, como son: la intuición, creatividad capacidad para hacer analogías, deducciones etc.

funcionalidad del prototipo debe ser garantizada a través de las especificaciones técnicas de materiales, equipo y estructuras funcionales.

En lo referente a la aplicación de conocimientos científicos-técnicos, existen básicamente 2 formas de integrarlos al proceso de diseño\*.

La primera es que el (los) diseñador (es) tengan un conocimiento general sobre las técnicas y áreas de la ingeniería involucradas.

La otra forma es mediante la participación de especialistas en cada rama (mecánica, eléctrica o computación) en cuyo caso tienen un papel fundamental la colaboración y comunicación.

En el caso de llevar a cabo proyectos con personal de diferentes áreas, es necesario que se tenga la capacidad para realizar el trabajo en equipo, lo que permitirá generar mejores soluciones, involucrando al personal indicado desde el inicio tomando en cuenta todos los aspectos técnicos, económicos y de organización que requiere el proyecto.

### **1.5 LA TECNOLOGÍA DE LAS COMPUTADORAS: SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE DISEÑO.**

El ciclo de diseño de un producto puede describirse como un proceso donde la información sobre un problema se transforma en datos concretos sobre una o más soluciones. Para satisfacer estas necesidades de información tanto del producto (especificaciones de diseño) como de la forma en que se va a realizar el proyecto, se emplea como herramienta fundamental la computadora como sistema de soporte para enviar datos, mantener comunicados los participantes en un proyecto y garantizar un flujo adecuado de la información generada.

La complejidad de los problemas de la ingeniería de diseño ha favorecido en mayor proporción el progreso de sistemas informáticos para analizar y evaluar la viabilidad de las soluciones propuestas, no sólo en el aspecto técnico sino en el económico y logístico. De hecho las nuevas generaciones de Ingenieros diseñadores y administradores de proyectos emplean como parte integral de sus elementos de trabajo las computadoras como herramientas de apoyo para hacer más productiva su labor.

El propósito que se persigue al emplear tecnología moderna como el diseño asistido por computadora CAD o ingeniería asistida por computadora CAE es realizar las actividades involucradas al diseño de manera más eficiente lo cual se ve traducido en la

---

\* Bour Jacobs, *Mechatronics Design*, Technical University of Denmark, Denmark 1989.

creación de mejores productos, disminución de tiempo, costos y optimización de recursos.

Es ampliamente reconocida la aportación que han hecho al proceso de diseño los conceptos de ingeniería y diseño asistido por computadora. La flexibilidad de estas tecnologías permite implantar en la actualidad sistemas modulares o totales para desarrollar un prototipo.

El uso de un sistema computarizado de ayuda al diseñador es una estrategia importante a considerar cuando se desea integrar herramientas, métodos, ambientes y personas bajo un esquema moderno de diseño como lo es la ingeniería concurrente.

Asimismo la informática es una herramienta valiosa en aquellos proyectos en donde la aplicación de procedimientos convencionales de diseño no proporcionan los resultados que pueden obtenerse a través de un sistema asistido por computadora.

El desarrollo de la electrónica en conjunción con los sistemas de comunicación y la tecnología relacionada al diseño asistido por computadora actualmente abarcan todas las etapas del ciclo de diseño de un artefacto, no sólo al interior del proceso sino que también permiten la comunicación externa con centros de diseño, fabricantes y diseñadores para obtener información especializada sobre normas, procedimientos, componentes, estándares, equipo comercial, patentes y documentación necesaria para desarrollar de la mejor forma un proyecto.

En la figura 1.5 se muestra las diferentes maneras en que se emplean los sistemas de cómputo en la ingeniería de diseño.

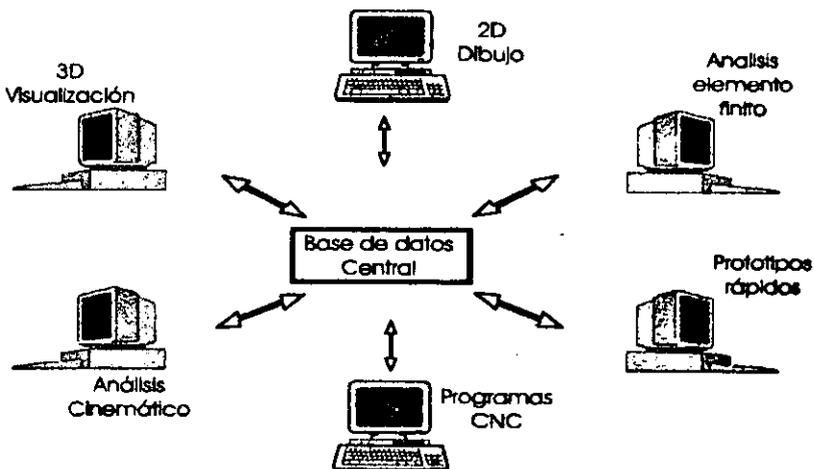


FIG. 1.5 APLICACIONES DE LA INFORMÁTICA EN EL DISEÑO

Entre los beneficios que se obtienen al emplear la computadora para desarrollar una o más actividades del proceso de diseño, se mencionan los siguientes:

- Acceso rápido a los archivos que contienen información sobre estándares, dispositivos comerciales y métodos de diseño.
- Disminución del tiempo empleado en analizar y calcular componentes para detectar fallas y realizar las modificaciones correspondientes.
- Distribuir la documentación necesaria a las áreas involucradas en el proyecto.
- Contar con un medio de comunicación eficiente para intercambiar información entre el usuario-diseñador-fabricante.
- Integrar de la mejor manera posible los elementos involucrados en el ciclo de diseño.

La implantación de un sistema de cómputo dentro de un esquema de trabajo requiere del estudio de varios factores, ya que el propio campo de acción en el que se desarrolla el diseñador o el equipo de diseño, definirá las características que deberá tener el sistema.

Los aspectos que deben tomarse en consideración para seleccionar un sistema de computación son:

- Análisis de la relación costo-beneficio
- Tipos de proyectos a desarrollar
- Metas que se pretenden alcanzar a corto y mediano plazo
- Determinación de las actividades prioritarias que requieren el empleo de la informática.

La tabla 1.1 muestra las áreas de aplicación de las computadoras en el desarrollo de proyectos.

ACTIVIDAD	HERRAMIENTA
Planeación de proyectos	Planeación asistida por computadora
Creación de modelos geométricos	Dibujo asistido por computadora
Distribución de información	Redes de computadoras: LAN, internet
Prueba y análisis de componentes	Análisis por elemento finito
Depuración de alternativas de diseño	Sistemas expertos
Ensamble y visualización de prototipos	Diseño asistido por computadora
Simulación de funcionamiento de sistemas	Multimedia, animación gráfica
Adquisición de materiales y equipo	e-mail, fax
Información sobre estándares y procedimientos.	Enlace a bancos de datos

Tabla 1.1 Aplicación de computadoras en un proyecto

# **CAPITULO II**

## **LA INGENIERIA CONCURRENTE**



## 2.1 INTEGRACIÓN, UN REQUISITO INDISPENSABLE.

La ingeniería de diseño ha cambiado considerablemente en corto tiempo; actualmente se requiere de la participación de diferentes disciplinas para crear sistemas que realizan transformaciones complejas de material o energía.

Esto ha obligado a integrar todos los elementos que forman parte de un proyecto bajo un entorno ó método de trabajo denominado *ingeniería concurrente o ingeniería simultánea*<sup>1</sup>.

La implantación de ingeniería concurrente como ambiente de trabajo no es asunto sencillo ya que no se trata únicamente de planificar materiales con procesos; además se trabaja con personas de diferentes áreas y con diversos intereses, por lo cual se deberá hacer un estudio profundo tanto del estado actual del sistema de trabajo como de los objetivos que se pretenden alcanzar apoyándose en ingeniería concurrente.

No se debe olvidar que en la medida que se logre una mayor conjunción de todos los factores involucrados en el proyecto (humanos, técnicos, económicos) se tendrán mejores resultados, lo que es primordial para llevar a cabo la tarea del diseño con rapidez y precisión.

Es claro que al tratar de mejorar el ciclo de diseño de un producto, se busca mejorar en muchos frentes: (administración, tecnología, factor humano etc...), esto permite dar flexibilidad al concepto de ingeniería concurrente para aplicarlo de acuerdo a las necesidades y estructura propia de la empresa u organización.

En las siguientes figuras se muestra una comparación entre el proceso secuencial de diseño utilizado tradicionalmente y el proceso de diseño mediante ingeniería concurrente.

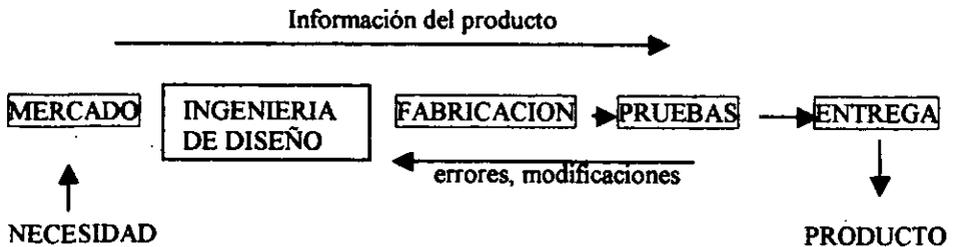
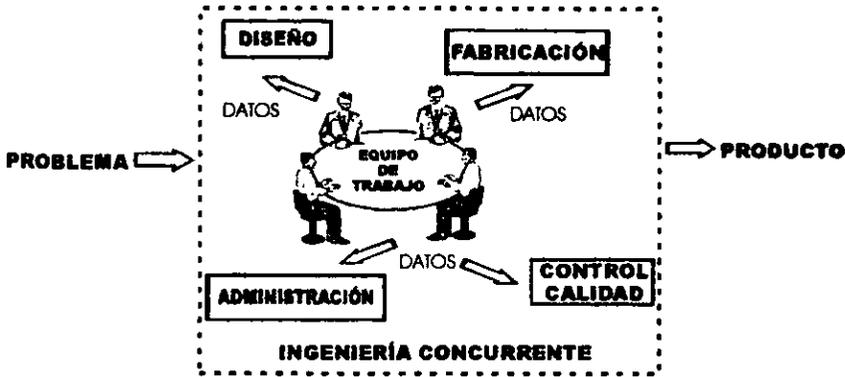


Fig. 2.1 Proceso Secuencial de Diseño

<sup>1</sup> Método de trabajo basado en la integración de los elementos que forman parte del proceso de diseño.



**FIG. 2.2 INTEGRACIÓN DE DEPARTAMENTOS EN INGENIERÍA CONCURRENTE.**

Se puede observar que en el proceso secuencial de diseño, al existir poca o ninguna interrelación entre áreas, surge la posibilidad de que los costos se eleven demasiado en el caso de realizar modificaciones o no se detecten los errores en el momento oportuno, lo cual es grave sobre todo cuando el proyecto se encuentra en etapas avanzadas.

En contraparte la fig. 2.2 muestra que haciendo una integración entre los departamentos por medio de la tecnología y herramientas adecuadas se puede desarrollar un producto con mayores ventajas ya que se considera simultáneamente desde la primera etapa todas las variables que intervienen en un proyecto y la información se conoce desde el momento en que se genera para distribuirla a todas las áreas de la empresa.

Esto contempla la consideración paralela de los aspectos técnicos, económicos y de calidad de un producto, lo que se reflejará en un mejor diseño y en menos tiempo, objetivos básicos de la ingeniería concurrente.

## **2.2 LA EMIGRACIÓN HACIA INGENIERÍA CONCURRENTE, UN PASO NECESARIO.**

Aunque de alguna forma, el diseñador ya aplica algunos elementos de ingeniería concurrente es requisito describir todas las herramientas y técnicas que componen esta filosofía de diseño con el fin de que se conozcan las ventajas que se tienen al emplear y combinar cada una de ellas para mejorar el trabajo de diseño.

La aplicación de ingeniería concurrente puede ser tan amplia y flexible dependiendo de la infraestructura de la empresa. Las características propias de la organización definirán cual será el método de trabajo en particular.

El objetivo que deberá buscarse independientemente de los recursos utilizados será el mejorar el ciclo de diseño de un producto, para lo que se requiere del trabajo conjunto entre las diferentes áreas de la empresa.

A continuación se describen diversas definiciones de ingeniería concurrente.

a). Ingeniería concurrente es un método en el cual todas las actividades del ciclo de vida de un producto están consideradas desde la etapa de diseño. Este método se basa en la integración de un equipo multidisciplinario de expertos que trabajan de manera conjunta con el objetivo de identificar y prevenir problemas en las siguientes fases del proyecto.

Esto aumentará la calidad del producto y disminuirá el tiempo y el costo de desarrollo de un producto. (Aparicio J.M.1996).

b). Ingeniería concurrente es una forma de trabajo que permite diseñar un producto considerando todos los elementos del ciclo de diseño desde su concepción hasta su fabricación y venta.

La ingeniería concurrente define simultáneamente el producto, su proceso de fabricación y todos los demás conceptos requeridos en el ciclo de diseño como el soporte logístico.

La ingeniería concurrente no es una eliminación arbitraria de fases de diseño, es un método iterativo de ingeniería en el que se consideran desde las etapas iniciales todas las características de un problema. Lo anterior contribuirá a la creación de mejores diseños que serán congruentes con el sistema de fabricación y reducirá a su vez los costos comparados con el diseño secuencial. (CALS 1991).

c). Ingeniería concurrente es un sistema que integra las fases de desarrollo de un producto en el cual se enfatiza el total cumplimiento de los requerimientos del usuario.

Esto implica la cooperación en el equipo de trabajo para tomar decisiones que permitan realizar actividades simultáneas que estén sincronizadas a lo largo del proceso de diseño. (Cleetus & Ashley 1992).

d). Ingeniería concurrente es un ambiente de ingeniería de diseño en el cual la tecnología del diseño asistido por computadora se usa para mejorar la calidad del

producto, no solamente durante la etapa activa de diseño sino a lo largo de su ciclo de vida. (Ellis 1992).

e). La ingeniería concurrente es el esfuerzo dirigido hacia una meta, en donde la responsabilidad es asignada a un grupo de trabajo para que desarrolle un proyecto de manera integral y no por partes, lo que se traducirá en mejores decisiones a lo largo del ciclo de diseño. (Turino 1992).

f). La Ingeniería concurrente es un sistema de trabajo que permite integrar el diseño de un producto con su proceso relacionado, incluyendo el soporte y la manufactura. Mediante este sistema se busca que los diseñadores consideren todos los elementos del ciclo de vida del producto desde su concepción hasta su venta, incluyendo la calidad, el costo y los requerimientos del usuario. (Winner 1988).

Una definición de ingeniería concurrente que se propone de acuerdo a las anteriormente descritas, la cual es aplicable de manera general al área de diseño mecánico es la siguiente:

***La ingeniería concurrente es un método de trabajo que integra desde el inicio todos los elementos técnicos, económicos y administrativos del ciclo de diseño de manera paralela, lo que permitirá desarrollar un proyecto o fabricar un producto con el máximo de eficiencia y calidad.***

La integración de todos los conceptos que forman parte del proceso de diseño traerá como resultado la disminución de tiempo y costos de un proyecto, ya que se consideran desde el principio todas las variables que intervienen en el ciclo de diseño.

La amplia diversidad de sectores industriales en los que se ha adaptado la ingeniería concurrente como forma de trabajo con excelentes resultados van desde la creación de aparatos electrodomésticos, máquinas automáticas, el sector automotriz, el diseño de equipos y sistemas electromecánicos.

En la figura de la página siguiente se muestra un esquema de los elementos que integran al diseño a través de ingeniería concurrente.



Fig. 2.3 Conceptos que integra la ingeniería concurrente.

Una empresa que adopta ingeniería concurrente deberá estar lista para una reestructuración de su organización; demanda una amplia disposición hacia el cambio y requiere de mantener el ímpetu del nuevo entorno de trabajo cada vez que se inicia un proyecto.

Esto significa que la “nueva cultura de trabajo” deberá aportar resultados cuantificables con el propósito de mostrar que el método proporciona mayores beneficios, permite la superación constante y puede llegar a ser incluso una forma de vida en cuanto a que se fomenta la colaboración entre personas con diferentes ideologías pero con objetivos comunes.

Una organización que introduce ingeniería concurrente mantiene una alta eficiencia y competitividad, factores clave en el éxito de todo negocio. De hecho en donde se ha implantado este concepto se ha conseguido mejorar significativamente en los siguientes aspectos:

- Los cambios y modificaciones pueden ser reducidos hasta en 50 %
- El tiempo de desarrollo se disminuye entre 40% - 60 %
- Los costos de manufactura se reducen en 30 % - 40 %
- Los materiales no utilizados y sobrantes de materia prima se reducen hasta en 75 %

Se destaca la importancia de que el ciclo de diseño en ingeniería concurrente puede no terminar con la fabricación del prototipo; va más allá de esto, incluye la interacción con el usuario-cliente para evaluar el grado en el que se cumplen los requerimientos del producto. Esta información es de suma importancia para el desarrollo de nuevos proyectos.

A continuación se especifican los objetivos de la ingeniería concurrente.

1. Disminuir el tiempo de desarrollo de un producto.
2. Aumentar la competitividad.
3. Realizar cada actividad en el tiempo especificado.
4. Disminuir los costos ( manufactura, ensamble, diseño).
5. Lograr una integración entre departamentos.
6. Mejorar la calidad del producto.
7. Promover el trabajo en equipo.
8. Aumentar el prestigio de la empresa y sus productos.
9. Cumplir las especificaciones del cliente-usuario.
10. Implantar el espíritu de mejoramiento constante.

Para alcanzar los objetivos mencionados, la ingeniería concurrente se auxilia de diversas técnicas, algunas de las cuales ya se han descrito anteriormente y otras que se mencionarán en este capítulo. La idea es tener una visión general del impacto que pueden tener en un proyecto al aplicarlas conjuntamente.

En el esquema 2.3-A se hace un desglose de los conceptos aplicados en ingeniería concurrente. Se observa que esta filosofía se integra de principios o reglas básicas de diseño los cuales son lineamientos que permitirán al diseñador generar productos que cumplan con los requerimientos fundamentales de calidad, funcionamiento y eficiencia.

Los conocimientos son otro elemento que proporciona las bases para desarrollar su actividad; Cuanto más actualizado y experiencia tenga, las posibilidades de crear mejores soluciones serán mayores.

En cuanto a las técnicas empleadas en ingeniería de diseño, existen diversas aplicadas para cada etapa, como el diseño para ensamble, manufactura, etc. De igual forma el grupo de trabajo y la tecnología son fundamentales ya que son los que permiten integrar personas, sistemas y computadoras (elementos básicos del proceso de diseño).

Se hace notar que una determinada versión de este método de trabajo puede adoptar algunos de estos elementos (que se detallarán más adelante) o incluso otros como son los círculos de calidad, planeación de requerimiento de materiales (MRP), entrega justo a tiempo (JIT), tecnología de grupos (GT) que son también de mucha importancia.

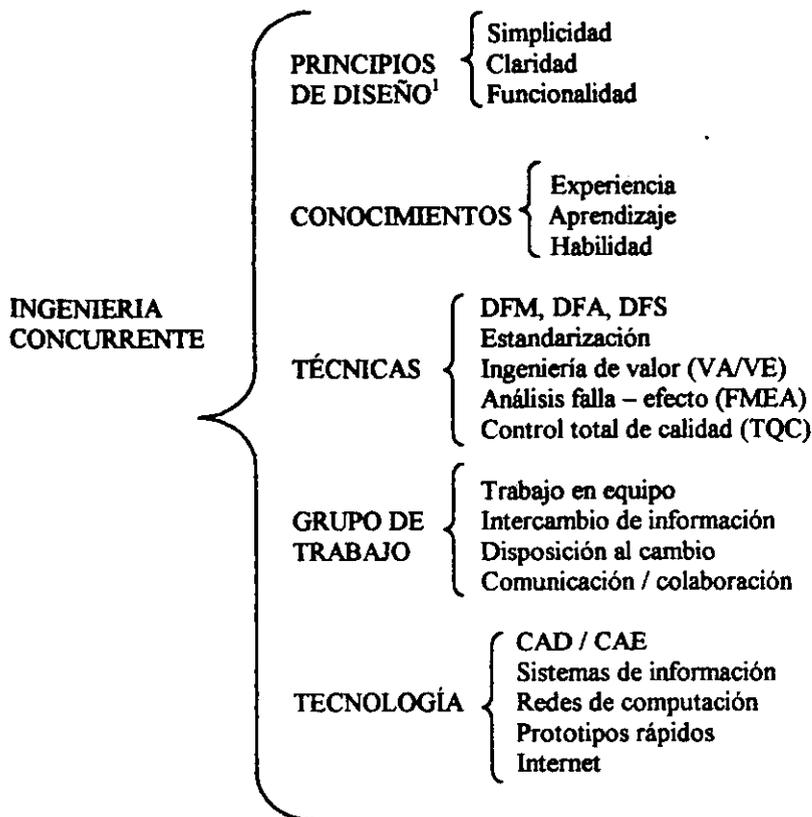


Fig. 2.3-A Conceptos que se integran en ingeniería concurrente.

### CONOCIMIENTOS Y PRINCIPIOS DE DISEÑO.

La influencia de estos conceptos se relacionan con la experiencia que se tiene para la resolución de problemas de diseño, aspectos abordados en el capítulo anterior, sin embargo se complementa mencionando que la combinación de ellos resulta de la aplicación del pensamiento creativo y de una rigurosa disciplina intelectual para seleccionar aquellas tecnologías y procedimientos que a juicio del diseñador provean un resultado satisfactorio.

<sup>1</sup> Beitz W.G. Pahl, Engineering Design, Ken Wallace Ed, The Design Council, London 1988.

La importancia de elegir la mejor alternativa como solución se puede observar en las máquinas modernas en donde una función puede realizarse con distintos medios mecánicos, hidráulicos, neumáticos o servomecánicos controlados por interfaces electrónicas. En estos casos es donde las decisiones están basadas en la basta experiencia y criterio del diseñador.

### 2.3 TÉCNICAS APLICABLES EN INGENIERÍA CONCURRENTE.

Cada área involucrada en el desarrollo de un producto requiere optimizar recursos. El departamento de manufactura desea que las piezas diseñadas no sean complejas de fabricar, el área de ensamble quiere que los componentes sean fácil de armar, finanzas demanda reducir costos.

¿Cómo considerar todos estos aspectos al mismo tiempo?. La respuesta es aplicar en el contexto de ingeniería simultánea las técnicas que permitan evaluar las diferentes opciones bajo múltiples criterios, tanto técnicos como económicos. Estas técnicas son las siguientes:

#### DISEÑO PARA MANUFACTURA<sup>1</sup> (DFM).

A través del diseño para manufactura se busca analizar la viabilidad de un diseño en cuanto a la facilidad para fabricar y construir los componentes que integran un sistema.

Dentro de este término se evalúan las características de las partes con el fin de modificar y mejorar la disposición de éstas, reduciendo con ello el costo y la complejidad de los procesos de fabricación.

La consideración de este criterio de diseño contempla la evaluación de un mecanismo en los siguientes aspectos:

- Costo de la materia prima para fabricar la pieza.
- Tiempo y número de procesos de fabricación.
- Habilidad del operario para llevar a cabo la fabricación.
- Maquinaria y equipo necesario para fabricar la pieza.

El objetivo es integrar la fase de diseño del producto con el sistema de manufactura para optimizar recursos de material, mano de obra y herramienta.

---

<sup>1</sup> Beitz W.G. Pahl, Engineering Design, Ken Wallace Ed, The Design Council, London 1988.

## DISEÑO PARA ENSAMBLE<sup>1</sup> (DFA).

Es un término que se refiere al acoplamiento de las partes que conforman un dispositivo; la geometría y dimensiones de los componentes se analizan y verifican para asegurar que todo funcionará como una sola unidad.

El diseño para ensamble es una técnica que permite visualizar las implicaciones que tienen las características de un diseño en cuanto a la facilidad para armar un prototipo a partir de sus componentes.

Asimismo se evalúa la posición relativa y características de las partes para ponderar si la alternativa considerada es aquella que involucra el mínimo de tiempo y costos requeridos para ensamblar el prototipo.

Este concepto tiene una estrecha relación con el diseño para manufactura, de hecho forman conjuntamente un solo concepto llamado DFMA (diseño para manufactura y ensamble).

El diseño para manufactura y ensamble es una de las herramientas más importantes de la ingeniería concurrente ya que el análisis de una propuesta de diseño se centra en encontrar el mejor balance entre el número de componentes, complejidad y funcionalidad.

En efecto, una depuración de las partes que incluya las estrictamente necesarias para realizar las funciones que se piden redundará en la disminución de tiempo y costos.

A continuación se enumera una serie de recomendaciones a seguir para dar seguimiento a los principios de diseño para manufactura y ensamble, cabe destacar la influencia del desarrollo de modelos por computadora los cuales abren la posibilidad de analizar complicados diseños en un periodo corto de tiempo.

## REGLAS GENERALES DEL DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE.

Simplificar y reducir el número de componentes.

Es una oportunidad de minimizar errores de ensamble y fabricación, lo que disminuye el costo total de las operaciones de manufactura y armado del producto; pocas piezas menos costo y tiempo de ensamble.

---

<sup>1</sup> Beitz W.G. Pahl, Engineering Design, Ken Wallace Ed, The Design Council, London 1988.

Estandarizar y utilizar partes comerciales.

Para facilitar las actividades de diseño, minimizar el inventario del sistema de producción y facilitar las operaciones de ensamble.

Diseño para fácil fabricación.

Implica diseñar tomando en cuenta los procesos de fabricación necesarios.

Minimizar el uso de materiales flexibles e interconexiones.

Para evitar ajustes innecesarios y prevenir daños a otros componentes a consecuencia de la distorsión del material por vibraciones, calor, humedad o conexiones defectuosas.

Diseño para uniones rápidas y eficientes.

Las operaciones de soldadura, remachado, atornillado consumen tiempo, por lo que deberán emplearse procesos compatibles con materiales y factores de servicio para proporcionar uniones resistentes y seguras, las que pueden ser de 2 tipos: fijas o desmontables.

Diseñar partes que sean multifuncionales.

Para evitar el exceso de peso y dimensiones, optimizando el espacio disponible.

Diseñar para fácil verificación.

Con el fin de probar el funcionamiento del equipo o máquina una vez que se ha terminado de ensamblar.

#### DISEÑO PARA SERVICIO (DFS).

Una cualidad importante a tomar en cuenta cuando se realiza la evaluación de un determinado arreglo de componentes que integran un mecanismo es el diseño para servicio que se refiere a la facilidad para retirar, sustituir o dar mantenimiento a las piezas que están sometidas a desgaste, movimiento, transmisión de potencia o vibraciones.

Tiene una influencia considerable este aspecto ya que el tiempo y costo de las operaciones de mantenimiento están muy relacionadas a la productividad de la empresa.

Una máquina que ha sido diseñada atendiendo a los trabajos de mantenimiento (preventivo y correctivo) aumenta su valor y la calidad del servicio tanto de la propia máquina como de la empresa que la produce.

Con éste concepto se busca mejorar el diseño realizando las modificaciones correspondientes de materiales, dimensiones y tolerancias para proporcionar una vida útil satisfactoria.

El diseño para servicio contempla el análisis de una propuesta en cuanto a:

- Facilidad para retirar todas las piezas necesarias para llegar a aquella que requiere reposición o mantenimiento.
- Complejidad de las herramientas para llevar a cabo la reparación.
- Facilidad para hacer diagnósticos de falla.

### ESTANDARIZACIÓN Y NORMALIZACIÓN.

A través del diseño utilizando estándares se busca dar cumplimiento a normas y especificaciones técnicas que debe tener una pieza, un plano, procedimiento o máquina con el fin de unificar las características de un elemento en una o más regiones geográficas.

Por medio de la estandarización se unifican las características de un mismo concepto para que estas sean iguales o muy semejantes en cuanto a operación, seguridad etc.

Los estándares son de diversa índole y aplicación dependiendo del área tecnológica. En determinados casos su influencia es determinante para poner en funcionamiento equipos que manejen sustancias peligrosas o trabajen en condiciones específicas de humedad y temperatura.

En estos casos tienen un papel muy importante las asociaciones profesionales de ingeniería ya que son las que desarrollan las normas para cada campo de aplicación; Son ampliamente reconocida la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ASME, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE, Instituto Nacional de Estándares Americano ANSI, Sociedad Americana para prueba de Materiales ASTM por sus aportaciones en el área de Estandarización para:

- Pruebas de calidad a materiales
- Procedimientos de instalación y puesta en marcha de equipos
- Normalización de componentes en dimensiones, materiales, tolerancias
- Reglas de seguridad para operar maquinaria
- Implantación de sistemas para controlar y monitorear procesos e instalaciones.

Las emisiones de normas y recomendaciones de éstas organizaciones es importante porque permite al diseñador seleccionar materiales y equipos que sean compatibles para operar en forma segura el sistema o máquina diseñada.

La estandarización intenta no solamente unificar criterios de funcionamiento o seguridad, sino que éstos sean observados en todo contexto geográfico, asegurando con ello que todo componente con las mismas características, funcione eficientemente en un lugar u otro siempre que se tengan las mismas condiciones de trabajo.

Entre las organizaciones que tienen como objetivo dar a conocer las normas en los diferentes campos de la tecnología está la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) a la cual muchas empresas y países se han adherido para implantar regulaciones y métodos comunes a seguir con el fin de evitar problemas de diferencia entre medidas, pesos, calidad y procedimientos.

### ANÁLISIS DEL MODO DE FALLA Y EFECTO<sup>1</sup> (FMEA).

Otro método para investigar las posibles fallas y sus consecuencias en un componente del sistema es el método de análisis falla – efecto.

Aquí se busca modificar un diseño para evitar el funcionamiento inadecuado, identificando la morfología, funcionamiento e interacción de cada componente para asegurar una disminución de fallas que repercuten en costo y tiempo de reparación.

Las siguientes preguntas son de utilidad en éste análisis.

- ¿ Qué fallas pueden ocurrir en el producto?
- ¿ Qué factores pueden causar éstas fallas?
- ¿ Cuales son los efectos de éstas fallas?
- ¿ Qué modificaciones se pueden hacer para eliminar las posibilidades de falla?
- ¿ Qué se puede hacer para minimizar el efecto de una falla en caso de no corregirse?.

Este tipo de análisis se puede aplicar complementariamente al de diseño para manufactura y ensamble para optimizar el diseño.

### ANÁLISIS DE VALOR/ INGENIERÍA DE VALOR (VA/VE)

Esta es una herramienta importante para seleccionar alternativas de solución. En primera instancia se analiza las funciones a realizar y se compara el valor o grado de satisfacción en que cada propuesta cumple con la función.

---

<sup>1</sup> Hartley John R, Concurrent Engineering, Productivity Press, Massachusetts 1992.

En ésta parte se determinan los criterios con los que se "evaluará" cada propuesta, los cuales son de tipo económico, técnico además de la consideración de facilidad de ensamble o fabricación que ya se han mencionado. Asimismo se pueden aplicar algunas de las técnicas mencionadas en el apartado 2.3 capítulo 5 referente a la evaluación de alternativas.

### CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD. (TQC)

Uno de los principales objetivos de la ingeniería concurrente es mejorar la calidad de los productos. Muchas compañías la consideran como una parte fundamental del ciclo de vida de un producto y en efecto, el consumidor adquiere un producto porque observa determinadas propiedades que otro similar no tiene.

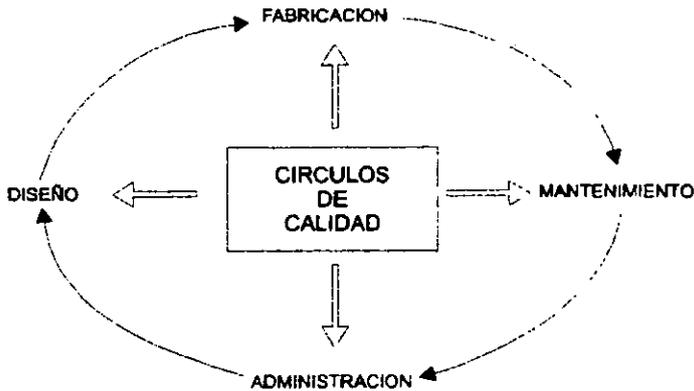
La calidad en el contexto de ingeniería concurrente, más que ser una forma de controlar las características de un producto para que éstas no rebasen cierto rango de parámetros, es un hábito de trabajo ya que se considera que dentro de la empresa todos son participantes de la calidad.

Esto significa que el hecho de existir un departamento de control de calidad no implica que sea el único responsable de ella. Eso no es así, la calidad empieza desde el empleado más elemental que debe poner todo su esfuerzo hasta el administrador o gerente que se encarga de verificar que así sea.

Pensando y trabajando de ésta forma se puede asegurar que un proyecto se desarrolla conforme a lo que se ha planeado, en el lugar y tiempo especificados. Esta es la filosofía conocida como control total de la calidad, la cual se complementa a su vez de otras técnicas como los círculos de calidad (QC) que consisten de un grupo de personas que trabajan conjuntamente en una sección o departamento.

A través de los círculos de calidad que se integran entre 10 a 20 personas se busca obtener ideas de cómo mejorar el proceso o la calidad del producto. Se ha visto que una implantación correcta del control total de la calidad puede disminuir los costos involucrados a éste concepto entre un 20 % a 30 %.

En la figura 2.4 se observa la forma en que la calidad está involucrada a través del ciclo de diseño.



**FIG. 2.4 LA CALIDAD EN EL PROCESO DE DISEÑO**

## 2.4 EL GRUPO DE TRABAJO.

La fuerza de trabajo es esencial en toda Organización. En ingeniería concurrente no se pueden obtener resultados satisfactorios sin lograr un sistema de trabajo en equipo.

Porque se necesita tomar en cuenta todas las alternativas de solución a un problema es requisito propiciar la colaboración entre el personal de cada área para adoptar las mejores decisiones.

El propósito de integrar un equipo de trabajo formado por personas de diferentes departamentos es mejorar la calidad del diseño apoyándose en diferentes aspectos entre los cuales están:

- Incrementar el número de alternativas exploradas.
- Tener principios de evaluación multi-criterios.
- Reducir el ciclo de diseño.
- Facilitar el flujo de información.
- Minimizar los cambios en el diseño aplicando DFMA, VA/VE, TQC.

La formación del equipo interdisciplinario es de gran importancia porque pueden realizarse actividades simultáneas que justamente es lo que pretende la ingeniería concurrente. Así se disminuye el tiempo de desarrollo de un producto, participando todos los departamentos desde la etapa inicial.

En la siguiente tabla se observan las diferencias de tiempo entre el proceso de diseño convencional y el diseño con ingeniería concurrente para la fabricación de yates<sup>1</sup>.

ETAPA	INGENIERIA CONVENCIONAL	INGENIERIA CONCURRENTE
CONCEPTUAL	10 000	20 000
DISEÑO	20 000	7 000
MODIFICACIONES	30 000	3 000
TOTAL	60 000	30 000

Tabla 2.5 tiempo empleado en el proceso de diseño (hrs).

## COLABORACIÓN Y COMUNICACIÓN.

Para que el equipo de trabajo alcance los objetivos que se proponen en ingeniería concurrente, es importante que existan buenas relaciones humanas para que se puedan aprovechar todas las habilidades y conocimientos que cada participante posee con el fin de observar la problemática desde diferentes perspectivas.

Los participantes del equipo de trabajo deben tener una completa disposición para aportar soluciones y discutirlos en grupo.

El ciclo de la comunicación en el grupo se define de la siguiente forma:

Un participante propone y explica una idea o plan, ésta se interpreta por cada uno, se analizan sus ventajas y desventajas tomando en cuenta tanto las especificaciones de lo que se desea diseñar, así como los requerimientos de cada departamento.

La figura 2.6 muestra la interacción del grupo de trabajo.

<sup>1</sup> Hartley John R, Concurrent Engineering, Productivity Press, Cambridge Mass. 1992

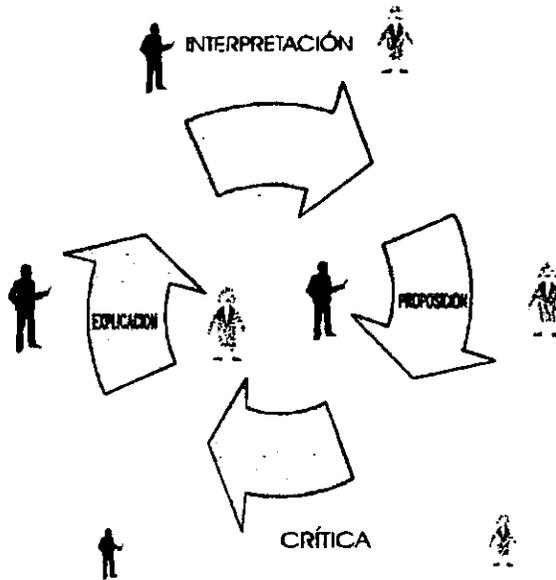


FIG. 2.6 CICLO DE LA COMUNICACIÓN

La búsqueda de principios de solución en grupo surge del planteamiento de las ideas propuestas o de una combinación de ellas, por lo que una discusión del problema abarca todos los aspectos y refleja en consecuencia el mejor resultado.

La utilidad de la discusión en grupo no solamente se enfoca al equipo de trabajo que desarrolla el proyecto en el ámbito de la ingeniería simultánea, además es de gran beneficio si se desean integrar círculos de calidad en cada departamento de la organización.

#### INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN.

Este punto se refiere al envío de datos e información a las diversas áreas de la empresa, dicha información se puede clasificar en dos grupos:

- La información referente a las especificaciones técnicas del producto que se va a diseñar (tolerancias, geometría, materiales, costos)

- La información de tipo administrativo y de organización requerida para coordinar las actividades del proyecto (maquinaria, personal, tiempos etc).

Aunque la comunicación personal es la más adecuada no siempre se puede realizar, en este caso los medios escritos y electrónicos son fundamentales para llevarla a cabo. Algunos factores que influyen son:

- Restricciones de tiempo.
- Localización del personal en distintas áreas geográficas.

Los medios a través de los cuales se distribuye la información de un proyecto a todos los interesados son los siguientes:

- Correo postal (cartas, memorandos).
- Fax, teléfono.
- Videoconferencia.
- Internet (e-mail, grupos de noticias, transferencia de archivos).

Las diferentes formas para enviar la información poseen ventajas, sin embargo en el desarrollo de un proyecto se utilizan de acuerdo a las necesidades propias para proveer de manera oportuna y clara todos los datos requeridos.

En la siguiente tabla se observan las características de cada medio de comunicación,

MEDIO	TIPO DE COMUNICACIÓN	COMENTARIOS
Postal	Escrita, no interacción personal	Bajo costo, poca rapidez
Fax	Escrita, solo lo indispensable	Rapidez
Teléfono	Personal	Facilidad de interacción
Videoconferencia	Personal	Reduce tiempo y distancia
Internet	Personal ó virtual	versatilidad

Tabla 2.1 Características de los medios de comunicación.

El manejo de la información es muy importante ya que ésta tiene las siguientes funciones:

- Mantiene comunicado al equipo de ingeniería concurrente y a cada departamento.
- Preserva las experiencias y procedimientos para proyectos futuros.

Independientemente de los medios utilizados para distribuir la información, ésta debe ser enviada oportunamente a los interesados.

Para garantizar que la información cumpla su objetivo en el proceso de diseño deberá tener los siguientes atributos:

- a).- **Confiabilidad.**  
Significa que la información debe ser verdadera y correcta.
- b).- **Claridad.**  
Es la precisión del contenido de la información.
- c).- **Volumen y Densidad.**  
Es la cantidad de información necesaria para describir un equipo o sistema.
- d).- **Actualidad.**  
Esto es; que la información sea correcta en el momento que va a ser usada.
- e).- **Grado de refinamiento.**  
Se refiere al detalle en que se presenta la información.

## **2.5 TECNOLOGÍA.**

La implantación de ingeniería concurrente no proporcionaría el máximo de beneficios si no se empleara un buen sistema para transferir, administrar y analizar la información.

Esta percepción se fundamenta como ya se ha visto, en la importancia que tiene el intercambio de información en el proceso de diseño. En ingeniería concurrente no solamente se requiere que las computadoras tengan capacidad para enviar grandes volúmenes de datos sino que funcionen como sistemas centrales que proporcionen, almacenen información, mantengan comunicados a personas, máquinas y posean capacidad para analizar problemas de diseño o administración a través de los diferentes paquetes de cómputo.

Mucho ha evolucionado la tecnología en éste sentido, sin embargo todavía existen áreas en las que hay mucho trabajo por hacer, debido principalmente a la complejidad de los problemas que se confrontan en la ingeniería.

La aplicación de la tecnología de las computadoras en la ingeniería de diseño es con el fin de hacer más eficiente el procesamiento e intercambio electrónico de datos por medio de los siguientes conceptos:

**Diseño asistido por computadora CAD**  
**Ingeniería asistida por computadora CAE**  
**Sistemas de información**  
**Bases de datos de ingeniería (EDB).**

Los cuales en conjunto son una poderosa herramienta para el profesional de la ingeniería que busca desarrollar proyectos de una manera integral.

Específicamente se trata de aprovechar los elementos del diseño asistido por computadora CAD para crear prototipos o modelos de computadora que simulen el funcionamiento real de una máquina, disminuyendo el tiempo que anteriormente se invertía en fabricar prototipos físicos.

La utilización cada vez más frecuente de estos programas para diseño es una forma mediante la que se aumenta la velocidad de análisis, diseño y construcción de equipos y sistemas, investigando sus características en modelos de computadora.

De esta forma los conceptos de inteligencia artificial (AI), realidad virtual (VR) tienen un papel fundamental para proporcionar alta capacidad de análisis al software utilizado en la ingeniería de diseño.

En cuanto a la capacidad del sistema para transferir datos, se hace énfasis en que éste debe ser confiable para hacer llegar la información a las diferentes áreas.

Para ello se debe contar con un sistema que maneje un lenguaje estándar para el intercambio electrónico de datos; Esto es para asegurar que los datos no tengan distorsiones al pasar de una estación de trabajo a otra, la cual puede ser de diferente plataforma o sistema operativo.

Para evitar problemas de esta naturaleza se recomienda usar formatos estándares como IGES y otros más avanzados como STEP (Estándar para intercambio electrónico de datos) el cual es todo un sistema que abarca varias jerarquías y protocolos mediante los que se distribuye la información a todas las áreas de la organización.

El manejo de la información a través de formatos comunes permiten utilizar los mismos datos para diferentes propósitos sin necesidad de realizar conversiones de archivos o adaptarlos para un determinado software.

De igual forma los sistemas de comunicación para enlazar computadoras ya sea locales o remotas son de vital importancia ya que al interactuar todas las áreas de un proyecto es necesario proveer un soporte eficiente de comunicación.

La utilización de estos sistemas de cómputo tienen diversas ventajas, entre las cuales se mencionan principalmente la rapidez, disponibilidad, flexibilidad para compartir información con muchas personas en poco tiempo y por la eficiencia del flujo de datos.

Por esta razón, las organizaciones utilizan cada vez más los sistemas de cómputo.

Con el propósito de conocer las características de las computadoras en sus diversas áreas: funcionamiento, requerimientos, tipos y aplicaciones, se describen en el siguiente capítulo los conceptos relacionados a ésta tecnología.

En la figura 2.7 se observa el desarrollo de un proyecto en ingeniería concurrente bajo el soporte de un sistema de cómputo.

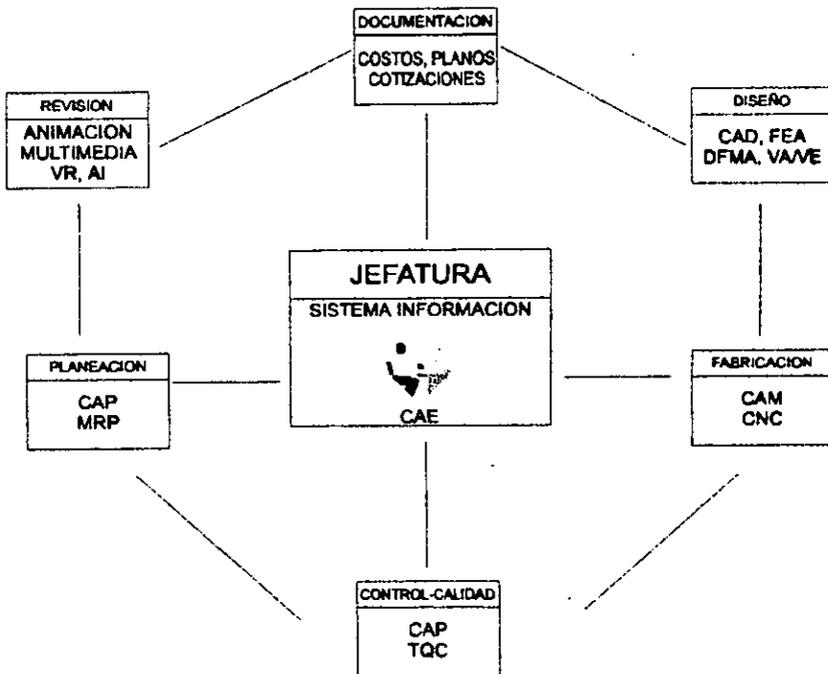


Fig. 2.7 Sistema de información en ingeniería concurrente.

Este sistema tiene la función de mantener la comunicación entre el equipo de ingeniería concurrente, así como también de almacenar y transferir la información a cada una de las áreas de la empresa.

De esta forma cada uno de los departamentos obtiene la información en el momento preciso para adaptar o modificar sus actividades.

Dicha información debe fluir entre el equipo de ingeniería concurrente (responsable de proyecto y los departamentos de la organización) en ambos sentidos, ya que ello permitirá sincronizar las actividades del proyecto, así como definir lo que se puede hacer y lo que no es factible de acuerdo a la infraestructura de cada área.

El objetivo es que la información fluya en todas direcciones bidireccionalmente con lo cual el personal involucrado conocerá en todo momento el avance de proyecto.

# **CAPITULO III**

## **APLICACION DE LAS COMPUTADORAS EN EL PROCESO DE DISEÑO**



### 3.1 EL DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA.

#### FUNDAMENTOS.

El diseño asistido por computadora CAD es un concepto global que resume todas las actividades en las que se utiliza la informática de forma directa o indirecta dentro del marco de las tareas de desarrollo y diseño<sup>1</sup>.

En un sentido general el CAD es un término que se refiere a la aplicación de las computadoras para el diseño en ingeniería.

El proyectista trabaja ahora en pantalla e introduce los datos a través de un teclado, aprovecha la información registrada en memoria para modificar, diseñar o acoplar componentes, analizar especificaciones técnicas de materiales, geometría, forma y dimensiones; Además de los cálculos de diseño pueden llevarse a cabo un cálculo de costos previo a fin de establecer la rentabilidad de las diferentes variantes y frecuentemente el diseñador dispone de otros datos relativos a piezas y material disponible de dimensiones normalizadas.

Mediante la utilización de un sistema CAD se puede reducir notablemente el tiempo de preparación de variantes de diseño y sus adaptaciones; la ventaja que ofrece la asistencia por computadora al establecimiento de un proyecto se encuentra entre otras cosas al mantenimiento de los datos. El diseñador obtiene directamente las informaciones necesarias de los archivos existentes (listas de piezas, catálogos de herramientas y equipo) obteniendo de ésta manera una visión global de los recursos existentes que pueden ser de utilidad.

La participación de los sistemas CAD en los diferentes tipos de diseño está dado en los siguientes porcentajes<sup>2</sup>:

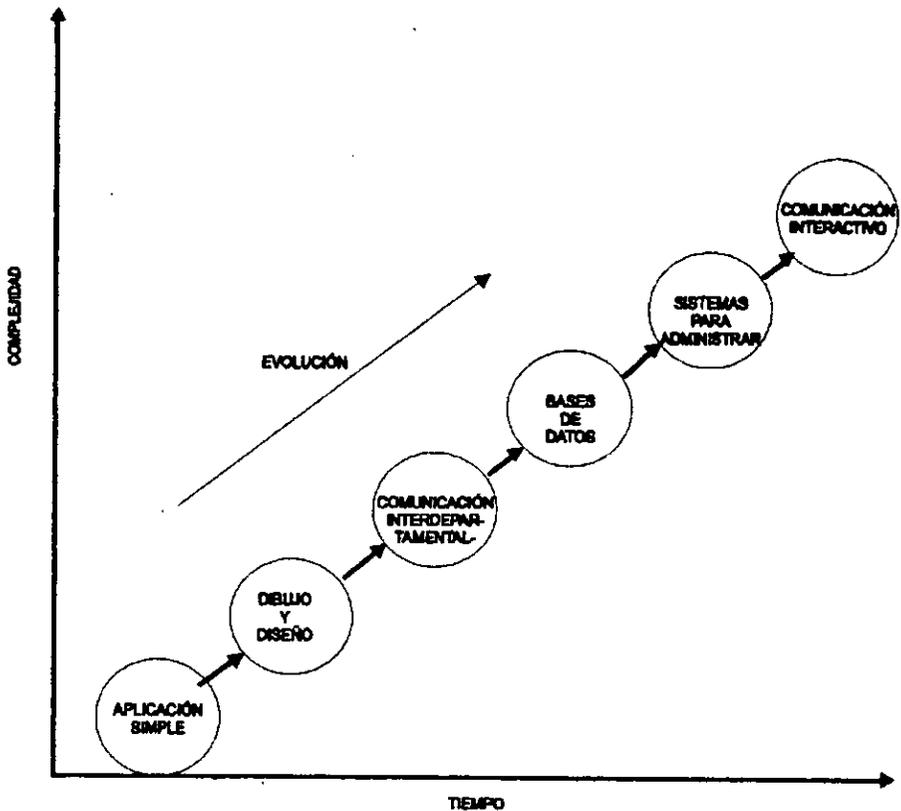
- Diseño original 34%
- Diseño variante 45% (variación de forma y dimensiones)
- Diseño y construcción paramétrica 21% (misma forma, diferente tamaño)

dado que las computadoras tienen cada vez mayor potencia, el CAD permite realizar proyectos adecuados para cada necesidad, tal como viene pidiéndose desde mucho tiempo atrás.

<sup>1</sup> Baumgartner H/Knischewsky, CIM Consideraciones Básicas Marcombo Ed, España 1991.

<sup>2</sup> Chorafas Dimitris, Engineering Productivity Through CAD/CAM, United Kingdom 1987.

Este desarrollo tecnológico paralelamente entre la electrónica y la ingeniería de programación (creación de software) han llevado a la ingeniería de diseño hacia nuevos horizontes, realizando tareas cada vez más complejas de cálculo y análisis. En la siguiente gráfica se muestra la evolución del concepto del CAD a través del tiempo.



**Fig. 3.1 PASOS EVOLUTIVOS DEL DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA**

### **3.2 LOS CONSTITUYENTES DEL DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA.**

Un sistema CAD se integra de manera básica de 3 elementos: computadora, asistencia y diseño, los cuales pueden representarse simbólicamente en una estructura tridimensional como en la figura 3.2.

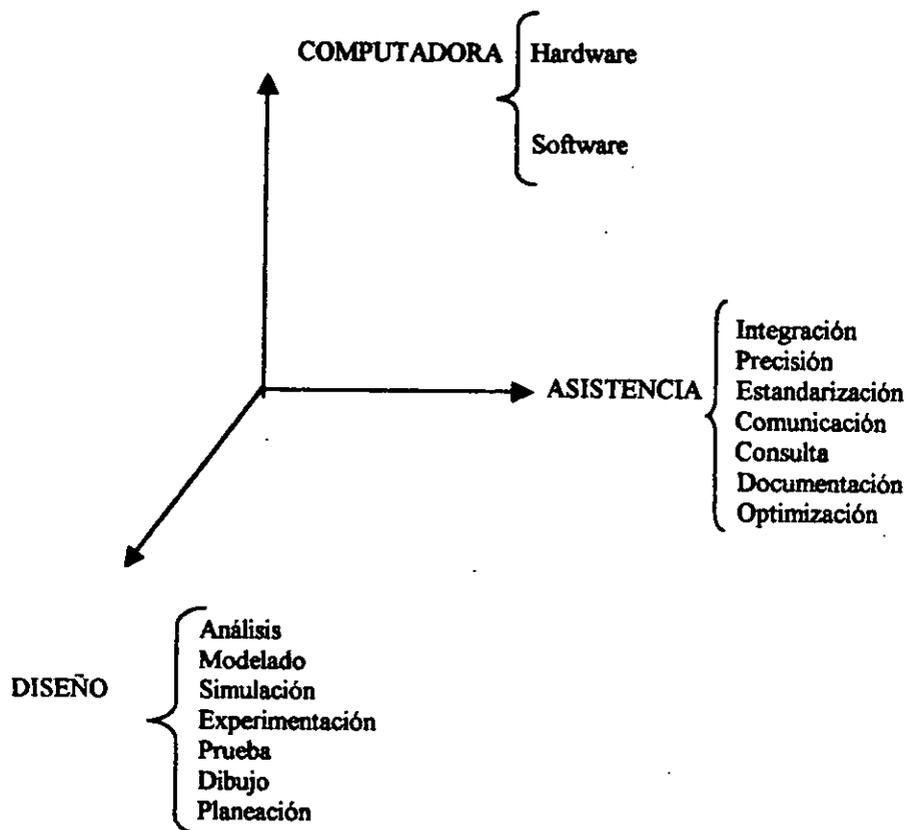


Fig. 3.2 Estructura del diseño asistido por computadora.

la figura muestra que el concepto CAD se integra de tres elementos: La computadora, la cual proporciona la capacidad de cálculo para procesar los datos. Estos datos una vez introducidos, se usan para diversas actividades de ingeniería. De esta manera el diseñador obtiene asistencia o ayuda para optimizar los recursos, consultar con mayor rapidez y precisión los datos de un proyecto y elaborar la documentación. En suma, hacer más eficiente su trabajo.

En el capítulo presente se hará énfasis principalmente a la descripción del equipo de cómputo y las partes que lo constituyen: dispositivos físicos y programas. El propósito es mostrar el potencial que ofrece cada una de las plataformas disponibles, así como la

posibilidad de combinar diferentes elementos e incorporarlos al proceso de diseño de manera apropiada.

## **TIPOS DE COMPUTADORAS.**

Las computadoras tienen diferentes funciones en la ingeniería de diseño. Básicamente se clasifican de acuerdo a su capacidad de procesamiento de datos.

Los equipos que se describen, se utilizan en diversas formas. Más adelante se especificará la manera en la que se pueden interconectar entre sí, con lo cual se pueden formar sistemas más grandes y con mayor capacidad. Estos sistemas de mayor capacidad se integran de varias máquinas que pueden funcionar como servidores o bien como terminales.

Una clasificación general de las computadoras de acuerdo a su capacidad de procesamiento es la siguiente:

### **MICROCOMPUTADORA:**

Es un sistema de propósito general cuya fabricación se ha dirigido a lo que se conoce comercialmente como PC ó computadoras personales, las cuales se utilizan predominantemente como sistemas para usuario único, aunque también funcionan en conjunto con otras computadoras para formar redes de área local o extensa en un entorno multiusuario como terminales o servidores.

Los microprocesadores de estas computadoras han aumentado su velocidad y capacidad de procesamiento considerablemente. Actualmente se puede desarrollar casi todo tipo de tareas relacionadas a la ingeniería.

La flexibilidad de éstas máquinas se basa en la compatibilidad de sus componentes, las aplicaciones que maneja como son los programas que utiliza y su sistema operativo.

De igual forma el costo de las microcomputadoras es un factor preponderante ya que es mucho menor que un sistema de mayor capacidad como las minicomputadoras.

### **MINICOMPUTADORA :**

Las minicomputadoras se emplean principalmente como equipos centrales que brindan servicio a varios usuarios. Contienen gran cantidad de información y programas a los que se accesa por medio de otras computadoras (terminales).

Sus unidades de procesamiento son más rápidas y su rendimiento permite dar soporte a diferentes usuarios simultáneamente, por lo que pueden realizarse tareas más complejas en menor tiempo que el empleado por una microcomputadora.

#### **MAINFRAMES:**

Este tipo de computadoras se distingue por su costo, capacidad y funcionamiento. Son sistemas grandes que manejan hasta miles de terminales en línea y su velocidad es muchas veces mayor que una microcomputadora.

Son usadas en aplicaciones que requieren gran capacidad de procesamiento de datos, de igual forma se emplean para ligar otros procesadores que se encuentran distribuidos en otro lugar.

#### **SUPERCOMPUTADORAS :**

Estos sistemas son los más grandes que existen, utilizan varios microprocesadores para realizar complejos cálculos. Su velocidad sobrepasa en varios cientos la de una computadora normal.

Su capacidad se mide en la cantidad de instrucciones por segundo que maneja, se emplean para controlar equipos y sistemas de gran precisión así como para el análisis de componentes bajo diferentes circunstancias.

Cada una de las plataformas descritas utiliza un tipo de programación en particular y está dirigida a cada una de las áreas de la ingeniería dependiendo de las necesidades del usuario, sin embargo la computadora en sí misma representa sólo una parte del equipo requerido para implementar un sistema de diseño asistido por computadora. Adicionalmente se requiere de otros dispositivos que en su conjunto forman una estación de trabajo.

Propiamente una estación de trabajo es un sistema integral que usa el proyectista para desarrollar su trabajo de manera personalizada mediante un equipo que le permite realizar diversas actividades de diseño.

Dependiendo si esta estación se encuentra interconectada con otras computadoras o si cuenta con recursos propios de memoria y procesador puede funcionar como servidor o como terminal.

De esta manera, una estación de trabajo puede incluir además de la computadora, los siguientes dispositivos:

- Hardware para impresión de documentos (impresora, plotter)
- Medio para comunicación (módem) y /o tarjeta de red.
- Dispositivos digitalizadores para inserción de datos (mouse) y teclado.
- Escaner o rastreador para reproducir imágenes.

La figura 3.3 muestra los elementos de una estación CAD.

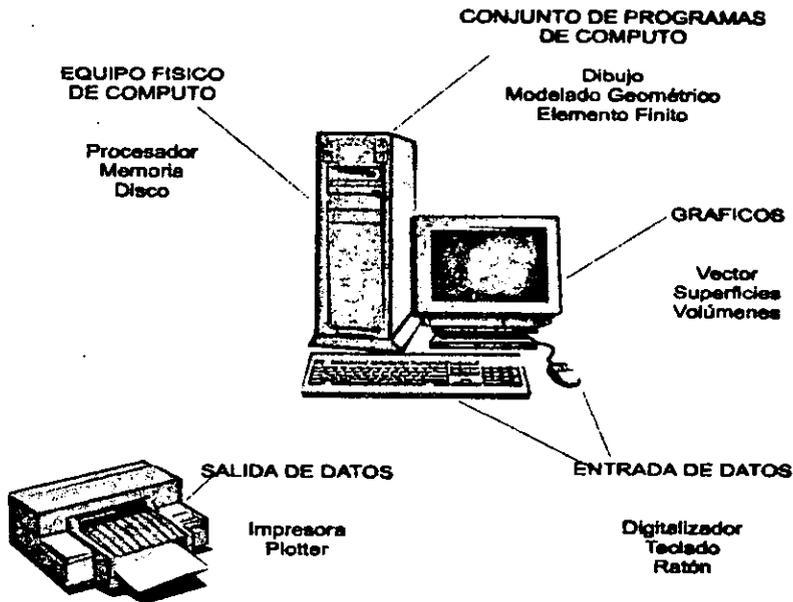


FIG. 3.3 Estación de trabajo CAD

La dinámica y rápidos cambios de la tecnología del hardware permite implementar sistemas CAD con diferentes configuraciones. Esto representa una ventaja en el diseño ya que se tiene la posibilidad de adaptarlos al entorno de trabajo y obtener así el mayor rendimiento del equipo, maximizando la relación costo-beneficio.

### SOFTWARE Y SUS APLICACIONES.

Un factor importante que se debe tomar en cuenta cuando se va a seleccionar un sistema de cómputo es el software o programa que se requerirá para realizar la actividad deseada.

A su vez para que este programa pueda usarse en la computadora, se requiere de otro programa interno conocido como **sistema operativo** el cual es el que administra los recursos o capacidad de la máquina para hacer funcionar los programas que contiene.

Cada una de las plataformas de computadoras utilizan programas específicos y éstos solamente funcionan para el tipo de sistema que fueron creados. Adicionalmente cada software de aplicación requiere que el hardware tenga determinadas especificaciones técnicas como capacidad de memoria, velocidad, tipo de procesador y otras características que van en aumento cuanto más complicado sea el trabajo a desarrollar.

Esto significa que el software no se utiliza de manera generalizada; se requiere de una versión específica para la computadora que se emplea, la cual maneja un determinado tipo de sistema operativo.

No ocurre así en cuanto a los archivos creados, los cuales a través de un procedimiento de conversión se usan en otros sistemas diferentes, incluso muchos de ellos están estandarizados y funcionan en computadoras con diferentes sistemas operativos. Lo anterior se conoce como portabilidad de archivos y ha favorecido en gran medida la intercomunicación entre computadoras dando origen a la creación de protocolos de comunicación y redes de computadoras, desarrollándose de esta forma proyectos de manera integral.

Los programas dirigidos a diseño asistido por computadora han evolucionado significativamente de acuerdo a los propios requerimientos que la ingeniería de diseño tiene; se encuentran desde aplicaciones únicas (stand alone) o paquetes de software a través de los que se monitorea y administran todas las actividades del ciclo de diseño.

Este tipo de programas de cómputo que incluyen todas las funciones de la ingeniería que van desde el diseño propiamente dicho hasta la fabricación, pasando por las áreas de planeación y administración ha dado origen al concepto conocido como ingeniería asistida por computadora (CAE).

Las aplicaciones independientes se enfocan principalmente a los siguientes aspectos:

a).- Generación de dibujos de ingeniería:

Por medio de los paquetes de dibujo se crean las entidades y estructuras geométricas con las dimensiones y características especificadas. De esta manera se crean los componentes que anteriormente se realizaban manualmente en papel para producir los planos de fabricación como de ensamble.

Los programas de modelado geométrico incluyen el manejo de gráficos en 3 diferentes aspectos :

- 1.- Creación de superficies, contornos y sólidos.
- 2.- Manipulación de modelos para modificar atributos de tamaño, forma, traslación, rotación, proyecciones, escalado y dimensionamiento automático.
- 3.- Ensamble de elementos; esto es, el acoplamiento de entidades del mismo proyecto o de otros que se encuentren almacenados en la memoria del sistema.

Una vez que se tiene el modelo final creado en computadora, éste pasa a las siguientes etapas de análisis, evaluación y producción de planos.

b).- Análisis de componentes:

En la formulación de todo problema que atañe a la ingeniería de diseño, se requiere algún tipo de análisis. Esto se refiere a la obtención de datos técnicos correspondientes al comportamiento de las partes que hipotéticamente estarán sometidas a diferentes condiciones de carga, deformación, calor y esfuerzos.

Entre las técnicas más empleadas para el análisis se encuentran el de análisis por elemento finito (FEA) el cual a través de un mallado subdividen la sección sujeta a cálculo en rectángulos o triángulos interconectados en una red de nodos.

Posteriormente se obtiene la información sobre la respuesta que tiene el componente mediante la aplicación de factores similares a los que estará trabajando dicha pieza. Esta simulación permite experimentar con diferentes tipos de formas como materiales para diseñar de manera más precisa y rápida estructuras complejas.

c).- Revisión y evaluación del diseño:

Otra de las funciones que desempeñan los programas de CAD, además del dibujo y el análisis que por sí mismo justifican su implantación en el proceso de diseño en cuanto al ahorro de tiempo y la precisión es la verificación detallada de los diseños en relación con sus dimensiones y su ensamble con otros componentes.

Algunos de estos programas de diseño cuentan con la capacidad de integrar técnicas de movimiento y simulación dinámica. Con esto se previene que una determinada configuración no tenga interferencias entre sus componentes una vez que se encuentren funcionando.

En estos casos es de gran utilidad la visualización global del sistema o máquina diseñada, ya que ello permitirá modificar o rediseñar aquellas secciones que así lo requieran antes de su adquisición o manufactura.

d).- Preparación de reportes y documentos de diseño:

Al igual que han surgido programas de cómputo para realizar evaluaciones complejas en la ingeniería, existen actividades en la que son de gran utilidad los paquetes para elaboración de documentos.

Resalta la importancia de éstos cuando se requiere que la información relacionada al proyecto en el que se trabaja debe enviarse a un número considerable de personas como los diseñadores, fabricantes o el usuario.

En estos casos se elabora y verifica en una estación de trabajo la información sobre las especificaciones y técnicas del diseño, se envía ya sea de manera impresa o electrónica a la persona indicada.

e).- Apoyo en la toma de decisiones:

Cuando se manejan diferentes alternativas de diseño como posibles soluciones a un problema, es necesario seleccionar aquella que provea las mejores condiciones de trabajo; esta decisión debe fundamentarse no solamente en el análisis técnico detallado como el elemento finito (FEA) sino en recomendaciones que para tal efecto han hecho expertos en situaciones similares a la cual se trabaja.

Para ello se han desarrollado algunos programas conocidos como sistemas expertos.

Por medio de un sistema experto el ingeniero de diseño suministra la información y datos específicos de una situación en particular y el sistema proporciona una respuesta acorde a las condiciones planteadas. Ésta es una forma de simular el pensamiento humano, lo que permite realizar inferencias y proporcionar soluciones análogas a las que hipotéticamente daría una persona en la misma situación.

Los sistemas expertos se aplican con gran utilidad en los siguientes aspectos:

- Diseño :

Los sistemas expertos dirigidos a proporcionar ayuda propiamente al diseño son una valiosa herramienta para seleccionar materiales, equipos y procesos de fabricación de acuerdo a las condiciones de trabajo, sean éstas de esfuerzo, velocidad, calor o carga.

El usuario puede hacer sus conclusiones y tomar la decisión más conveniente conforme a los resultados propuestos por el sistema, además de complementar el análisis con su propia experiencia.

La implantación de soluciones basadas en computadora tiene un gran impacto en la ingeniería de diseño y ofrece grandes ventajas, más aún cuando estos recursos de cómputo pueden ser compartidos por diferentes usuarios en un entorno de trabajo en el

que se labora de manera coordinada a través de redes de computadoras que enlazan los departamentos involucrados en la creación de un producto.

En éste sentido resalta la importancia que ha alcanzado el desarrollo de la tecnología para transmitir y mantener comunicados a los integrantes de un equipo de diseño por medios electrónicos a través de protocolos de comunicación, formato de archivos e intercambio de datos entre diferentes plataformas de computadoras, aspectos que se describirán en la siguiente sección.

### **3.3 INTEGRACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE: REDES DE COMPUTADORAS.**

Si bien la computadora es una herramienta valiosa, se convierte en un recurso mucho más importante cuando se encuentra conectada con otras. Los usos van desde comunicarse en una misma sala de cómputo hasta el intercambio de datos de fuentes bastante lejanas.

De esta forma desde que las computadoras empezaron a utilizarse comúnmente dejando de ser un instrumento aislado para redactar documentos, ayudar a realizar cotizaciones o cálculos, ahora tienen una función más trascendente en la actividad de la ingeniería.

La tecnología relacionada a llevar a cabo la interconexión entre computadoras como lo es la electrónica y la programación ha permitido en su conjunto optimizar el uso de los equipos de cómputo cuando existen varios usuarios, cada uno con diferentes necesidades de cálculo e información.

Una red de computadoras que se integra a partir del enlace entre 2 máquinas es un sistema a través del cual se transfiere información de tipo gráfico o textual; Para ello se utilizan una serie de programas conocidos como protocolos de comunicación que son los encargados de establecer y permitir el flujo de datos.

Existen diferentes tipos de protocolos de comunicación así como de redes de computadoras, entre las de mayor aplicación se encuentran las redes de área local (LAN).

Las redes LAN han llegado a ser un medio común de transmisión, de bajo costo y alto rendimiento; Principalmente hay 3 tipos de interconexión para conformar una red de área local que son:

- a).- En estrella
- b).- En anillo
- c).- En bus o línea

cada una de estas arquitecturas se observan en la figura 3.4 de la pagina siguiente. La red en estrella consiste de una computadora central (la cual en determinados casos recibe el nombre de servidor), esta computadora proporciona los servicios de información y cálculo a las estaciones que se encuentran conectadas a ella.

La principal ventaja de esta configuración es que funciona como una base de datos central a la cual pueden acceder todos los usuarios, sin embargo el inconveniente que presenta es que al ocurrir una falla en la computadora, todas las terminales conectadas a ella quedan sin servicio.

La red en anillo se caracteriza por la comunicación existente entre las computadoras. En esta configuración se puede acceder a la información y los recursos que tiene cada estación de trabajo desde otra terminal, contrariamente a lo que sucede en la red tipo estrella en la que una sola computadora administra y proporciona servicio a cada usuario.

En la red tipo bus pueden enlazarse las computadoras en 3 formas distintas. Este tipo de red es un sistema abierto que representa gran facilidad de uso ya que es considerada como una red de comunicación de alta velocidad.

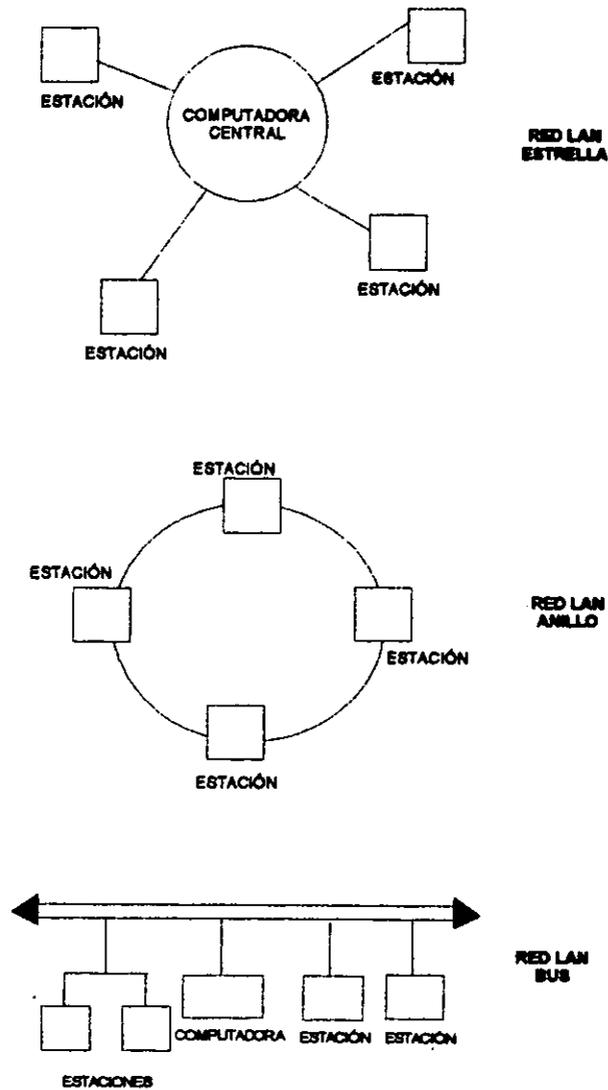
Hay que resaltar la importancia que tiene cada una de estas redes ya que difieren en cuanto a parámetros específicos de velocidad de transmisión, sistema operativo y capacidad de memoria.

El protocolo de comunicación tiene un papel importante en las redes de computadoras ya que a través de este lenguaje se trasmite la información deseada por medio de cables y líneas. Los protocolos más utilizados que dan soporte a las redes LAN son los TCP/IP, así como la información se envía a través de cables estandarizados como RS-232, coaxial y fibra óptica.

Estos tipos de dispositivos y programas son muy comunes en las redes LAN que trabajan bajo plataformas UNIX y MSDOS<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Estos sistemas operativos son los más comunes en los centros de investigación y las industrias.



**Fig. 3.4 ARQUITECTURAS DE REDES LAN.**

Cuando la distancia existente entre las computadoras conectadas a la red es corta se utilizan líneas de transmisión como las mencionadas anteriormente, sin embargo cuando

la distancia es mayor o se desea interconectar 2 redes se utiliza un dispositivo llamado módem. En este caso se está hablando de una red de área extensa (WAN).

Para llevar a cabo la interconexión entre 2 o más redes de área extensa-local, el equipo mínimo requerido es el siguiente:

- Una computadora
- Un Módem
- Una línea telefónica
- Software de comunicación

La computadora puede ser una terminal o estación de trabajo dotada con recursos propios de memoria y software, en ella se realizará el trabajo requerido para transmitir los datos a otra computadora que se encuentra conectada a una red diferente a la que se ha enlazado la primera.

La función del módem (modulador-demodulador) es convertir las señales digitales de la computadora a señales analógicas (telefónicas) y viceversa.

El trabajo del software de comunicación es manejar todos los aspectos concernientes a la transmisión a través del protocolo de comunicación.

Uno de los inconvenientes que presenta la intercomunicación entre redes de computadoras es la falta de infraestructura de comunicaciones en la red telefónica, es de esperarse que al mejorar éste servicio también mejoren las conexiones.

La red digital de servicios integrados (ISDN) es un programa internacional que fija estándares para llevar a cabo la digitalización de los sistemas telefónicos, con ello se pretende enlazar computadoras por medio de servicio telefónico de alta velocidad.

Mediante éstas conexiones se prevé brindar enlaces con un rendimiento de 10 a 12 veces mayor que un sistema analógico a un costo similar. Con éste estándar de digitalización se tiene contemplado convertir los sistemas y circuitos analógicos en sistemas y circuitos digitales donde sólo se manejen datos binarios : "ceros y unos".

Aunque hoy día existen muchos sistemas telefónicos digitales, éste proceso de conversión está en sus inicios. La migración hacia ésta tecnología digital tendrá en consecuencia un profundo efecto en el tipo de conexión y velocidad de comunicación entre los sistemas de cómputo.

En la figura 3.5 se muestra un enlace típico de comunicación entre diversas redes de área local LAN, las cuales forman en conjunto una red de área extensa (WAN).

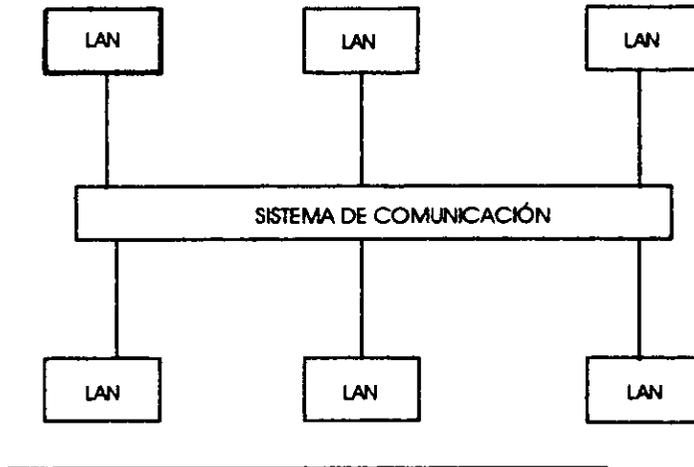


Fig. 3.5 Red de área extensa WAN

### SISTEMAS CLIENTE-SERVIDOR.

Aunque en la sección anterior ya se han abordado los aspectos relativos a las redes de computadoras, es conveniente profundizar sobre la importancia que tienen los sistemas de cómputo conocidos como cliente-servidor; Estos sistemas pueden considerarse como una red ya sea de área extensa o local la cual consta de una computadora central (servidor ó host) que almacena los programas y archivos a utilizar por las estaciones de trabajo (clientes) conectadas a ella.

El trabajo del servidor es permitir el acceso a los recursos disponibles en memoria; (documentos, aplicaciones o programas), administrar y controlar la forma como se trabaja por medio de la unidad central de proceso y el sistema operativo, ya que las terminales o estaciones de trabajo solamente son elementos que despliegan la información e introducen los datos a ser procesados por medio del monitor, teclado y mouse.

De esta manera las terminales envían peticiones a la computadora central y ésta se encarga de devolver las respuestas, así solamente viajan los datos en la red como peticiones y respuestas.

Estas peticiones pueden ser desde el enlace a una base de datos existente en el servidor, acceso a documentos sobre proyectos hasta utilización de paquetes para diseño asistido por computadora.

En la fig. 3.6 se muestra un sistema cliente-servidor.

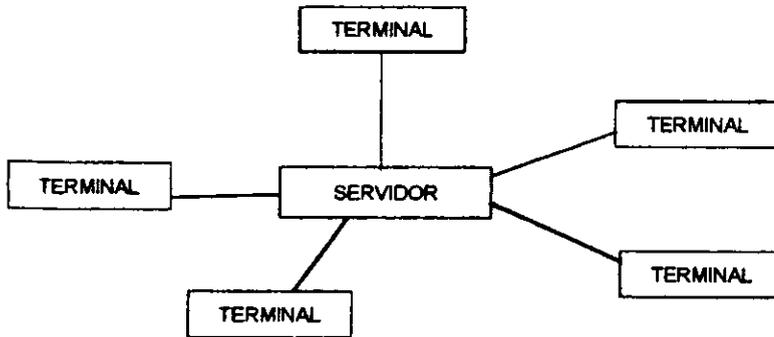


Fig. 3.6 Arquitectura cliente-servidor.

Actualmente gran parte de los servidores han sido creados para entornos de trabajo específicos, entre los cuales pueden distinguirse principalmente 2 tipos:

- Servidores multiusuarios:  
atiende a varios usuarios simultáneamente.

- Servidores multitareas :

Permiten la ejecución de 2 o más programas en una computadora al mismo tiempo. Se controla por el sistema operativo que tienen los programas.

De aquí se desglosan dos consideraciones importantes; la ventaja que representa el hecho de trabajar con un mismo programa en varias estaciones al mismo tiempo y el poder usar estos datos almacenados en el sistema para otras tareas, lo que hace posible el procesamiento en paralelo para no tener que esperar los resultados finales de un departamento para que la información pueda pasar a la siguiente etapa.

Existen sistemas cliente-servidor montados sobre diversas plataformas de computadoras, las más conocidas se basan en los sistemas operativos para computadoras personales y UNIX.

En cuanto a los servidores destinados a funcionar en redes tipo PC'S, existen comercialmente de diversas características que difieren en cuanto a número de usuarios, tipos de aplicaciones y velocidad de su unidad central de proceso.

Con respecto a los sistemas basados en UNIX, esta tecnología es considerada como la más avanzada por la capacidad de su unidad de procesamiento, la cual ejecuta trabajos de mayor complejidad en menos tiempo.

Esta eficiencia se debe a que el sistema UNIX monitorea las aplicaciones que se están ejecutando en cada terminal, dando prioridad a aquellas que requieren menor tiempo de proceso y asignando los recursos necesarios a las de mayor complejidad, optimizando de esta manera el tiempo y la capacidad de procesamiento.

Los detalles de funcionamiento de las redes de computadoras incluyendo programas y dispositivos son profundamente técnicos y su descripción queda fuera del propósito de este trabajo, sin embargo se destaca la importancia que tiene el uso de las computadoras dentro de la ingeniería de diseño para la realización de las diversas actividades de un proyecto.

# **CAPITULO IV**

## **LA INTEGRACION DE INTERNET AL PROCESO DE DISEÑO.**



#### **4.1 INTERNET COMO MEDIO DE COMUNICACIÓN Y FUENTE DE INFORMACIÓN.**

A medida que se intensifica el uso de las computadoras en la ingeniería, se desarrollan nuevas aplicaciones con las que se busca mejorar el uso de los recursos que ésta tecnología ofrece.

La mayor de estas innovaciones tecnológicas es internet la cual es resultado de una compleja relación entre la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones. Su gran desarrollo ha revolucionado en corto tiempo los aspectos relacionados con redes de computadoras y medios de comunicación insertándose como un elemento imprescindible dentro de un mundo de constante adquisición de información y conocimientos especializados.

Su influencia se ha extendido a las diferentes áreas de la ciencia y en determinados casos ha sido un factor de cambio en los esquemas de trabajo dentro de las organizaciones.

El intercambio electrónico de datos a través de los distintos servicios con que cuenta internet le han permitido funcionar como uno de los medios más utilizados para comunicarse.

Estos servicios como es el correo electrónico, los foros de discusión, el enlace remoto de computadoras, entre otros que se describirán en ésta sección representan una fuente importante en la transferencia de datos para la ingeniería de diseño.

Cuando se utilizan los recursos de internet en algunas actividades o conjuntamente con otras herramientas de cómputo que ya se han mencionado como el diseño asistido por computadora, se puede integrar un sistema de información que permita monitorear, acceder y distribuir la información relacionada al desarrollo de un producto: internamente entre los diferentes departamentos de diseño, fabricación, administración y hacia el exterior con fabricantes y/o proveedores .

#### **ANTECEDENTES.**

Existen diferentes definiciones de lo que es internet dependiendo del punto de vista que se vea, sin embargo desde una perspectiva general internet no es más que un conjunto de computadoras unidas o interconectadas entre si.

Estas computadoras que se encuentran dispersas por todo el mundo tienen 3 funciones principales :

- PRIMERA :** Permiten que una persona en una computadora envíe mensajes a otra persona en una computadora.
- SEGUNDA :** Almacena archivos a los que las personas de otras computadoras pueden acceder.
- TERCERA :** Permiten que personas con una computadora se conecten a otra localizada en un sitio remoto para hacer actividades como si estuviera en ese mismo lugar.

La forma en que se llevan a cabo estas tareas se realiza por medio de protocolos de comunicación estandarizados que permiten la transferencia de datos, video, voz desde casi cualquier lugar en forma inmediata.

Aunque pareciera que internet es una tecnología novedosa, lo cierto es que nació en la década de 1970 como resultado de un proyecto del departamento de defensa de Estados Unidos con el fin de contar con un sistema de comunicaciones.

Esta red experimental de computadoras llamada Arpanet tenía la función de enlazar computadoras por medio de satélites y radio para transferir información entre ellas aunque una parte de esa red no funcionara.

De manera análoga funciona internet, en donde los llamados nodos son independientes entre sí y no requiere que todos funcionen para que haya flujo de información en la red. La filosofía es que cada computadora pueda comunicarse como un elemento individual con cualquier otra.

Arpanet inició su apertura hacia otras dependencias del gobierno estadounidense, accedieron las universidades y los académicos; después los particulares y posteriormente se extendió en todo el mundo y de esta forma se internacionalizó para dar paso a lo que ahora se conoce como internet o la supercarretera de la información.

En un principio la organización internacional de estandarización ISO, tenía a su cargo la creación del medio de comunicación en la red, pero como la demanda por entrar a ella era demasiada, los desarrolladores de internet en varios países en respuesta a la presión del mercado empezaron a poner el *programa de comunicación* en todo tipo de computadoras, lo que se llegó a convertir en el único método práctico para comunicar computadoras de diferentes fabricantes.

Al mismo tiempo que internet se consolidaba, las redes locales de computadoras se desarrollaban, las cuales alcanzaron su madurez hasta 1983 en donde aparecieron las primeras estaciones de trabajo con sistema operativo UNIX las cuales ya incluían el programa de conexión.

Esto creó una nueva demanda, en lugar de conectar una computadora, las organizaciones requerían conectar toda su red local de computadoras. De éstas nuevas redes que se crearon, una de las más importantes fue la NSFNET.

El aspecto más importante de conectividad de la NSFNET fue el hecho de permitir a todos el acceso a la red que hasta entonces sólo estaba restringida a investigadores en ciencias de la computación y empleados del gobierno. La NSF (Fundación Nacional de la Ciencia) promovió el acceso universal a las instituciones educativas financiando conexiones en las universidades.

#### 4.2 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE INTERNET.

Se ha mencionado que internet puede considerarse como una gigantesca red de computadoras, o bien una red de redes.

Estas redes se unen por medio de dispositivos llamados enrutadores, los cuales se encargan de proporcionar el enlace entre una red y otra. Se utilizan enrutadores para interconectar una LAN con otra para formar WAN y para formar WAN cada vez mayores. En otras palabras se puede decir que las computadoras en internet se conectan en LAN's y WAN's a través de un gran número de enrutadores.

En la siguiente figura se muestra de manera general la estructura de internet.

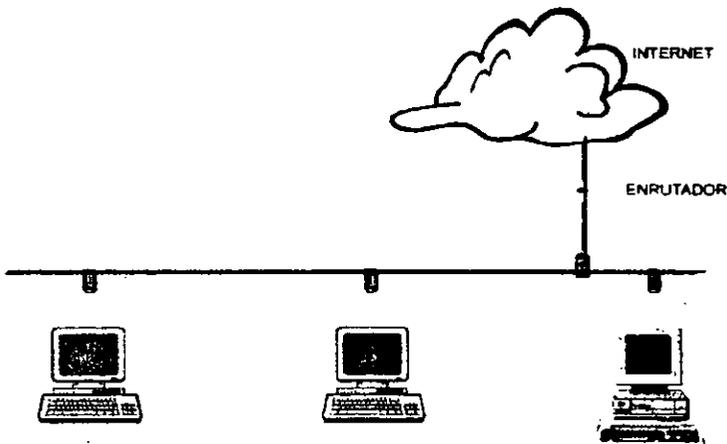


Fig. 4.1 Esquema de la red.

La forma en la que se realiza la comunicación en internet se lleva a cabo de manera análoga a como funciona el servicio postal, el cual tiene una serie de reglas para entregar la información en un lugar determinado. En internet, este conjunto de reglas se llaman protocolos de comunicación, los que se encargan de establecer domicilios y asegurarse que los enrutadores sepan que hacer con la información que les llega.

Internet ha sido diseñada para que la información pueda llegar a su destino no importa la ruta que siga, es decir aunque algún camino no se encuentre disponible, razón por la que cada nodo es independiente de los demás en cierto grado.

El protocolo de comunicación empleado en internet es TCP/IP, los cuales son los dos más importantes dentro de toda una familia que permite conectar computadoras y redes para diversas tareas.

Estos protocolos de comunicación funcionan como medio de enlace para utilizar los servicios disponibles en internet como son :

- Correo electrónico.
- Telnet o sesión remota.
- Acceso a grupos de noticias.
- Acceso a servidores de archivos de dominio publico ftp.

La forma en que trabaja TCP/IP para realizar la transmisión de datos es la siguiente:

En internet cada computadora tiene un nombre o dirección electrónica bien definida, la cual consta de cuatro números que van de 0 a 255 separados por puntos, por ejemplo 192.125.35.4 con un equivalente en letras y palabras para el uso de las personas. Este conjunto de números se conoce como dominio y la asignación de éstas direcciones las controla una entidad llamada interNIC.

Por diversas razones, la información que se envía a través de internet se divide en paquetes o segmentos, el protocolo TCP toma la información que se desea enviar y la divide en segmentos, su función es manejar el flujo de datos y asegurarse que sean correctos y el trabajo de IP es transportarlos hasta el destinatario.

Algunas ventajas que se tienen al dividir la información en paquetes son :

- Se evita que cualquier usuario monopolice la red, permitiendo el acceso equitativo para todos.
- Se tiene gran flexibilidad ya que si una conexión en particular está fuera de servicio, las computadoras que controlan el flujo de datos pueden encontrar normalmente una ruta alternativa. De hecho es posible que dentro de una misma transferencia de datos los paquetes sigan rutas distintas.

Esto tiene gran significado ya que al saturarse una parte de la red, la información puede redirigirse hacia otra línea menos ocupada.

Esto asegura que la información siempre llegue a su destino siempre que tenga la dirección correcta, en caso contrario TCP/IP se encarga de avisar si existe error para entregar la información.

En la fig. 4.2 se muestra un esquema de envío de información en internet.

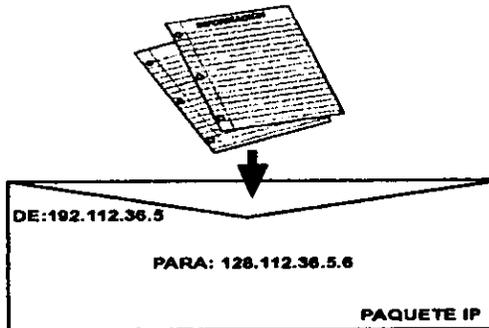


FIG. 4.2 TRANSFERENCIA DE DATOS DE INTERNET

## SISTEMAS DE NOMENCLATURA DE DOMINIOS DNS.

Cuando internet era pequeña no parecía inconveniente la nomenclatura de las computadoras para llevar a cabo la comunicación, sin embargo cuando se multiplicó, la asignación de nombres resultó ser un problema complejo. Por eso dentro de internet existe lo que se conoce como el sistema de nomenclatura de dominios DNS, el cual es un método para administrar nombres distribuyendo en diferentes grupos la responsabilidad de subconjuntos de nombres.

A cada nivel de este sistema se le llama dominio. Los dominios como ya se indicó se separan por puntos :

Nicol.add.mil

Uiuc.cso.edu

En general los dominios no van más allá de cuatro nombres o iniciales que indican el tipo de organización, situación geográfica y otros aspectos mediante los cuales se puede identificar fácilmente el tipo de computadora que lleva esa dirección.

El sistema de nomenclatura de dominios DNS es un esquema jerárquico similar a la estructura de un árbol, en donde interNIC se encuentra a la cabeza.

Este sistema es el que permite encontrar de manera automática la ruta para acceder a un host con una dirección asignada IP. En la figura siguiente se observa este tipo de configuración.

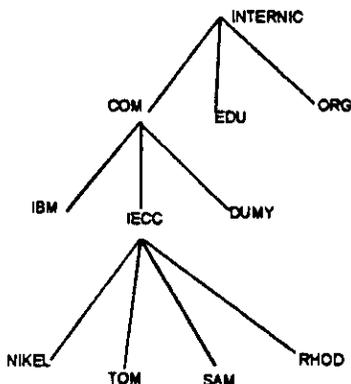


FIG. 3.4 ESTRUCTURA DE DOMINIOS EN INTERNET

El nombre de un host en internet se lee de derecha a izquierda, cada uno de los segmentos que está separado por puntos representa un nivel. El segmento más a la derecha (el del final) es el dominio de nivel superior; (com,org,edu...), el segundo representa el dominio de segundo nivel o subdominio y debe tener un nombre único, hay que solicitarlo e interNIC tiene que aprobarlo y registrarlo. El dominio de segundo nivel puede contener uno o más subdominios.

Así, para conectarse a un servidor con el nombre *tom.ibm.com*, el DNS inicia la búsqueda en el dominio de primer nivel (en éste caso *com*), continúa la exploración en la base de datos del segundo nivel para acceder a *ibm* y así hasta llegar al servidor *tom*.

Así se evita que dos computadoras tengan el mismo nombre, sin embargo puede haberlas pero están en diferentes dominios:

Thor.cso.uiuc.edu y  
Thor.ncu.com

En la siguiente tabla se dan algunos ejemplos de dominios y el tipo de organización que representan.

#### DOMINIOS ORIGINALES DE JERARQUIA SUPERIOR.

DOMINIO	UTILIZACION
Com	Para organizaciones comerciales
Edu	Instituciones educativas (universidades y escuelas)
Gov	Organizaciones gubernamentales
Org	Otras organizaciones
Net	Recursos de la red

---

Tabla 4.1 Dominios principales en internet.

Al convertirse internet en una red internacional, se requería que los países tomaran la responsabilidad de sus propios nombres, razón por la que existe un dominio de dos letras que corresponde al dominio de una localización geográfica determinada :

DOMINIO	LOCALIZACION
Uk	Reino Unido (Gran Bretaña: Inglaterra, Escocia, Gales)
Ca	Canadá
Mx	México
Us	Estados Unidos

---

Tabla 4.2 Dominios con respecto a localización geográfica.

#### 4.3 LOS RECURSOS DISPONIBLES EN INTERNET.

En secciones anteriores se mencionó que las computadoras en internet realizan tres funciones principalmente las cuales son intercambio de mensajes, acceso a información en otras computadoras y trabajo en computadoras como si fuera la propia.

Existen diversos recursos en internet, pero cualquiera cae dentro del rango de las tres características descritas. Estos servicios o recursos se utilizan de manera conjunta o independiente.

Es propósito de esta sección dar idea exacta de las tareas que pueden hacerse en internet a través de sus recursos, con la finalidad de conocer su funcionamiento y la manera de hacer uso de ellos.

### 1.- CORREO ELECTRONICO.

Cuando empezó a tener gran popularidad internet, las personas tenían la idea de que correo electrónico era sinónimo de internet, sin embargo no estaban tan lejos de esa idea ya que por el constante envío de mensajes y datos por este medio, se creó que el mundo de correo electrónico es tan grande o más que la propia internet.

Un usuario de internet puede enviar y recibir mensajes, los cuales pueden ser de diferente tipo: archivos de texto, programas, anuncios, imágenes, o datos binarios.

Cuando es necesario transferir información que no se puede representar como texto como en el caso del software o imágenes gráficas, existen facilidades para codificar los datos en texto.

De igual forma cuando se recibe un mensaje codificado es posible decodificarlo para guardarlo con su formato original, así es como se envía todo tipo de información en la red.

Como uno más de los servicios de internet, el correo electrónico tiene sus ventajas y desventajas. Para saber cuando es mejor usar correo electrónico, sólo hay que pensar como difiere de los otros medios de comunicación.

En la tabla 4.3 se observan las características de los medios comunes de comunicación. Se establece una comparación entre ellos para establecer bajo ciertas condiciones cual es el recurso que conviene emplear.

	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO	CORREO NORMAL
Velocidad	alta	moderada	baja
Sincronización	sí	no	no
Formalidad	varia	moderada	varia
Responsabilidad	baja	moderada	alta
Facilidad para Conferenciar	grupos pequeños	algunos a muchos	sólo en un sentido
Seguridad	moderada	baja	alta

Tabla 4.3 comparación de técnicas de comunicación.

Las consideraciones a tomar en cuenta para decidir cuando el correo electrónico puede ser más eficiente son:

En primer lugar se debe tomar en cuenta la velocidad. El teléfono ofrece una entrega inmediata y trabaja en un medio de comunicación relativamente rápido ( a pesar que su velocidad es inferior al correo electrónico). El tiempo que tarda el correo electrónico en entregar un mensaje va de algunos segundos a un día y es conocido que el correo tradicional generalmente tarda días en llegar a su destino.

El tiempo que toma entregar un mensaje por correo electrónico consta de dos partes: el tiempo que se lleva en entregar el mensaje en la computadora destino y el tiempo que se toma en leer el mensaje una vez que llega. La primera parte depende del tipo de conexión que tenga la máquina a la red, situación que es principalmente factor económico; La segunda está bajo el control del usuario que recibe el mensaje, ya que si éste no revisa con regularidad su buzón, entonces la entrega inmediata de mensajes carece de sentido.

El precio a pagar para tener una comunicación telefónica rápida es la sincronización. Es decir se requiere que las dos personas estén al teléfono al mismo tiempo. Tanto el correo electrónico como el correo tradicional son asíncronos; el emisor envía el mensaje cuando lo considera necesario y el receptor lo lee cuando desea. Esto se vuelve muy cómodo cuando se trata de establecer una comunicación con alguien que se encuentra a una gran distancia.

Cuando el envío y lectura de mensajes de correo electrónico se realiza con rapidez, su utilidad puede llegar a ser tan parecida y fluida como una conversación personal.

Enseguida se necesita examinar las comunicaciones en grupo. El teléfono es un buen medio, pero sólo para grupos pequeños. Las llamadas de conferencias permiten que grupos puedan hablar entre sí, pero cuando el grupo se hace más grande, tratar de programar una conferencia y el establecimiento de la misma, se vuelve muy difícil. Por otro lado, mandar correo a muchas personas es sencillo pero sólo se tiene comunicación en un sentido. El correo electrónico permite formar grupos de cualquier tamaño y cualquier miembro del grupo puede enviar mensajes a todos en cualquier momento. Esta utilidad del correo electrónico lo hace muy útil para diseminar información y solicitar datos a todo un grupo de personas.

Finalmente la seguridad es otro factor importante. En el correo electrónico por lo general es deficiente comparada con los otros medios, sin embargo teniendo las precauciones adecuadas, es aceptable su funcionamiento.

El funcionamiento del correo electrónico no depende de que la máquina emisora y receptora se comuniquen entre sí directamente. El correo pasa de una máquina a otra hasta llegar a su destino final.

Generalmente el sistema trata de entregar el correo durante varios días antes de darse por vencido, situación que en ocasiones se complica porque alguna parte de la red puede no estar funcionando y se trata de hacer llegar la información por otras rutas.

Las direcciones de correo electrónico son parecidas a los domicilios de las computadoras que participan en internet. Una dirección típica es:

fredy@fuzzball.uiuc.edu

El envío de información por correo electrónico tiene la siguiente estructura:

date: dic 9 1999 18:40:25 (fecha de envío o recepción del mensaje)  
From: avel@nitsuga.com.uk (dirección de quien envía el mensaje)  
To: michel@kyo.net.gov (dirección a quien se envía el mensaje)  
attachment: (anexo: en el caso de enviar un archivo)  
subject: request for admisión (asunto)

Es conveniente mencionar dentro de éste recurso de internet una herramienta importante: las listas de correo.

Una lista de correo es un sistema organizado en el que un grupo de personas reciben y envían mensajes sobre un tema en particular.

Existe gran cantidad de ellas dentro de la red. Es posible suscribirse o eliminarse enviando un mensaje a la dirección apropiada, esto tiene gran beneficio si se requiere obtener información constante y actualizada.

Generalmente los que pertenecen a la lista reciben los mensajes que llegan a ella; Sin embargo hay del tipo "moderadas" lo que significa que alguien decide que mensajes se envían a todos los miembros y cuales mensajes no.

## 2.- CONEXION REMOTA O TELNET.

Una de las actividades importantes que se pueden hacer en internet es la facilidad para utilizar una computadora que se encuentre en un lugar muy distante como si fuera una cercana perteneciente a la misma red de la sala de cómputo. La forma de llevarlo a cabo es estableciendo una conexión remota.

Existen dos formas de usar una computadora remota. La primera es conectarse a una computadora o servidor en la que se tenga una cuenta (caso común de los sistemas UNIX), los cuales utilizan una identificación de usuario y una palabra clave. Una vez iniciada la sesión se puede trabajar con ésta computadora normalmente.

La segunda forma es que en internet existen computadoras que ofrecen algún tipo de servicio a través de telnet. La información que proporcionan es de dominio público.

Para realizar una conexión remota o "hacer un telnet", se ejecuta un programa del mismo nombre vía TCP en la computadora en que se trabaja. Este software se encarga de establecer la comunicación con la otra computadora.

Una vez hecha la conexión, telnet actúa como un intermediario entre las dos máquinas. Cada vez que se pulsa una tecla en la computadora, ésta se envía a la computadora remota, la cual contesta con información que se observa en el monitor. El resultado es que el teclado y la pantalla con la que se trabaja parecen estar conectados directamente a la computadora remota.

A continuación se muestra un esquema del acceso remoto.

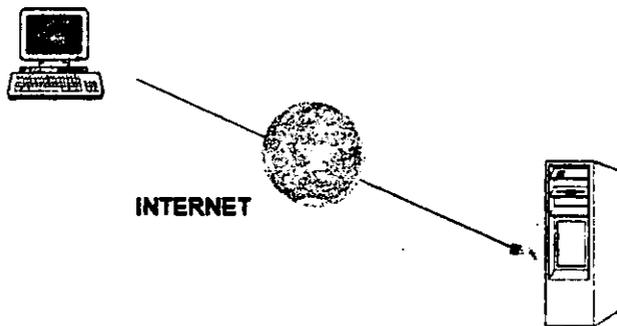


Fig. 4.4 Acceso a una computadora remota.

Cuando se hace una conexión por telnet se obtienen servicios que normalmente el servidor tiene para sus terminales locales. Algunas de las aplicaciones que se tienen al emplear telnet son:

- Leer el correo electrónico si se tiene una cuenta en el servidor remoto.
- acceder a la información residente en el disco de esa computadora.
- trabajar con los programas disponibles en el servidor.
- buscar y descargar información en bases de datos y bibliotecas.

Los sistemas UNIX son capaces de manejar una variedad de clientes y aceptan conexiones simultáneas de usuarios. Cuando un servidor está listo para aceptar solicitudes de servicio realiza lo siguiente:

- 1.- Informa al software de red que está listo para aceptar conexiones.
- 2.- Espera una solicitud en formato estándar
- 3.- Atiende la solicitud.
- 4.- Envía los resultados de regreso al cliente en un formato estándar
- 5.- Vuelve a entrar en un proceso de espera.

Al igual que en el correo electrónico, existen distintos programas para hacer conexiones remotas dependiendo de la plataforma en que se trabaje. En todos los casos se requiere conocer la dirección IP de la computadora a que se quiere hacer la conexión, y en el caso de que no se encuentre funcionando, todas las aplicaciones a que se ha hecho referencia no se encuentran disponibles.

### **3.- TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS FTP.**

El servicio ftp (protocolo de transferencia de archivos) es un recurso en internet que permite mover archivos de una computadora a otra no importa donde se localicen, la forma que se encuentran conectadas o si tienen el mismo sistema operativo, siempre y cuando formen parte de internet.

Dado que ambas máquinas se enlazan mediante el mismo protocolo de comunicación, ftp ha provocado la proliferación de una basta gama de bases de datos y servicios al igual que la anterior aplicación.

De hecho la transferencia de archivos por ftp es uno de los servicios más importantes, y al igual que el correo electrónico permite enviar y recibir información. La importancia que ha tomado radica en la obtención de información por éste medio.

La ventaja que se tiene al obtener archivos por ftp es que se puede acceder a la mayor biblioteca de información que existe, siempre está aumentando y nunca cierra, cubre cualquier tema y los servidores que cuentan con éste servicio no restringen el acceso a los usuarios.

La gran utilidad que tiene ftp sobre los demás recursos de internet, es que es el medio por el que se transfieren los programas para diversas aplicaciones. Es de esperarse que si se requiere obtener un programa para otras aplicaciones de internet, éste puede obtenerse por esta vía.

La razón por la que existe internet es porque los usuarios utilizan programas que proporcionan servicios estándar usando protocolos estándar. Muchos de esos programas se distribuyen por ftp y están disponibles a los usuarios que tengan acceso a servidores que proporcionen dicho servicio.

La mayoría de las organizaciones que tienen servidores con servicio ftp lo hacen con el propósito de que se difunda el conocimiento, sin embargo existen casos en donde se necesita obtener un permiso o licencia de uso en el caso de utilizar software con propósitos académicos o de investigación ya que los desarrolladores de tales paquetes requieren conocer el tipo de aplicaciones en el que se usará dichos programas.

#### **4.- LOS FOROS DE DISCUSIÓN.**

Los foros de discusión muy comúnmente llamados usenet, grupos de interés o newsgroups es una gran colección de grupos de discusión en donde participan millones de personas alrededor del mundo.

La idea original de la red usenet fue concebida para distribuir noticias y anuncios. Es una forma en la que se organiza una discusión entre diversas personas las cuales interactúan entre sí enviando sus artículos o simplemente leen la información sin tomar parte activa.

Cada grupo de discusión se centra en torno a un tema en particular y diariamente se dan de alta nuevos foros. Esto es de valiosa ayuda en el caso de que se trabaje en proyectos donde se tiene poca información al respecto, de esta manera se puede saber si existen otras personas investigando sobre el mismo tema lo cual permite intercambiar puntos de vista y conocer sus experimentaciones dando de alta un foro cuando surja la necesidad.

Existen dos modalidades de estos grupos: Los foros públicos en donde uno se conecta a una computadora y esta maneja todos los mensajes que los usuarios envían para que

todos los lean, y los que son recopilados por una computadora y se envían a cada usuario inscrito en el grupo en forma de correo electrónico.

La primera modalidad es la más usada, mientras que la segunda está cayendo en desuso.

Antes de que apareciera internet, el intercambio de información entre usuarios se realizaba por medio de usenet.

Actualmente este recurso se emplea de manera independiente utilizando un programa para leer los artículos o bien dentro de otro recurso: el World Wide Web.

Como existe una gran cantidad de grupos de discusión y constantemente aparecen nuevos, existe un sistema para integrar en categorías los diferentes foros. Estas categorías se conocen como jerarquías que se dedican a un área de interés en particular:

NOMBRE	TEMA
bionet	Biología
comp	Computadoras
ieee	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
news	Grupos sobre usenet
sci	Ciencias de todos los tipos
eng	Temas de Ingeniería
alt	Grupos alternativos, varios temas

Tabla 4.5 Jerarquías más importantes de los grupos de usenet.

Las jerarquías de usenet están divididas en dos categorías: principal y alternativa, las que son distribuidas por todo el mundo. Las jerarquías principales se envían a todos los servidores de noticias de usenet y las alternativas se consideran opcionales y muchos nodos las reciben, así como otros pueden no obtenerlos.

En cada nodo de usenet el administrador de noticias decide que jerarquías y que grupos quiere recibir, es de esperarse que en la mayoría de los nodos se tengan las jerarquías principales pero no todos los grupos pertenecientes a esa jerarquía.

Este es un recurso bastante utilizado en internet para obtener información, mediante los diferentes puntos de vista de las personas y tomar las opiniones que se consideren convenientes.

## **5.- CONVERSACIÓN EN LINEA: TALK E IRC.**

Es un medio por el cual se comunican las personas en tiempo real, de tal forma que una vez establecida la comunicación se pueden intercambiar mensajes de manera interactiva.

La gran virtud de talk está en el hecho de permitir una conversación sin importar la distancia. La otra persona ve en su pantalla lo que uno teclea y ambos pueden teclear al mismo tiempo sin que se mezclen los mensajes.

La segunda forma de comunicación interactiva es IRC (conversación en línea por internet), la cual funciona de manera análoga a talk, pero participan mas de dos personas.

Al igual que los grupos de noticias, la comunicación interactiva es uno de los recursos usados con bastante frecuencia. A diferencia de los grupos de usenet, en este caso los grupos de comunicación se denominan canales.

Los grupos de discusión así como la comunicación en línea son de gran utilidad cuando se necesita enviar o recibir información a más de una persona, lo cual permite estar actualizado principalmente en cuanto al avance en el aspecto tecnológico y de investigación.

De esta forma, la aplicación principal de estos recursos en internet es la creación de congresos y seminarios de manera virtual, acelerando significativamente el proceso de actualización para académicos e investigadores que requieren la utilización de un medio para dar a conocer sus investigaciones y al mismo tiempo conocer las experiencias de otras personas que trabajan en el área de interés.

## **6.- WORLD WIDE WEB.**

El world wide web tiene más nombres que ningún otro recurso en internet. Es común referirse a él como WWW, W3, la telaraña o simplemente el web. Su uso ha propiciado de manera importante la expansión de internet. Actualmente su grado de desarrollo permite viajar por los distintos recursos de la red sin salir de su entorno.

A propósito se ha dejado al final la descripción de este recurso por las siguientes razones:

- 1.- Es la aplicación que ha servido como detonante para el uso masivo de internet.

- 2.- Ha favorecido en mayor proporción el desarrollo de la red.
- 3.- La flexibilidad que ofrece, hace posible utilizar dentro de él otras aplicaciones simultáneamente.
- 4.- Es el recurso que más innovaciones tiene en el corto plazo.

Estas características hacen del web una poderosa herramienta que ha tenido un éxito arrollador gracias a las mejoras que constantemente añaden los programas para visualizar la información contenida en él.

El web fué desarrollado originalmente en Europa en un Centro de Investigaciones de Suiza llamado CERN cuyo objetivo era compartir y usar la información generada en su comunidad.

#### COMO FUNCIONA WWW ?

Web está basado en una tecnología llamada hipertexto. Inicialmente la información disponible en éste recurso obedecía a un estándar para mostrar los datos, este lenguaje es HTML (lenguaje de marcación de hipertexto), que despliega información en forma gráfica y texto.

Para observar la información disponible en el web, se requiere de un software conocido como visualizador o "browser" que es el encargado de leer los archivos que se encuentran en formato html.

Los tipos de gráficos que se manejan en www, son formatos tipo GIF y JPEG y el texto se muestra en forma de archivos HTML.

En el lenguaje del web, un documento de hipertexto es algo que contiene información (en diversos tipos de datos) y enlaces a otros documentos. La tecnología denominada *hipertexto* es la que forma la base del world wide web.

El hipertexto ha sido diseñado para emular el pensamiento humano en vez de ser lineal, tiene la posibilidad de ser asociativo, lo que consigue incorporar enlaces también conocidos como puntos activos.

Los enlaces son palabras o frases que aparecen resaltadas o subrayadas las cuales forman el camino a otras partes de un documento o a un documento diferente, pero con el que mantiene una relación.

Lo que hace al web tan potente es que un enlace puede ir a cualquier tipo de recurso dentro de internet: un grupo de discusión, una sesión telnet, obtener información por ftp o entrar a correo electrónico.

Por ejemplo si se sigue un enlace a un archivo de texto localizado en el mismo web, el visualizador hará la conexión a la computadora que contiene ese archivo y lo mostrará en pantalla, si se sigue un enlace a una conversación en línea, el visualizador iniciará la sesión y el usuario no tiene que preocuparse por los detalles técnicos.

El trabajo del visualizador es actuar como una ventana a la internet siguiendo el enlace que se desea y accedendo a cada documento, permitiendo iniciar una sesión en el mismo www, usar otro recurso e incluso estar en varios al mismo tiempo.

#### **4.4 LA IMPORTANCIA DE INTERNET EN LA INGENIERÍA DE DISEÑO.**

La evolución que ha tenido internet así como la diversidad de recursos con los que cuenta ésta red de computadoras abren amplias perspectivas para la ingeniería de diseño.

La utilidad de esta tecnología se centra en la transferencia electrónica de información. Esto tiene gran importancia ya que cada vez se hace más indispensable la comunicación entre los diferentes departamentos de la empresa, tanto a nivel interno como externo.

La incorporación de internet al proceso de diseño tiene varias ventajas, entre ellas la posibilidad de llevar a cabo proyectos a gran escala en los cuales participen uno o más grupos de diseño distribuidos en diferentes regiones geográficas, los cuales pueden interactuar a través de un sistema de información común.

Esto representa un avance significativo ya que en el corto plazo se podrán desarrollar de manera generalizada prototipos conjuntos en los que colaboren diversas organizaciones, lo que se traducirá en una mejor práctica del diseño como en su tiempo lo vino a traer el diseño asistido por computadora.

Las características que hacen de internet un medio de comunicación cada vez más utilizado es que se puede enviar información de tipo textual, gráfico, video o voz con los beneficios de disminución de tiempo y distancia.

Las ventajas y flexibilidad que ofrece la tecnología de la información permite emplear sus recursos de acuerdo a las necesidades de cada organización. Para ello deberán organizarse a nivel administrativo, físico y electrónico los departamentos de la compañía con el fin de facilitar el flujo de datos.

Internet se utiliza para cumplir con dos funciones esenciales en el proceso de diseño:

1.- Como medio de comunicación.

Para mantener en constante interacción a las áreas de la empresa mediante el envío de datos referentes al producto y al proceso requerido.

2.- Como fuente de información.

Para obtener datos técnicos sobre equipo comercial, dispositivos estandarizados, software para análisis de sistemas mecánicos o conocimiento de normas de diseño

A través de estas dos formas de acceso a la información se tiene un soporte valioso para el éxito de un proyecto; deberá recordarse que la integración de personas y sistemas depende en gran medida del correcto flujo de datos, para lo cual la computación y particularmente internet ha venido a satisfacer este requerimiento.

# **CAPITULO V**

## **DISEÑO BASADO EN UN SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO**



## 5.1. DESCRIPCIÓN

Como se ha podido observar, el procesamiento de la información por medio de las computadoras es un recurso importante cuando se utiliza de manera adecuada en aquellas áreas que potencialmente pueden ser mejoradas.

Particularmente para la ingeniería de diseño el soporte de los sistemas de cómputo a sido fundamental, por ello se busca constantemente optimizar ésta tecnología e incorporarla de tal forma que permita reducir tiempo y costos, así como mejorar la calidad de los productos que se diseñan.

Bajo esta perspectiva, se propone un método de trabajo basado en un sistema de información computarizado con el que se puede llevar a cabo el desarrollo de un proyecto de manera integral, involucrando todos los conceptos que se han visto a lo largo del trabajo como son :

- Ingeniería concurrente
- Diseño asistido por computadora
- Transferencia de información por medio de redes
- Integración de equipos interdisciplinarios de trabajo.

Con esto se prevé mejorar el ciclo de diseño y las actividades que lo conforman, para integrar de esta manera los elementos que forman parte del ciclo de diseño.

En este sentido de integración, el sistema de cómputo es un medio a través del cual se dará respuesta a la gran demanda de información que requiere el personal del proyecto de las diferentes áreas, tanto de manera interna como externa.

Para cumplir esta función, dicho sistema consta de un servidor que almacena toda la información generada en las diferentes fases : planeación, dibujo, diseño, análisis y fabricación. Esta información puede ser accesada por medio de otras terminales de computadora localizadas en la misma sala de cómputo o en una red de área extensa.

De esta manera se provee información precisa y rápida sobre cualquier actividad relacionada a un proyecto, cumpliendo así la exigencia interna.

En lo referente a la adquisición de información externa, el sistema permite crear un directorio electrónico formado por organizaciones, fabricantes, oficinas de patentes, instituciones y centros de investigación por medio de los que se obtienen los equipos y normas establecidas para el diseño de un determinado dispositivo o maquinaria. El acceso a ésta información tiene gran valor cuando puede ser adquirida inmediata y correctamente utilizando medios de comunicación rápidos y confiables.

Es estos casos en donde la comunicación por medio de redes de computadoras e internet proporcionan un apoyo de gran valor a la ingeniería de diseño.

Este método que se propone se basa en la integración de un grupo de trabajo el cual se apoyará en un sistema de información. De esta manera se podrá analizar y definir cada una de las actividades del proceso de diseño con la participación del personal de las diferentes áreas de la organización.

La realización de un proyecto mediante ingeniería concurrente y un sistema de información se observa en la siguiente figura.

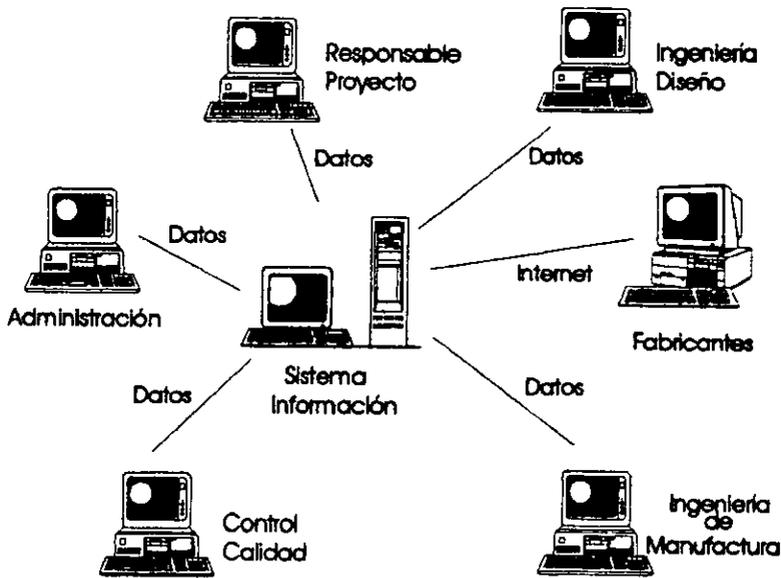


Fig. 5.1 Apoyo del sistema de información a la ingeniería concurrente

En las siguientes secciones se detalla el método propuesto, se prosigue con la implantación del sistema de información y se especifican las características técnicas que deberán tomarse en cuenta para integrarlo de manera eficiente el entorno de trabajo.

## 5.2 DISEÑO EN INGENIERÍA A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO.

Una vez que se han visto los conceptos de diseño asistido por computadora CAD/CAE así como los aspectos relacionados con internet, se procederá a describir la forma en que estos elementos se aplican en cada una de las actividades de la ingeniería concurrente.

El primer paso es seleccionar un proyecto, posteriormente integrar un grupo de trabajo el cual coordinará y llevará a cabo el seguimiento de las actividades. Asimismo este grupo de trabajo realizará una evaluación de la forma de trabajo una vez que haya concluido el proyecto.

Cada una de estas fases requeridas para implantar ingeniería concurrente se observa en el siguiente esquema.

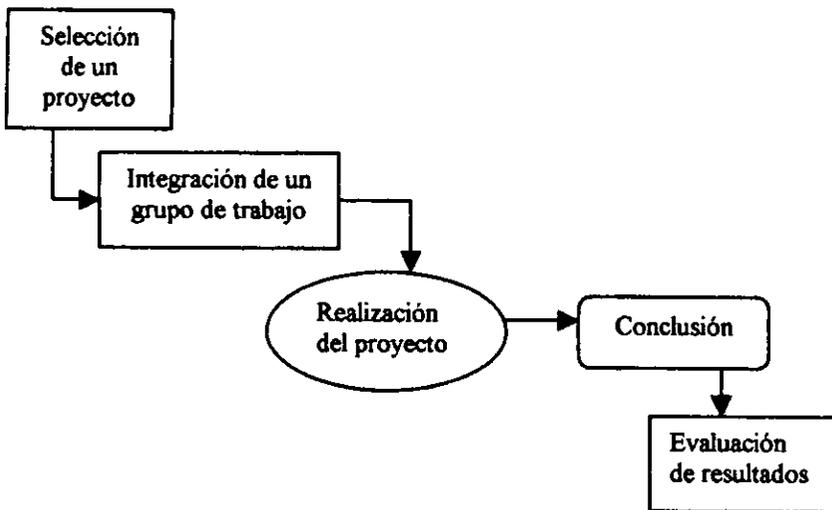
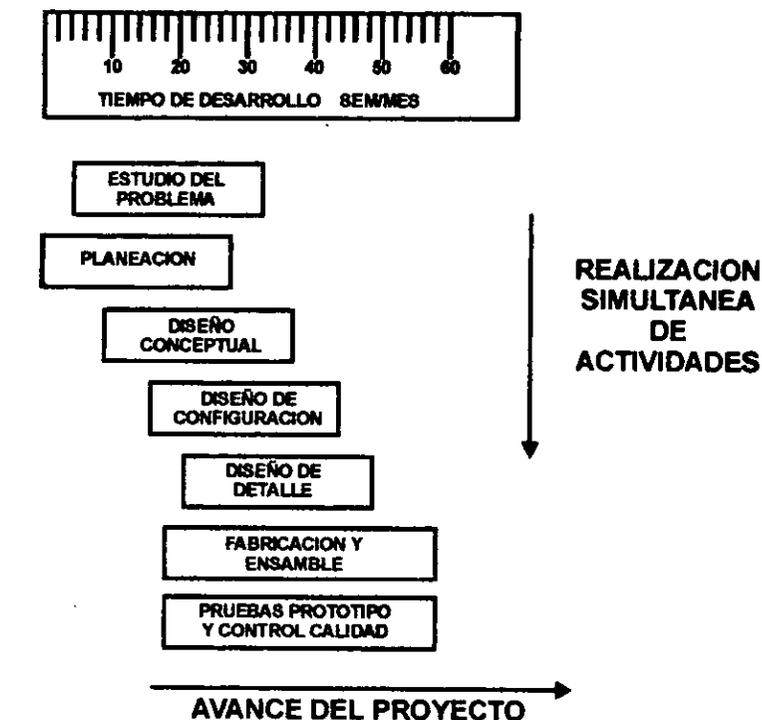


Fig. 5.1-A Realización de un proyecto mediante Ingeniería Concurrente.

El desarrollo de un proyecto a través de ingeniería concurrente contempla la realización de las actividades que se muestran en la figura siguiente.



**FIG. 5.2 DESARROLLO DE PROYECTOS EN EL CONTEXTO DE INGENIERÍA CONCURRENTE**

Como ya se ha mencionado, la propia experiencia del equipo de diseño y el tipo de proyecto indicarán que tareas se pueden realizar de manera simultánea o las técnicas a emplear en cada una de ellas.

### **5.3 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO BAJO EL CONTEXTO DE INGENIERÍA CONCURRENTE.**

Una vez que se ha propuesto llevar a cabo un proyecto mediante ingeniería concurrente el equipo de trabajo será el responsable de definir los recursos que se necesitarán tal como se observa en la siguiente figura.

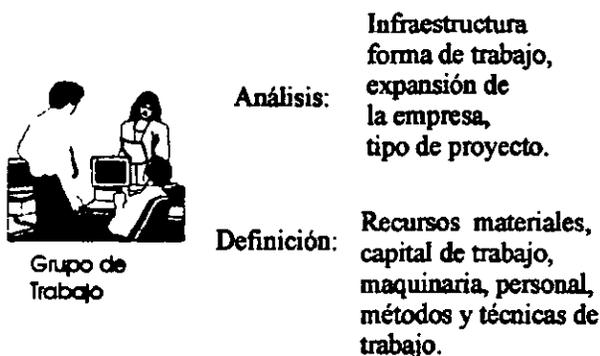


Fig. 5.2 Especificación de los recursos para el desarrollo del proyecto.

La especificación de los recursos y la forma de trabajo que se deba implantar depende del tipo de proyecto así como de la infraestructura de la organización, por lo cual es necesario un estudio previo de la relación costo-beneficio que se tendrá con la implantación de ingeniería concurrente.

A continuación se muestra a manera de ejemplo, una tabla con los diferentes tipos del personal que puedan formar parte del grupo de trabajo.

PERSONAL	CANTIDAD
Ingeniero de proyecto	
Ingeniero(s) de diseño: Mecánico, eléctrico, cómputo.	
Ingeniero(s) de fabricación	
Técnicos armadores y ensamble	
Diseñador industrial	
Control de Calidad	
Evaluador económico	

Tabla 5.2 integración de un equipo de ingeniería concurrente.

Posteriormente a la integración del grupo de trabajo prosigue la realización de las primeras actividades del proceso de diseño las cuales son el estudio del problema y la planeación que se llevan a cabo como se observa a continuación.

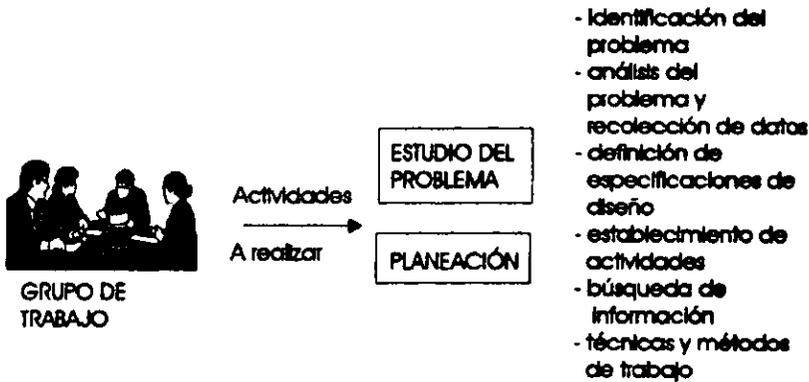


Fig. 5.4 Definición de actividades del proyecto.

## ESTUDIO DEL PROBLEMA.

En lo que corresponde al estudio del problema es necesario conocer la ubicación concreta del estado actual de la problemática y el estado al que se desea llegar.

Para lo cual la primera actividad es la identificación del problema, en cuyo caso se debe observar, cuestionar y experimentar ya que en base a ello se podrá definir concretamente la verdadera problemática y el contexto en el que se va a proponer una solución.

Una vez que se tiene conocimiento de ello se procede a recopilar toda la información con el propósito de establecer el alcance del proyecto y los resultados que esperan obtenerse. Esta actividad corresponde al análisis del problema y recolección de datos.

Esta adquisición de datos se lleva a cabo mediante la realización de:

- Entrevistas y reuniones.

Para conocer las inquietudes, puntos de vista y sugerencias del usuario, cliente o persona que va a hacer uso del prototipo o máquina que se diseñará.

- Elaboración de cuestionarios.

Para tener un conocimiento más profundo sobre los elementos que constituyen el problema.

- Observación en campo.

Con el fin de obtener un acercamiento primario e indagar físicamente sobre las condiciones en que surge la necesidad.

La búsqueda de información tiene una gran importancia ya que gran porcentaje del éxito de un proyecto se basa en el trabajo de investigación que se realice para recopilar todos los datos referentes al problema que se aborda.

Aunque la investigación es una actividad que se lleva a cabo durante todo el proceso es primordial localizar desde esta fase las fuentes de información a las que se acudirá para obtener datos útiles a las diferentes áreas de diseño. Esto es, desde normas y reglamentos para diseñar hasta el equipo comercial disponible.

Las fuentes de información en que se puede apoyar el diseñador son:

- Oficinas de patentes.
- Centros de investigación y desarrollo de tecnología.
- Bibliotecas.
- Revistas especializadas, catálogos.
- Proveedores de equipo, materiales, componentes.
- Organizaciones de Ingeniería u otra área del conocimiento.
- Empresas, talleres.

Es importante destacar la participación que tiene internet para el desarrollo de esta actividad. De hecho gran parte de las organizaciones mencionadas han emigrado hacia esta tecnología, con lo cual se puede consultar la información que publican más rápidamente.

Uno de los recursos de internet que tiene actualmente una enorme demanda como medio para consulta de información es el world wide web el cual se ha descrito en páginas anteriores.

Este recurso ha cambiado radicalmente la forma de adquirir información. A través de este medio se cubre gran porcentaje del trabajo de investigación, ya que se utiliza no solo como fuente de información sino como herramienta de ayuda en las fases posteriores del proyecto.

Su uso se ha generalizado en la mayoría de las áreas del conocimiento ya que a través de la captura de la información y la disponibilidad de ésta en las computadoras que forman parte de internet, ha traído para el profesional de la Ingeniería diversas ventajas como son:

- Obtención de información sobre nuevas técnicas empleadas en el diseño.
- Investigación sobre patentes como información de utilidad en la etapa de diseño conceptual.
- Comunicación rápida con empresas proveedoras de equipos y componentes.
- Disminución del tiempo para solicitar cotizaciones y enviar ordenes de compra.
- Investigación sobre empresas fabricantes de partes y equipos de características especiales.
- Conocimiento de normas y estándares utilizados en las diferentes áreas de diseño.
- Adquisición de información sobre nueva maquinaria y tecnología.

Se debe señalar que durante esta recolección de información se deben establecer claramente los requerimientos que debe satisfacer el producto, tanto indispensables como deseables.

Existen 3 categorías principales en que se agrupan estos requerimientos:

a). Requerimientos de funcionamiento

Se refiere a las características técnicas del producto.

b). Requerimientos de tiempo.

Se relaciona al periodo de tiempo que empleará el diseño y la fabricación.

c). Requerimientos de costo.

Se refiere a la asignación de recursos que se destinará al proyecto.

Una vez determinados los requerimientos, se puede delimitar las fronteras en que se desarrollará el proyecto y en consecuencia el tipo de solución que se puede dar al problema, de acuerdo a las condiciones económicas y técnicas que regirán el proceso.

La recolección de la información concluye cuando los datos se cotejan con la realidad, es decir si la interpretación del problema ha sido correcta, lo que se verifica mediante la interacción con las personas involucradas y posteriores visitas al lugar mencionado.

## DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.

Mediante las especificaciones de diseño se convierten los requerimientos abstractos que el cliente ha manifestado en requerimientos de ingeniería de tal manera que estos puedan ser cuantificables por el (los) diseñador (es).

Para ello se encuentran las variables con las que se puede medir el requerimiento solicitado.

En el caso de los requerimientos de funcionamiento se pueden mencionar los siguientes: seguridad, operabilidad, control de calidad, entre otros.

Las variables para establecer las especificaciones de diseño de cada uno son:

## REQUERIMIENTO

## ESPECIFICACIÓN DE DISEÑO

Seguridad

Número de botones de operación, cantidad de sustancias generadas, distancia entre máquina y operador etc.

Operabilidad

Grado de automatización, facilidad de operación.

Control de calidad

Tipo de inspección: sensores, automática, manual.

De igual forma el equipo de trabajo evalúa los requerimientos de costo y tiempo mediante diversos parámetros para definir las especificaciones de diseño.

La manera en la que el equipo de ingeniería concurrente realiza estas actividades se muestra en la siguiente figura.

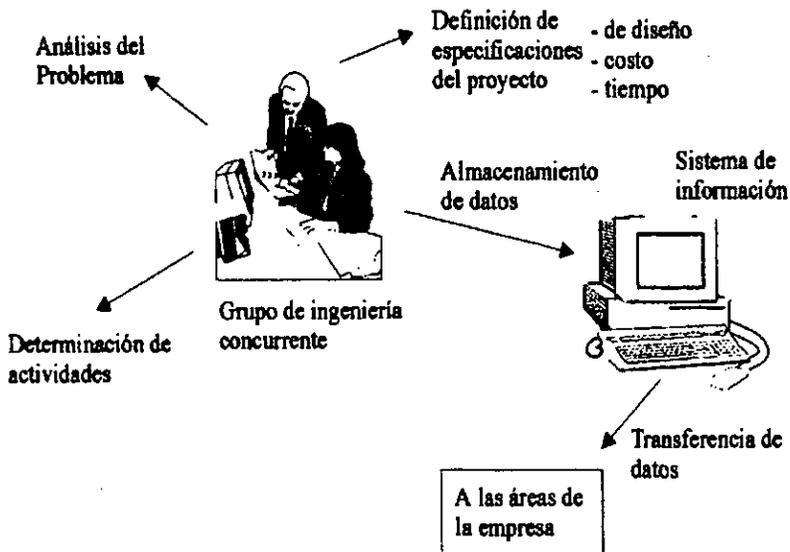


Fig. 5.5 Organización de las actividades del proyecto.

Los datos adquiridos sobre el problema se almacenan en el sistema de información para proporcionar a los departamentos de la empresa los datos y avance del proyecto.

## PLANEACIÓN.

Cuando se han conocido las características del problema y se han determinado las especificaciones de diseño se procede con la planeación, la cual tiene como propósito definir de manera precisa el tiempo, los recursos y la forma como se realizará cada una de las actividades del proceso de diseño.

La planeación es uno de los aspectos fundamentales en el proyecto ya que a través de ella se coordinan todos los recursos que intervienen, tanto tecnológicos como económicos y humanos.

Para ello el grupo de trabajo identificará lo que es posible hacer y lo que no se puede llevar a cabo tomando en cuenta las restricciones de los departamentos de la empresa como las del usuario.

En esta parte del proyecto se elegirán las técnicas, entorno de trabajo, herramientas y medios de comunicación que permitirán llevar a cabo las actividades del proyecto.

En la figura 5.6 se muestra la forma como se realiza la planeación en el contexto de ingeniería concurrente.

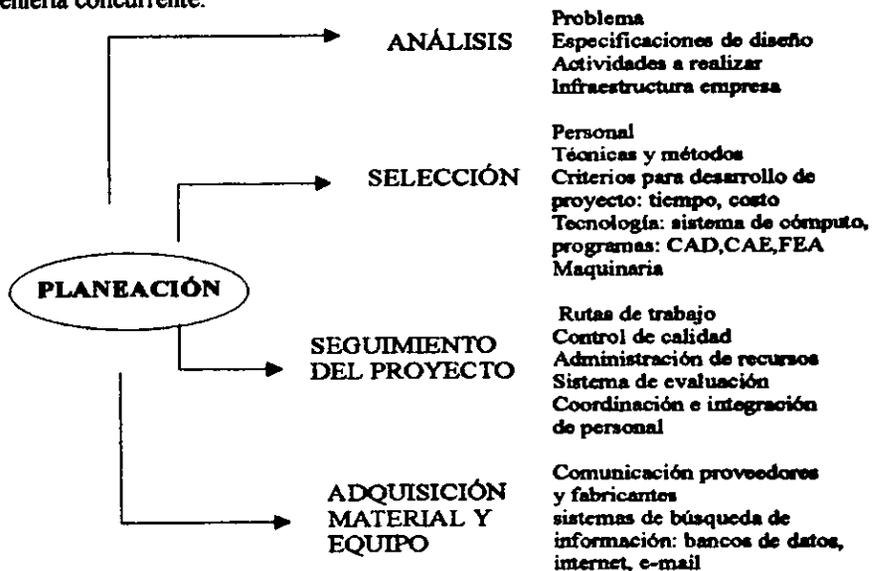


Fig. 5.6 Planeación del proyecto.

Uno de los conceptos que se aplican cada vez con mayor frecuencia en la planeación es la informática y particularmente los programas de ingeniería asistida por computadora CAD-CAE permiten desarrollar en la actualidad proyectos con una visión global.

Por medio de éstos paquetes de cómputo el grupo de trabajo puede realizar un seguimiento de todas las actividades del proyecto. Asimismo se identifican desde el inicio posibles contradicciones en la planeación, facilitando con ello el abastecimiento ordenado y oportuno de los recursos a las diversas áreas de la organización.

La utilización de un determinado programa para realizar la planeación deberá traer como consecuencia un proyecto más ordenado y mejor balanceado que podrá ser ejecutado de manera más eficiente y normalmente en menos tiempo, aspectos básicos de la ingeniería concurrente.

La importancia de tener una adecuada planeación que involucre todos los aspectos del proyecto contribuye al mejoramiento del procesos de diseño ya que se comparan los costos, rutas de trabajo, alternativas de solución y métodos de diseño para asignar de manera precisa los recursos y capital de trabajo para que el proyecto sea concluido en el tiempo especificado.

En la figura siguiente se muestra un entorno de trabajo que se puede emplear cuando se realiza una planeación que permita la realización paralela de actividades mediante ingeniería concurrente.

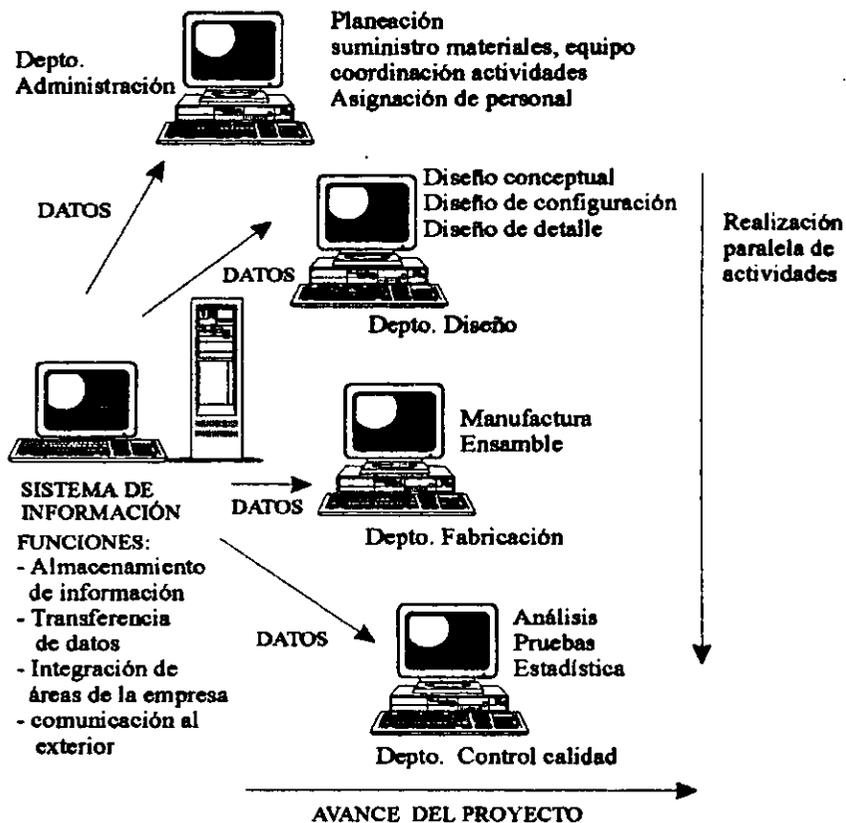


Fig. 5.7 Desarrollo de un proyecto en ingeniería concurrente Apoyándose de un sistema de información.

## DISEÑO CONCEPTUAL.

Cuando ha concluido la planeación, inicia la parte correspondiente a diseño conceptual la cual está orientada hacia el planteamiento de alternativas de solución mediante la identificación de principios y conceptos cuya combinación permita formar estructuras o sistemas que realicen la función solicitada.

Las actividades relacionadas al diseño conceptual son realizadas por un departamento de diseño, sin embargo deberá existir una participación de las demás áreas de la empresa ya que eso permitirá generar soluciones tomando en cuenta diversos puntos de vista.

Esta parte del proceso de diseño puede requerir una mayor profundidad de abstracción dependiendo si el diseño es original, variante o adaptativo.

Las actividades que forman parte del diseño conceptual son:

### IDENTIFICACIÓN DE FUNCIONES.

Para identificar las funciones se subdivide el problema en funciones básicas que son definidas concretamente, esto es determinar las actividades que realizará el equipo o máquina que se está diseñando, como por ejemplo cortar, doblar, pegar, enrollar etc.

Esta descomposición en acciones elementales provee una idea precisa sobre el proceso de transformación de la energía o material en la máquina. Con ello se puede verificar posteriormente si el equipo diseñado realiza la función requerida.

### GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Al haber definido las funciones que debe desarrollar el prototipo, la siguiente actividad es la generación de alternativas de solución. Esto es, el establecimiento de conceptos (forma de realizar lo que se pide).

Dentro de esta actividad se busca generar la mayor cantidad de alternativas sin cuestionar si son la mejores o no, ya que serán evaluadas en una etapa posterior.

Con el fin de clarificar la aplicación de los conceptos a las funciones, se presentan a continuación 3 ejemplos :

FUNCION (lo que se debe hacer)	CONCEPTO (FORMA DE HACERLO)
1.- Colocar tapas a botellas	Manualmente, robot, mecanismo, neumática
2.- Ensamblar componentes	Soldadura, adhesivo, remaches, tornillos
3.- Cortar material	Mecanismo, manualmente, láser

Como se puede observar, para cada función existen diversas soluciones que el diseñador deberá analizar y en consecuencia tomar una decisión.

Esta es una de las actividades en las que se aplican diferentes herramientas para generar alternativas. Algunos métodos aplicados con buenos resultados son:

- 1.- Lluvia de ideas.
- 2.- Análisis de sistemas técnicos similares.
- 3.- Uso de catálogos o manuales de diseño.
- 4.- Búsqueda de información.
- 5.- Reuniones para intercambio de ideas.

Para plantear soluciones mediante la búsqueda de información, el diseñador deberá apoyarse en las fuentes que se han localizado para tal efecto; En este caso vuelve a tener un papel importante en el trabajo de investigación la búsqueda a través de internet y los bancos de datos.

### EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

La evaluación tiene como propósito determinar la calidad y el valor de una solución mediante el establecimiento de criterios de evaluación adoptados de acuerdo a las especificaciones de diseño.

Estos criterios son de muy diversa índole; desde técnicos hasta económicos, por lo que el diseñador (es) debe analizar a profundidad cada una de las opciones. Se hace hincapié en que las decisiones tomadas a partir de esta etapa influirán en el resultado final de manera importante, ya que como se recordará, el costo de las modificaciones aumenta cuanto más se avanza en el proyecto.

Existen principalmente 2 técnicas de evaluación de gran utilidad; En ellas se asignan valores numéricos en un rango de 0 - 10 y 0 - 4 de acuerdo al tipo de solución que se analiza.

A continuación se muestra una tabla comparativa de estas 2 técnicas.

TECNICA DE ANALISIS USO - VALOR		METODO VDI 2225	
PUNTUACION	SIGNIFICADO	PUNTUACION	SIGNIFICADO
0	Solución absolutamente inadecuada	0	Solución Insatisfactoria
1	Solución poco inadecuada		
2	Solución poco conveniente	1	Solución Tolerante
3	Solución tolerante		
4	Solución adecuada	2	Solución Satisfactoria
5	Solución satisfactoria		
6	Buena solución, pocas desventajas	3	Buena Solución
7	Buena solución		
8	Muy buena solución	4	Buena Solución (ideal)
9	Solución que excede especificaciones		
10	Solución ideal		

Se debe destacar que en la etapa de diseño conceptual, la evaluación de alternativas no se realiza a nivel detalle de componentes o mecanismos sino a nivel soluciones generales. Es decir, se busca comparar y determinar entre las diferentes opciones aquella que se asemeje a la solución ideal.

La evaluación de cada propuesta (posible solución) se realiza mediante la asignación de un valor numérico que depende del grado de satisfacción del requerimiento, de ahí surgen los resultados que serán la base para la toma de decisiones.

En la siguiente tabla se muestra un esquema que puede ser utilizado para evaluar las probables soluciones a través del cumplimiento de las especificaciones de diseño hipotéticas, aplicando alguna de las 2 técnicas descritas anteriormente.

ESPECIFICACION A EVALUAR	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA N
	PUNTUACION	PUNTUACION	PUNTUACION
Ecología			
Costo			
Seguridad			
Confiabilidad			
Consumo de energía			
Ensamblabilidad			
Mantenimiento			
Ergonomía			

TOTALES :

#### SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

Conocidos los resultados de evaluación, la actividad siguiente es seleccionar aquella opción que presente el mejor balance de especificaciones. Esto significa que no necesariamente la alternativa que obtenga la mayor puntuación será la solución escogida (lo que sería idealmente lo mejor).

La selección además de apoyarse en la evaluación de cada alternativa involucra la realización de estudios de factibilidad en los aspectos de tiempo, funcionalidad y costo.

Para realizar estos estudios y facilitar el proceso de toma de decisiones, se pueden involucrar 2 elementos fundamentales; los programas de cómputo para manejar los resultados obtenidos, así como la participación de expertos de cada área para verificar si las soluciones son las más adecuadas para el caso que se aborda.

De esta manera se tiene más elementos de juicio para seleccionar las alternativas de acuerdo al orden de importancia en que estas cumplen con las especificaciones y restricciones que el problema impone.

La información generada es enviada a las demás áreas, particularmente para que pueda realizarse el diseño de configuración y se comience el avance del diseño de detalle.

La forma de trabajo en la etapa de diseño conceptual se muestra en el siguiente esquema.

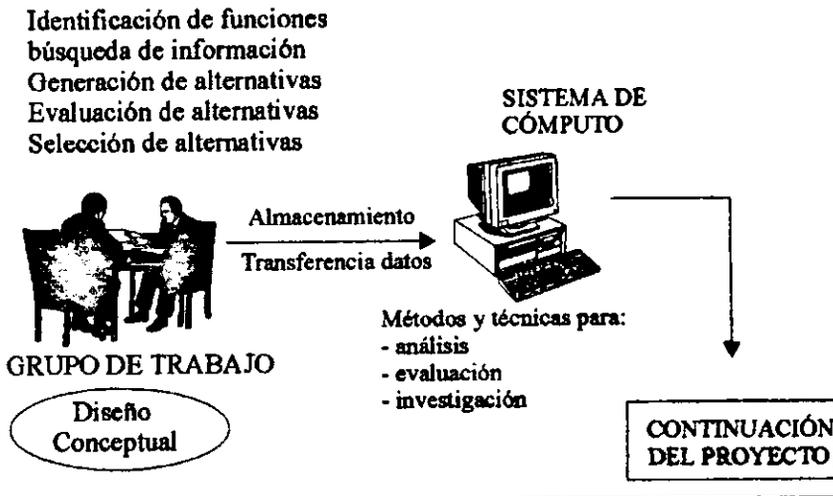


Fig. 5.8 Etapa de Diseño conceptual

## DISEÑO DE CONFIGURACIÓN.

En este paso, el diseñador concreta el concepto de solución, dando forma física a los sistemas y estructuras que integran el prototipo por medio de componentes, mecanismos y equipos.

Esta es una etapa en la que la tecnología informática tiene la mayor influencia por la cantidad de conceptos que intervienen en ésta fase del proceso.

Para ello el grupo de trabajo ya ha definido previamente el tipo de sistema de cómputo y los programas que utilizará, tanto para diseño, el análisis de los componentes y para la transferencia de éstos datos a los diversas áreas de la organización.

Las actividades que integran la fase de diseño de configuración son las siguientes:

### **GENERACIÓN DE ARREGLOS Y ESTRUCTURAS FUNCIONALES.**

El primer paso a llevar a cabo una vez que se conoce la forma en que se resolverá el problema (concepto), es crear los mecanismos y dispositivos necesarios que en conjunto formen sistemas tecnológicos completos.

Para ello se realizan diseños preliminares de diferentes configuraciones de componentes atendiendo a las especificaciones del problema.

Existen diversas técnicas para generar estructuras, las cuales se basan en definir los elementos o piezas esenciales y a partir de ellas proponer alternativas variando su arreglo, dimensiones y geometría.

Las configuraciones que se propongan deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Principio de mínimo costo de manufactura.
- Principio de mínimo requerimiento de espacio.
- Principio de mínimo peso.
- Principio de mínimo desperdicio (de material).

Como una primera aproximación, se pueden presentar las propuestas a través de croquis, bosquejos o dibujos en los que se visualice la interacción y funcionamiento de los sistemas o componentes que integran la estructura.

Pueden someterse a evaluación desde este momento las alternativas, o bien pasar directamente a la etapa de refinación para darle mayor claridad al diseño a través de un modelo de computadora.

### **CREACIÓN DE LOS MODELOS.**

Para diseñar, visualizar y evaluar las diversas configuraciones se utilizan los modelos creados en sistemas CAD.

Los modelos de computadora se prefieren en la actualidad porque reproducen las propiedades de un prototipo, son fáciles de modificar y construir, a comparación de los modelos a escala que requieren inversión de materiales y trabajo manual.

Un modelo de computadora representa una poderosa herramienta ya que se puede someter a diversos estudios técnicos o de costos y la información obtenida se almacena o transfiere a los diferentes departamentos para su discusión o modificación en su caso.

En el aspecto técnico los modelos de computadora son de gran importancia para realizar análisis de:

- Resistencia mecánica (Análisis por elemento finito FEA).
- Transferencia de calor.
- Propiedades de materiales (peso, densidad, centros de gravedad).
- Vibraciones y flujos.
- Simulación dinámica para determinar colisiones, espacio libre, tolerancias, funcionamiento.

Con referencia al estudio de modelos en el aspecto económico, se pueden realizar análisis de las diversas propuestas tomando en cuenta los costos de:

- Materiales.
- Mano de obra.
- Utilidad.
- Herramental.
- Instalaciones.

Lo cual permite determinar la influencia de cada factor en el costo final del producto y en consecuencia seleccionar las materias primas, el tipo de proceso así como el origen de los componentes (comprados o fabricados) que cumplan las especificaciones, pero que no eleven en demasía los costos del proyecto.

La decisión de cuales paquetes de cómputo emplear para analizar las propuestas depende del proyecto y de los recursos disponibles (sistema CAD), sin embargo su utilidad radica en el hecho de no esperar hasta la etapa de diseño de detalle para averiguar que las soluciones escogidas no eran factibles.

### SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA.

La elegibilidad de una opción para desarrollarla como producto final se fundamentará en la disposición y geometría de los componentes, en la accesibilidad a los materiales y la posibilidad de fabricación, es decir debe contemplar los aspectos técnicos (diseño para ensamble y manufactura, análisis del valor) así como los económicos (mano de obra, herramienta, procesos).

Para esto se analizan las propuestas apoyándose en los modelos generados las cuales proveen la información necesaria del equipo de diseño, que tomará las decisiones de común acuerdo con el grupo de trabajo.

De esta manera se asegura una disminución de modificaciones que repercuten en tiempo y costo de un producto.

## VALIDACIÓN DEL DISEÑO.

Esta actividad se refiere a la verificación de la validez de la configuración escogida.

El grupo de diseño se debe apoyar además de los estudios de factibilidad, en el cumplimiento de normas, estudios de mercado, utilidad etc., para corroborar que se cumplen las restricciones, objetivos y especificaciones que el problema plantea.

El propósito de esta actividad es confirmar que la alternativa seleccionada representa el mejor balance entre propiedades y por ello significa la mejor solución.

El diseño de configuración es una etapa compleja de constante toma de decisiones, análisis de modelos, modificaciones, evaluaciones, identificación de errores; En general es un proceso iterativo en el que se da una solución basándose en los principios de mínimo costo y máxima eficiencia.

Es importante que el personal esté comunicado a través de medios que permitan el flujo eficiente de datos para que puedan darse a conocer los diversos análisis de los diseños propuestos por parte de cada departamento de la empresa, y de esta manera se podrá definir si son factibles de llevar a cabo tomando en cuenta la infraestructura de cada área.

El entorno de trabajo para la etapa de diseño de configuración se muestra en la siguiente figura.

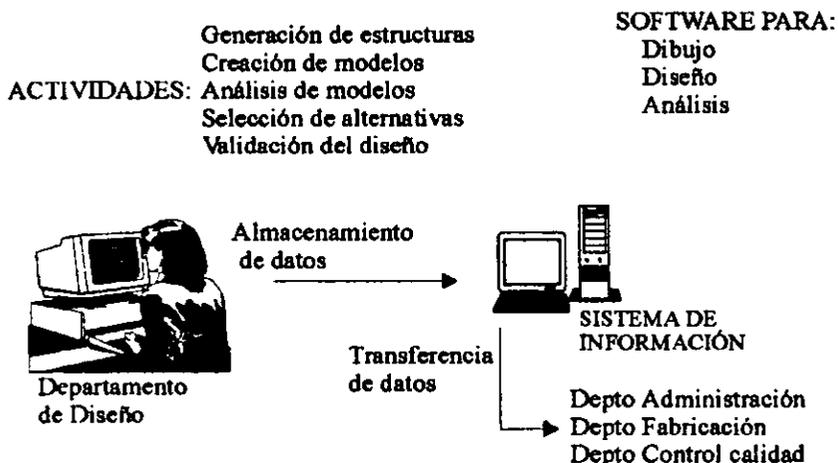


Fig. 5.9 Actividades del Diseño de configuración.

## DISEÑO DE DETALLE.

El diseño de detalle se refiere a la especificación de todas las características físicas, materiales y procesos de cada componente que integrará la estructura seleccionada en la etapa anterior.

Asimismo se define la disposición y procedencia de las piezas de tal forma que mediante la información generada en esta fase se pueda llevar a cabo la fabricación del prototipo.

## DISEÑO DE COMPONENTES Y SISTEMAS.

Una vez que se ha elegido una propuesta en la etapa de diseño de configuración, se procede a desarrollarla mediante la implantación de componentes y equipos comerciales que serán seleccionados de acuerdo a una memoria de cálculo previa para determinar su capacidad, geometría, dimensiones, acabado y materiales.

Es importante tomar en cuenta las técnicas de diseño para manufactura, ensamble, mantenimiento y seguimiento de las normas o estándares para fabricación y operación de maquinaria.

El uso de un sistema CAD permite dar seguimiento a estas técnicas ya que posibilita al diseñador la visualización de una configuración y su funcionamiento por medio de diseños normalizados que se pueden modificar, adaptar o acoplar a estructuras predefinidas.

El diseño asistido por computadora es fundamental en la etapa de diseño de detalle por las siguientes razones:

- Disminuye el tiempo para dibujar y modificar un dispositivo o estructura.
- Se realiza un trabajo con menos errores y más calidad.
- Se pueden reutilizar los diseños (previa adaptación y ajustes).
- Permite al diseñador tener una perspectiva global de la configuración (dibujo 3D).
- Se puede realizar un análisis preciso de tolerancias y dimensiones.
- Flexibiliza el intercambio de información (dibujante-diseñador-armador).

En esta etapa deben especificarse a detalle los equipos y piezas que integran un diseño, desde la forma y capacidad de cada uno hasta las interrelaciones que guardan con otros componentes para formar sistemas.

También se indica la procedencia de los componentes, si son fabricados o comprados, en cuyo caso deben adquirirse las herramientas o equipos para instalarlos y/o armarlos.

Dentro de esta actividad se incluye la elaboración de listas de materiales y equipos que se requieren para cada sistema, para definir la cantidad y tipo de piezas. Por ello es recomendable identificar cada componente con un nombre y número de parte específico para ubicar inmediatamente la secuencia de ensamble.

Toda esta información se concentra y se envía al área de fabricación para su revisión y en su caso realizar las modificaciones necesarias, lo que se puede realizar directamente accediendo al sistema de información.

La manera en la que se lleva a cabo el diseño de detalle se muestra en la figura siguiente

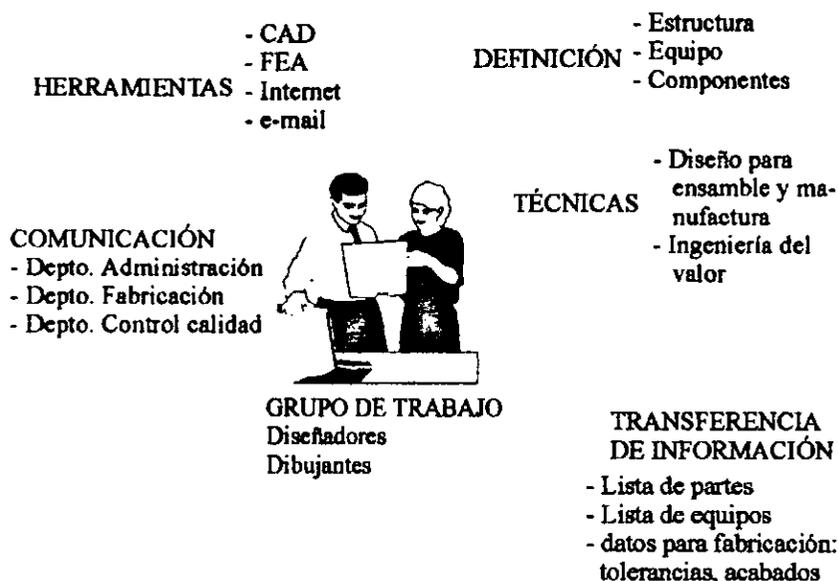


Fig. 5.10 El diseño de detalle.

La información completa para fabricar el producto debe contener los datos siguientes:

- Cálculos efectuados
- Diseños y/o planos almacenados en el sistema CAD
- Criterios de selección y diseño
- Factores de seguridad
- Materiales
- Equipos
- Gráficas

- Procesos de fabricación de piezas
- Listas de partes
- Fabricantes
- Proveedores

A los datos anteriores se anexa la información generada en cada etapa del proyecto, la cual se puede clasificar en dos grupos:

*a). La información que formará parte del archivo de la empresa, que se almacena en el sistema de cómputo o bien en medios impresos según sea la infraestructura de la empresa y que incluye:*

#### EL REPORTE TÉCNICO DEL PROYECTO.

Que consta de la información técnica, administrativa y de Ingeniería como es:

- Antecedentes, definición y contexto del problema
- Objetivos, especificaciones y alcance del proyecto
- Resultados
- Información del proceso de fabricación (rutas de trabajo, ensamble etc.)
- Memoria de cálculo.
- Información técnica del prototipo: tolerancias, dimensiones y acabados la cual se incluye en los planos de fabricación, presentación y ensamble.

#### LISTAS DE FABRICACIÓN.

En las que se encuentra la información sobre el origen y cantidad de componentes del prototipo, las cuales son:

- listas de partes compradas
- listas de partes manufacturadas
- listas de equipo materiales y herramental
- listas de proveedores y fabricantes.

*b). La información que se entregará al usuario que es trascendental para lograr el correcto funcionamiento del prototipo y la vida útil esperada. Dicha información se encuentra contenida en:*

- manual de instalación y puesta en marcha
- manual de operación
- manual de servicio y mantenimiento.

Lo anterior conjunta un paquete de información cuyo objetivo es transformar un concepto que se tiene como solución a un problema en datos concretos que permitirán crear un equipo o máquina que satisfice una necesidad.

## FABRICACIÓN Y ENSAMBLE.

Esta fase del proyecto contempla la fabricación del producto tomando en cuenta la información generada en la etapa de diseño y se inicia cuando ya se tiene la información técnica específica de cada sistema o estructura y consta de las siguientes actividades:

### FABRICACIÓN DE COMPONENTES.

La fabricación de las piezas se lleva a cabo de 2 formas: Con recursos propios mediante los cuales se utiliza la maquinaria y Herramental de que dispone la compañía o recurriendo a empresas especializadas.

En dicha fabricación se considera el uso de máquinas convencionales operadas manualmente, hasta los centros de maquinado y control numérico en donde resalta la importancia de contar con un sistema adecuado para transferencia de archivos entre los departamentos de diseño y manufactura asistida por computadora CAD/CAM.

La información proveniente del sistema CAD es la que indicará el grado de precisión, así como las tolerancias a las que se deben ajustar las piezas fabricadas.

Con ello se busca tener un control de calidad preciso para que los componentes ensamblen justamente como han sido diseñados.

### COMPRA DE EQUIPO.

Esta actividad conlleva un conocimiento previo de las fuentes localizadas para dicho efecto.

La búsqueda de proveedores y fabricantes en los bancos de datos e Internet son una alternativa eficiente que permite establecer mecanismos para adquisición de componentes por la rapidez con la que se puede conocer la calidad y características del equipo que se ajusta a los requerimientos del producto diseñado.

Vuelve a tener suma influencia el trabajo coordinado entre las diversas áreas del proyecto para adquirir los materiales y componentes en el tiempo estimado evitando con ello el paro de maquinaria.

Se sugiere utilizar las técnicas de planeación de requerimiento de materiales (MRP) y entrega justo a tiempo (just in time) para sincronizar con mayor eficiencia la etapa de fabricación y la adquisición de materiales.

### **ENSAMBLE DEL PROTOTIPO.**

Finalmente cuando todos los componentes han sido comprados y fabricados se procede a ensamblar las piezas para formar sistemas que a su vez integrarán en su conjunto el prototipo funcional.

En esta fase se aprecia por primera vez físicamente la solución, la cual está basada en los modelos generados, en la información contenida en los documentos de diseño, en la investigación realizada así como el respaldo del grupo de trabajo (diseñadores, dibujantes, ensambladores).

Es importante tener una comunicación constante con el personal encargado del ensamble con el fin de cotejar que las actividades de fabricación y armado se lleven a cabo conforme a las especificaciones de diseño establecidas: factores de seguridad, calidad, acabados, las cuales se pueden verificar a través de la consulta de los planos de diseño y acceso al sistema de información.

El esquema 5.11 muestra la forma como se lleva a cabo la fabricación y ensamble.

### **PRUEBA DEL PROTOTIPO.**

Una vez que se tiene el prototipo ensamblado, la siguiente actividad es verificar físicamente que realice las funciones para las que ha sido diseñado.

Para ello se efectúan diferentes pruebas con las que se determinará de manera tangible si se cumplen los requerimientos y restricciones del problema.

Esta fase consta de las siguientes actividades:

### **REALIZACIÓN DE PRUEBAS.**

Las pruebas que se realizan al equipo o máquina diseñada son de diversa naturaleza dependiendo del tipo de proyecto, sin embargo el propósito que se persigue es comprobar que se satisfacen las especificaciones y que no se violen las restricciones planteadas por el usuario o cliente.

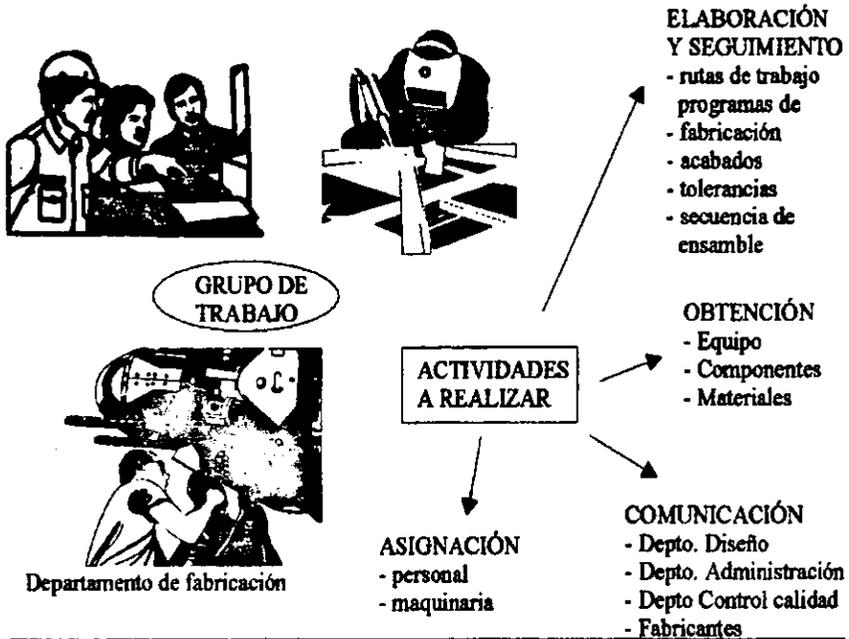


Fig. 5.11 Fabricación y ensamble del prototipo.

Las pruebas se realizan para verificar:

- Confiabilidad
- Seguridad
- Funcionalidad
- Cumplimiento de normas o estándares
- Factores de servicio
- Productividad
- Eficiencia

Si las pruebas satisfacen las expectativas tanto del diseñador como del usuario, se procede a la entrega del prototipo la cual incluye en su caso el empaque y/o almacenamiento del mismo.

En este caso se puede comprobar que el proyecto se ha desarrollado correctamente conforme a los lineamientos que marca la ingeniería concurrente, alcanzándose los objetivos de máxima calidad, así como disminución de costos y tiempo del ciclo de diseño.

## DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE FALLAS.

En ocasiones sucede que a pesar de haber realizado el proyecto del modo más ordenado, es factible encontrar errores en la interpretación ya sea de la idea a la configuración o de la configuración a la manufactura y esto ocurre porque las actividades humanas no están exentas de omisiones o errores de traducción de la información.

Las pruebas realizadas en el punto anterior permiten investigar el origen o causa de las fallas, y una vez conocido el problema se buscan alternativas de solución, se evalúan, selecciona e implanta la que cumple más adecuadamente las especificaciones planteadas, para ello se aplican las técnicas descritas (análisis de falla - efecto, Ingeniería del valor).

Para ello deberá regresar hasta la etapa requerida del proceso de diseño y efectuar las modificaciones correspondientes, realizando al mismo tiempo los cambios en el sistema de información y transfiriendo estos datos a las demás áreas que participan en el proyecto.

La aparición de fallas se evita mediante la evaluación exhaustiva de los modelos y con el diseño basado en Ingeniería concurrente, por lo que esta actividad se reduciría al ajuste y corrección mínima de fallas para concluir el proyecto.

## PRUEBAS FINALES Y ENTREGA DE PROTOTIPO.

Después de haber corregido los inconvenientes que hayan surgido se procede de nueva cuenta a realizar las pruebas finales para demostrar que el producto satisface los requerimientos solicitados.

Posteriormente se verifica que los componentes estén correctamente asegurados para en primer lugar evitar distorsiones y en segundo para que funcionen eficazmente.

Estos detalles finales son de gran importancia para garantizar el éxito del proyecto y en consecuencia cumplir con el ciclo de vida para el que se ha diseñado.

Algunas actividades que se llevan a cabo en este punto son:

- Verificar que los componentes estén sujetos, orientados y posicionados correctamente.
- Comprobar la seguridad de las sujeciones (tornillos, remaches, chavetas, cuñeros)
- Garantizar la inmovilidad de las conexiones (bridas, conectores, cables) para evitar fugas o cortocircuitos.
- Proveer medios de protección a las partes en movimiento (cadenas, bandas, poleas, engranes).

Concluidas estas actividades el prototipo estará listo para ser entregado en los términos especificados al inicio del proyecto.

#### **5.4 LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.**

La transferencia de datos es parte fundamental de la ingeniería concurrente. Los resultados que se obtengan bajo este método de diseño depende en gran medida de la capacidad que tenga el sistema de información para almacenar, procesar y distribuir ésta misma.

La implantación de un sistema de cómputo en la ingeniería de diseño requiere de un profundo análisis a consecuencia de las diversas necesidades de información que tiene cada departamento.

El conocimiento de las necesidades de la organización permitirá determinar las características tecnológicas del sistema, así como las áreas involucradas con la informática como son la electrónica y las telecomunicaciones.

El método de diseño propuesto incluye la utilización de diferentes herramientas de computación para integrar cada una de las actividades del proyecto en el contexto de ingeniería concurrente.

Las ventajas por las que son utilizados con mayor frecuencia los sistemas de cómputo, es porque permiten realizar con mayor eficiencia las siguientes funciones:

- Almacenar información y permitir el acceso al personal autorizado.
- Tener capacidad para realizar actividades de Ingeniería: diseño y análisis (aplicaciones CAD/CAE).
- Ser un medio de comunicación a través del cual se intercambien datos e información entre personas y sistemas de todas las áreas de la organización.
- Ser una herramienta que permita administrar, planear y controlar las actividades de un proyecto por medio de diferentes programas.

Existen diferentes arquitecturas y tipos de sistemas de cómputo. En todo momento se deberá buscar la disminución de la carga de trabajo en la organización, mejorar la productividad y eficiencia lo cual se conseguirá si se garantiza un correcto flujo de la información.

En la fig. 5.12 se muestra un desglose de los elementos que integran un sistema de información computarizado para la Ingeniería de diseño.

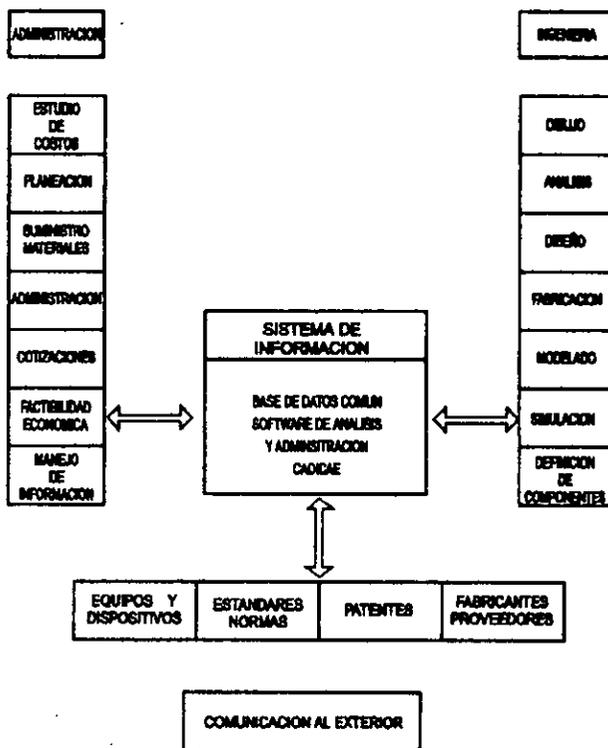


Fig. 5.12 Soporte de un sistema de cómputo al proceso de diseño.

Como se ha mencionado, este sistema consta de diversos programas o software mediante el que se realizan actividades de *ingeniería* como el diseño, análisis, o fabricación entre otros, así como también actividades de *administración* como el análisis de costos, cotizaciones y planeación. De igual forma es el medio que mantiene la comunicación hacia el exterior con proveedores y otras empresas fabricantes.

Este sistema de cómputo tiene un alto porcentaje de influencia en la actividad del diseño, sin embargo la transición hacia esta tecnología no implica únicamente la aplicación de las computadoras en las diferentes etapas del proceso, además es

necesario crear el entorno adecuado en cuanto a organización y administración para asegurar que el sistema brinde el máximo rendimiento y se evite la sub-utilización del equipo.

Por esta razón, la instalación de un sistema en la empresa debe basarse en la evaluación de las diversas arquitecturas tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) **Costo:**  
Del hardware, software, periféricos, estaciones adicionales e infraestructura requerida.
- 2) **Capacidad:**  
De almacenamiento, procesamiento y transferencia de datos.
- 3) **Consideración Estratégica:**  
Para establecer metas, tiempos y objetivos a lograr mediante la instalación del sistema.
- 4) **Operaciones multipropósito:**  
Para atender los usuarios de los diferentes departamentos y realizar tareas simultáneas.
- 5) **Mantenimiento:**  
Del equipo y los paquetes instalados, así como el soporte técnico y la actualización.
- 6) **Modularidad:**  
Para permitir la expansión del sistema y posibilitar la inserción de nuevas aplicaciones.
- 7) **Estandarización:**  
De las interfaces, hardware y programas a fin de tener homogeneidad, compatibilidad y portabilidad de la información.
- 8) **Acceso en línea:**  
Para obtener asistencia sobre el uso del software o datos almacenados en memoria.
- 9) **Comunicación eficiente:**  
Para permitir la interacción y el intercambio de información entre el equipo de diseño.
- 10) **Adaptabilidad:**  
A los requerimientos de los usuarios, haciendo su trabajo más fácil y productivo.
- 11) **Programación:**  
Para acceder, modificar y asignar recursos a las terminales conectadas.
- 12) **Sistema de administración:**  
Para manejar los archivos, paquetes y aplicaciones.

La consideración de cada uno de estos factores es fundamental para integrar adecuadamente esta tecnología al contexto de ingeniería concurrente. Esto permitirá mejorar el ciclo de diseño de un producto agrupando todos los elementos que intervienen en el proyecto: herramientas, personal, procesos y técnicas de las diferentes áreas de la ingeniería.

En la siguiente figura se observa la interacción entre la tecnología, métodos de administración y recursos humanos bajo el concepto de ingeniería simultánea o ingeniería concurrente.

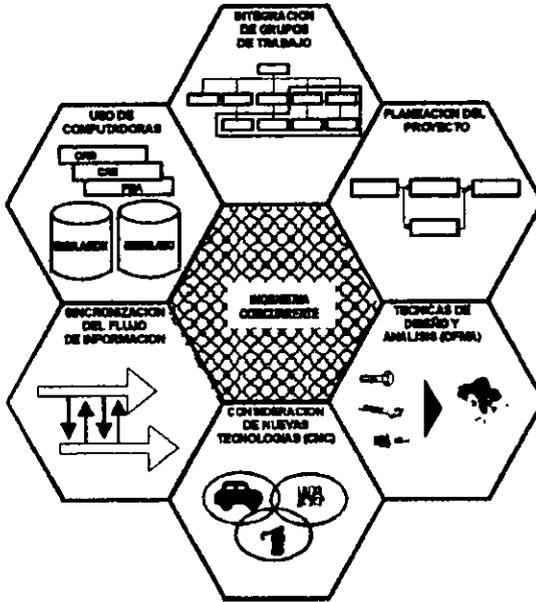


Fig. 5.13 Integración de conceptos en ingeniería concurrente.

## CONCLUSIONES

Por mucho tiempo las compañías han sabido que la productividad depende del funcionamiento de su fuerza de trabajo, por esta razón las actividades de cada organización están influenciadas por la capacidad que tienen para procesar con rapidez y eficiencia sus operaciones.

Hoy en día al encontrarse dichas empresas en un entorno muy competido, ha obligado a éstas a utilizar nuevos métodos en sus estructuras organizacionales para crear productos de alta calidad que sean introducidos al mercado en menos tiempo y a menor costo.

Para alcanzar dichos objetivos se emplean métodos de trabajo en los que están integrados todos los elementos del proceso de diseño, tanto económicos como humanos y tecnológicos.

Es importante lograr una integración eficiente de estos elementos, ya que ello permitirá desarrollar un proyecto en el tiempo y forma planeados.

La ingeniería concurrente es un método que proporciona ventajas muy importantes, sin embargo para su implantación correcta deberá realizarse un estudio y evaluación del entorno de trabajo actual que tenga la organización.

Este análisis el cual abarca infraestructura, recursos humanos, así como los planes de crecimiento de la empresa podrá llevarse a cabo mediante la integración de un grupo de trabajo formado por personal de diversas áreas de la empresa.

En cuanto a la infraestructura, se debe hacer una cuantificación de la maquinaria, instalaciones y equipo.

Aquí se incluye el aspecto relacionado con el equipo de cómputo que se utiliza para procesar la información, el cual tiene una consideración primaria antes, durante y en la ampliación de las operaciones de la empresa ya que por medio de esta tecnología se tiene un mejor desarrollo de las actividades administrativas y de ingeniería.

Deben evaluarse las características de los sistemas de cómputo y los programas como el diseño e ingeniería asistida por computadora CAD/CAE que permiten desarrollar diferentes actividades de un proyecto.

Los recursos humanos es otro de los elementos que tiene una influencia considerable dentro de la ingeniería concurrente.

Para ello se deberán identificar la cantidad y tipo de personal, así como la manera como lleva a cabo su labor. Eso permitirá integrar el personal de las diferentes áreas desde el inicio del proyecto para de ésta manera realizar de forma coordinada las actividades del proyecto.

Este es un punto importante en el que se basa la ingeniería concurrente, ya que la consideración de todas las partes que intervienen en el proceso de diseño disminuirá o en su caso eliminará las modificaciones en etapas posteriores del proyecto lo cual tiene como consecuencia el aumento de los costos.

La ampliación y crecimiento de la empresa se toman en cuenta con el fin de tener una planeación a corto y mediano plazo de las inversiones que se requieren para mejorar el entorno de trabajo, ya que ello involucra adquisición de tecnología, empleo de nuevas técnicas de trabajo, modificación de organigramas y capacitación de personal.

En un balance general sobre lo expuesto en el presente trabajo, se puede decir que el empleo de ingeniería concurrente proporciona beneficios potenciales como los siguientes.

- mayor productividad y eficiencia de las actividades de ingeniería
- reducción de costos y tiempo de desarrollo
- mejoramiento de la exactitud y tolerancias en el diseño
- minimización de errores y modificaciones en el producto final
- optimización de recursos materiales e inventarios
- coordinación de las actividades de diseño con el proceso de fabricación
- administración más efectiva del personal y la maquinaria
- mejor seguimiento e inspección de las actividades del proyecto
- mejor integración entre los departamentos de administración, fabricación y diseño
- dirección de las operaciones de la empresa hacia el mejoramiento constante.

Sin embargo su implantación requiere de un análisis de la relación costo-beneficio para seleccionar los recursos, tecnología, herramientas y técnicas que se pueden utilizar de acuerdo con las características de la organización.

Eso permitirá definir un método de trabajo particular en el que se integren las personas y los sistemas en un entorno que mantenga a la organización en un alto desempeño de calidad y eficiencia.

## BIBLIOGRAFIA

- Amirouche M. Farid, Computer Aided Design and Manufacturing, Prentice Hall, Estados Unidos 1993.
- Arora S. Jasbir, Optimum Design, Mc Graw Hill, Estados Unidos 1939.
- Ayres U. Robert, Computer Integrated Manufacturing, Chapman & Hall, Londres 1991.
- Baumgarther H./Knischewskyk, CIM: Consideraciones básicas, Marcombo De. España 1991
- Baumeister y Marks, Manual del Ingeniero Mecánico, Mc Graw Hill, México 1986.
- Bedworth D. David, Computer Integrated Design and Manufacturing, Mc Graw Hill 1991
- Beitz G. Pahl, Engineering Design, Ken Wallace ed, The Desing Council, Londres 1988.
- Bour Jacobs, Mechatronics Design, Technical University of Denmark, Dinamarca 1989.
- Bour Jacobs, Mechatronics Design in Japan, Technical University of Denmark, Denmark 1990.
- Black Uyless, Redes de Computadoras, Alfa Omega Editores 1997.
- Corbett John, Design for Manufacture, Addison Wesley Publishing Co, 1991.
- Cross Nigel, Engineering Design Methods, John Wiley & Sons, Inglaterra 1991
- Chang Tien-Chien/Wisk A. Richard, Computer Aided Manufacturing, Prentice Hall 1991.
- Chorafas N. Dimitris, Engineering Productivity Trough CAD/CAM, Butterworths de. 1987 Reino Unido.
- Dieter George, Engineering Design, Mc Graw Hill 1983.
- Dimarogonas Andrew, Computer Aided Design And Manufacturing, Prentice Hall 1989.
- Dixon John R. Diseño en Ingeniería, Editorial Limusa 1970.
- Ferreyra Gonzálo, Internet, Alfaomega grupo editores 1996 México.
- Foston L. Arthur, Foundamentals of Computer Integrated Manufacturing, Pretice Hall, Nueva Jersey EUA 1991.
- Grelle G.R: Eric/Stark John, Integrated Manufacturing, Mc. Graw Hill 1988
- Gordon L. Glegg, The Development of Design, Cambridge University Press, 1981.
- Groover P. Mikell, CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing, Prentice Hall, Nueva Jersey 1984.
- Grudnitsky-Burch, Diseño de Sistemas de Información, Megabyte Noriega Editores, 1989.
- Hahn Harley, The Internet, Mc Graw Hill, Estados Unidos 1996.

- Hartley John R, Concurrent Engineering, Productivity Press, Massachusetts 1992.
- Hawkes Barry, CAD/CAM, Editorial Paraninfo, Madrid 1989.
- Hunter A. Thomas, Engineering Design for Safety, Mc Graw Hill 1992.
- IFAO Informationsysteme, CAD training, Lanser Publishers 1990.
- Kehoe P. Brendan, El Arte de Internet, Prentice Hall 1997.
- Kroenke David, Management Information Systems, Mc Graw Hill 1992.
- Krouse K. John, Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing, Marcel Dekker Inc. Nueva York 1982.
- Leech D.J. /Turner B.T., Engineering Design for profit, John Wiley & Sons, Inglaterra 1985.
- Long Larry, Introducción al proceso de la información, Prentice Hall, 1990
- Menon G.H., TQM in new products manufacturing, Mc Graw Hill 1992.
- Michel J. French, Conceptual Design for Engineers, The Design Council, Londres 1985.
- Mompin Poblet Jose, Sistemas CAD/CAM/CAE, Publicaciones Marcombo 1988.
- Nam P. Suh, The principles of design, Oxford University Press 1990.
- Norton L. Robert, Design of Machinery, Mc Graw Hill, 1993.
- Onuwubiko Chinyene, Foundations of Computer Aided Design, west publishing company 1989.
- Ray s Martyn, Elements of Engineering Design, Prentice Hall, Reino Unido 1985.
- Ruskin M. Arnold, Project Management, Marcel Dekker Inc, Nueva York 1982.
- Seering et All, ASME Congress 1989, Design Theory and Metodology, ASME 1989.
- Shigley E. Joseph, Diseño en Ingeniería Mecánica, Mc Graw Hill 1983
- Shigley E. Joseph, Machine Design Fundamentals, Mc Graw Hill 1986.
- Scholz - Reiter, CIM Interfaces, Chapman & Hall ed, Reino Unido 1992.
- Smith J. Richard, Navigating the Internet, Sams Net Publishing, 1995.
- Stoltz Kevin, Todo Acerca de Redes de Computación, Prentice Hall, 1994.
- Stark John, Practical CAD/CAM Applications, Marcel Dekker Inc. Nueva York 1986.
- Sydney F. Love, Planning and Creating Successful Engineering Designs, Advanced Professional Development Inc, Los Angeles Calif., 1980.
- Ullman G. David, The Mechanical Design Process, Mc Graw Hill 1992.
- Wilcox Alan D, Engineering Design Projeit Guidelines, Prentice Hall, 1987.
- Woodson T. Thomas, Introduction to Engineering Design, Mc Graw Hill, 1986.
- Zeid Ibrahim, CAD/CAM theory and Practice, Mc Graw Hill 1991.