



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



FACULTAD DE INFORMÁTICA

*LA INGENIERÍA DE SISTEMAS,
UNA METODOLOGÍA DE VANGUARDIA
PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN LA
CREACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN*

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA
OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INFORMÁTICA

PRESENTAN

GRACIELA HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

ESMERALDA MARTÍNEZ JIMÉNEZ

DIRIGIDA POR EL
L.S.C.A. VICTOR SANTIAGO LÓPEZ CABALLERO
(UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO, *CAMPUS* ESTADO DE MÉXICO)

QUERÉTARO, QRO., DICIEMBRE DE 1998

No Adq. H59490

No. Título _____

Clas. 003

H557i

AGRADECIMIENTOS

ESMERALDA

A Dios:

Gracias por mis Padres, mi hermana, mis amigos, mis profesores y por estar siempre a mi lado.

A mis Padres:

Con todo mi amor, por haberme dado la vida, por su gran cariño, comprensión, entrega incondicional y esfuerzo que realizaron para lograr mi formación profesional.

A mi Hermana:

Por su cariño, apoyo y ejemplo de superación que siempre me motivó a culminar mis estudios profesionales.

A mi abuelito (+):

Por su entusiasmo que tanto me motivó a seguir adelante.

GRACIELA

Doy gracias a Dios:

Por darme la fuerza y fortaleza necesaria para la elaboración de esta tesis.

A mi papá:

Por haber creído en mí, por su paciencia y apoyo incondicional que me brindó en todo momento.

A mi mamá:

Por su amor, consejos, cariño y su valiosa atención.

A mis hermanos :

Reyna, Carlos, Toño y Adán porque siempre estuvieron pendientes de mí con su afecto y cariño.

INDICE

| TEMA | PAG. |
|---|------|
| <i>INTRODUCCIÓN</i> | 1 |
| <i>CAPÍTULO I CREACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN</i> | |
| 1.1 Concepto de Sistemas de Información | 4 |
| 1.1.1 Definición de los Sistemas de Información | 5 |
| 1.1.2 Requerimientos de los Sistemas de Información | 9 |
| 1.1.3 Razones para la creación de los Sistemas de Información | 11 |
| 1.2 Componentes de la eficiencia de los Sistemas de Información | 15 |
| 1.3 Etapas de la Planeación Estratégica de los Sistemas de Información | 16 |
| 1.4 Tipos de los Sistemas de Información | 24 |
| 1.5 Ciclo de vida clásico del desarrollo de los Sistemas de Información | 25 |
| 1.6 Fases de un ciclo de vida de un Sistemas de Información | 28 |
| 1.7 Concepto y función del análisis de los Sistemas de Información. | 29 |
| 1.7.1 Objetivos de las Metodologías para el Análisis y Diseño de Sistemas. | 30 |
| 1.8 Herramientas y técnicas del análisis de Sistemas de Información | 32 |
| 1.9 Metodologías del Desarrollo de Sistemas de Información | 35 |
| 1.9.1 Definición de la metodología del Desarrollo de los Sistemas de Información. | 35 |
| 1.9.2 Fases principales de la Metodología del Desarrollo de Sistemas de Información | 37 |

CAPÍTULO II CALIDAD Y SU ENFOQUE INFORMÁTICO

| | |
|---|----|
| 2.1 Definición de Calidad | 39 |
| 2.2 Administración de Calidad | 42 |
| 2.3 Control Total de la Calidad | 50 |
| 2.4 Desarrollo de una cultura de Calidad | 53 |
| 2.5 Aseguramiento de Calidad a través de la Auditoria | 59 |
| 2.6 Elementos para lograr la calidad | 63 |
| 2.7 Características de Calidad en la creación de Sistemas de Información. | 64 |
| 2.8 Elementos que intervienen en la Calidad y Productividad de los Sistemas de Información. | 66 |
| 2.9 Factores que determinan la Calidad de Sistemas de Información | 70 |
| 2.10 Métricas que determinan la Calidad de Sistemas de Información. | 72 |
| 2.11 Aseguramiento de Calidad en los Sistemas de Información | 76 |
| 2.12 El costo del Aseguramiento de la Calidad. | 77 |

CAPÍTULO III LA INGENIERÍA DE SISTEMAS COMO METODOLOGÍA PARA CREAR SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

| | |
|--|-----|
| 3.1 Técnicas y Metodologías de Diseño de los Sistemas de Información | 79 |
| 3.1.1 Técnicas de diseño de Sistemas de Información | 79 |
| 3.1.2 Metodologías de diseño de Sistemas de Información | 93 |
| 3.2 ¿ La Ingeniería de Sistemas una metodología de vanguardia ? | 108 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.2.1 | Concepto de Ingeniería de Sistemas | 109 |
| 3.2.2 | Definición de Ingeniería de Sistemas. | 109 |
| 3.2.3 | Características importantes de la Ingeniería de Sistemas. | 110 |
| | a) La tendencia a cuantificar. | |
| | b) La tendencia a resolver problema de gran escala. | |
| 3.2.4 | Evolución de la Ingeniería de Sistemas. | 115 |
| 3.2.4.1 | La necesidad de la evolución. | 118 |
| 3.2.5 | Objetivos de la Ingeniería de Sistemas. | 119 |
| 3.3 | Metodología de la Ingeniería de Sistemas. | 120 |
| 3.3.1 | Etapa de Planeación y Desarrollo | 125 |
| 3.3.2 | Etapa de Acción. | 143 |
| 3.4 | Oposición a la Ingeniería de Sistemas | 151 |

***CAPÍTULO IV APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS
PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN LA CREACIÓN
DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN.***

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.1 | ¿Cómo asegurar la calidad en la creación de un Sistema de Información a través de la utilización de la Ingeniería de Sistemas como metodología? | 153 |
| 4.2 | Garantía de Calidad en los Sistemas de Información. | 164 |
| 4.2.1 | Definición de la Garantía de Calidad | 164 |
| 4.2.2 | Evolución de la Garantía de la Calidad | 164 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.3 Actividades de la Garantía de Calidad | 165 |
| 4.3 Revisiones de los Sistemas de Información | 167 |
| 4.3.1 Definición de Revisión de los Sistemas de Información. | 167 |
| 4.3.2 Impacto de los defectos de los Sistemas de Información sobre el costo. | 168 |
| 4.3.3 Revisiones Técnicas Formales | 168 |
| 4.3.3.1 Definición | 168 |
| 4.3.3.2 La reunión de revisión | 169 |
| 4.3.3.3 Registro e informe de la revisión | 170 |
| 4.3.3.4 Directrices para la revisión | 173 |
| 4.3.3.5 Lista de comprobaciones para la revisión. | 173 |
| 4.4 Índices de calidad de los Sistemas de Información | 178 |
| 4.5 Aseguramiento del Mejoramiento continuo de la Calidad del Sistema de Información. | 181 |
| CONCLUSIONES | 183 |
| GLOSARIO DE CONCEPTOS | 186 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS | 188 |
| BIBLIOGRAFÍA | 189 |

INTRODUCCIÓN

Durante la última década debido a la competencia que existe y al gran esfuerzo de las empresas por brindar servicios de excelencia se ha introducido la tecnología computarizada, la cual ha transformado el mundo con rapidez y de manera irreversible. En donde la suficiencia y la oportunidad de la información dada por el SOFTWARE marca la diferencia de una compañía con sus competidoras.

En años anteriores, el principal desafío era el desarrollo del hardware de las computadoras, de manera que redujera el costo de procesamiento de datos, gracias a los avances de la microelectrónica el principal desafío es mejorar la CALIDAD de las soluciones basadas en computadoras, soluciones que se implementan con Software, a través de métodos, herramientas y procedimientos, para la creación de verdaderos SISTEMAS DE INFORMACIÓN CON CALIDAD.

En nuestros días la creación de estos SISTEMAS DE INFORMACIÓN CON CALIDAD es una tarea difícil, pero no imposible. Gracias a la INGENIERÍA DE SISTEMAS podemos facilitar dicha tarea, ya que esta disciplina nace como consecuencia de la necesidad de planificar, operar y diseñar sistemas que solucionen problemas cada día más complejos.

Para que esto suceda es indispensable atacar los problemas que han dado origen a un lento cambio evolutivo de los SISTEMAS, pero este mal que ha infectado dicho desarrollo no va a desaparecer de la noche a la mañana; para ello se requiere que el usuario identifique los requisitos de entrada, proceso y salida del sistema para realizar la construcción de prototipos del mismo, asegurando a sí mismo la CALIDAD TOTAL DE LOS SISTEMAS.

Por lo anterior, cada vez es más indispensable contar con **SISTEMAS DE INFORMACIÓN** de gran calidad, que permitan a las empresas seguir siendo líderes. Por ello, es necesario consolidar y reforzar las bases de la calidad total buscando la mejora continua.

La presente investigación surge como consecuencia de la necesidad de encontrar el grado de importancia y la influencia de la **INGENIERÍA DE SISTEMAS** a través de su metodología para la creación de nuevos Sistemas de Información con Calidad en organizaciones: gubernamentales, educativas, industriales, económicas y militares. Ya que es importante que tomemos como punto de partida que el éxito de toda organización depende de la suficiencia y disponibilidad de la información que se maneja dentro de ella, para la solución de problemas cada día más complejos.

Hoy en día uno de los principales objetivos de los creadores de los Sistemas de Información es mejorar la Calidad en la Creación de los Nuevos Sistemas de Información, por ello, el contenido de esta tesis presenta un enfoque real sobre la necesidad de planificar, operar y diseñar sistemas complejos que satisfagan las necesidades de cualquier usuario, en donde se tenga una planeación original del sistema con la suficiente flexibilidad para permitir su máximo utilización.

Esta investigación va dirigida a toda la Comunidad Informática, pero principalmente a los Gerentes de cualquier Organización, a los Analistas, Diseñadores, Programadores y Usuarios de los sistemas, con el fin de que conozcan y aprendan la Ingeniería de Sistemas como metodología para desarrollar Sistemas de Información con Calidad.

Es muy importante destacar que la Ingeniería de Sistemas no ha sido diseñada para reemplazar las filosofías y técnicas utilizadas por un ejecutivo que ha tomado decisiones durante años anteriores, sino que viene a estructurar una serie de técnicas y herramientas clásicas, con el propósito de ayudar a la toma las decisiones y así poder satisfacer la necesidad de calidad competitiva en el desarrollo de Sistemas de Información.

El **OBJETIVO GENERAL** de este trabajo de investigación es “*Dar a conocer y proponer a la Ingeniería de Sistemas como metodología para asegurar la construcción de Sistemas de Información con calidad que permitan explotar al máximo el potencial de los recursos de una organización*”. Para tal efecto nos hemos basados en los siguientes **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**:

- a) *Proporcionar un panorama general del proceso de desarrollo de los Sistemas de Información.*
- b) *Destacar la importancia de la calidad en la creación de Sistemas de Información.*
- c) *Dar a conocer la Ingeniería de Sistemas como metodología para la construcción de Sistemas de Información con calidad.*
- d) *Proponer los lineamientos que aseguren la calidad en la creación de los Sistemas de Información.*

Con la finalidad de lograr los objetivos anteriores se llevo a cabo una investigación documental, éste trabajo está formado por 4 capítulos. El *Capítulo 1* y *Capítulo 2* describen los Sistemas de Información y la calidad. En el *Capítulo 3* presentamos la metodología de la Ingeniería de Sistemas para la creación de Sistemas de Información, la cual contiene información requerida para realizar el análisis, diseño e implementación de los Sistemas de Información de manera que cumplan con las necesidades del cliente. En el último, *Capítulo 4* se muestran los lineamientos que se deben seguir en cada una de las fases de la metodología de la *Ingeniería de Sistemas* para el asegurar en la calidad en la creación de Sistemas de Información.

CAPÍTULO I

CREACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

1.1 Concepto de Sistema de Información

El concepto "sistema" está definido como "un conjunto de componentes que interactúan para alcanzar algún objetivo" ²⁴

La palabra "información" formalmente la componen símbolos que contienen un significado para quien toma las decisiones. La información implica la comunicación y recepción de conocimiento. Es también el ingrediente clave que le permite a una organización lograr y mantener un estado de unidad y armonía. ²⁹

Antes de continuar, creemos necesario destacar la diferencia entre información y datos, ya que muchas personas las toman como sinónimos; pero desde el punto de vista informático existe un significado para cada una de ellas.

La diferencia básica entre datos e información consiste en que los datos no son útiles o significativos como tales, sino hasta que son procesados y convertidos en información.

Sistema de Información basado en una computadora se define como una colección de los siguientes componentes:

- Hardware
- Software
- Programas de aplicación
- Datos
- Procedimientos
- Especialistas y usuarios

Éstos se relacionan entre sí con la finalidad de dar soporte a las operaciones y a la toma de decisiones dentro de una organización. El hardware y el software son elementos que se agrupan dentro de la Ingeniería de Sistemas, la cual es utilizada para desarrollar Sistemas de Información basados en computadoras.²¹

1.1.1 Definición de los Sistemas de Información

Un Sistema de Información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio. Los elementos que normalmente incluye un Sistema de Información son los siguientes:

- ❑ El *equipo computacional*, es decir el hardware necesario para que el Sistema de Información pueda operar.
- ❑ Los *recursos humanos* que interactúan con el Sistema de Información, el cual está formado por las personas que utilizan el sistema, introduciendo datos o utilizando los datos que genere.
- ❑ Los *datos o información fuente*, las entradas que necesita el Sistema de Información para generar como resultado la información que se desea.
- ❑ Los *programas* son aquellos que procesan y producen diferentes tipos de resultados, y harán que los datos de entrada introducidos sean procesados correctamente y se generen los resultados esperados.

Los Sistemas de Información son aquellos que se desarrollan para procesar, explotar y almacenar datos, pueden ser administrativos (nómina, control de inventarios, etc.), científicos (procesos electrónicos, mecánicos), etc. Estos deben brindar un apoyo para la toma de decisiones a través de la emisión de información.³

Un Sistema de Información realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información. El Sistema de Información capta los datos necesarios de la organización y los procesa con la finalidad de convertirlos en información, la cuál puede ser suministrada a otros miembros de la organización.

Una organización puede conceptualizarse como un sistema compuesto por dos grandes subsistemas: un sistema de operación y un sistema directivo. El sistema de operación realiza las actividades necesarias para lograr los objetivos de la organización mientras que el sistema directivo planea, coordina y regula al sistema en operación.

La Tabla 1.1 ejemplifica un sistema integral de información que controla las operaciones de una empresa a través de subsistemas integrados. Este sistema integral está compuesto por cuatro subsistemas (Personal, Finanzas, Mercados y Producción); si tomáramos al subsistema Finanzas como un Universo, éste estaría integrado por 4 subsistemas que son Cuentas por Cobrar, Cuentas por Pagar, Estudios de Costos y Facturación.

TABLA 1.1

| SISTEMA DE INFORMACIÓN INTEGRAL | | | |
|--|--------------------|---------------------|------------------------|
| PERSONAL | FINANZAS | MERCADOS | PRODUCCIÓN |
| Contrataciones | Cuentas por Cobrar | Compras | Control de Mat. Prima |
| Prestaciones | Cuentas por Pagar | Estudio de Mercados | Mov. de Almacenes |
| Caja de ahorros | Estudios de Costos | Ventas | Control de Inventarios |
| Nómina | Facturación | Pedidos de Clientes | Control de Calidad |
| REPORTES | | | |
| Quincenal de nómina | Pólizas | Análisis de Compras | Demanda |
| Retención ISPT | Diario | Análisis de Ventas | Producción |
| Prestaciones | Balanzas | Pronósticos | Inventarios Físicos |
| Costos por depto. | | | Costo del Inventario |

Los Sistemas de Información deben operar a tres niveles: el asociado a las actividades operativas, el que está ligado a los aspectos técnicos y el de apoyo a las funciones estratégicas.

Para el primer nivel, se requiere información detallada y actualizada sobre el estado de los recursos, proporcionando así un panorama de la organización; por ejemplo, listados de nómina, reportes de inventarios, de compras, etc.

En el segundo nivel, nos referimos a aquéllos sistemas que nos permiten analizar la información almacenada en ellos, con el fin de detectar logros o posibles desviaciones, tal es el caso de la información referente a las ventas, estados financieros, costos de operación, etc.

Por último hacemos referencia al nivel de apoyo a las funciones estratégicas, en el cual la información es requerida para realizar presupuestos, pronósticos y previsiones.

Dentro de este nivel se requiere que la información sea precisa y concisa, ya que indicará el camino a seguir de la organización.

Por medio de los Sistemas de Información, los datos pasan de una persona o departamento a otro y puede generarse desde comunicaciones entre las oficinas hasta un sistema de computadora que genere informes periódicos para diferentes usuarios. Los Sistemas de Información, de hecho, sirven a todas las entidades de una organización.

La tarea de los Sistemas de Información consiste en procesar las entradas, mantener los archivos de datos relacionados con la empresa y producir información por medio de los reportes y otras salidas.

Dado que los Sistemas de Información dan apoyo a otros sistemas de la empresa, es necesario analizar primero el sistema de la compañía de que se trate como un todo y después los detalles de los Sistemas de Información que la integran.

Todos los Sistemas de Información están formados por seis componentes estructurales: entrada, modelos, salida, tecnología, base de datos y controles. La manera en que se forman y se entrelazan estos componentes estructurales y la sustancia que contienen estará influenciada, en gran medida, por diez fuerzas de diseño: integración, interfaz usuario/sistema, fuerzas competitivas, calidad y utilidad de la información, requerimientos de sistemas, requerimientos de procesamiento de datos, factores organizacionales, requerimientos de costo-eficacia, factores humanos y requerimientos de factibilidad.

Los Sistemas de Información deben cumplir con tres objetivos básicos dentro de las organizaciones:

1. Automatización de procesos operativos
2. Proporcionar información que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones.
3. Lograr ventajas competitivas a través de su implantación y uso.

Existen diversos tipos y usos de Sistemas de Información, por ejemplo, los Sistemas de Información que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización, son conocidos con el nombre de Sistemas Transaccionales, ya que su función primordial consiste en procesar transacciones tales como pagos, cobros, pólizas entradas, salidas, etc. Por otra parte, Los Sistemas de Información que apoyan el proceso de toma de decisiones son los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones (DDS), Sistemas para la Toma de Decisiones de Grupo (GDSS), Sistemas Expertos de Soporte a la Toma de Decisiones (EDSS) y Sistemas de Información para Ejecutivos (EIS). El tercer tipo de sistemas, de acuerdo con su uso u objetivos que cumplen, es el de Sistemas Estratégicos, los cuales logran ventajas competitivas, a través del uso de la tecnología de información.

A continuación se mencionan las principales características de los tipos de Sistemas mencionados anteriormente

Sistemas Transaccionales

- A través de éstos se automatizan tareas operativas, siguiendo con los mandos intermedios y posteriormente con la alta administración conforme evolucionan.
- Estos sistemas requieren del manejo de grandes volúmenes de datos para realizar sus operaciones y por consiguiente generan un volumen elevado de información.
- A través de estos Sistemas de Información se cargan grandes bases de datos para su explotación posterior.
- Son fáciles de justificar ante la dirección general, ya que sus beneficios son visibles y palpables.
- Se adaptan con facilidad a paquetes de aplicación que se encuentran en el mercado, ya que automatizan los procesos básicos que por lo general son similares o iguales en otras organizaciones.

Ejemplos de este tipo de sistemas son la facturación, nómina, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, contabilidad general, conciliaciones bancarias, inventarios, etc.

Sistemas de Apoyo a las Decisiones

- La información que generan sirve de apoyo a los mandos intermedios y a la alta administración en el proceso de la toma de decisiones.
- Suelen ser intensivos en cálculos y escasos en entradas y salidas de información.
- Son Sistemas de Información interactivos y amigables, con altos estándares de diseño gráfico y visual, ya que están dirigidos al usuario final.
- Apoyan la toma de decisiones que, por su misma naturaleza son repetitivas y de decisiones no estructuradas que no suelen repetirse.

- ❑ Estos sistemas pueden ser desarrollados directamente por el usuario final sin la participación operativa de los analistas y programadores del área de Informática

Este tipo de sistemas puede incluir la programación de la producción, compra de materiales, flujo de fondos, proyecciones financieras, modelos de simulación de negocios, modelos de inventarios, etc.

Sistemas Estratégicos

- ❑ Su función primordial no es apoyar la automatización de procesos operativos ni proporcionar información para apoyar la toma de decisiones. Sin embargo, este tipo de sistemas puede llevar a cabo dichas funciones
- ❑ Suelen desarrollarse dentro de la organización. Por lo tanto, no pueden adaptarse fácilmente a paquetes disponibles en el mercado.
- ❑ Típicamente su forma de desarrollo es a base de incrementos y a través de su evolución dentro de la organización. Se inicia con un proceso o función en particular y a partir de ahí se van agregando nuevas funciones o procesos.
- ❑ Apoyan al proceso de innovación de productos y procesos dentro de la empresa.

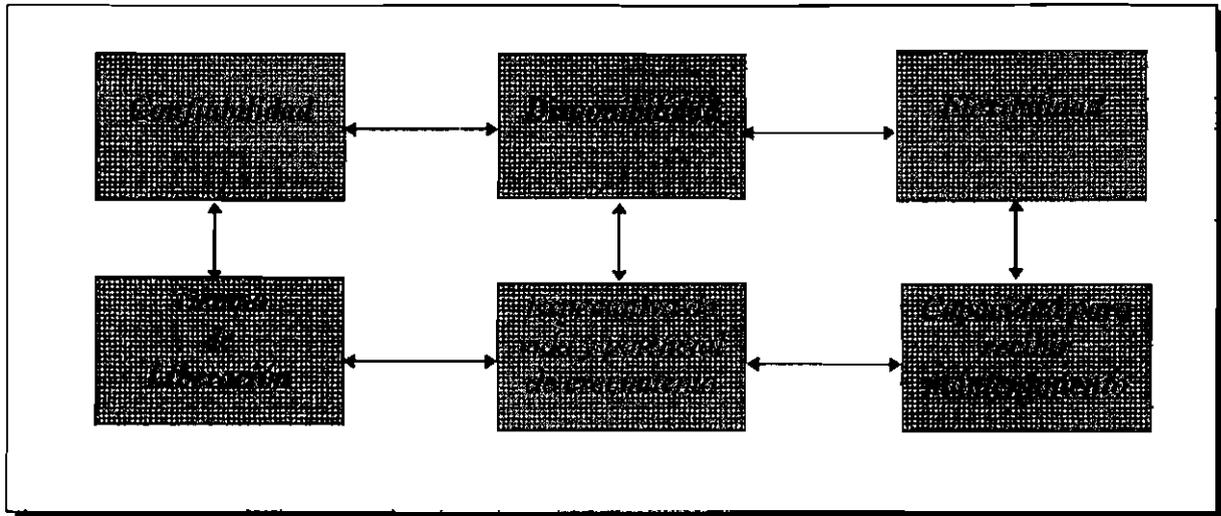
Un ejemplo de este tipo de Sistemas de Información dentro de la empresa es el sistema MRP (Manufacturing Resource Planning) enfocado a reducir sustancialmente el desperdicio en el proceso productivo, o bien, un Centro de Información que proporcione todo tipo de información; como situación de créditos, embarques, tiempos de entrega, etc. Los ejemplos anteriores constituyen un Sistema de Información si, y solo si, apoyan o dan forma a la estructura competitiva de la empresa.⁷

1.1.2 Requerimientos de los Sistemas de Información

Todo Sistema de Información, requiere para su correcto funcionamiento cumplir con ciertos aspectos que aseguran la satisfacción del usuario mientras el sistema esté en operación.

La Figura 1.1 contiene cada uno de los aspectos requeridos por los Sistemas de Información, cabe mencionar que ninguno es más importante que otro, si no por el contrario el tomarlos a todos en conjunto, hará que el sistema logre su funcionalidad.

FIGURA 1.1



CONFIABILIDAD

La confiabilidad es una garantía para el usuario de que la información procesada por el sistema cumple con los procesos y requerimientos especificados, siendo que éstos producirán información confiable.

DISPONIBILIDAD

Se debe contar con los recursos informáticos necesarios para la ejecución del sistema. Por ejemplo, si se desarrolla un sistema el cuál debería ser operado en un ambiente de red, debemos prestar especial atención a que el ambiente bajo el cuál trabajaría (hardware, sistemas operativos, sistema relacionados, impresoras, etc.) proporcione los medios necesarios para su ejecución, entre estos encontramos: soporte técnico, que exista una excelente comunicación entre el servidor y las terminales, etc.

FLEXIBILIDAD

Es necesario tener una visión a futuro de los sistemas, con lo que se garantice que el sistema cumplirá con los cambios en los procesos internos de la empresa, o que permitan el ajuste de los Sistemas de Información en base a las expectativas cambiantes del negocio. En síntesis, la flexibilidad se refiere a la habilidad del sistema para adaptarse a las necesidades cambiantes de los usuarios.

TIEMPO DE LIBERACIÓN

Ésta se refiere al tiempo desde que la organización reconoce una necesidad hasta el momento en que se implanta la solución. Éste es un punto vital para el usuario, ya que en ocasiones el tiempo de respuesta por parte del analista depende de la complejidad del sistema, originando que el usuario comience a adoptar una actitud pesimista respecto a los sistemas de información.

EXPECTATIVA DE VIDA Y POTENCIAL DE CRECIMIENTO

Los Sistemas de Información deben contar con un tiempo de vida efectivo razonable, esto es, que no se vuelvan obsoletos a corto plazo y que a su vez permitan un crecimiento para satisfacer las necesidades futuras del cliente.

CAPACIDAD PARA RECIBIR MANTENIMIENTO

Una vez que el sistema se implanta, éste deberá tener la facilidad para ser modificado por posibles fallas, o bien por mejoras generales, teniendo siempre en cuenta que los mantenimientos no deberán ser muy costosos y obviamente sean analizados previamente por personal especializado.

1.1.3 Razones para la creación de los Sistemas de Información

Los Sistemas de Información se originan virtualmente en todas las áreas de las empresas y están relacionados con todos los problemas de la organización.

Las solicitudes de Sistemas de Información pueden ser originados por uno de los siguientes tres objetivos:

**** Resolver un problema***

Actividades, procesos o funciones que en la actualidad, o quizá en el futuro, no tengan un buen desempeño, por lo que es necesario emprender una acción que resuelva las dificultades.

**** Aprovechar una oportunidad***

Un cambio para ampliar o mejorar el rendimiento económico de la empresa y su competitividad.

**** Dar respuesta a los directivos***

Proporcionar información en respuesta a órdenes, solicitudes o mandatos originados por una autoridad legislativa o administrativa.

Para alcanzar estos objetivos, las empresas emprenden proyectos por una o más de las siguientes cinco razones: capacidad, control, comunicación, costos y ventaja competitiva, mostradas en la Tabla 1.2 en donde se proporciona una breve explicación de las mismas.

TABLA 1.2

| RAZONES | EXPLICACIÓN |
|---|--|
| Capacidad | |
| Mayor velocidad de Procesamiento | Uso de la capacidad inherente de la computadora para efectuar cálculos ordenar, recuperar datos e información y efectuar repetidamente la misma tarea con mayor velocidad que los seres humanos. |
| Incremento en el volumen | Proporcionar la capacidad para procesar una cantidad mayor de actividades, tal vez para aprovechar nuevas oportunidades de tipo comercial. |
| Recuperación más rápida de la información | Localización y recuperación de información del sitio donde se encuentra almacenada la información. Llevar a cabo búsquedas complejas. |
| Control | |
| Mayor exactitud y mejora en la consistencia | Llevar a cabo los pasos de cómputo de manera correcta. |
| Comunicación | |
| Mejoras en la comunicación | Acelerar el flujo de información y mensajes entre localidades remotas así como dentro de oficinas. |
| Integración de áreas de la empresa | Coordinar las actividades de la empresa que se llevan a cabo en diferentes áreas de la organización a través de la captura y distribución de la información. |
| Costos | |
| Monitoreo de costos | Seguimientos de los costos de mano de obra, bienes e instalaciones para determinar su evolución en relación con lo esperado. |
| Reducción de costos | Uso de la capacidad de cómputo para procesar datos con un costo menor del que es posible con otros métodos al mismo tiempo que se mantienen la exactitud y los niveles de desempeño. |
| Ventaja competitiva | |
| Atraer clientes | Modificar los servicios proporcionados y la relación con los clientes de forma tal que ellos no opten por cambiar de proveedor. |
| Mejores acuerdos con los proveedores - | Cambios en precios, servicios, condiciones de entrega o relaciones entre proveedores y la organización para beneficio de ésta. |
| Desarrollo de nuevos productos | Introducción de nuevos productos con características que utilizan o son influenciadas por la tecnología de la información. |

Una de las aplicaciones de la Tecnología de Información en un sistema es lo que se conoce como Código de Barras del Producto, a través de estas técnicas, los artículos pasan sobre un lector barras, la computadora inmediatamente registra y despliega el monto de la venta, el cliente recibe la lista de productos con sus precios y toda la información del inventario es almacenada en el Sistema de Información.

Los Sistemas de Información se solicitan por diversas razones. A veces para solucionar un problema, otras para mejorar la eficiencia del trabajo realizado en los departamentos. A continuación se describen brevemente las razones para iniciar un proyecto de Sistemas de Información.

a) Mayor velocidad en el proceso

Dado que las computadoras procesan datos muy rápidamente, su velocidad es una razón por la que la gente busca el desarrollo de proyectos de sistemas. Los Sistemas de Información basados en computadoras pueden ayudar a liberar al personal de varios cálculos tediosos.

b) Mayor exactitud y mejor consistencia

En ocasiones se solicitan los proyectos de Sistemas de Información para mejorar la exactitud de los datos procesados o para asegurar que siempre se siga un procesamiento que prescribe cómo realizar una tarea específica.

c) Consulta más rápida de la información

Debido a que las empresas almacenan grandes cantidades de datos sobre sus operaciones, empleados, clientes, proveedores y finanzas, es necesario tener un almacenamiento de datos que sea fácil de consultar cuando se necesite.

d) Integración de las áreas de la organización

Los Sistemas de Información se utilizan para integrar las actividades desarrolladas en diversas áreas de la empresa. En las organizaciones, el trabajo hecho en determinada área es coordinado con el que se lleva a cabo en otra.

e) Reducción de costos

Los Sistemas de Información minimizan la cantidad de trabajo y reducen los costos; ya que si se automatizan las actividades manuales se tendrá mayor rapidez y una reducción del tiempo.

Los procedimientos automatizados del negocio pueden cambiar la naturaleza del trabajo (es decir, menos cantidad de trabajo atractivo puede turnarse a los sistemas basados en computadoras) pero la necesidad de personal normalmente decrece. Es posible que al personal su trabajo se le haga más interesante si las tareas tediosas se automatizan.

f) Mayor seguridad

A veces, el hecho de que los datos puedan almacenarse, provee una seguridad que sería difícil de alcanzar en un ambiente no computarizado.²³

1.2 Componentes de la eficiencia de los Sistemas de Información

Consideramos a la eficiencia como: la virtud para producir el efecto deseado; y a la eficacia como: poder, facultad o aptitud especial para lograr un efecto determinado maximizando los recursos. Esta última también es definida como la relación existente entre el trabajo desarrollado, el tiempo invertido, la inversión realizada en hacer algo y el resultado logrado, productividad. Por ejemplo un Sistema de reconocimiento Óptico de caracteres es eficaz y eficiente porque se obtiene mayor rapidez en el proceso de compra de mercancías y se proporciona un mejor servicio a los clientes debido a la reducción de tiempo de espera en las cajas.

A través del empleo de los siguiente componentes, lograremos la creación e implantación de un Sistema de Información eficiente y eficaz.

COMPONENTE DE FILTRACIÓN

Los Sistemas de Información eficientes deberán proporcionar a los usuarios más información y menos datos; estos es, reducir o filtrar la cantidad de datos del detalle que se proporcionan a cada uno de los niveles de toma de decisiones. Por ejemplo, la toma de decisiones estratégica (directivos) requiere menos detalle que el que se requiere en la toma de decisiones técnica, por el contrario ésta última requerirá más detalle para lograr su objetivo.

COMPONENTE DE MONITOREO

Este reduce en gran porcentaje la monotonía de trabajo diario, ya que su finalidad es buscar entre enormes cantidades de datos, descubrir variables significativas, comparar continuamente eventos reales contra eventos esperados, tomar decisiones de bajo nivel y llevar un seguimiento de instrucciones.

Dicho de otra forma, los Sistemas de Información monitorean el flujo de datos y cuando una actividad refleja una condición dentro del rango de toma de decisiones programada, el sistema automáticamente genera información en base a condiciones predeterminadas y a reglas de decisión.

COMPONENTE DE INTERACCIÓN

En este punto se debe tomar en cuenta la interacción que tendrá el usuario con el sistema, ya sea a través del acceso a un menú, la selección de una determinada opción dentro del mismo, o la elección de la pantalla de captura de datos mediante la cuál se procesarán éstos para convertirlos en información con el fin de ofrecerle un Sistema de Información amigable al usuario.

COMPONENTE DE EXTENSIÓN

La implantación de un componente de extensión se refiere a la posibilidad que deben tener los Sistemas Informáticos para comunicarse con otros sistemas del exterior, éste componente se puede considerar como un valor agregado con que cuenta el Sistema de Información.⁵

1.3 Etapas de la Planeación Estratégica de los Sistemas de Información

Se requieren tres pasos para desarrollar un plan de sistemas: (1) establecer las metas de los Sistemas de Información, (2) determinar y asignar prioridades a las solicitudes de proyectos de Sistemas de Información, y (3) evaluar los recursos y la capacidad de los Sistemas de Información.

PASO 1: *Establecer las metas de los Sistemas de Información*

Este paso implica la revisión del alcance de las operaciones de la organización, las políticas de sistemas y el plan de la empresa. El objetivo es definir las metas de la organización y relacionarlas con los Sistemas de Información. A partir de este proceso, empiezan a surgir ideas de proyectos en sistemas para el soporte de estas metas. El equipo SISP recopila información de entrada de cada miembro del equipo. Asimismo, se incluyen a otras personas que puedan contribuir al proceso de planeación como consultores y auditores internos.

La revisión de la documentación adicional también puede ser útil en este paso. Esta clase de documentación incluye planes previos de sistemas, revisiones posteriores a la implementación y reportes periódicos de evaluación de los sistemas, directrices y memos importantes, organigramas y descripciones de puestos, reportes de auditorías internas y externas, documentación de sistemas y manuales de procedimientos.

A partir de este proceso de investigación se formulan metas generales de los Sistemas de Información. Estas metas pueden plantearse como (1) diseñar e implementar proyectos de sistemas que den apoyo a las metas organizacionales, (2) explotar las oportunidades de las organizaciones proporcionadas por las nuevas tecnologías informáticas, y (3) seguir una metodología de desarrollo de sistemas que interactúe con los usuarios y proporcione el estado y el progreso de todos los nuevos proyectos de sistemas.

PASO2: *Determinar y asignar prioridades a las solicitudes de proyectos de Sistemas de Información*

En el paso anterior se produce una gran interacción entre las personas que van a usar el sistema y el personal que integra el área de sistemas. Algunas de las ideas de los proyectos provienen de los primeros y otras del personal de sistemas. En cualquiera de los dos casos, se producen solicitudes de proyectos de sistemas y se dan en un intercambio libre de ideas.

Sin embargo, ninguna compañía tiene los suficientes recursos para satisfacer todas las solicitudes de proyectos de sistemas, ni todas las solicitudes son necesariamente buenas. En consecuencia, debe aplicarse un método para asignar prioridades de las solicitudes de proyectos de sistemas, con base en factores estratégicos y de factibilidad. Este método implica el llenado de una forma de solicitud de proyectos de sistemas, que se ilustra en la Figura 1.2; la preparación de una hoja de trabajo de prioridades de las solicitudes de proyectos de sistemas, que se muestra en la Figura 1.3; y la elaboración de una rejilla de prioridades de las solicitudes de los proyectos de sistemas, que se ilustra en la Figura 1.4.

FIGURA 1.2

SOLICITUD PARA UN TRABAJO DE SISTEMAS

PARTE 1 (para ser llenada por el solicitante)

FECHA DE SOLICITUD: MM/DD/AA SOLICITUD DE: Modificación del sistema
 Rediseño del sistema
 Nuevo sistema

PRESENTADA POR: _____
(Nombre) (Departamento)

NATURALEZA DE LA SOCITUD: _____

RAZONES DE LA SOLICITUD: _____

ANEXO DE DOCUMENTOS DE APOYO: _____

PARTE 2 (para ser llenada por el CIO o un analista de sistemas)

LAS MODIFICACIONES PARECEN SER: MENORES MAYORES EXTENSAS

LA IMPLEMENTACIÓN PUEDE REQUERIR CANTIDAD ADICIONAL DE :
 SOFTWARE HARDWARE PERSONAL

LOS RECURSOS REQUERIDOS SERIAN:
 MENORES MAYORES EXTENSOS

CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE FACTIBILIDAD: _E_L_O_S_ CAL. _____

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR DESARROLLADA POR: _____
(Nombre)

ID DEL PROYECTO: _____ MM/DD/AA
(Fecha)

PARTE 3 (para ser llenada por el comité de planeación de sistemas)

CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES ESTRATEGICOS: P _D_ M _ CAL. _____

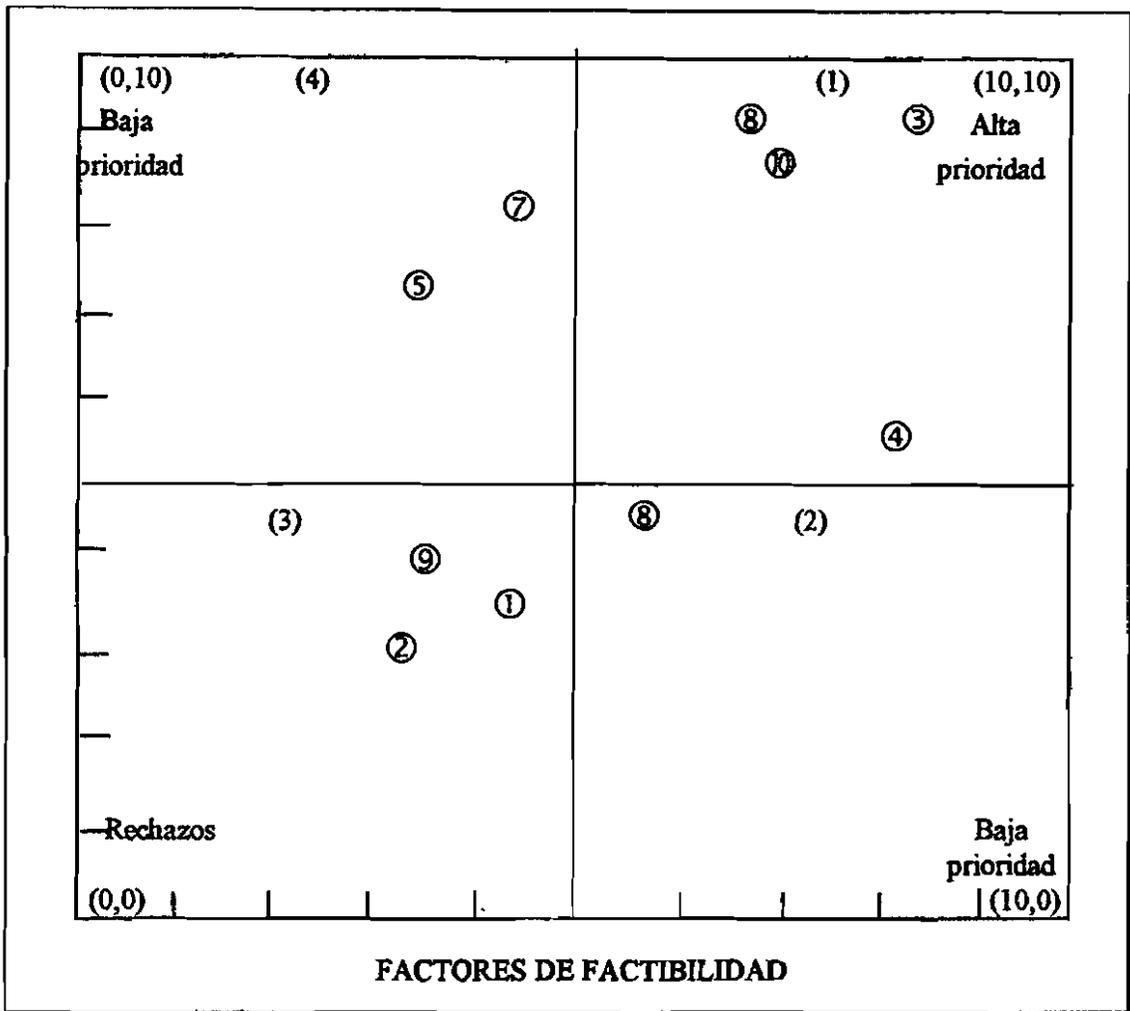
PRIORIDAD ASIGNADA _____

APROBACIÓN DE INICIO DEL TRABAJO DE SISTEMAS FECHA DE INICIO MM/DD/AA
 APROBACIÓN TENTATIVA DEPENDIENTE DE ANÁLISIS POSTERIORES
 RECHAZADA

FIGURA 1.4

| Nombre del proyecto | Productividad | Hoja de trabajo de la prioridad de la solicitud del proyecto | | | Calificación de los factores estratégicos | Técnicos | Factores de factibilidad | | | | | Calif. de los factores de factibilidad |
|---|---------------|--|----------------|----------------|---|----------|--------------------------|---------|---------------|----------|--|--|
| | | Factores Estratégicos | Administración | Diferenciación | | | Económicos | Legales | Operacionales | Programa | | |
| ① Programación de la producción por computadora | 9 | 1 | 2 | 4.0 | 5 | 2 | 9 | 4 | 1 | 4.2 | | |
| ② Teleconferencias | 4 | 1 | 3 | 2.7 | 3 | 1 | 6 | 3 | 2 | 3.0 | | |
| ③ Captura de pedidos en línea | 9 | 9 | 6 | 8.0 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 8.4 | | |
| ④ Administración de efectivo | 4 | 4 | 8 | 5.3 | 8 | 7 | 9 | 8 | 8 | 8.0 | | |
| ⑤ Pedidos de computadora e-computadora | 8 | 8 | 5 | 7.0 | 4 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3.2 | | |
| ⑥ Control de Inventarios | 8 | 9 | 9 | 8.7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 7.4 | | |
| ⑦ Modelos de pronósticos y mercados | 5 | 9 | 9 | 7.7 | 5 | 6 | 7 | 3 | 3 | 4.8 | | |
| ⑧ Aplicación de PERT | 3 | 3 | 8 | 4.7 | 6 | 5 | 8 | 6 | 5 | 6.0 | | |
| ⑨ Aplicación de Sistemas Expertos | 2 | 2 | 8 | 4.0 | 4 | 4 | 7 | 2 | 2 | 3.8 | | |
| ⑩ Sistemas de Costos estándar | 9 | 8 | 8 | 8.3 | 7 | 8 | 7 | 9 | 8 | 7.8 | | |

FIGURA 1.4



Red de prioridades en las solicitudes de proyectos de sistemas

Los pesos van desde 0 hasta 10, tanto para los factores estratégicos como para los de factibilidad. Todos los miembros del equipo de planeación proporcionan pesos acerca de qué tan bien las solicitudes de proyectos en particular se enlaza con las metas estratégicas de la compañía debe incrementar la productividad, mejorar la diferenciación de productos y servicios y así como la toma de decisiones gerencial. Lo mismo se hace para los factores de factibilidad: técnicos, económicos, legales, operacionales y de calendario. Típicamente, uno de los analistas de sistemas con experiencia, trabajando conjuntamente con el CIO, proporcionará estos pesos.

Ambos conjuntos de pesos se suman y se promedian simplemente para dar una calificación tanto a los factores estratégicos como a los factores de factibilidad. Estas calificaciones se grafican después en la rejilla de prioridades de solicitudes de proyectos. El punto en la rejilla indica el nivel de prioridad de cada solicitud de proyectos.

Un proyecto con una calificación de 10 es el mejor proyecto a emprender. Por otra parte, un proyecto con una calificación menor a 5 indica que es un proyecto extremadamente pobre para emprenderlo debido a que no es congruente con las metas estratégicas de la compañía y será difícil de diseñar e implementar debido a factores débiles de factibilidad.

En la hoja de trabajo las prioridades de solicitudes de proyectos de sistemas, se dan puntos a 10 proyectos con base en qué tan bien contribuyen con los factores estratégicos y con la factibilidad de su implementación dentro de un tiempo económicamente razonable de poder hacerlos operacionales. Estos datos se toman de las formas de solicitudes de proyectos de sistemas. Las calificaciones de cada proyecto se grafican en la rejilla de prioridades de solicitudes de proyectos de sistemas, que se dividen en cuatro cuadrantes.

Los proyectos 3, 4, 6 y 10 están en el cuadrante 1, lo cual significa que están fuertemente enlazados con los factores estratégicos del plan de la compañía y en consecuencia darán apoyo a las metas comerciales de la compañía. Por lo tanto son proyectos que tienen una alta prioridad.

El proyecto 8 es moderadamente fuerte en los factores de factibilidad, pero no en los factores estratégicos. Los proyectos 1, 2 y 9 se rechazan completamente debido a sus bajas calificaciones tanto en los factores de factibilidad como en los factores estratégicos. Los proyectos 5 y 7 caen en el cuadrante 4, lo cual indica que satisfacen las metas estratégicas.

La rejilla de prioridades de las solicitudes de proyectos proporcionan una base lógica de donde la alta gerencia puede seleccionar proyectos. Aquellas que se encuentran en el área de alta prioridad son elecciones claras. Los casos que están en los límites y que se acercan al cuadrante 1 se aprueban tentativamente condicionados a que una nueva evidencia puede incrementar (o disminuir) sus calificaciones o también por un aumento substancial en los recursos para los Sistemas de Información.

Este procedimiento ayuda a establecer un presupuesto para Sistemas de Información y establecer una agenda de proyectos a desarrollar sobre un horizonte de planeación particular, en vez de emprender proyectos en sistemas indiscriminadamente.

La única desventaja de este procedimiento sería el desarrollo de proyectos forzosos requeridos para cumplir con las obligaciones legales o contractuales. Los recursos de Sistemas de Información para nuevos desarrollos asignarán primero a todos los proyectos forzosos y luego a los proyectos con mayor prioridad.

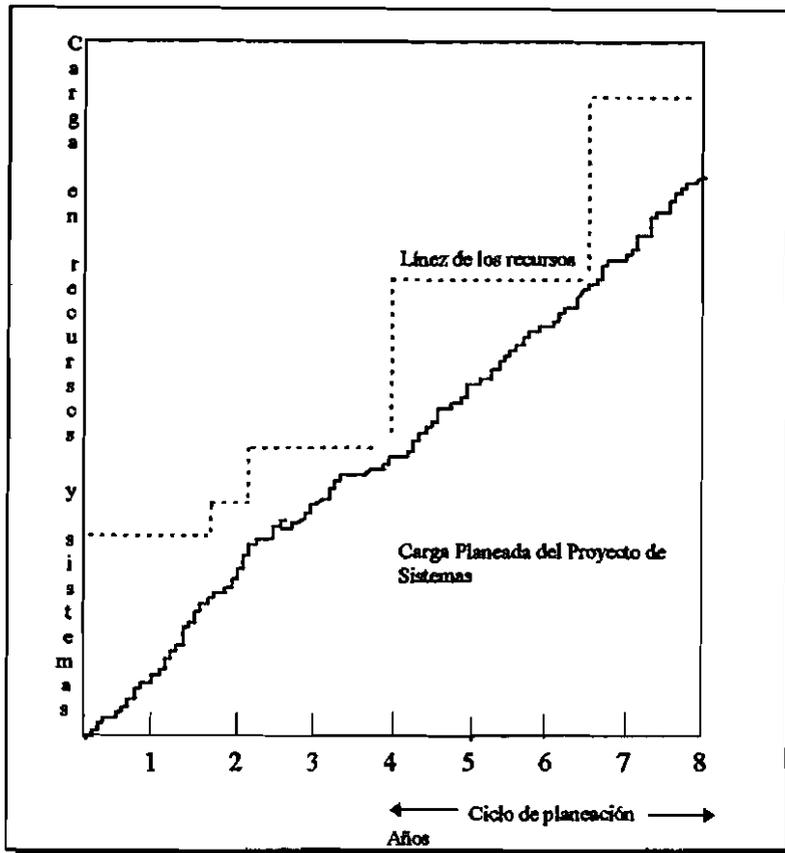
Como se mencionó anteriormente, en este punto la dirección está tratando de establecer metas generales, para el Sistema de Información y un punto de inicio lógico para que los analistas de sistemas realicen su trabajo.

PASO 3: Determinación de los recursos y la capacitación de los Sistemas de Información

Los recursos clave del Sistema de Información y su capacidad de operación están representados por su personal y su tecnología. El propósito de este paso es determinar qué impacto tendrán los proyectos planeados de sistemas sobre estos recursos y asegurarse de que se cuenta con capacidad suficiente durante el ciclo de planeación, no sólo para apoyar las necesidades de operación sino para acomodar nuevos proyectos.

Los cambios en la capacidad del Sistema de Información normalmente siguen una función escalonada, en tanto que el crecimiento en las necesidades de capacidad es en cierta forma uniforme y continuo. Esta relación se ilustra en la Figura 1.5. Esta gráfica muestra la forma en que las mejoras tecnológicas, incluyendo el software, los mainframes, el almacenamiento auxiliar, los canales, los periféricos, las redes de telecomunicaciones y el personal de sistemas, deberán adaptarse para manejar el crecimiento y satisfacer los requerimientos de capacidad con el paso del tiempo. La capacidad máxima se alcanza en el punto en donde la línea punteada está a punto de intersectar la línea de carga. Las mejoras son necesarias antes de este punto para evitar la degradación del servicio a los usuarios.

FIGURA 1.6



Gráfica de Cargas y Mejota en recursos

La alta gerencia empieza a asignar fondos adicionales considerables al presupuesto de Sistemas de Información cuando la gráfica empieza a advertir la presencia de una sobrecarga inminente. En el ejemplo que se presenta en la gráfica, se requieren fondos adicionales en el año 1 y en el año 3 del ciclo de planeación.

En esta etapa de la planeación de sistemas no se cuenta con suficiente información para tomar decisiones concretas sobre el personal y la tecnología. Sólo se dan estimaciones generales. Los datos específicos y los detalles provienen de la aplicación de la SDM.

1.4 Tipos de los Sistemas de Información

Los Sistemas de Información se desarrollan con diferentes propósitos, según las necesidades del cliente, entre las cuáles citamos las siguientes:

Sistemas de Procesamiento de Datos: Son aquéllos que procesan y almacenan grandes volúmenes de información de las funciones administrativas de rutina, tales como Producción, Nómina, Inventarios, etc. La principal función de estos es ayudar al usuario a ordenar su información y tenerla disponible en cualquier momento.

Sistemas Informáticos para la Administración: Estos no sustituyen al anterior, más bien toman en cuenta la información procesada por él. Se sustentan en la relación que surge entre las personas y las computadoras. Los usuarios de estos tipos de sistemas, utilizan información de manera compartida; estos es, cierta área o persona introduce información al sistema, otros consultan esta información, agregan y/o actualizan la misma con el fin de ser transmitida a otra área, la cuál la analizará y probablemente la utilice como apoyo a la toma de decisiones. En síntesis, el Sistema de Información para la administración proporciona informes periódicos para la planeación, el control y la toma de decisiones.

Sistemas de Apoyo para la Toma de Decisiones: Son Sistemas de Información cuya salida está hecha a medida de sus usuarios y proporcionan información de apoyo al proceso de toma de decisiones.

Este tipo de sistemas se orientan a funciones directivas de las organizaciones, en donde se presentan principalmente decisiones no-programables y de carácter estratégico; estos es, los sistemas de apoyo para la toma de decisiones, proporcionan la información que se solicita; por lo tanto mediante la información presentada ayudan al tomador de decisiones, a elegir una buena alternativa.

En conclusión, estos sistemas no sólo automatizan las transformaciones de los datos y proporcionan una salida en forma de reporte; sino que también apoyan al proceso de toma de decisiones.

Sistemas de proceso de transacciones: Son sistemas que dan soporte a las transacciones rutinarias y que manejan grandes cantidades de datos tales como la nómina y el inventario.

Sistemas de automatización de oficina: Proporcionan soporte a los que trabajan con datos y que usan procesadores de palabras, hojas de cálculo, etc., para analizar, transformar o manejar datos.

Sistemas de apoyo a los ejecutivos: Ayudan a que los ejecutivos organicen su interacción con el ambiente externo proporcionando gráficos y soporte de comunicaciones.

Sistemas de trabajo de conocimiento: Dan soporte a los profesionales tales como científicos e ingenieros.

1.5 Ciclo de vida clásico del desarrollo de los Sistemas de Información.

El ciclo de vida del desarrollo de sistemas es un enfoque por fases del análisis y diseño que sostiene que los sistemas son desarrollados de mejor manera mediante el uso de un ciclo específico de actividades del analista y el usuario.

1. Identificación de problemas, oportunidades y objetivos

En la primera fase del ciclo de vida del desarrollo de sistemas se identifican los problemas, oportunidades y objetivos.

Las personas involucradas en ésta fase son los usuarios, analistas y administradores de sistemas que coordinan el proyecto. Las actividades que se llevan a cabo son las siguientes: entrevistas a los administradores, sumarización del conocimiento obtenido, estimación del alcance del proyecto y documentación de los resultados. La salida es un estudio de factibilidad que contiene una definición del problema y sumarización de los objetivos. Por otro lado los administradores deben tomar una decisión para ver si se continúa con el proyecto propuesto. Si el grupo de usuarios no tiene los suficientes fondos en su presupuesto y desea atacar problemas que no están relacionados, o los sistemas no requieren un sistema de cómputo, puede ser recomendada una solución manual y el proyecto de sistemas ya no continúa.

2. Determinación de los requerimientos de información

La siguiente fase es la determinación de los requerimientos de información para los usuarios particulares involucrados. Entre las herramientas utilizadas para definir los requerimientos de información en la organización se encuentran: muestreo e investigación de los datos relevantes, entrevistas, cuestionarios, el comportamiento de los tomadores de decisiones, el ambiente de oficina y hasta la elaboración de prototipos.

3. Análisis de las necesidades del sistema

Esta fase realiza un análisis de las necesidades del sistema. Mediante el uso de herramientas para modelar la entrada, proceso y salida de las funciones de la organización.

Durante esta fase el analista de sistemas también analiza las decisiones estructuradas que se hacen. Existen tres métodos principales para el análisis estructural: lenguaje estructurado, tablas y árboles de decisión.

4. Diseño del sistema

En esta fase se hace uso de la información recolectada y se diseña procedimientos para la captura de datos y se utilizan técnicas que permitan un buen diseño de formas y pantallas.

La fase de diseño también incluye el diseño de archivos o bases de datos que guardarán la mayor parte de los datos necesarios para los tomadores de decisiones de la organización. Una base de datos bien organizada es esencial para todos los Sistemas de Información. En esta fase, se trabaja con los usuarios para diseñar la salida (ya sea en pantalla o impresa) que satisfaga sus necesidades de información.

Por último, se deben diseñar procedimientos de control y respaldo para proteger al sistema y los datos. Cada sistema de información debe contener diseños de entrada y salida, especificaciones de archivos y detalles de procesamiento, y también puede incluir árboles o tablas de decisión, diagramas de flujo de datos, diagramas de flujo del sistema y los nombres y funciones de cualesquiera de las rutinas de código que hayan sido escritas.

5. Desarrollo y documentación del software

En esta fase, los programadores desarrollan software original que se necesite. Algunas de las técnicas estructuradas para el diseño y documentación del software incluyen diagramas estructurados, el método HIPO, diagramas de flujo, diagramas NASSI-SCHNEIDERMAN y WARNIER-ORR y el pseudocódigo (éstas técnicas son explicadas en el capítulo).

Durante esta fase también se trabaja conjuntamente con los usuarios para desarrollar una documentación efectiva del software, incluyendo manuales del usuario. Tal documentación explicará detalladamente al usuario la manera de usar el Sistema de Información y también qué hacer si suceden problemas con el Sistema de Información.

Si el programa va a ser ejecutado en un ambiente de macrocomputadora, se debe crear el lenguaje de control de trabajos.

6. Pruebas e importancia del mantenimiento

Antes de que pueda ser usado el Sistema de Información debe ser probado. Representa un menor costo si los problemas son detectados antes de que el sistema sea entregado a los usuarios.

El mantenimiento del sistema y de su documentación comienza en esta fase y es efectuado rutinariamente a lo largo de la vida del Sistema de Información.

7. Implementación y evaluación del sistema

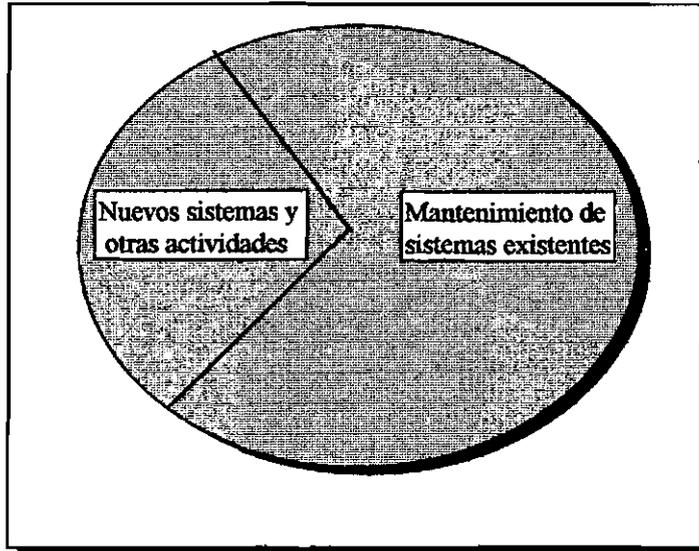
En esta fase se implementa el Sistema de Información. Esta incluye la capacitación de los usuarios. A veces el entrenamiento suele ser impartido por los proveedores pero la supervisión es responsabilidad del analista de sistemas. Adicionalmente el analista necesita un plan para una conversión del sistema antiguo al nuevo. Este proceso incluye el cambio de archivos de formatos antiguos a nuevos o la construcción de una base de datos, la instalación de equipo y la puesta del nuevo sistema en producción. De hecho la evaluación se realiza durante cada fase.

8. Importancia del mantenimiento

Después de que el sistema está instalado se le debe dar mantenimiento, esto significa que los programas de computadora deben ser modificados y mantenidos actualizados.

La Figura 1.5 muestra la cantidad promedio del tiempo empleada en el mantenimiento del sistema y que puede ser hasta de 60 % del tiempo total empleado en los proyectos de sistemas, lo cual nos indica que queda muy poco tiempo para nuevo desarrollo de sistemas. Conforme aumenta la cantidad de programas escritos, también aumenta la cantidad de mantenimiento que requieren.

FIGURA 1.5



Cantidad promedio del tiempo empleada en el mantenimiento del sistema.

El mantenimiento se realiza por dos razones. La primera es para corregir errores de software. Sin importar que tan completamente se pruebe el sistema, se deslizan errores en los programas de computadora. Los errores del software comercial para microcomputadoras son a veces documentados como "anomalías conocidas" y son corregidos cuando son lanzadas nuevas versiones del software o versiones intermedias. En el software personalizado los errores deben ser corregidos conforme son detectados.

1.6 Fases de un ciclo de vida de un sistema de información

El ciclo de vida de un sistema abarca cinco fases. Estas son las fases de estudio: fase de estudio preliminar, fase de análisis de sistemas, fase de diseño de sistemas y fase de implantación, la cual incluye una actividad separada llamada "auditoría posterior".

El concepto de ciclo de vida está relacionado con un concepto importante, el de grupos profesionales de desarrollo de Sistemas de Información. Las organizaciones grandes y medianas por lo general tienen especialistas de investigación de sistemas de tiempo completo, incluyendo programadores y analistas. Los equipos de proyectos son dinámicos: se forman y reforman de continuo para participar en diferentes aspectos de la investigación de sistemas o en otras investigaciones de sistemas. Existe un reciclamiento continuo del personal profesional de sistema a través de una serie de investigaciones de sistemas.

A continuación se describen cada una de las fases de la investigación de sistemas:

1. **Fase de estudio preliminar:** Durante esta fase, se descubre un problema o una oportunidad de desarrollar útilmente un sistema, y se lleva a cabo una cantidad limitada de investigación preliminar para ver si un proyecto de sistemas está garantizado.
2. **Fase de análisis de sistemas:** Durante la fase de análisis, se identifica un problema u oportunidad asociada con el sistema, se examinan los puntos débiles y fuertes del sistema antiguo, y se determina para qué serviría un nuevo sistema.
3. **Fase de diseño de sistemas:** Durante esta fase se diseña un nuevo sistema o una aplicación computarizada para satisfacer las necesidades que se han determinado durante la fase de análisis. Así mismo se complementan tanto los estudios de hardware, como el diseño del software.
4. **Fase de implantación:** Esta fase involucra la programación, instalación de equipo, y otras actividades relacionadas con la implantación de un sistema diseñado.
5. **Fase de madurez y mantenimiento de sistemas:** Esta fase incluye operación continua del sistema después de su instalación. Por lo general, el sistema alcanza su más alto desempeño, y después la efectividad de su costo declina gradualmente al cambiar su ambiente, sus costos de operación, o al gastarse o convertirse en obsoleto su equipo. Cerca del final de esta fase, se reconoce que el sistema no está funcionando satisfactoriamente y se reemplaza.

1.7 Concepto y función del análisis de los Sistemas de Información.

El análisis y diseño de los Sistemas de Información, pretende estudiar sistemáticamente la operación de ingresos de datos, el flujo de los mismos y la salida de información; todo ello dentro del contexto de una empresa en particular. Se conforma por una serie de procesos, que al ejecutarse sistemáticamente permiten analizar, diseñar y formentar mejoras en la operación de la empresa.

El análisis de los Sistemas de Información incluye lo siguiente:

- a) Captación y registro de información acerca de un sistemas de procesos existentes, o propuestos.
- b) Evaluación de datos, procesos y demás procedimientos necesarios para la creación de los Sistema de Información.

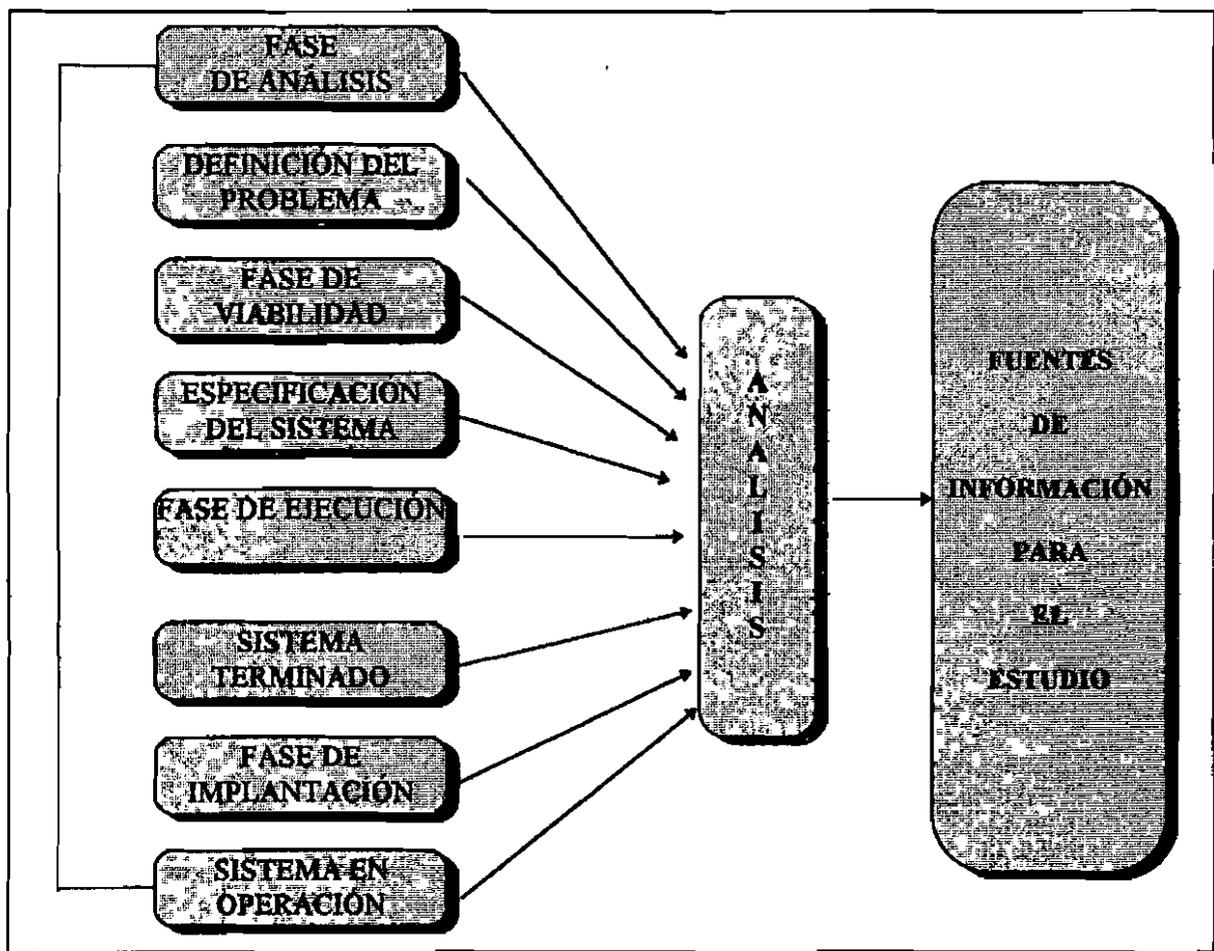
El diseño de los Sistemas de Información puede combinar técnicas y procesos definidos, de forma tal que nos lleven al desarrollo de un Sistema de Información que incluya elementos como estética, interfaces, estructura, modularidad, etc; con lo cuál se logrará un beneficio en la implantación del nuevo sistema.

1.7.1 Objetivos de las metodologías para el análisis y diseño de sistemas.

Para analizar, desarrollar y poner en práctica un sistema, es necesario seguir una secuencia de procedimientos que nos permita elaborar un Sistema de Información acorde a los requerimientos del usuario y a la vez logre los objetivos de la organización.

Las metodologías son tomadas como herramientas fundamentales para los analistas de sistemas ya que proporcionan una guía exacta de los pasos a seguir para la implementación de un Sistema de Información. Se recomienda que las metodologías incluyan dentro de sus fases, puntos donde se dé a conocer a los usuarios el avance del análisis y desarrollo de su sistema; a su vez, puede servir como un parámetro para el seguimiento del proyecto. La Figura 1.9 representa el esquema metodológico para el desarrollo de un sistema.

FIGURA 1.9



El análisis constituye el aspecto deductivo, mientras que los ocho puntos a la izquierda representan el aspecto inductivo. Las fuentes de información para el estudio aportan elementos informativos que a su vez analizados, permiten generar el nuevo sistema a través de las fases indicadas.

La flecha que marca el regreso a la fase de análisis representa la retroalimentación permanente del propio Sistema de Información y significa que todo sistema debe mantenerse en observación para diagnosticar su funcionamiento.

Al final de cada fase obtenemos un resultado y cuando se finaliza el análisis se tiene la "*definición del problema*"; la precisión de éste dependerá del detalle y calidad del estudio realizado. La viabilidad del sistema nos brinda al final una "especificación del sistema" requerido, indicando la alternativa de solución más factible. La etapa de ejecución, a su salida, hace disponible un "sistema terminado" en cuanto a diseño y desarrollo, pero aún inoperante. La etapa de implantación finaliza con el "sistema de operación".

Existen diferentes metodologías para el análisis y diseño, pero de una u otra forma todas se basan en las fases presentadas en la figura anterior; por tanto daremos una breve explicación de cada una de ellas.

FASE DE ANALISIS

Dentro de ésta fase se analizarán los requerimientos del cliente y de la organización, lo cual nos llevará a detectar si lo que se necesita hacer es una modificación a un sistema existente, corregir una deficiencia o se requiere el desarrollo completo de un nuevo sistema.

FASE DE VIABILIDAD

En el desarrollo de ésta fase, se especificará de forma clara y concreta los requerimientos del usuario desde el punto de vista Sistemas de Información; es, decir, definir las entradas, procesos y salidas del sistema con sus formatos y características particulares, así como el alcance del sistema. La participación total del usuario en ésta fase es indispensable, ya que con su experiencia logrará que la implantación del sistema sea un éxito. Normalmente se presenta un informe con dos o tres alternativas para la solución del problema en estudio, incluyendo propuestas de equipo necesario para cada alternativa; un estudio económico en el cual se analice el tiempo en el que se recuperará la inversión para cada una de las alternativas. Los análisis de viabilidad técnica y operativa también son desarrollados dentro de éste punto.⁵

FASE DE EJECUCIÓN

Esta fase implica el diseño y la programación del sistema requerido, así como el desarrollo de las pruebas pertinentes al mismo. Cabe mencionar que el Sistema de Información debe construirse con ciertos estándares de programación, tales como lenguaje, diseño de archivos, homogeneidad de nomenclatura, etc.

FASE DE IMPLANTACIÓN

Una vez programado el sistema, éste debe ser puesto en operación, para lo cuál se requiere la creación de manuales, capacitar al usuario, transferir información del sistema anterior (si es que existía), especificación del plan de contingencia y definir los procedimientos necesarios para su operación.

1.8 Herramientas y técnicas del análisis de Sistemas de Información

A continuación se presenta una breve explicación de las herramientas y técnicas usadas para el estudio preliminar y análisis de los Sistemas de Información.

ENTREVISTAS

Una de las técnicas más importante utilizada en el análisis de los Sistemas de Información es la entrevista. A través de las entrevistas los analistas descubren y verifican hechos sobre el sistema antiguo y sus problemas, y de igual manera definen los requerimientos de entrada de datos y de informes del nuevo sistema.

Durante las entrevistas, el personal contribuye con sus ideas para mejorarlo en caso de contar con un Sistema de Información y expone su forma de pensar acerca de las necesidades de información adicional que el sistema podría satisfacer.

Por otro lado los auditores externos e internos, y los analistas se apoyan fuertemente en las entrevistas con la finalidad de obtener información acerca de los Sistemas de Información.

La información que es probable se llegue a reunir durante las entrevistas se muestra en la Figura 1.10; esta información ayuda a definir la naturaleza de la investigación de sistemas requerida. Debe finalizarse las notas sobre la entrevista poco después de finalizada ésta, y, para asegurar que existe mutuo acuerdo acerca de lo sucedido durante la entrevista, la persona entrevistada debe aprobar una copia de las notas.

FIGURA 1.10

INFORMACIÓN REUNIDA EN GENERAL DURANTE LAS ENTREVISTAS

Cómo funciona realmente el sistema, incluyendo el manejo de artículos pocos usuales
Qué decisiones ayuda a tomar la información del Sistema de Información
Naturaleza de los problemas de Sistemas de Información
Localización de documentos que describen el sistema
Estadísticas acerca del sistema, como el número de transacciones procesadas de cada tipo, índices de errores, tiempo de no funcionamiento y porcentaje de informes atrasados
Qué controles deben incluirse en el sistema
Cómo se usa la información no computarizado con la información del sistema.

DIAGRAMAS DE FLUJO

Existen dos tipos generales de diagramas de flujo: los de sistemas, los cuales muestran el flujo general de las transacciones a través del sistema, y los diagramas de flujo general de los programas, los cuales muestran todos los detalles de la lógica del sistema. Un diagrama de flujo de sistemas puede proporcionar suficiente detalle acerca del sistema antiguo para las fases de estudio preliminar y análisis de sistemas. Los diagramas de flujo también pueden usarse en forma extensa en la fase de diseño de sistemas para mostrar la lógica usada en nuevos sistemas (Éstos diagramas son descritos ampliamente en el capítulo No.3)..

TABLAS DE ORGANIZACIÓN

Las tablas de organización generalmente muestran las relaciones entre los informes e indican los flujos de información y jerárquicos generales. Por estas razones, examinar las tablas de organización con frecuencia es una excelente manera de comenzar la verificación del Sistema de Información actual.

MANUALES DE OPERACIÓN

Son manuales que describen cómo opera un Sistema de Información y los procedimientos de operación.

DESCRIPCIONES DE PUESTOS

Estas descripciones detallan las actividades de los empleados y las decisiones que deben tomar. Sin embargo, las descripciones de puestos deben considerarse como indicación en vez de definitivas.

CUESTIONARIOS

Los cuestionarios son de dos tipos generales. Unos son formulados con la finalidad de obtener detalles específicos acerca de un Sistema de Información o acerca de las necesidades de información. Este tipo de cuestionarios se usa con frecuencia y cuando son muchos empleados o cuando la información recibida debe proporcionarse en forma anónima. Las desventajas de estos tipos de cuestionarios es que son impersonales, difícil de diseñar, y pueden dar ideas equivocadas porque aun las preguntas preparadas por un experto en diseño de cuestionarios pueden malinterpretarse o las respuestas proporcionadas pueden ser insuficientes o inadecuadas en otras formas.

REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN Y FORMAS DEL SISTEMA

Una técnica del análisis de los Sistemas de Información es la de revisión de la documentación del sistema actual. Esta documentación puede incluir diagramas de flujo del sistema y de los programas, descripciones narradas de los informes proporcionados por el sistema, copias de los informes y tomas de entrada, además de otro tipo de documentación que describan la operación del sistema existente .

REVISIÓN PASO A PASO DE LOS DOCUMENTOS

Esta técnica consiste en seguir (o realizar) un documento de transacción a través del sistema para observar su procesamiento en cada estación de trabajo. Las revisiones paso a paso de los documentos pueden verificar información de las entrevistas y diagramas de flujo y son especialmente útiles para aclarar las variaciones causadas por desviaciones de los procedimientos estándar no aprobados o por tipos de transacciones poco usuales.

OBSERVACIÓN DIRECTA

Se puede obtener información por medio de la observación de la operación del sistema. Puede realizarse mayor observación formal por un periodo o bien realizarse varias muestras. La observación directa indica si en realidad el sistema funciona como se supone debe hacerlo.

MEDICIÓN DE TRABAJO

Es necesario medir la cantidad del trabajo que se termina en un periodo dado y medir la eficiencia con la cual el empleado procesa las transacciones.

1.9 Metodología del Desarrollo de Sistemas de Información

1.9.1 Definición de la metodología del Desarrollo de los Sistemas de Información.

Durante la fase del análisis de sistemas, es preciso ayudar a los usuarios a identificar qué información se necesita para ello se llevan a cabo varias entrevistas y se plantean preguntas como: "¿Qué información está usted recibiendo actualmente?", "¿Qué clase de información necesita para realizar su trabajo?" , con frecuencia los usuarios no tienen una idea completa de cuál es la información que realmente necesitan. Por lo que es recomendable interactuar y determinar con los usuarios cuáles son sus verdaderas necesidades. Después de cierto número de entrevistas, observaciones y muestreos, se empiezan a conjuntar muchos hechos del estudio para un análisis posterior.

Análisis de sistemas: Antes de iniciar el diseño de sistemas, la fase del análisis debe complementarse y los usuarios deben estar de acuerdo con los resultados. El diseño es el proceso de traducir los requerimientos obtenidos durante el análisis a varias alternativas de diseño para la consideración de los usuarios. Los usuarios pueden responder a las alternativas de diseño y empezar a trabajar mediante un consenso.

Diseño general de sistemas: En la fase de diseño, los usuarios seleccionan dos o tres de los mejores diseños o le piden al analista que desarrolle uno mejor. También se debe recalcar que durante el diseño los analistas de sistemas con frecuencia empezaran a ser uso de técnicos, como científicos de la administración, ergonomistas, expertos en robótica, programadores, especialistas de formas y expertos en comunicaciones.

Evaluación de sistemas: Esta fase implica la selección de la tecnología que soportará a los otros componentes estructurales, la evaluación de esta tecnología y los proveedores que lo suministran, así como un análisis completo de costo-eficacia de cada una de las alternativas propuestas de diseño de sistemas para determinar aquella que tenga la mejor proporción de eficacia con relación al costo.

Diseño detallado de sistemas: Aquí, a cada componente de construcción se le da una definición exactaminuciosa.

La implementación del sistema: En este punto todo el trabajo de desarrollo y diseño se ha terminado. Los analistas fijan las fechas límites o "puntos de congelación" capacitan y coordinan al personal usuario, instruyen a los técnicos, prueban el nuevo sistema y eliminan errores, instalan nuevos procedimientos y formas, y verifican si existieron descuidos u omisiones.

Una vez instalado el sistema de información el analista de sistemas deberá realizar un seguimiento para ver si el sistema está operando según lo esperado. En muchos casos, los analistas pueden hacer ajustes menores o "afinaciones" que impliquen mejoras significativas. Después de que el sistema haya estado operando, durante cierto tiempo las necesidades de los usuarios cambiarán y los analistas de sistemas se verán en la necesidad de preparar los prototipos especiales para cubrir esas necesidades particulares.

En ocasiones será necesario efectuar algún trabajo de mantenimiento. Finalmente, en algún momento, varios años después de que el sistema haya estado en operación, el analista se verá de nuevo fuertemente involucrado en la necesidad de dar un mantenimiento mayor al sistema, o en el desarrollo y diseño de uno nuevo, y entonces se repetirá el ciclo de vida de la metodología de desarrollo de sistemas.

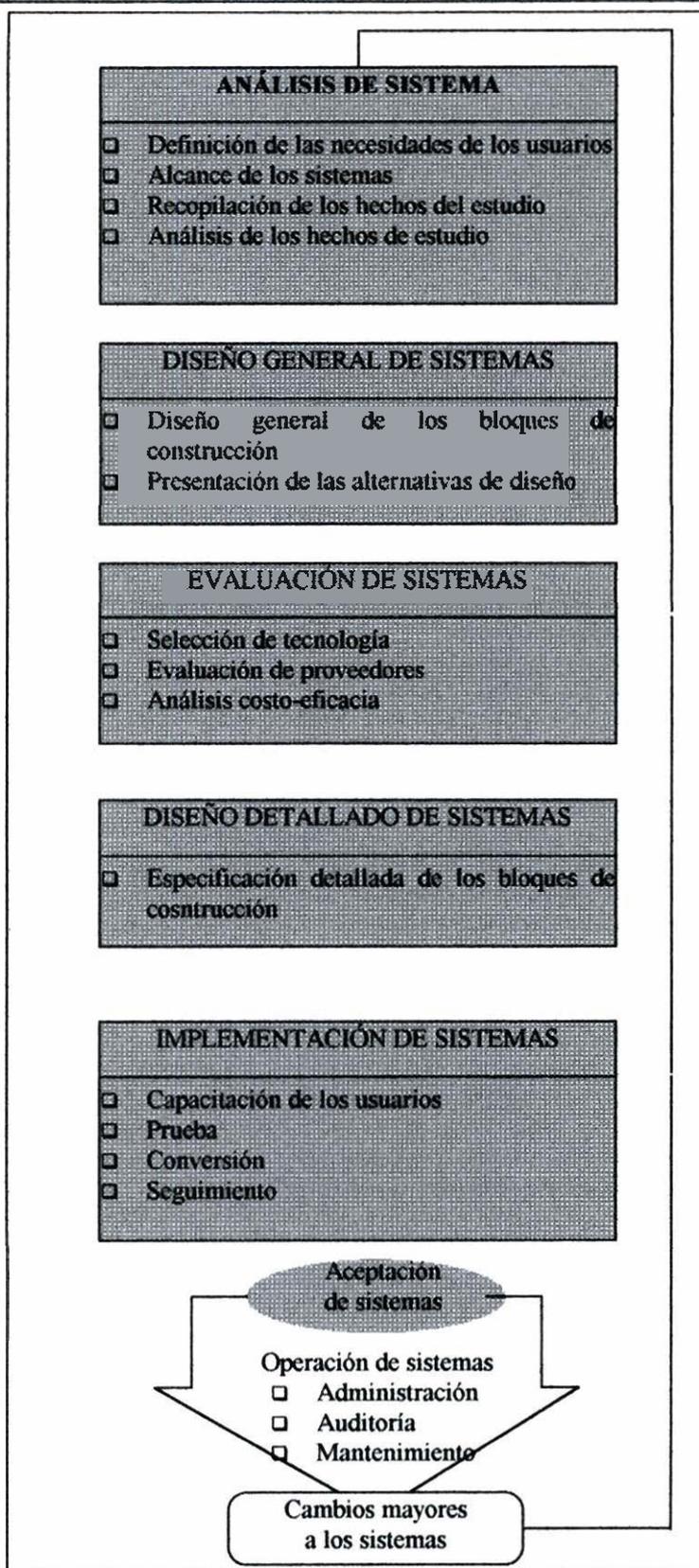
Para que el sistema sea eficaz, el analista de sistemas participará en un amplio espectro de actividades que van desde las formales a las informales, cuantitativas a cualitativas, estructuradas a no estructuradas, específicas a generales, y tradicionales a revolucionarias. Al realizar estas actividades, el analista puede hacer uso de diagramas de flujo, diagramas de flujo de datos, tablas de decisión, matrices, gráficas, reportes narrativos, entrevistas, modelos y prototipos. Estas técnicas se refuerzan entre sí y, cuando se ven en conjunto, proporcionan las herramientas básicas para el trabajo en sistemas.

1.9.2 Fases principales de la metodología del Desarrollo de Sistemas de Información

En la Figura 1.10 se muestra un esquema general de la metodología del desarrollo de sistemas. Sus fases principales son: el análisis del sistemas, el diseño general de sistemas, la evaluación de sistemas, el diseño detallado de sistemas y la implementación. Dentro de cada fase se incluyen las principales actividades o tareas. Las primeras cuatro fases están dirigidas a proporcionar valores específicos para los componentes estructurales. La última fase se ocupa de que los componentes estructurales sean operacionales.

Independientemente del número o nombres de las fases o etapas, la metodología del desarrollo de sistemas racionaliza y asigna una rutina al proceso de construcción de sistemas de información. Su sello distintivo lo forman sus fases discretas. La meta principal de la metodología del desarrollo de sistemas es reducir los indicios falsos, reciclamiento indebido, tareas repetitivas. Además aumenta la probabilidad de que el sistema que se construya e instale finalmente sea el que los usuarios deseen y necesiten.

FIG. 1.10



CAPÍTULO II

CALIDAD Y SU ENFOQUE INFORMÁTICO

2.1 Definición de Calidad

Ralph Barra, define *Calidad* como ventaja competitiva, lo cuál significa mejorar el margen de utilidades operativas sin tener que contratar un nuevo empleado o agregar un nuevo equipo.³

"La calidad es la satisfacción del cliente"

La Calidad significa, satisfacer los requerimientos del cliente, ya sean productos o servicios adecuados para su uso, y hacer esto de tal modo que cada tarea se realice correctamente desde la primera vez. Esta última definición creemos es la más precisa, por tanto que se necesita destacar el significado de algunos conceptos manejados dentro de la misma.

- ❑ **CLIENTE:** Cualquier persona sobre la cuál repercuten nuestros procesos o productos si se encuentra en el interior de la colectividad (empresa) es un cliente interno, si se encuentra en el exterior es un cliente externo.
- ❑ **PRODUCTO:** Término genérico para asignar un componente del sistema. Por ejemplo: una especificación de requisitos, un módulo de diseño detallado, un listado en código fuente de un módulo.
- ❑ **SERVICIO:** Es la puesta a disposición de un producto o de no saber hacer.
- ❑ **SATISFACCIÓN DEL CLIENTE:** Este concepto será empleado con frecuencia en el desarrollo del presente trabajo, por lo cuál profundizaremos en el tema.

Satisfacción del cliente, significa proporcionar al cliente lo que nos pide, mediante el precio y las especificaciones del producto o servicio, pero sobre todo a través de la calidad proporcionada. La satisfacción del Cliente se logra a través de dos componentes.

A) CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO: Estas tienen un efecto importante en los ingresos.

- * Precio
- * Prontitud para cumplir con los objetivos
- * Eficacia de una compañía publicitaria.

B) AUSENCIA DE DEFICIENCIAS: Estas tienen un mayor efecto sobre los costos.

- * Retraso en las entregas.
- * Fallas durante el servicio.
- * Facturas incorrectas.
- * Cancelación de contratos de ventas.
- * Deshechos de fábrica o reprocesos.

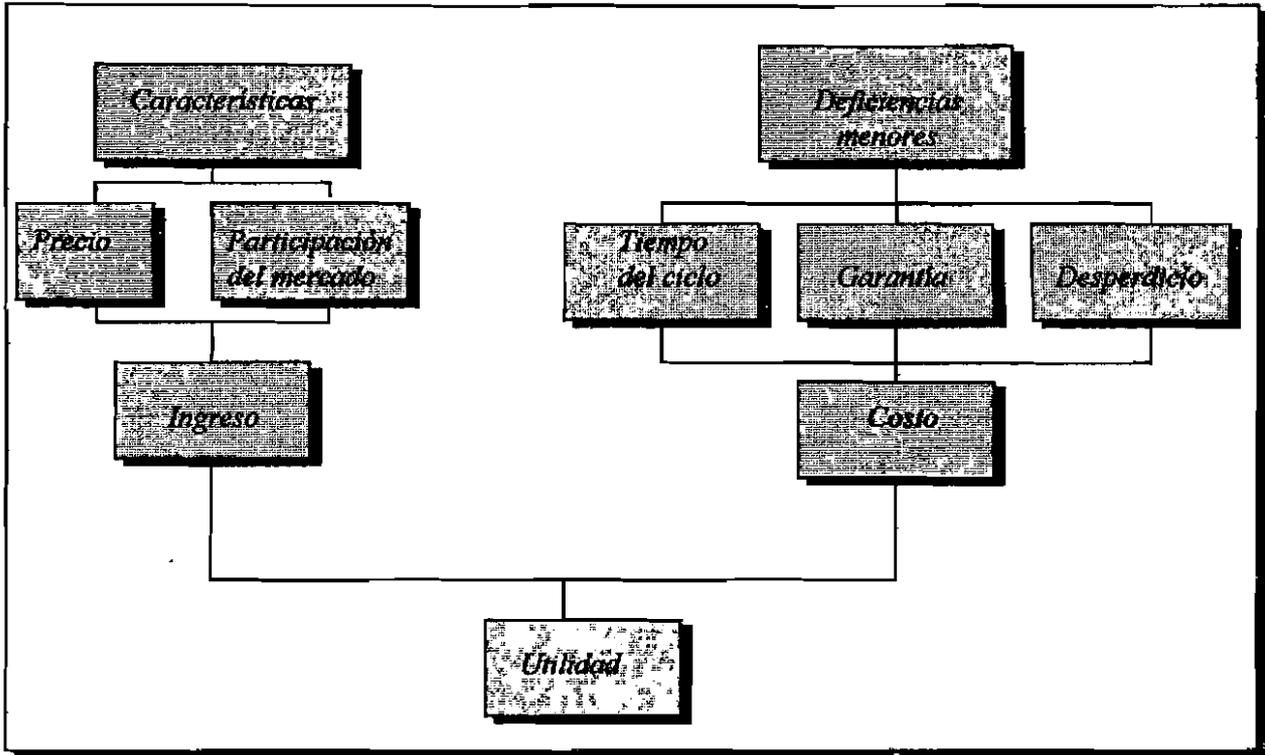
En la Tabla 2.1 se muestran ejemplos de las categorías principales de estos dos componentes para las industrias de servicio manufactura y sistemas informáticos.¹⁷

TABLA 2.1

| Dos componentes de la Calidad | | |
|---|--|--|
| IND. MANUFACTURERA | SERVICIOS | SISTEMAS INFORMÁTICOS |
| CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO | | |
| Desempeño Confiabilidad Durabilidad Facilidad de uso Servicio Estética Disponibilidad de opciones y posibilidad de expansión Reputación | Precisión Realización a tiempo Integridad Ser amigable y cortés Anticipación a las necesidades del cliente Conocimiento del servidor Estética Reputación | Precisión Confiabilidad Integridad Amigable y compatible Descubrir, analizar y desarrollar todas las necesidades del cliente. Involucramiento total por parte del personal de sistemas. Disponibilidad de opciones y posibilidad de expansión Reputación |
| AUSENCIA DE DEFICIENCIAS | | |
| Producto sin defectos o errores a la entrega, durante el uso y durante el servicio. Ventas, facturación y otros procesos sin errores. | Servicio sin errores durante las transacciones de servicio original y facturas. Ventas, facturación y otros procesos sin errores. | Sistema sin defectos o errores a la entrega, durante el uso y durante el servicio. Ventas, facturación y otros procesos sin errores. |

La Figura 2.1 muestra la interrelación de las características del producto y la falta de deficiencias, lo cuál nos lleva a obtener mayores beneficios y a ser una organización competitiva.¹⁹

FIGURA 2.1



Interrelación de las Características del producto y la falta de deficiencias

Desde el punto de vista Sistemas de Información, el significado de la palabra Calidad se expresa uniendo dos frases: Adecuación al propósito y cumplimiento de los Requisitos.

La primera fase.- *Adecuación al propósito*: se refiere a nuestros clientes enfatizando la necesidad de descubrir los requerimientos explícitos e implícitos así como sus expectativas. Cuando estos se expresen en términos precisos quedarán plasmados dentro de las especificaciones del sistema, logrando el *Cumplimiento de los requisitos*.

Desde el punto de vista de la Ingeniería de Sistemas²⁵, la palabra Calidad se define como:

“ la Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo sistema de información desarrollado profesionalmente ”

No hay duda de que la anterior definición puede ser modificada o ampliada. De hecho no tendría fin una discusión sobre una definición definitiva de la calidad del sistema.

- ❑ Los requisitos del sistema son la base de las medidas de calidad. La falta de concordancia con los requisitos es una falta de calidad.
- ❑ Los estándares especificados definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería de Sistemas. Si no se siguen esos criterios, casi siempre habrá falta de calidad.
- ❑ Existe un conjunto de requisitos implícitos que a menudo no se mencionan (por ejemplo: el deseo de un buen mantenimiento). Si el software se ajusta a sus requisitos explícitos pero falla en alcanzarlos requisitos implícitos, la calidad del software queda en entre dicho.

2.2 Administración de la Calidad

CONCEPTO: Juran, define la *Administración de la Calidad*, como el proceso de identificar y administrar las actividades necesarias para lograr los objetivos de Calidad de una organización.

Henry Fayol padre de la Administración, propuso la teoría de que los elementos de la Administración consistían en cinco funciones: Planeación, Organización, Mando, Coordinación y control.

La Planeación se lleva a cabo formulando un sistema de procedimientos y normas que reflejen los objetivos básicos y las metas de la organización. El sistema de información planeado y utilizado debidamente, ayudará a lograr los resultados que se deseen, en la mejor forma, con el menor gasto de tiempo y esfuerzo.

La Organización es el acto o proceso de definir las líneas de autoridad y responsabilidad de los individuos, coordinando sus esfuerzos individuales para el logro armonioso de los objetivos predeterminados.

La Dirección significa Mandar, Coordinar y controlar. Mandar es publicar órdenes definidas, emitir instrucciones o establecer reglas y reglamentos bajo los que deben de inducirse las operaciones.

Coordinar es diseñar la estructura por cuyo medio las diferentes unidades puedan operar unidas satisfactoriamente en beneficio de los intereses máximos de la negociación. Es el proceso para lograr que todas las diferentes rutinas del trabajo caminen juntas y con facilidad hacia una meta común.

Controlar quiere decir valorizar, apreciar, examinar e investigar. Es la acción que se necesita para verificar si los planes y objetivos se han alcanzado.

La Administración de la Calidad se logra mediante la aplicación de tres procesos administrativos: Planeación, control y Mejoramiento continuo de la Calidad.

Dentro de la Administración de la Calidad se manejan conceptos como Políticas y Metas de Calidad, los cuáles creemos necesarios definirlos con el objetivo de establecer un concepto en común.

POLÍTICAS DE CALIDAD: Una política es una guía general para una acción. Es el establecimiento de los principios. Una política difiere de un procedimiento, el cuál detalla como debe lograrse una actividad dada. Entonces, una Política de Calidad puede establecer que debe medirse los costos de claridad, el procedimiento correspondiente describirá de que manera debe medirse.

Las Políticas de Calidad no deben ser vagas, deben ser lo suficientemente específicas para proporcionar una guía útil.

METAS DE CALIDAD: Una meta es el resultado del enunciado deseado que debe lograrse dentro de un tiempo específico. Las Metas tácticas son para el corto plazo, las Metas estratégicas son para el largo plazo.

PLANEACIÓN DE CALIDAD: La Planeación de Calidad debe basarse en cumplir con las necesidades del cliente y no sólo en cumplir con las especificaciones del producto o servicio.

Dentro de la Planeación de Calidad, existen una serie de actividades a seguir para el desarrollo del proceso. Cabe mencionar que éstas serán ejemplificadas desde el enfoque de sistemas de Información.

(a) **Establecimiento de las Metas de Calidad:** Definir el logro que se requiere obtener a través de un enunciado. La meta de Calidad es contar con Sistema de Facturación confiable y precisa.

(b) **Identificación de los clientes:** A través del Pre-estudio del proyecto encomendado, definir que áreas o personas estarán directa o indirectamente relacionadas con el proyecto.

- Personal del área de Administración de Ventas.
- Personal del área de Crédito y Cobranzas.
- Personal del área de Contabilidad.

(a) **Descubrimiento de las necesidades de los Clientes:** Identificar a través del análisis previo las necesidades de nuestros clientes de una forma precisa.

- La necesidad del personal de Administración de Ventas es facturar los productos de una manera sistematizada.
- La necesidad del personal de Crédito y Cobranzas es la presentación de facturas correctas al consumidor.
- La necesidad de Contabilidad es asegurar que la información asentada en sus registros contables sea verídica.

(a) **Desarrollo de las características del producto:** Para ésta actividad se hace necesario el análisis del proyecto para determinar las características del mismo, y convertirlas en especificaciones a desarrollar tales como:

- Facturación de productos en Pesos.
- Facturación de productos en Dólares.
- Aplicación de diferentes porcentajes de IVA.
- Aplicación de diferentes porcentajes de descuento.

(a) **Desarrollo de las características del proceso:** Definir y desarrollar las características del proceso, a fin de ligarlo con las características del producto.

Dentro del análisis del proceso de facturación, encontramos aspectos como:

- Automatización para mantenimiento a productos.
- Automatización para mantenimiento a precios.
- Automatización para mantenimiento a paridades.
- Automatización para mantenimiento a porcentajes de IVA
- Automatización para mantenimiento a porcentajes de descuento.

Entiéndase por mantenimiento al proceso para dar de alta, baja o hacer cambios.

(a) **Establecer controles de Proceso:** Especificar la manera en que se llevará a cabo las actividades a fin de satisfacer los requerimientos del cliente.

La Planeación de la Calidad debe reconocer desviaciones a clientes con distintas necesidades.

CONTROL DE LA CALIDAD: Esencial en el proceso de Control de la Calidad es el hecho de medir la Calidad " lo que se hace, se mide ". La medición es básica para los tres procesos administrativos de calidad, para el Control de la Calidad la medición proporciona retroalimentación y advertencias a tiempo sobre los problemas; para la Planeación de la Calidad , la medición cuantifica las necesidades del cliente y las capacidades del producto y de los procesos, y para el Mejoramiento de la Calidad, la medición puede motivar a la gente dar prioridad a las oportunidades de mejoramiento y ayudara en el diagnóstico de las causas. Juran indica el seguimiento de los pasos mencionados a continuación, a fin de lograr el Control de Calidad:

1. Seleccionar el sujeto de control.
2. Elegir una Unidad de Medida.
3. Establecer una meta para el Sujeto de Control.
4. Crear un sensor que pueda medir al sujeto de Control..
5. Medir el desempeño real.
6. Interpretar la diferencia entre desempeño real y la meta.
7. Tomar Medidas Correctivas.

Ishikawa¹⁷ lo define como: Practicar el Control de Calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor. Y lo representa a través de los siguientes procesos: "Planear, Hacer, Verificar y Actuar". La Figura 2.2 los representa gráficamente y las actividades incluidas dentro de cada uno; estas actividades son:

- a) **Determinar metas y objetivos:** Estas pueden establecerse en base a las políticas determinadas previamente por la Alta Dirección, con las cuáles nos dará un punto de partida para determinar las metas que deseamos lograr en un determinado plazo de tiempo. Los objetivos serán en los que se basen las metas para su logro.

- b) **Determinar métodos para alcanzar las metas:** Resulta indispensable determinar el camino a seguir para el logro de las metas; este camino deberá ser el mismo para toda la empresa, aunque tal vez sea aplicable sólo a alguna de las metas; por tanto, requiere sea normalizado ese método para poder ser seguido por todo el personal de una manera formal, siempre y cuando sea útil para todos.

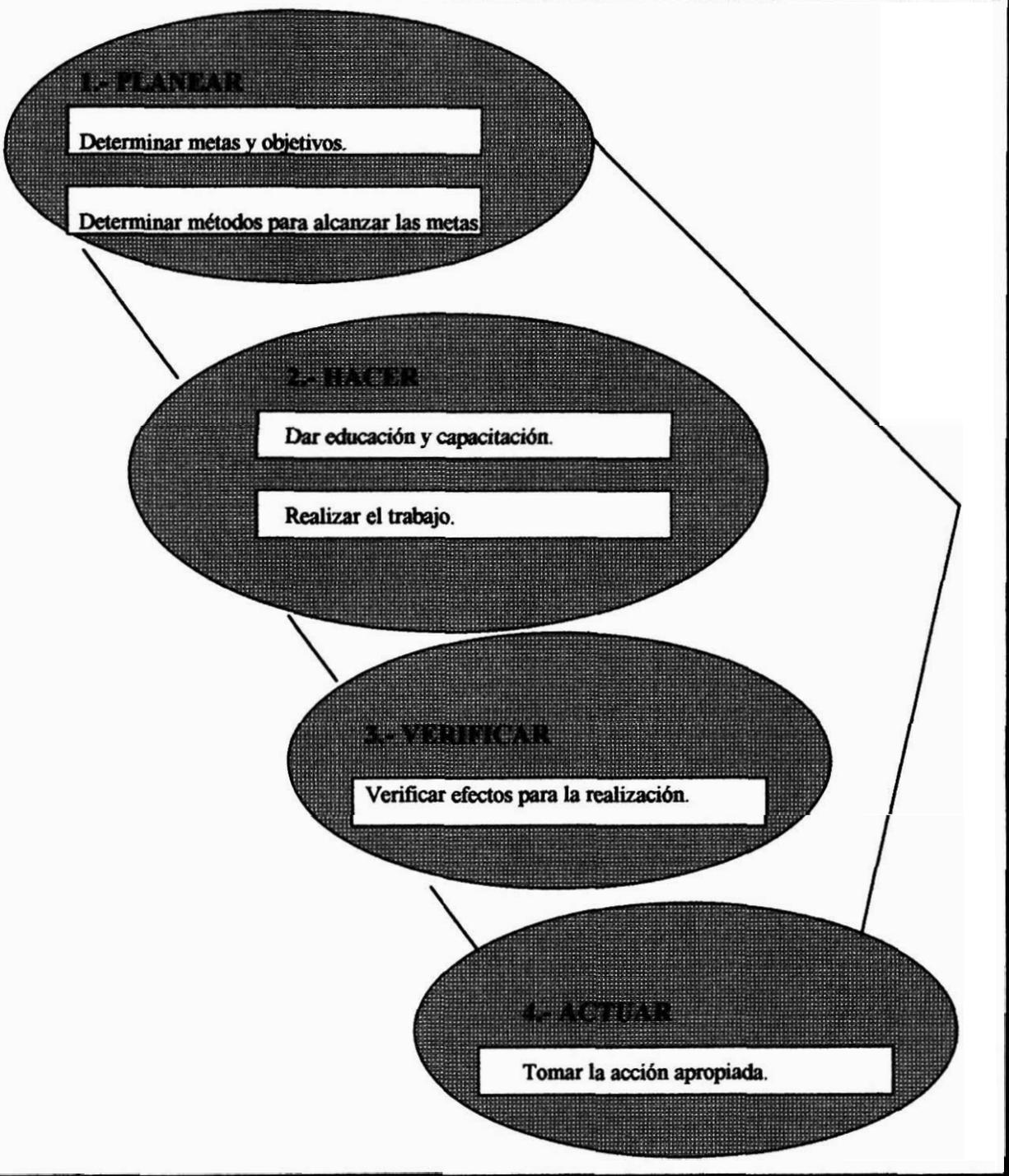
- c) **Dar educación y capacitación:** Para poder cumplir con las metas y objetivos de Calidad dentro de una empresa, ésta requiere a su vez implantar una cultura de calidad en sus empleados, ya sea mediante conferencias, cursos o simplemente con el trabajo práctico, de tal forma que cree en el personal una actitud mental constructiva, para que mediante el desarrollo de su trabajo pueda contribuir al mejoramiento social y económico de la empresa.

- d) **Realizar el Trabajo:** Efectuando los puntos anteriores, deberíamos estar seguros del logro de la calidad, aunque por el contrario necesitamos verificar que lo que se está haciendo en realidad es lo que necesitamos y esperamos.

- e) **Verificar efectos para la Realización:** Para el desarrollo de ésta actividad surge una necesidad primordial, entender claramente las políticas básicas, las metas y procedimientos de normalización y educación. Ya que si éstas no han sido claramente definidas y/o entendidas no sabremos que resultados buscamos.

- f) **Tomar la acción apropiada:** Si se han encontrado desviaciones al verificar los efectos para la realización, se hace necesario tomar la acción apropiada para corregirlo o si fuese necesario eliminar aquellos factores causales que lo provocan.

FIGURA 2.2



A través de la aplicación de estos pasos del Control de Calidad, desde el punto de vista informático, lograremos proporcionar a nuestro cliente un sistema de información que cumpla con sus requerimientos. Así pues al Planear estaremos identificando las necesidades del usuario y evaluando posibles alternativas de solución; al Hacer, elegiremos y desarrollaremos la alternativa más adecuada que satisfaga las necesidades del cliente, al Verificar, realizaremos pruebas globales y unitarias al sistema de información desarrollado, a fin de detectar posibles desviaciones en el desarrollo y/o operación del sistema de información; al Actuar estaremos dando seguimiento a las actividades para lograr el mejoramiento.

MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA CALIDAD: El Mejoramiento continuo de la Calidad juega un papel importante en la reducción de costos. Los costos asociados a una calidad baja se deben a problemas es un cambio adverso repentino o requiere un cambio mediante la restauración del mismo. Los problemas crónicos usan el mejoramiento de los procesos.

Los pasos a seguir para el logro del Mejoramiento continuo son:

- a) **Probar la necesidad:** Este paso consiste en convencer al nivel administrativo adecuando de que el asunto de la calidad es lo suficientemente importante para requerir un nuevo enfoque.
- b) **Identificación de proyectos:** El Mejoramiento de Calidad se enfoca a problemas crónicos, de los cuáles se tiene que identificar los distintos proyectos que lo conforman, para que proyecto por proyecto logre el convencimiento.
- c) **Organización de equipos de proyectos:** Estos se forman con la finalidad de analizar y desarrollar proyectos que son vitales para la empresa, los equipos están integrados a nivel multidepartamental con personal especializado o de la Administración media.
- d) **Diagnosticar causas:** Este tiene como fin determinar las causas del problema a través de la descripción o cuantificación de síntomas y formulación de teorías.
- e) **Proporcionar un remedio y probar su efectividad:** Después de determinar la causa se debe elegir un remedio; éste remedio debe dar como resultado el perfeccionamiento, es decir, agregar costo. La efectividad se deberá probar primero bajo situaciones que simulen la situación real y después en condiciones reales.

f) Resistencia al cambio: con frecuencia sucede que las personas involucradas o afectadas por el proyecto, se oponen al remedio, sobre todo si es un cambio tecnológico. Sin embargo la resistencia se puede manejar mediante la aplicación de las siguientes actividades:

- Intentar un programa.
- Ofrecer algo a cambio.
- Cambiar las propuestas para cumplir con objeciones específicas.
- Cambiar el clima social de manera que el cambio sea aceptable.
- Olvidarse del cambio, existen situaciones en las que la alternativa correcta es cambiar la propuesta.

g) Instituir controles para mantener las ganancias: Existen tres pasos para mantener las ganancias y que los beneficios del cambio continúen.

- Proporcionar a las fuerzas operativas un proceso capaz de mantener las ganancias durante la operación normal.
- Establecer procedimientos de operación y entrenamiento para que las fuerzas operativas usen el nuevo proceso y cumplan con los estándares.
- Proporcionar medios sistemáticos para mantener las ganancias.

Enfocando el Mejoramiento continuo de Calidad a Sistemas de Información, nos referimos a la realización de acciones que nos llevan a satisfacer las necesidades cambiantes de nuestros clientes; algunas de estas acciones a seguir por parte del analista de sistemas son:

- Identificar problemas en la operación de sistemas actuales.
- Analizar procesos.
- Proponer mejoras, ofreciendo un valor añadido.
- Introducir a las personas involucradas.
- Desarrollar lo propuesto.
- Establecer y desarrollar manuales y procedimientos para la operación del nuevo sistema.

2.3 Control Total de Calidad

Se define como *"un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes"*.¹⁵

Para el logro del Control Total de Calidad en una empresa, se requiere que cumpla con los siguientes aspectos:

- a) **Participación de todas las divisiones:** Por esto se entiende que cada una de las áreas que conforman una empresa deben conocer, practicar y colaborar en el Control de Calidad. Es recomendable que a nivel subdirección o si fuese posible a nivel más bajo, se asigne una persona responsable del Control de Calidad, la cuál entre sus funciones principales tendrá que asegurar que todo el personal este involucrado y trabaje con el concepto de calidad para el desarrollo de sus actividades, otra función será la de verificar que estén claramente establecidos los objetivos, metas y procedimientos de cada área por medio de una documentación que esté al alcance de todos.

- b) **Participación plena de todos:** Para contar con un Control Total de Calidad en una empresa, se requiere que cada uno de los empleados esté convencido del concepto de Calidad y lo aplique en sus funciones, ya que una empresa no podrá funcionar con Calidad sino con la participación de todos sus empleados.

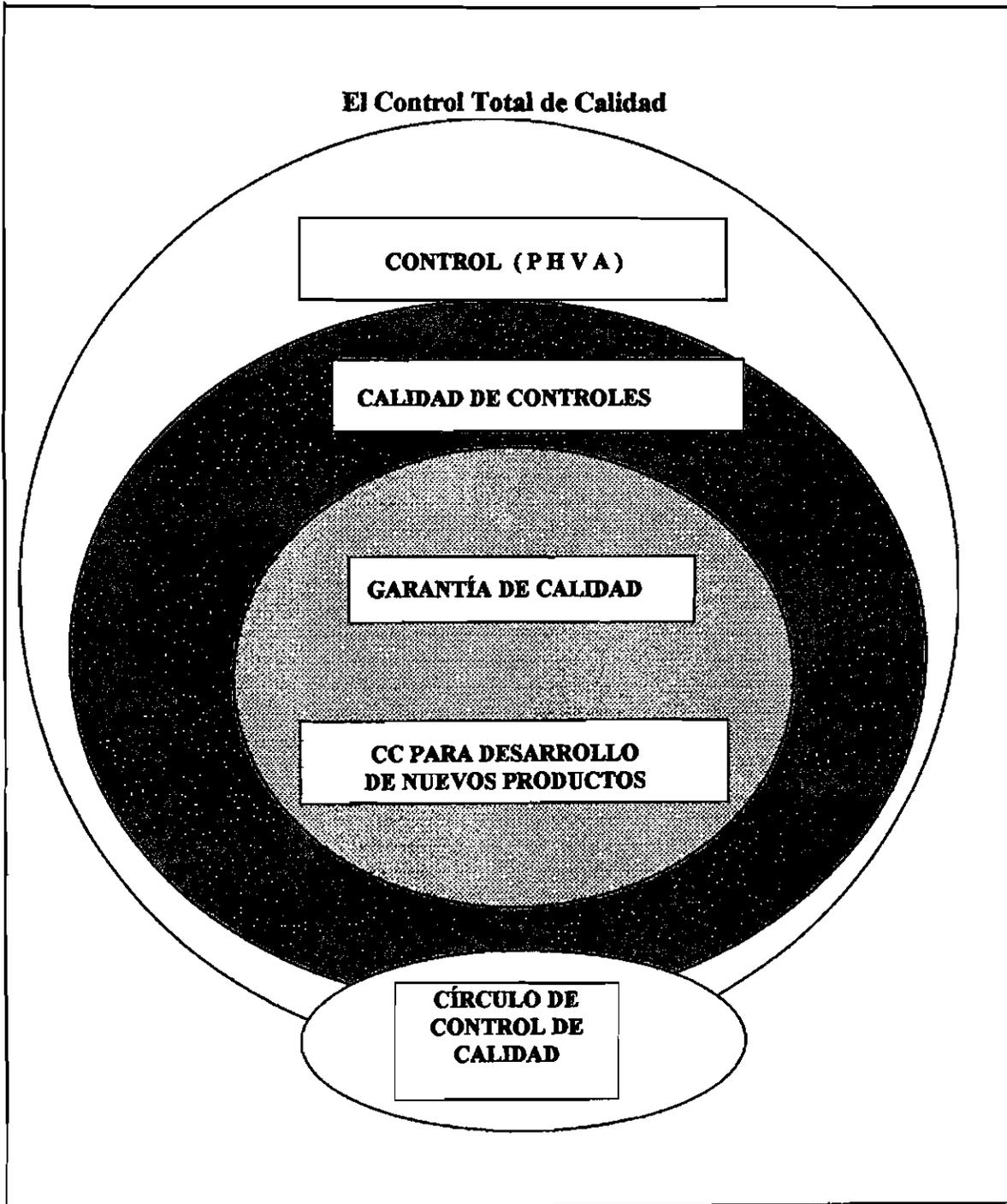
- c) **El Control de Calidad Integrado:** Al realizar el Control de Calidad Integrado es importante fomentar no solo el Control de Calidad, que es esencial, sino al mismo tiempo el control de costos (de utilidades y precios), el control de cantidades (volumen de producción, ventas y existencias) y el control de fechas de entrega. Este método se basa en la suposición fundamental del Control de Calidad, de que el fabricante debe desarrollar, producir y vender artículos que satisfagan las necesidades de los consumidores.

Con el fin de definir más ampliamente el Control Total de Calidad, se presenta la siguiente explicación soportando por la Figura 2.3.

La esencia del Control Total de Calidad está en el círculo central del diagrama, que contiene la garantía de Calidad definida en su acepción más estrecha: hacer un buen Control de Calidad de los nuevos productos de la empresa. en la Industria de servicios, donde nos se fabrican artículos, garantía de Calidad significa asegurar la Calidad en los servicios prestados. En el desarrollo de un nuevo sistema es preciso asegurar la Calidad en todos los aspectos, por ejemplo: confiabilidad, tiempo de respuesta, seguridad, etc.

El segundo círculo representa el Control de Calidad enfocado a función de ventas, como es la mejorar los vendedores, cómo hacer más eficiente el trabajo de oficina y cómo tratar a los subcontratistas. El tercer círculo hace hincapié en el control de todas las fases del trabajo, tomando como base el (P H V A), esto es: Planear Hacer, Verificar y Actuar, haciendo girar su rueda una y otra vez para impedir que los defectos se repitan en todos los niveles ; este círculo es referente a todos los empleados de cada una de las áreas. El cuarto círculo se refiere a los Círculos de Calidad, los cuáles tienen como finalidad agrupar a un número de personas para que analicen los problemas de Calidad del área a la que pertenecen a través de el llamado método "lluvia de ideas" con el objetivo de proponer una solución que cumpla con los requerimientos de Calidad.

FIGURA 2.3



2.4 Desarrollo de una Cultura de Calidad

Jurán define la Cultura de Calidad *"Como el patrón de hábitos, creencias y comportamiento humano concernientes a la Calidad". De lo cuál entendemos que son "los principios ideológicos que fomentan el desarrollo cultural y emotivo del individuo, para que éste pueda generar bienes, servicios y/o ideas, que beneficien plenamente a los usuarios de los mismos y a la sociedad en general"*.¹⁸

La cultura no es un aspecto técnico. Sin embargo existen enfoques que proporcionan un camino hacia una Cultura de Calidad.

Un enfoque que nos lleva a obtener una Cultura de Calidad, se basa en analizar las necesidades humanas y formas de motivación para la Calidad. La Tabla 2.2 muestra esta relación.

TABLA 2.2

| Lista de necesidades humanas | Formas de motivación para la Calidad |
|--|--|
| 1. Necesidades psicológicas: necesidad de comida, techo, supervivencia básica. En una economía industrial, esto se traduce en un ingreso mínimo de subsistencia. | 1. Oportunidad de aumentar sus ingresos mediante bonos por un buen trabajo. |
| 2. Necesidades de seguridad: una vez que se logra el nivel de subsistencia, se tiene la necesidad de permanecer empleado en ese nivel. | 2. Seguridad en el trabajo: la calidad significa ventas, las ventas significa trabajos. |
| 3. Necesidades de sentido de permanencia y aceptación: la necesidad de permanecer en un grupo y de ser aceptado. | 3. Invitación al empleado como miembro de un equipo y no defraudar al mismo. |
| 4. Necesidades de autodesarrollo: la necesidad de autoestima y el respeto de los demás. | 4. Invitación al empleado a sentirse orgulloso de sus habilidades para lograr una buena puntuación. Reconocimiento a través de compensaciones, publicidad, etc. |
| 5. Necesidad de superación: el deseo de ser creativo, de expresar sus ideas. | 5. Obtener para proponer ideas creativas, para participar en la planeación creativa. |

Ahora bien, la Cultura de Calidad que debe implantarse en una empresa en sentido más amplio, para que el personal piense y actúe en forma armónica con objeto de mejorar continuamente la Calidad y alcanzar en esta forma la productividad deseada, debemos contemplar aspectos como los que se representan en la Figura 2.4 y que a continuación se describen:

a) Filosofía de la empresa: La filosofía de la empresa está constituida por los principios fundamentales que revelan su posición en relación con el tema de Calidad y productividad, que son los siguientes:

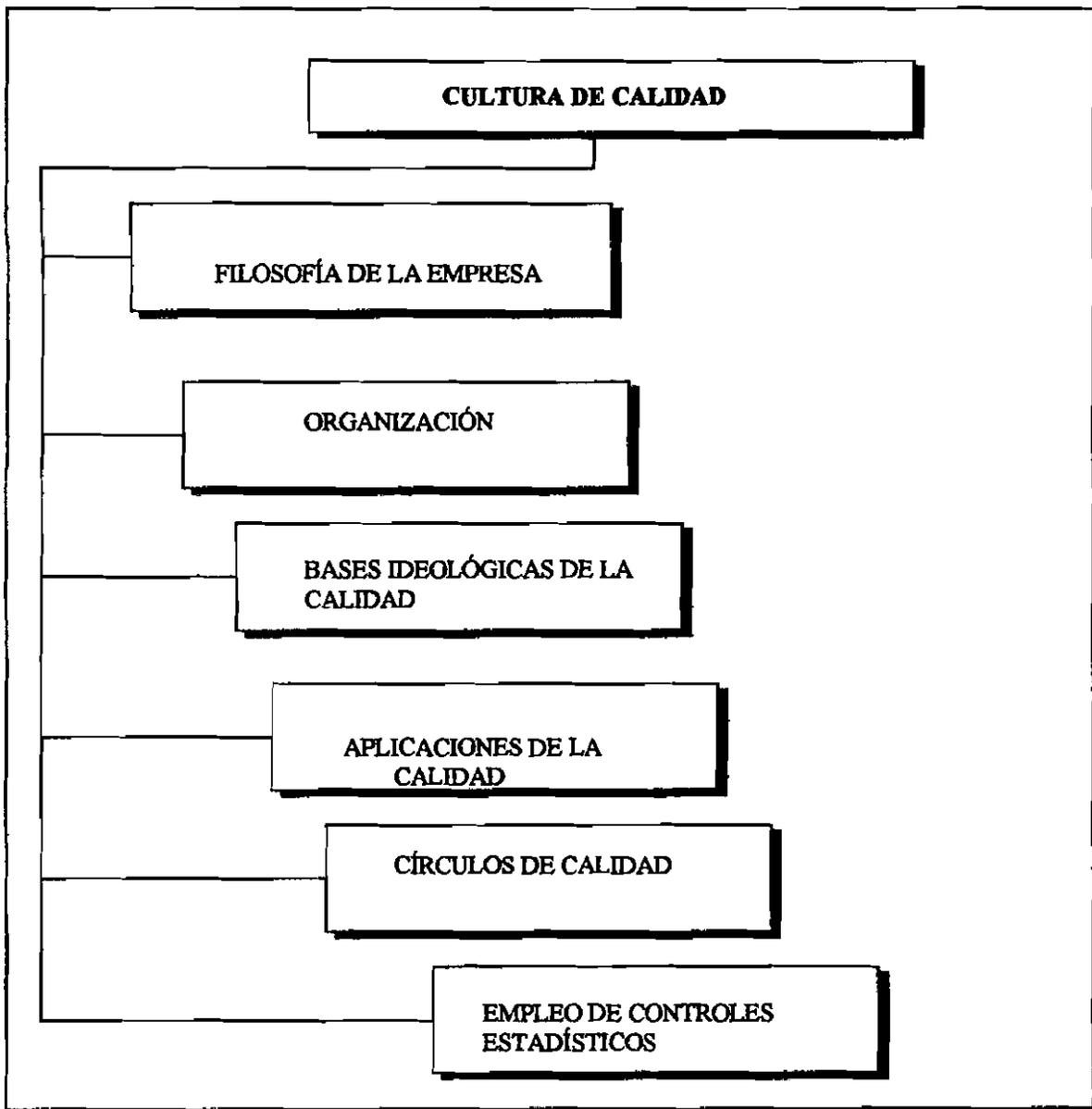
- OBJETIVO DE LA EMPRESA:** Para que una empresa logre sus objetivos, es fundamental que su personal los conozca y entienda, ya que de esta forma encaminará su trabajo para alcanzar las metas planteadas.
- CONCEPTO DE CALIDAD:** Se debe dar a conocer en todos los niveles de la empresa el concepto de Calidad como "La plena satisfacción de las necesidades de los clientes".
- CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD:** Entiéndase por este, "El beneficio integral que obtienen la empresa y sus trabajadores, al satisfacer las necesidades de sus clientes y contribuir al desarrollo social y económico de su país".
- PAPEL QUE REPRESENTAN LOS CLIENTES:** El cliente juega un papel decisivo dentro de la empresa, ya que es la persona que decidirá la aceptación o rechazo de los productos.
- SIGNIFICADO DEL PERSONAL PARA LA EMPRESA:** Al personal debe dársele un lugar privilegiado, ya que con su apoyo y experiencia, podremos alcanzar los objetivos de Calidad establecidos.
- INTERVENCIÓN DE LOS PROVEEDORES:** Para que nuestra empresa logre la Calidad, nos vemos en la necesidad de trabajar con proveedores que al igual que nosotros asegure la Calidad de sus productos.

b) Organización: Para el adecuado desarrollo de sus actividades, el personal debe conocer, en relación con este tema, aspectos como los siguientes:

- ESTRUCTURA ORGANIZATIVA:** Es necesario que a todo el personal se le proporcione un diagrama organizacional de la empresa, con el fin de que él a su vez analice y conozca la estructura de la empresa.

- ❑ **CAPACITACIÓN SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO:** La educación del personal es la base para que se pueda alcanzar la Calidad deseada; por ello la empresa no debe escatimar esfuerzos en la capacitación tanto técnica como práctica.

FIGURA 2.4



Aspectos para alcanzar la productividad

c) **Bases ideológicas de Calidad:** Para que la empresa pueda obtener la Calidad deseada, es necesario que su personal conozca lo siguiente:

- COSTO DE CALIDAD:** Por Costo de Calidad se entiende aquél en que incurre la empresa al no desempeñar sus actividades en forma adecuada (costos evitables), así como al establecer procedimientos para mejorar la Calidad de los trabajos y verificar su cumplimiento (costos controlables).

El Costo de Calidad se puede integrar como se muestra en la Tabla 2.3

TABLA 2.3

| COSTOS EVITABLES | COSTOS CONTROLABLES |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Errores <input type="checkbox"/> Faltantes de efectivo <input type="checkbox"/> Mermas de inventarios <input type="checkbox"/> Reproceso de los trabajos <input type="checkbox"/> Devoluciones de los clientes <input type="checkbox"/> Corrección de los defectos. | <input type="checkbox"/> Planeación <input type="checkbox"/> Adiestramiento <input type="checkbox"/> Revisión de actividades |

BENEFICIO DE TRABAJAR CON CALIDAD: Los resultados que puede obtener una empresa al implantar una estructura de Calidad son, entre otros, los siguientes:

- ◆ Participación del personal más armónica y eficaz.
- ◆ Mayor coordinación con los proveedores y obtención de materiales de mejor calidad.
- ◆ Reducción de sus costos de operación.
- ◆ Plena satisfacción de las necesidades de los clientes.
- ◆ Incremento de sus ingresos de operación
- ◆ Mayor bienestar del personal.
- ◆ Contribución más directa al desarrollo social y económico de su país.

COMPROMISO CON LA EXCELENCIA: Desde el directivo máximo hasta el obrero deben estar convencidos de las ventajas de trabajar con Calidad, para que de esta forma se comprometan a lograr la excelencia.

- ❑ **NO ACEPTAR ERRORES COMO PARTE NORMAL DEL TRABAJO:** Todo el personal debe estar consciente de que no es necesario que surjan errores en el desarrollo del trabajo, por lo que deben planear y efectuar sus actividades para evitar que surjan anomalías.
- ❑ **BUSCAR LA MEJORA CONTINUA DE LOS PRODUCTOS Y/O SERVICIOS QUE GENERE:** El personal debe estar enfocado en mejora cada uno de los procesos que utiliza para realizar su trabajo.
- ❑ **ADOPTAR UNA ACTITUD DESPROVISTA DE TEMORES:** Los directivos de la empresa deben crear un ambiente de trabajo ideal para los trabajadores, principalmente basado en un sentir de permanencia y cordialidad, con la finalidad de que estos se sientan estimulados para cooperar con el sistema de Calidad de la empresa.
- ❑ **CONSIDERAR A LA EMPRESA COMO UN TODO ORGÁNICO Y EN CONSTANTE DESARROLLO:** Los altos directivos deberán enfocarse en crear equipos de trabajo para el desempeño de las actividades, logrando concientizar al personal que la colaboración de todos es lo que permitiría el desarrollo de la empresa.

d) Aplicaciones de Calidad: A continuación se expone en términos generales ejemplos de la aplicación que puede tener la metodología de Calidad en actividades como análisis y desarrollo de sistemas.

- ❑ Para el desarrollo de esta actividad es necesario llevar un estudio cuidadoso de las necesidades de nuestro cliente, tratando de llevarlas en la medida en que fuese necesario hacia el futuro.
- ❑ Analizar la factibilidad tanto operativa, técnica y económica de sus requerimientos, esta última podrá realizarse mediante un estudio costo-beneficio.
- ❑ Si procede, desarrollar el sistema solicitado, asegurado en términos de calidad la confiabilidad, amigabilidad y operación del mismo.
- ❑ Revisar junto con el cliente que sus expectativas hayan sido cubiertas.
- ❑ Elaborar un plan de actividades para la implementación y capacitación del sistema.

e) Círculos de Calidad: Los Círculos de Calidad se integran por personas de la misma área de trabajo o que realizan una labor parecida.

- La integración debe ser voluntaria.
- Debe integrarse en base a lo siguiente:
 - Por un comité directivo formado por los más altos ejecutivos y funcionarios de la empresa.
 - Por los gerentes de la empresa "facilitadores" que coordinan y apoyan el trabajo de los círculos.
 - Por líderes que son los responsables de la operación eficiente del círculo; función que puede recaer en los supervisores o jefes de departamento.
 - Los miembros del círculo son los compañeros de una misma área de trabajo.
 - Para desarrollar sus actividades deben utilizar el procedimiento "lluvia de ideas" que consiste en la aportación de todos los miembros del círculo sobre los que deben tratarse y solución a ellos.
 - Deberá llevarse a cabo una selección de problemas a resolver, basada en el porcentaje de opiniones de todos los miembros del círculo.
 - Deberá efectuarse un estudio detallado de cada problema, utilizando para este efecto controles estadísticos.
 - Como resultado del trabajo desarrollado, deberán emitirse recomendaciones para mejorar los problemas analizados.

f) Empleo de controles estadísticos: Los controles estadísticos utilizados para evaluar el desarrollo de la Calidad en la empresa, son los siguientes:

- DIAGRAMA DE FLUJO:** Con el fin de visualizar las actividades en forma objetiva, así como la planeación y coordinación de las responsabilidades en diferentes áreas.
- DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO:** Conocido como "Diagrama de Ishikawa", se usa para examinar las causas que pueden influir sobre determinado problema.
- GRÁFICAS DE LÍNEA:** Este diagrama se usa para determinar el movimiento ascendente o descendente durante un período de tiempo, del problema o situación de que se trate.
- HISTOGRAMA:** Se usa para medir la frecuencia con que ocurre determinado evento de que se trate.
- GRÁFICAS DE CONTROL:** Estas sirven para estudiar un proceso o actividad y determinar si las variaciones que presenta, son derivadas de situaciones normales o especiales, para analizarlas y tomar las medidas correctivas procedentes.

2.5 Aseguramiento de Calidad a través de Auditorias.

CONCEPTO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD: El aseguramiento de la Calidad es la actividad de proporcionar la evidencia necesaria para establecer la confianza, entre todos los interesados, de que las actividades relacionadas con la calidad se están realizando en forma efectiva.¹⁷

ISO 8402-1986 define Aseguramiento de la Calidad relacionado con un producto o servicio como: todas aquellas acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que el producto o servicio va a satisfacer los requerimientos de Calidad dados.

La Calidad se asegura mediante un programa y un sistema documentado de Calidad, esto es, los programas de mejoramiento de Calidad definen los objetivos y actividades que cada una de las personas debe desarrollar para mejorar y asegurar buenos resultados.

Mediante el sistema de Calidad, se busca asegurar que los procesos, responsabilidades y compromisos, así como las auditorías, verificaciones, inspecciones y mediciones, queden debidamente documentados.

Muchas actividades de aseguramiento de Calidad ofrecen advertencias tempranas sobre problemas de Calidad que puedan encontrarse. El aseguramiento de la evidencia, para productos simples la evidencia es, por lo general, alguna forma de inspección o prueba del producto. Para productos complejos, además de lo anterior es una revisión a los planes y a los procedimientos para su elaboración.

La Tabla 2.4 en lista diferentes actividades que deben ser realizadas por diferentes departamentos en una organización, mediante las cuáles se logrará el Aseguramiento de Calidad en toda la empresa.¹⁸

TABLA 2.4

Ejemplos de actividades de Aseguramiento de Calidad.

| Departamento | Actividad de aseguramiento |
|-----------------------------|--|
| Comercialización | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Evaluación del producto mediante un mercado de prueba. ➤ Uso controlado del producto. ➤ Supervisión del producto. ➤ Actividad de servicio cautiva ➤ Encuestas especiales. ➤ Evaluaciones competitivas |
| Desarrollo de sistemas | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisión del diseño ➤ Análisis de confiabilidad ➤ Análisis de mantenibilidad ➤ Análisis de seguridad ➤ Análisis de ergonomía ➤ Análisis viabilidad ➤ Análisis Costo-Beneficio ➤ Supervisión del sistema. |
| Relaciones con el proveedor | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Calificación del diseño del proveedor ➤ Calificación del proceso del proveedor ➤ Evaluación de muestras iniciales ➤ Evaluación de primeros envíos |
| Producción | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisión del diseño ➤ Análisis de habilidad del proceso ➤ Pruebas antes de la producción ➤ Corridas antes de la producción ➤ Análisis crítico de modo y efecto de falla ➤ Revisión de la planeación de manufactura ➤ Evaluación de herramientas de control del proceso propuestas ➤ Análisis de autocontrol ➤ Auditoría de la calidad de la producción |
| Inspección y prueba | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Prueba entre laboratorios ➤ Medición de la exactitud del inspector ➤ Auditoría de empaque, transporte y almacenamiento |
| Servicio al cliente | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Evaluación de servicios de mantenimiento |

CONCEPTO Y FUNCIÓN DE AUDITORIA DE CALIDAD: La Auditoria de Calidad es una revisión de los procesos, llevada a cabo para comprobar algunos aspectos del desempeño de la calidad logrado con un estándar para ese desempeño (Normas ISO). Las Auditorias de la Calidad se llevan a cabo las actividades que tienen un impacto sobre la calidad del producto.¹⁷

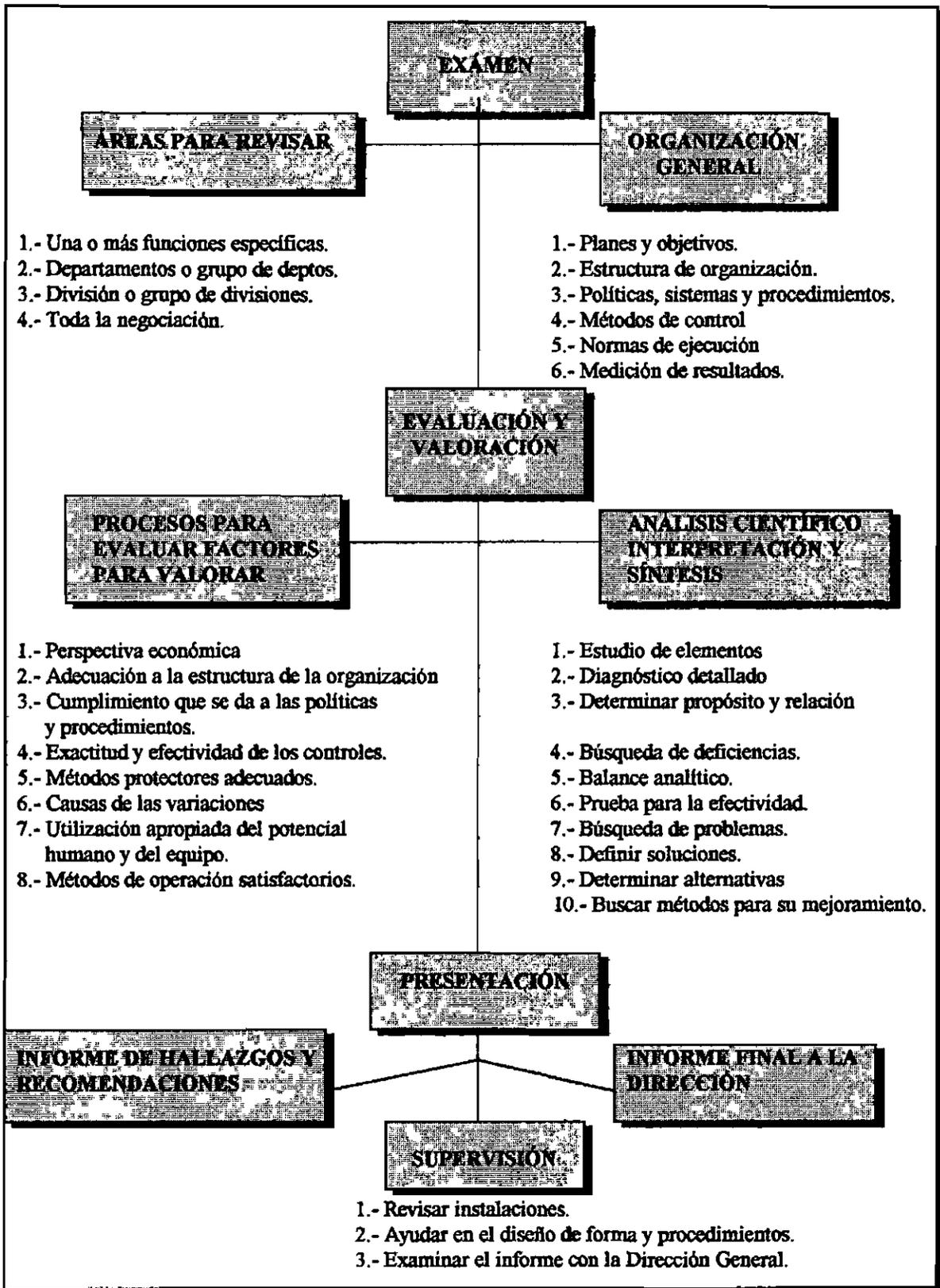
La Auditoria de Calidad es una actividad documentada que sirve para evaluar y certificar los niveles de calidad de un proceso, producto o servicio.

Su propósito es proporcionar el aseguramiento independiente de que:

- Los planes para lograr la calidad sean tales que, si se siguen se logrará de hecho la calidad que se persigue.
- Los productos sean adecuados para el uso y seguros para el usuario.
- Se cumplan los estándares y reglamentos definidos por las agencias del gobierno, las asociaciones industriales y las sociedades profesionales.
- Exista una conformidad con las especificaciones.
- Los procedimientos sean adecuados y se sigan.
- El sistema de datos proporcione información precisa y adecuada sobre la calidad a todos los interesados.
- Se identifiquen las deficiencias y se tomen acciones correctivas.
- Se identifiquen las oportunidades de mejoramiento y advierta al personal pertinente.

Cinco ingredientes son esenciales para que las auditorías tengan éxito; hincapié en los hechos, actitud de servicio por parte de los auditores, identificación de oportunidades de mejoramiento, conciencia de los aspectos de relaciones humanas y competencia de los auditores. La Figura 2.5 nos muestra paso a paso las actividades por un Auditor de Calidad en una empresa.

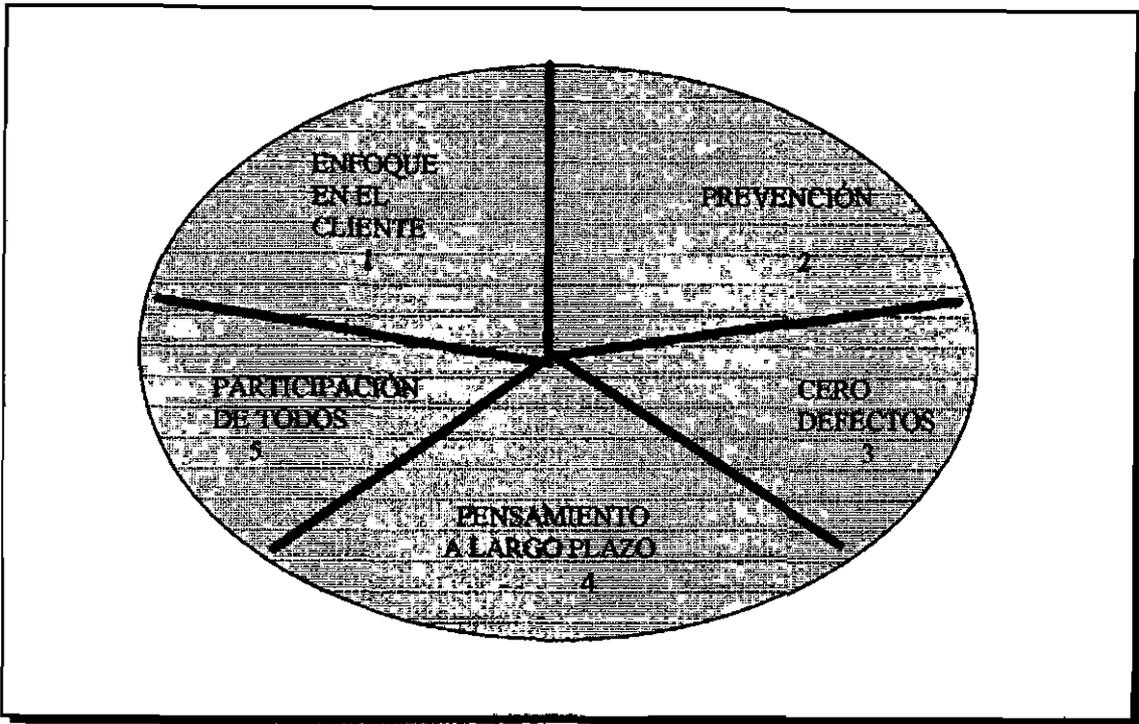
FIGURA 2.5



2.6 Elementos para lograr la Calidad

La Figura 2.6 presenta el sentido en el cuál se tienen que ir estableciendo los elementos para el logro de la calidad.¹⁵

FIGURA 2.6



Elementos para lograr la Calidad

- 1) **ENFOQUE EN EL CLIENTE:** Debemos enfocarnos a las necesidades del cliente pensando siempre en su satisfacción y recordando que la responsabilidad no termina con la entrega de un producto o servicio, sino que debemos continuar respaldando a nuestros clientes por tiempo indeterminado.
- 2) **PREVENCIÓN:** La prevención enfatiza la importancia de hacer las cosas bien, desde la primera vez. Al prever la manera de realizar cada una de nuestras actividades, nos dará margen para construir la calidad en el proceso, producto o servicio.

- 3) **CERO DEFECTOS:** Esto significa esforzarse para obtener resultados sin ninguna falla. Esto se logrará cada vez que se encuentre una manera costeable de producir una Calidad mejor, con esto nos acercamos más a los cero defectos.
- 4) **PENSAMIENTO A LARGO PLAZO:** El pensamiento a largo plazo enfatiza la naturaleza incesante del trabajo para mejorar nuestros productos y procesos. Esto permite adaptar las operaciones a las demandas cambiantes del mercado y satisfacer las necesidades del cliente.
- 5) **PARTICIPACIÓN DE TODOS:** Con esto se crean las condiciones que permiten que cada individuo asuma la responsabilidad de la Calidad de su propio trabajo y por lo tanto asegura que se asuma esa responsabilidad. La participación de todos coadyugará a lograr la Calidad Total en la empresa.

Después de haber analizado varios conceptos de Calidad, es importante mencionar las características, factores y métricas de Calidad, que se deben considerar para crear verdaderos Sistemas de Información con Calidad.

2.7 Características de Calidad en la creación de Sistemas de Información.

La calidad se define como la excelencia.¹¹ La calidad perfecta es muy costosa y virtualmente imposible. La calidad debe estar dentro de límites aceptables, definidos por la organización. Los límites de calidad reflejan las consecuencias de la falta de calidad y el costo de lograrla. Por ejemplo la falta de calidad en el proceso puede dar por resultado aplicaciones que no se utilizan o que tienen un alto índice de reparaciones de mantenimiento y mejoras, pero un proceso de desarrollo que busque asegurar que la aplicación quede perfecta nunca terminará. La calidad en los Sistemas de Información tiene varias características. La importancia de cada una de ellas depende de la aplicación y su contexto.¹¹

En la Tabla 2.5 se muestran algunas de las características que se incluyen en el concepto de calidad en los sistemas de información.

TABLA 2.5

| Características de calidad de los Sistemas de Información | Implementación de los conceptos de calidad |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Datos completos <input type="checkbox"/> Datos exactos <input type="checkbox"/> Datos precisos <input type="checkbox"/> Salidas legibles <input type="checkbox"/> Salida oportuna <input type="checkbox"/> Salida relevante <input type="checkbox"/> Salidas significativas <input type="checkbox"/> Operación amistosa al usuario <input type="checkbox"/> Operaciones resistentes al error <input type="checkbox"/> Uso autorizado <input type="checkbox"/> Sistemas y operaciones protegidas | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Todos los datos elementales se captan y almacenan para su uso. Los datos elementales apropiadamente se identifican con periodos de tiempo. <input type="checkbox"/> Se registran los valores correctos de los datos. <input type="checkbox"/> Las mediciones de las variables satisfacen las necesidades de precisión del usuario, <input type="checkbox"/> La salida del sistema es comprensible para los usuarios. <input type="checkbox"/> La salida de la aplicación está disponible oportunamente para acciones y decisiones. <input type="checkbox"/> Las salidas son relevantes para las acciones y decisiones que se van a tomar. <input type="checkbox"/> El formato, los encabezados, los datos provistos y el contexto en el cual se presentan, producen salidas de significación para acciones y toma de decisiones. <input type="checkbox"/> El sistema provee interfaces comprensibles para el usuario, por estar diseñadas para ajustarse a las capacidades del ser humano. <input type="checkbox"/> Se incorporan procedimientos apropiados de prevención y detección de errores. Hay procedimientos para reportar y corregir errores. Se aplican varios procedimientos de auditoria. <input type="checkbox"/> Solamente personal autorizado tiene acceso a las instalaciones, aplicaciones y datos. <input type="checkbox"/> Se protege el sistema y sus operaciones contra varios riesgos ambientales y operacionales. Hay provisiones para la recuperación en el evento de una falla o destrucción parcial o total del sistema. |

La calidad tal como se definió anteriormente se logra mediante una metodología consistente en funciones organizacionales con responsabilidad por la calidad y en diferentes procedimientos y actividades que incorporan la calidad en los sistemas de información y aseguran su logro.

2.8 Elementos que intervienen en la Calidad y Productividad de los Sistemas de Información.

Después de analizar las características de calidad, podremos determinar los elementos que intervienen en la Calidad y Productividad de Sistemas de Información⁹, a través de los elementos de la Tabla 2.6

TABLA 2.6

| <i>Elementos que Intervienen en la Calidad y Productividad</i> | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> | Capacidad Individual : La producción y mantenimiento de información son tareas laboriosas, por lo que la productividad y la calidad son funciones directas de la capacidad y esfuerzo individuales. Existen dos aspectos en la capacidad: la competencia global del individuo y su familiaridad con el área particular de aplicación; los programadores que se muestran competentes en el procesamiento de datos, suelen no serlo en áreas específicas, de igual forma, un buen programador científico no es, forzosamente, un buen programador de sistemas. La falta de familiaridad con el área de aplicación puede implicar baja productividad y poca calidad. |
| <input type="checkbox"/> | Comunicación en el grupo : Algunas de las innovaciones de la Ingeniería de Sistemas, como la Revisión de Diseños, Recorridos Estructurados y los Ejercicios de Lectura de Código, tienen como propósito lograr que los sistemas sean más sociables, lo cual mejora la comunicación entre programadores. El incremento del tamaño de un sistema, disminuye la productividad debido al aumento en complejidad de las interacciones entre los diversos componentes del mismo, y a causa del incremento de comunicación necesario entre programadores crece a razón de $n(n-1)/2$, donde n es el número de programadores en el grupo de un proyecto cualquiera; así, resulta que al incrementar el número de tres a cuatro y a cinco aumenta el número de rutas de comunicación de tres a seis y a diez, respectivamente. Además nótese que cada miembro del grupo debe aprender el proyecto y sobrepasar el efecto de la "curva de aprendizaje" antes de convertirse en un miembro del grupo; esto incrementa aún más la carga de trabajo, reduciendo la productividad total. |

- ❑ **Complejidad del sistema:** El esfuerzo requerido para desarrollar y mantener un sistema de información es una función no lineal del tamaño del sistema y su complejidad. Un sistema del doble del tamaño o doblemente difícil que otro sistema, usando cualquier métrica diferente del esfuerzo, puede requerir diez o tal vez 100 veces más esfuerzo para obtener un sistema de información con calidad. La falta de no permitir un escalamiento no lineal en tamaño y complejidad es una de las primeras razones para un sobre costo o entrega retrasada en muchos proyectos de programación.
- ❑ **Notaciones Apropiadas :** Las notaciones apropiadas son vehículos de comunicación entre el personal asignado al sistema y plantean la posibilidad de usar una herramienta automatizada de programación para manejar las notaciones verificando su uso correcto. Esto puede beneficiar un proyecto en particular, pero se obtendrán más beneficios cuando se adopte, en todas las organizaciones e industrias, un conjunto pequeño de notaciones bien definidas para los proyectos de programación.
- ❑ **Enfoques Sistemáticos :** Es imposible esperar que un único enfoque fuese capaz de cubrir adecuadamente todas las posibilidades en el desarrollo y mantenimiento del sistema; en estos momentos de evolución de los sistemas, no es claro cuál de los diversos enfoques debe emplearse en cada ocasión.
- ❑ **Control de cambios:** La flexibilidad en un sistema es un gran beneficio y a su vez una gran fuente de dificultad en la Ingeniería de Sistemas. Como el código fuente es difícil de modificar, suele dificultarse la resolución de diferentes detalles de los algoritmos, o que el cliente solicite cambios que el gerente de proyecto esta dispuesto a aceptar.
- ❑ **Nivel Tecnológico:** El nivel tecnológico utilizado en un sistema de información incluye aspectos como selección del lenguaje de programación, ambiente computacional, práctica de programación y herramientas de programación disponibles. Los lenguajes de programación modernos proveen características mejoradas para la definición y manejo de datos, estructuras de construcción mejoradas para la definición del flujo de control, mejores facilidades de modularización, manejo eficiente de condiciones y facilidades para la programación concurrente.
- ❑ **Nivel de Confiabilidad:** Todo sistema de información debe poseer un nivel elemental de confiabilidad; sin embargo, la alta confiabilidad sólo se consigue con gran cuidado en el análisis, diseño, instrumentación, pruebas y mantenimiento del producto de programación. Se requieren tanto recursos humanos como equipo para obtener un aumento en la confiabilidad; lo anterior conduce a una reducción en la productividad, medida sólo en términos de líneas de código producido durante un mes.

- ❑ **Captación del Problema:** En un sistema de información un asunto común de difícil solución es la incomprensión de la verdadera naturaleza del problema; existen diversos factores que contribuyen en esta falta de conocimiento. Por lo general, es el cliente quien no entiende realmente la naturaleza del problema, además de no entender las capacidades y limitaciones de la computación; la mayoría de los clientes, y en general toda la gente, no han sido educados para pensar en términos lógicos y algorítmicos e incluso, en ocasiones, desconocen sus verdaderas necesidades.
- ❑ **Tiempo disponible:** La determinación del nivel óptimo de personal y el tiempo requerido para desarrollar las diferentes actividades en un proyecto de programación es un aspecto importante y difícil en la estimación global de costos y recursos.
- ❑ **Especialización requerida :** El ejercicio de la Ingeniería de Sistemas requiere de una gran gama de habilidades y especialidades; por ejemplo, la obtención de la información de los clientes con el fin de determinar sus necesidades requiere de la habilidad de comunicarse, de cierto tacto y diplomacia, así como de un buen conocimiento del área de aplicación. La definición de las necesidades y las actividades de diseño son de tipo conceptual y requieren una buena dosis de habilidad en resolución de problemas.
- ❑ **Facilidades y recursos:** La mayoría de los desarrolladores de sistemas de información sienten que los aspectos positivos de su trabajo son las tareas que representen un reto a su variedad, y las oportunidades de crecer profesionalmente, mientras que los aspectos negativos son la ineptitud administrativa, políticas de la compañía y la burocracia organizacional. Casi todos los programadores reciben sus motivadores de la naturaleza misma de su trabajo, por tanto, son muy sensibles, están sujetos a frustración, si desean mantener la calidad de los productos, la productividad de sus programadores y la satisfacción del trabajo.
- ❑ **Entrenamiento adecuado:** La instrumentación de un sistema es sólo un aspecto de la Ingeniería de sistemas; sin embargo, ésta es la única fase del desarrollo y mantenimiento de un producto que se enseña en muchas escuelas. Algunas instituciones ofrecen cursos de los temas de análisis y diseño, pruebas, mantenimiento y de técnicas de la administración de un sistema, pero son muy pocas.

- **Habilidades gerenciales:** Los sistemas de información son, por lo común, supervisados por gerentes que tienen poco conocimiento, si acaso lo tienen, acerca de la Ingeniería de Sistemas; muchos de los problemas de esta ingeniería son únicos, incluso gerentes con experiencia en dirección de proyectos de equipos de computo, encuentran que los proyectos de Ingeniería de Sistemas son difíciles debido a las diferencias en la metodología de diseño, notaciones, herramientas, y otros aspectos.

Por otro lado, la costumbre de promover a puestos administrativos de un proyecto de programación a individuos técnicamente competentes, con poca inclinación gerencial y sin entrenamiento administrativo, también suele producir resultados negativos. Muchas organizaciones ofrecen entrenamiento en dirección de proyectos a ingenieros en sistemas, pero esto no conduce a resultados satisfactorios. En parte, esto se puede deber a que los programadores requieren poco contacto social en su trabajo, mientras que el gerente requiere de una adecuada capacidad de comunicación social.

- **Metas apropiadas:** La meta principal de la Ingeniería de sistemas es el desarrollo de sistemas que cumplan con los requisitos del uso deseado; idealmente, todo sistema de información debe proporcionar niveles óptimos de generalidad, eficiencia y confiabilidad. El esfuerzo desorganizado dedicado a mejorar marginalmente algunas características deseadas con una excesiva eficiencia, van en detrimento de la productividad del programador. Del mismo modo, la poca confiabilidad y eficiencia perjudican la calidad del sistema. Se puede obtener un punto medio entre la productividad y los factores de calidad, mediante el mantenimiento dentro de las metas y requisitos establecidos para el producto durante la etapa de planeación.
- **Expectativas crecientes:** El problema de mayor persistencia en la Ingeniería de Sistemas es el crecimiento constante de las expectativas del sistema. Existen dos aspectos interrelacionados al respecto: primero, está la preocupación de que tanta funcionalidad, confiabilidad y desempeño puede obtenerse con un esfuerzo determinado; en segundo lugar, se halla el aspecto relacionado con las limitantes de la tecnología de sistemas. Existe un proceso constante en el desarrollo de herramientas y técnicas para mejorar la calidad y productividad de un programador.

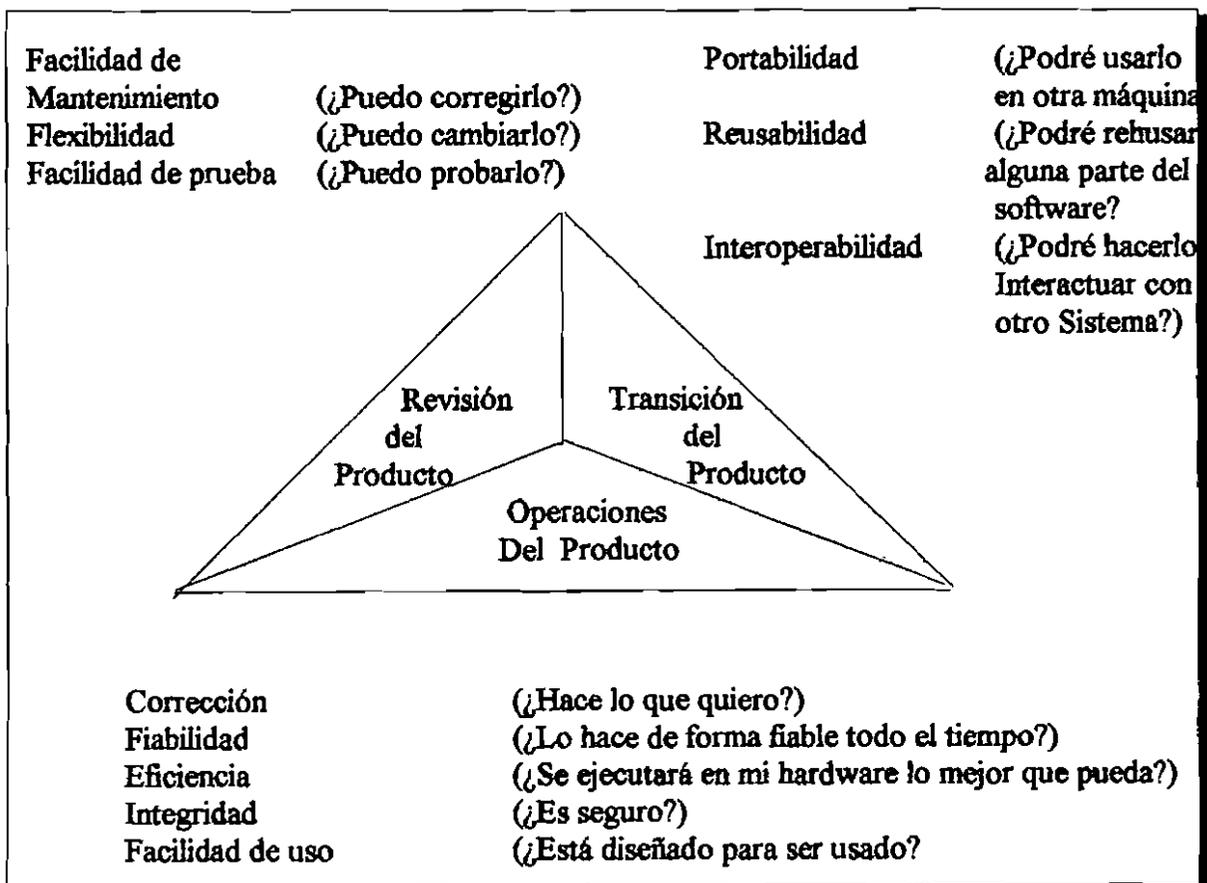
2.9 Factores que determinan la Calidad de Sistemas de Información.

Los factores que afectan la calidad de los Sistemas de Información se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- a) Factores que pueden ser medidos directamente.
- b) Factores que sólo pueden ser medidos indirectamente.

McCall y sus colegas ²⁵ han propuesto una útil clasificación de los factores que afectan la calidad en la creación de sistemas de información. Los cuáles se presentan en la Figura 2.7 y se describen cada uno de ellos Tabla 2.7

FIGURA 2.7



Factores de Calidad del software de McCall

TABLA 2.7

| FACTOR | DEFINICIÓN |
|------------------------------------|---|
| Corrección | <input type="checkbox"/> El grado en que un sistema satisface sus especificaciones y consigue los objetivos de la misión encomendada por el cliente. |
| Fiabilidad | <input type="checkbox"/> El grado en que se puede esperar que un sistema lleve a cabo sus funciones específicas con la precisión requerida. |
| Eficiencia | <input type="checkbox"/> La cantidad de recursos de computadora y de código requeridos por un sistema para llevar a cabo sus funciones. |
| Integridad | <input type="checkbox"/> El grado en que puede controlarse el acceso al sistema o a los datos, por personal no autorizado. |
| Facilidad de uso | <input type="checkbox"/> El esfuerzo requerido para aprender un sistema, trabajar con él, preparar su entrada e interpretar su salida. |
| Facilidad de mantenimiento | <input type="checkbox"/> El esfuerzo requerido para localizar y arreglar un error en un sistema. |
| Flexibilidad | <input type="checkbox"/> El esfuerzo requerido para modificar un sistema operativo. |
| Facilidad de prueba | <input type="checkbox"/> El esfuerzo requerido para probar un sistema de forma que se asegure que realiza su función requerida. |
| Portabilidad | <input type="checkbox"/> El esfuerzo requerido para transferir el sistema desde un hardware y/o entorno de sistemas de software a otro. |
| Rehusabilidad | <input type="checkbox"/> El grado en que un sistema (o partes de un sistema) se puede rehusar en otras aplicaciones. Esto va relacionado con el empaquetamiento y el alcance de las funciones que realiza el sistema. |
| Facilidad de Interoperación | <input type="checkbox"/> El esfuerzo requerido para acoplar un sistema a otro. |

Otra clasificación de factores muy importante es la que Hewlett-Packard²⁵ ha desarrollado cuyas siglas son FURPS (ver glosario de términos). Los cuáles se muestran en la Tabla 2.8

TABLA 2.8

| FACTOR | DEFINICIÓN |
|-----------------------------|---|
| Funcionalidad | <input type="checkbox"/> Se obtiene mediante la evaluación del conjunto de características y de posibilidades del sistema, la generalidad de las funciones que se entregan y la seguridad de todo el sistema. |
| Facilidad de uso | <input type="checkbox"/> Se calcula considerando los factores humanos, la estética global, la consistencia y la documentación. |
| Fiabilidad | <input type="checkbox"/> Se calcula midiendo la frecuencia de fallos y su importancia, la eficiencia de los resultados de salida, el tiempo medio entre fallos (TMEF), la posibilidad de recuperarse a los fallos y la previsibilidad del sistema. |
| Rendimiento | <input type="checkbox"/> Se mide mediante la evaluación de la velocidad de proceso, el tiempo de respuesta, el consumo de recursos, el rendimiento total de procesamiento y la eficiencia. |
| Capacidad de soporte | <input type="checkbox"/> Combina la posibilidad de ampliar el sistema, la adaptabilidad y la utilidad, es decir la facilidad de mantenimiento, además de la facilidad de prueba, la compatibilidad, la posibilidad de configuración, la facilidad con la que puede instalarse un sistema y la facilidad con la que se pueden localizar los problemas. |

2.10 Métricas que determinan la Calidad de Sistemas de Información.

Es difícil, y en algunos casos imposible, desarrollar medidas directas de los factores de calidad propuestos por McCall y Hewlett Packard. Por tanto, se define un conjunto de métricas las cuáles son usadas para determinar la calidad de los Sistemas de Información.²⁵ Estas métricas se muestran en la Tabla 2.9

TABLA 2.9

| MÉTRICA | DEFINICIÓN |
|--|---|
| Facilidad de auditoría | <input type="checkbox"/> La facilidad con que se puede comprobar la conformidad con los estándares. |
| Exactitud | <input type="checkbox"/> La precisión de los cálculos y del control. |
| Normalización de las comunicaciones | <input type="checkbox"/> El grado en que se usan el ancho de banda, los protocolos y las interfaces estándar. |
| Completitud | <input type="checkbox"/> El grado en que se ha conseguido la total implementación de las funciones requeridas. |
| Concisión | <input type="checkbox"/> Lo compacto que es el sistema en términos de líneas de códigos. |
| Consistencia | <input type="checkbox"/> El uso de un diseño uniforme y de técnicas de documentación a lo largo del proyecto de desarrollo del sistema. |
| Estandarización en los datos | <input type="checkbox"/> El uso de estructuras de datos y de tipos estándar a lo largo de todo el sistema. |
| Tolerancia de errores | <input type="checkbox"/> El daño que se produce cuando el sistema encuentra un error. |
| Eficiencia en la ejecución | <input type="checkbox"/> El rendimiento en tiempo de ejecución de un sistema. |
| Facilidad de expansión | <input type="checkbox"/> El grado en que se puede ampliar el diseño arquitectónico, de datos o procedimental. |
| Generalidad | <input type="checkbox"/> La amplitud de aplicación potencial de los componentes del sistema. |
| Independencia del hardware | <input type="checkbox"/> El grado en que el sistema es independiente del hardware sobre el que opera. |
| Instrumentación | <input type="checkbox"/> El grado en que el sistema muestra su propio funcionamiento e identifica errores que aparecen. |
| Modularidad | <input type="checkbox"/> La independencia funcional de los componentes del sistema. |
| Facilidad de operación | <input type="checkbox"/> La facilidad de operación de un sistema. |
| Seguridad | <input type="checkbox"/> La disponibilidad de mecanismos que controlen o protejan los sistemas o los datos. |
| Autodocumentación | <input type="checkbox"/> El grado en que el código fuente proporciona documentación significativa. |
| Simplicidad | <input type="checkbox"/> El grado en que un sistema puede ser entendido sin dificultad. |
| Independencia del sistema | <input type="checkbox"/> El grado en que el sistema es independiente de características no estándar del lenguaje de programación, de |

| | |
|--|---|
| <p>Facilidad de trazo</p> <p>Formación</p> | <p>las características del sistema operativo y de otras restricciones del entorno.</p> <p><input type="checkbox"/> La posibilidad de seguir la pista a la representación del diseño o de los componentes reales del sistema hacia atrás, hacia los requisitos.</p> <p><input type="checkbox"/> El grado en que el software ayuda para permitir que nuevos usuarios apliquen el sistema.</p> |
|--|---|

Desgraciadamente, muchas de las métricas sólo pueden ser medidas de forma subjetiva. Las métricas pueden estar en forma de listas de comprobaciones, usadas para "obtener el grado" de los atributos específicos del sistema. En el esquema de graduación propuesto por McCall va en una escala de 0 (bajo) a 10 (alto).

Además dichas métricas ayudan a desarrollar expresiones para cada uno de los factores de acuerdo con la siguiente relación:

$$F_c = c_1 \times m_1 + c_2 \times m_2 + \dots + c_n \times m_n$$

Donde:

- F_c = es un factor de calidad de los sistemas.
- c_i = son coeficientes de regresión.
- m_i = son las métricas que afectan al factor de calidad.

Grady y Caswell²⁵ sugieren una matriz para guiarse en la recogida de medición, la cual se muestra en la Tabla 2.10

2.11 El Aseguramiento de Calidad en los Sistemas de Información.

El *Aseguramiento de la Calidad en los Sistemas de Información*, se basa principalmente en dos puntos: El *primero* consiste en que el usuario del Sistema de Información (de cualquier tipo), es el elemento más importante para establecer y evaluar la Calidad, dicho lo cuál enfatizamos la importancia decisiva del usuario para asegurar una implantación del sistema con éxito. El *segundo* reside en que definitivamente es mucho menos costoso corregir problemas cuando éstos se encuentran en sus etapas iniciales o durante el desarrollo, que esperar a que el problema se exprese cuando ya está por implantarse o ya implantando el sistema, para lo cuál el sistema se tendría que corregir mediante un mantenimiento que resultaría más costoso en cuanto a tiempo y dinero.

Dos aspectos deben ser cubiertos para obtener el Aseguramiento de la Calidad en los proyectos de sistemas.

Primero, debe existir el soporte total de la dirección de la empresa, ya que al desarrollar un sistema de información deberá ajustarse el apoyo a las metas de dicha dirección. Esto es, el analista y la dirección deben estar conjuntamente involucradas al decidir llevar a cabo el sistema requerido por el usuario, logrando de tal forma que el sistema se lleve exitosamente a lo largo de su desarrollo asegurando la Calidad.

Segundo, para Asegurar la Calidad en el desarrollo y diseño de Sistemas, deberán ser evaluados minuciosamente cada uno de los siguientes aspectos:

- Empleo de una Metodología para el análisis y diseño del sistema.
- Existencia de planes de actividades y para el desarrollo del sistema.
- Análisis del proyecto acorde a los requerimientos del usuario.
- El proyecto debe apoyar las metas de la empresa.
- El diseño del sistema deberá considerar las programación modular.
- Evaluación de técnicas empleadas para la programación.
- Funcionalidad y eficiencia del sistema desarrollado.
- Hardware empleado.

- Confiabilidad del plan de contingencia.
- Documentación efectiva.
- Adecuada asignación de Responsabilidades.

En síntesis, el *Aseguramiento de la Calidad* es esencial en cada uno de los pasos del desarrollo de sistemas. Observemos que la Calidad se debe concebir no solamente como la Satisfacción del Usuario, sino además como un proceso evolutivo hacia la perfección, que se denomina Aseguramiento de Calidad en los Sistemas de Información.

2.12 El Costo del Aseguramiento de la Calidad

La manera de medir la Calidad es calcular lo que cuesta hacer las cosas mal. Esta medición se llama Precio del Incumplimiento; éste finalmente es el precio del desperdicio que no es necesario pagar, pero que se eroga al no cumplir con la Calidad. Las actividades que lo originan son:

- Reprocesamiento
- Servicio no planificado.
- Repeticiones de la computadora
- Tiempo improductivo
- Tiempo extra.

Cuando se calcula el Precio del Incumplimiento descubrimos, cuanto nos cuesta no cumplir con los requisitos desde la primera vez y siempre. Esto nos ayuda a dirigir nuestros esfuerzos para mejorar y medir cuánto hemos mejorado.

Sin embargo el Asegurar la Calidad, nos lleva implícitos los siguientes gastos:

- LOS COSTOS POR HACER LAS COSAS LIBRES DE ERROR:** Estos comprenden los gastos en que se incurre para operar los procesos según los requerimientos, presuponiendo que no forman parte de un desperdicio de trabajo, tiempos extras, etc.

□ **EL PRECIO DEL CUMPLIMIENTO:** Es lo que cuesta asegurar que las cosas se hagan bien desde la primera vez, y está formado por:

- ◆ Revisiones a lo especificado.
- ◆ Verificación del software.
- ◆ Mantenimiento preventivo.
- ◆ Pruebas.
- ◆ Verificación de procedimientos.
- ◆ Auditorías.

CAPÍTULO III

LA INGENIERÍA DE SISTEMAS COMO METODOLOGÍA PARA CREAR SISTEMAS DE INFORMACIÓN

3.1 Técnicas y Metodologías de Diseño de los Sistemas de Información.

Como hemos visto en las últimas décadas del siglo XX la gran importancia de los Sistemas de Información dentro de una organización es vital, ya que éstos proporcionan beneficios sorprendentes en el cumplimiento de las metas y objetivos que cada una se ha trazado. Pero para la realización de éstos se requiere la utilización de una metodología y/o técnica, ya que esta va a marcar la pauta para crear verdaderos Sistemas de Información con Calidad. De ahí la importancia de las técnicas y metodologías. Antes de darlas a conocer, primero debemos diferenciar una técnica de una metodología.

- **Técnica:** Conjunto de procedimientos relativos a un arte o ciencia, es la habilidad con que se utilizan los procedimientos.³⁰
- **Metodología:** Conjunto ordenado de pasos para obtener un fin, es evidente que el uso de una metodología aporta ventajas que hacen aconsejable su uso.³⁰

3.1.1 Técnicas de Diseño de Sistemas de Información

La planeación y el control son elementos esenciales de todo sistema exitoso. Es necesario utilizar técnicas que ayuden a establecer los objetivos de los programas con la finalidad de que éstos esten completos. También se necesita el uso de técnicas de diseño que nos ayuden a dividir el esfuerzo de programación en módulos semejantes.

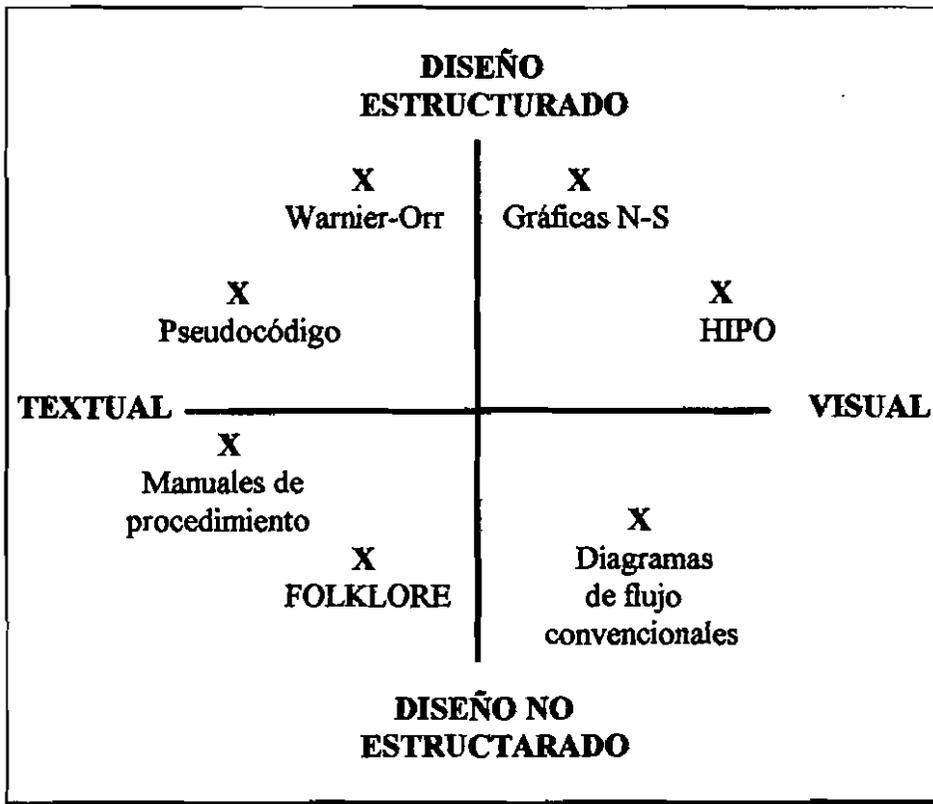
Sin embargo, no es recomendable dejar los proyectos simplemente en las etapas de la planeación. Después de que los programas estén terminados deben recibir mantenimiento, y los esfuerzos sobrepasan el esfuerzo gastado en el diseño y programación original.

Las técnicas descritas a continuación pueden ser utilizadas inicialmente en el diseño de Sistemas de Información, y también en el mantenimiento del mismo. Debido a los diversos cambios en las necesidades de información es necesario que los programas sufran ciertas modificaciones. El esfuerzo de aseguramiento de calidad total requiere que los programas estén documentados adecuadamente.

Se documenta el Sistema de Información y los procedimientos para que estén codificados en un formato que pueda ser fácilmente accesado. El acceso a los procedimientos es necesario para los nuevos usuarios que aprenden el sistema y como un recordatorio para aquellos que usan el programa con poca frecuencia. La documentación permite que los usuarios, programadores y analistas "vean" el sistema de información, es decir, su sistema de información y procedimientos sin tener que interactuar con él.

Existe un solo estándar de técnicas de diseño y documentación en uso actualmente. A continuación se mencionan varias de ellas que se encuentran actualmente en uso. Cada técnica tiene sus propias ventajas y desventajas, debido a que cada una tiene propiedades únicas. La Figura 3.1 anterior nos muestra como se comparará cada técnica con las demás y se trazan de acuerdo a dos puntos: (1) qué tan estructurada es la técnica y (2) qué tan visual es la técnica.

FIGURA 3.1



Técnicas para el diseño y documentación de Sistemas de Información

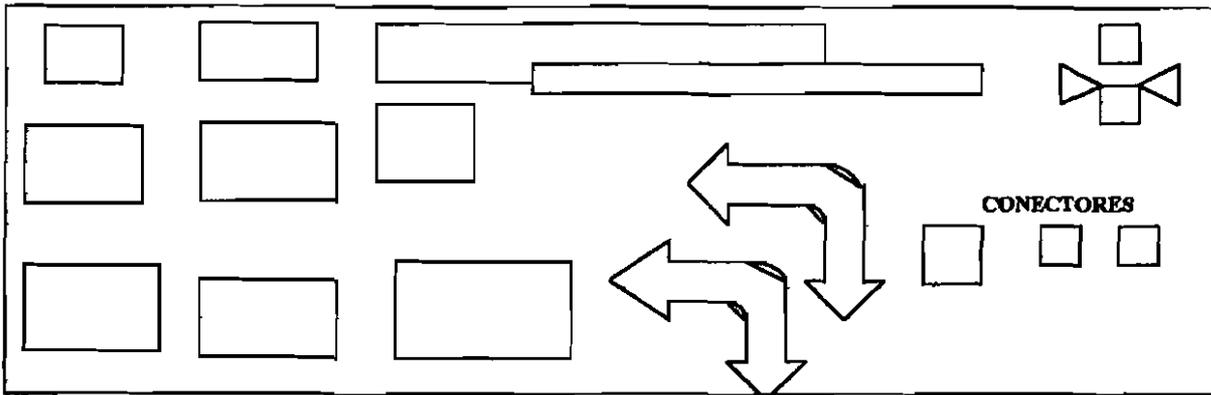
EL MÉTODO HIPO

HIPO son las siglas de jerarquía (más) entrada/proceso/salida. Las siglas nos proporcionan una descripción y una ayuda de memoria de lo que es ésta técnica.

Esta técnica da soporte a un enfoque de diseño de arriba hacia abajo y también reduce la complejidad percibida del sistema, debido a que cada uno de los subcomponentes puede ser manejado por separado.

El **HIPO** es una técnica visual. El principal beneficio de las técnicas visuales se deriva de la facilidad de lectura de símbolos estandarizados que se usan para mostrar los tipos de entrada de datos, almacenamiento de datos y dispositivos de salida de datos. El **HIPO** fue desarrollado por IBM y, por lo tanto, las plantillas **HIPO** (mostradas en la Figura 3.2) y las hojas de trabajo se obtienen de IBM.

FIGURA 3.2



Plantilla Hipo Estándar

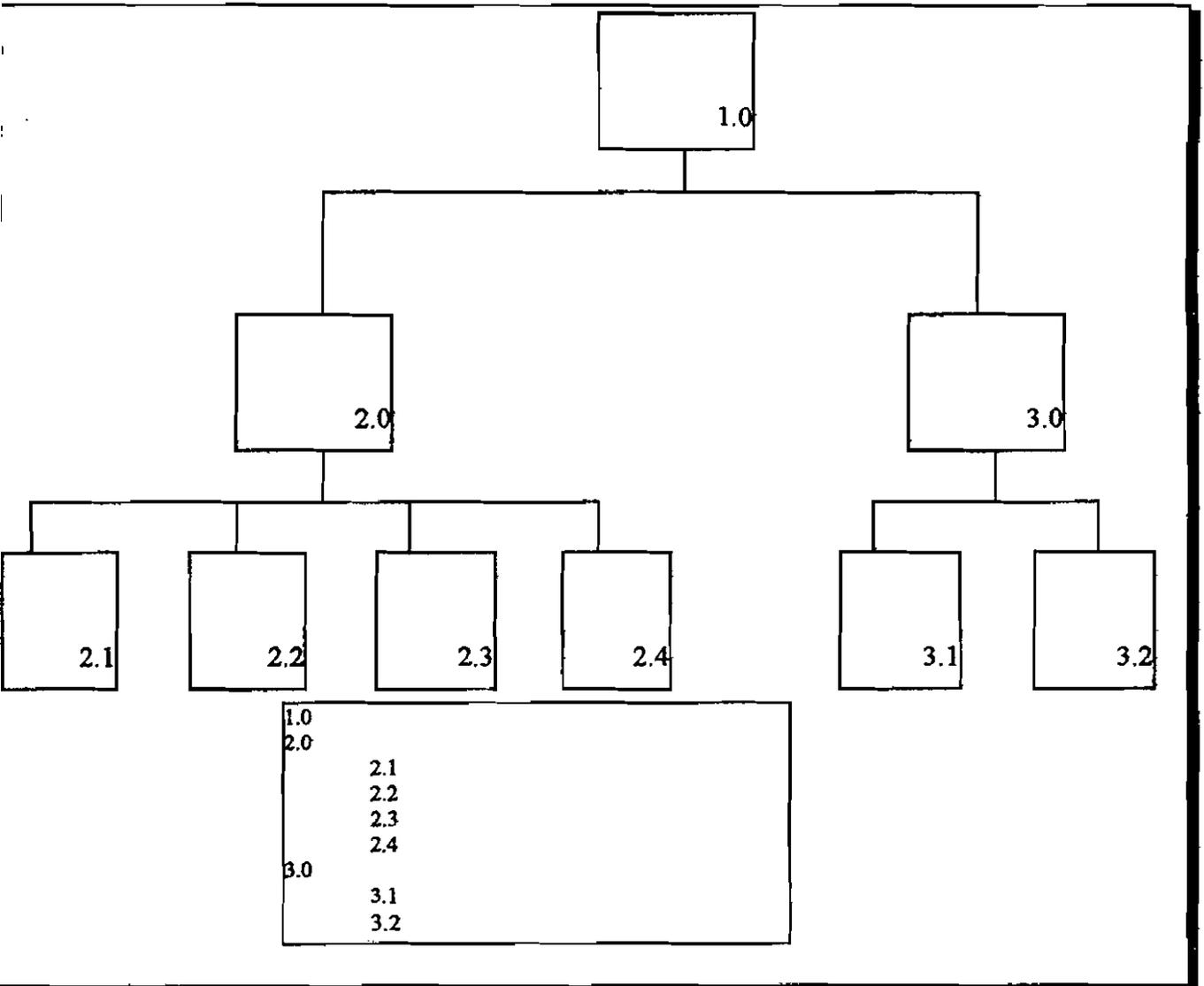
Hay tres tipos principales de diagramas en el sistema HIPO:

1. VTOC o tabla visual de contenido
2. Diagramas de panorámica IPO (entrada/proceso/salida)
3. Diagramas detallados IPO

1. LA VTOC (TABLA DE CONTENIDO VISUAL).

La VTOC es una gráfica jerárquica. Proporciona un mapa que permite al lector de la misma localizar un módulo de programa dentro del sistema principal. Como podemos observar en la Figura 3.3 que los números de cada uno de los cuadros siguen un patrón, por lo que se puede ver fácilmente la relación entre dos módulos. Esto es, los módulos 2.1 y 2.4 pertenecen al mismo componente del sistema 2.0, pero los módulos 3.1 y 3.2 pertenecen al componente 3.0.

FIGURA 3.3



Gráfica VTOC o Tabla Visual de Contenido

La gráfica de jerarquía de la VTOC tiene una apariencia similar a la gráfica organizacional tradicional, y toma la forma de una pirámide. En la parte inferior de la gráfica hay espacio para una descripción más completa de los cuadros que están en ella.

2. DIAGRAMAS DE PANORÁMICA IPO

El siguiente tipo de diagramas en el sistema IPO son los diagramas de panorámica HIPO con los cuales es posible tener una visión macro de la entrada, proceso y salida. En este punto es útil listar todas las entradas, procesos y salidas en las tres secciones del papel sin trazar los símbolos especializados.

En la figura 3.4 es representado un diagrama panorámico IPO. Este diagrama incluye las entradas, el procesamiento y las salidas que son los reportes originados diariamente.

FIGURA 3.4

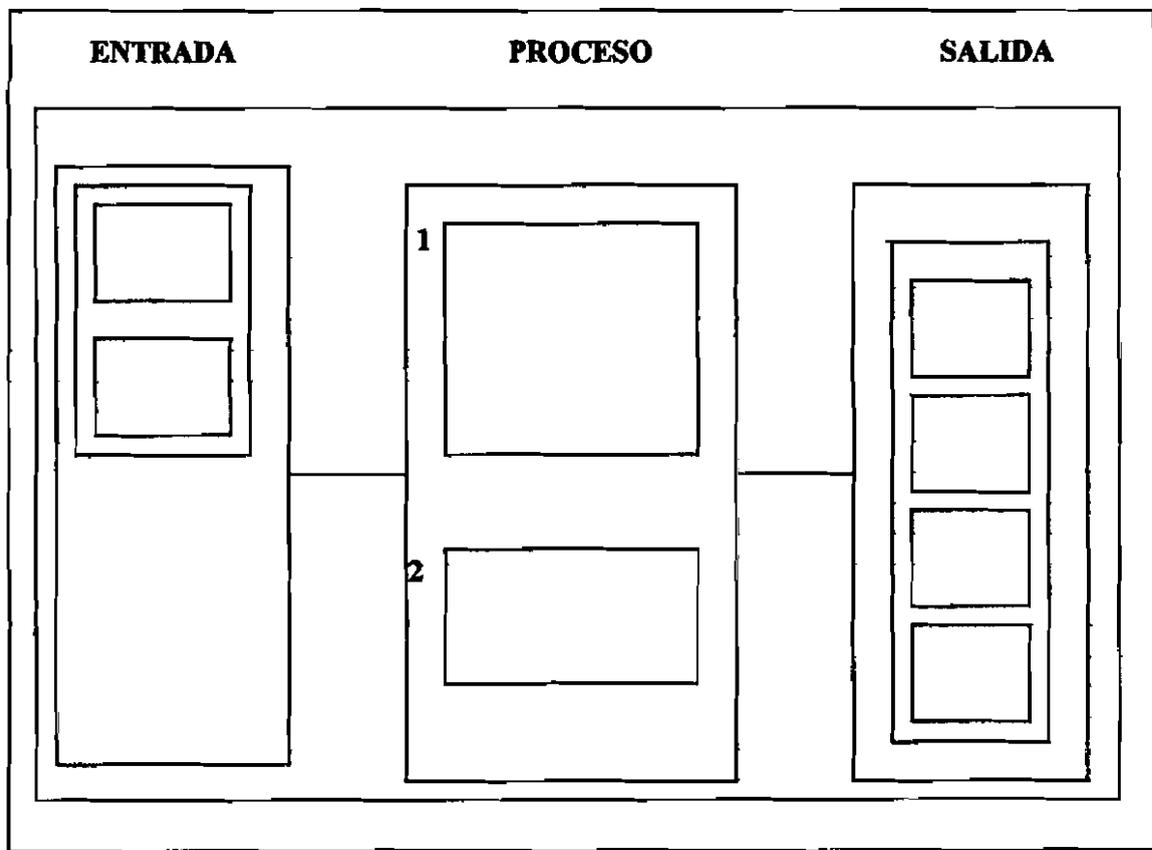
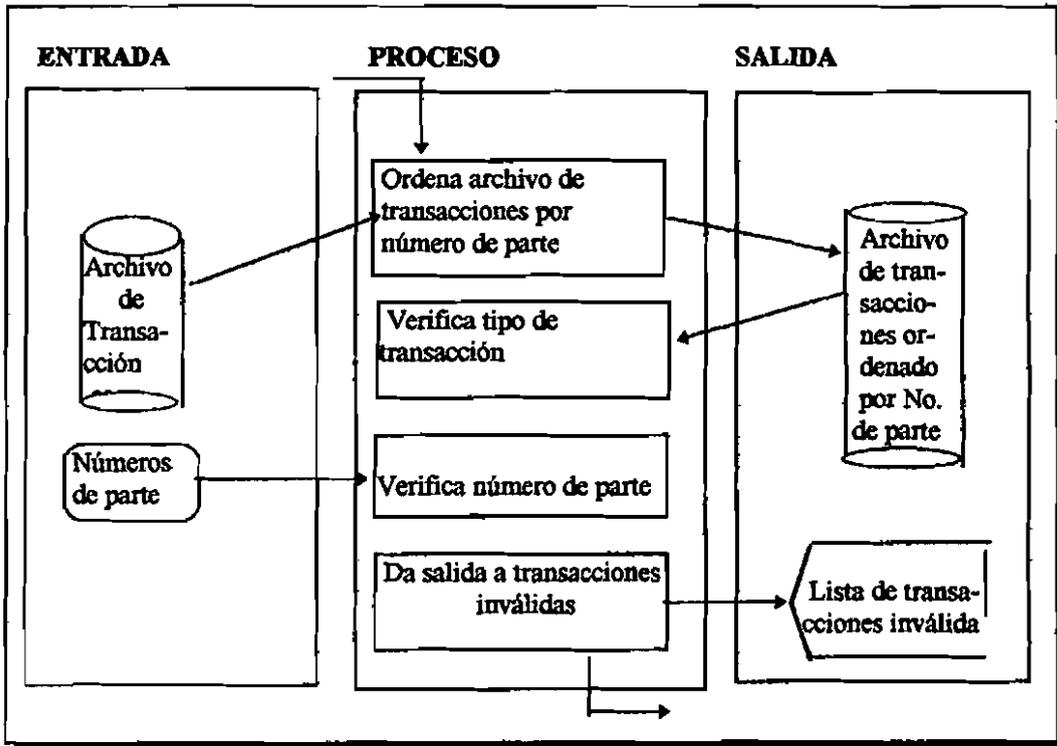


Diagrama Panorámico IPO.

Para hacerlos más útiles, los diagramas panorámicos deben ser divididos en diagramas por cada uno de los módulos que contengan.

Con la finalidad de lograr una mejor comprensión es necesario la adición de símbolos para los medios de entrada, proceso y salida. A diferencia de la figura anterior, la Figura 3.5 usa símbolos de discos para indicar cómo son guardados los archivos el "archivo de transacción" y el "archivo de transacción ordenado por número de parte". Los números de parte son guardados en cinta magnética, como se muestra en la figura. Por último, a la lista de transacciones inválidas se le da salida en pantalla.

FIGURA 3.5



El diagrama de flujo de datos puede ser usado para crear un diagrama HIPO. El flujo de datos es representado como los datos listados en las columnas Entrada y Salida.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL HIPO

El HIPO es una técnica altamente visual y estructurada para el diseño y la documentación. Cuando los analistas llegan a estar familiarizados con los símbolos que se utilizan, el HIPO llega a ser una herramienta valiosa. Sin embargo muy frecuentemente los demás miembros de la organización no están familiarizados con los símbolos, por lo que el HIPO pasa a ser una herramienta demasiado especializada para explicar cómo trabaja el sistema o programa.

El HIPO ocupa una gran cantidad de espacio en papel. Para ver un programa completo, es necesario hojear una gran cantidad de páginas.

Sin embargo, el HIPO también es útil para la documentación de programas. Proporciona una avenida para el autor del programa para que regrese fácilmente al programa después de mucho tiempo.

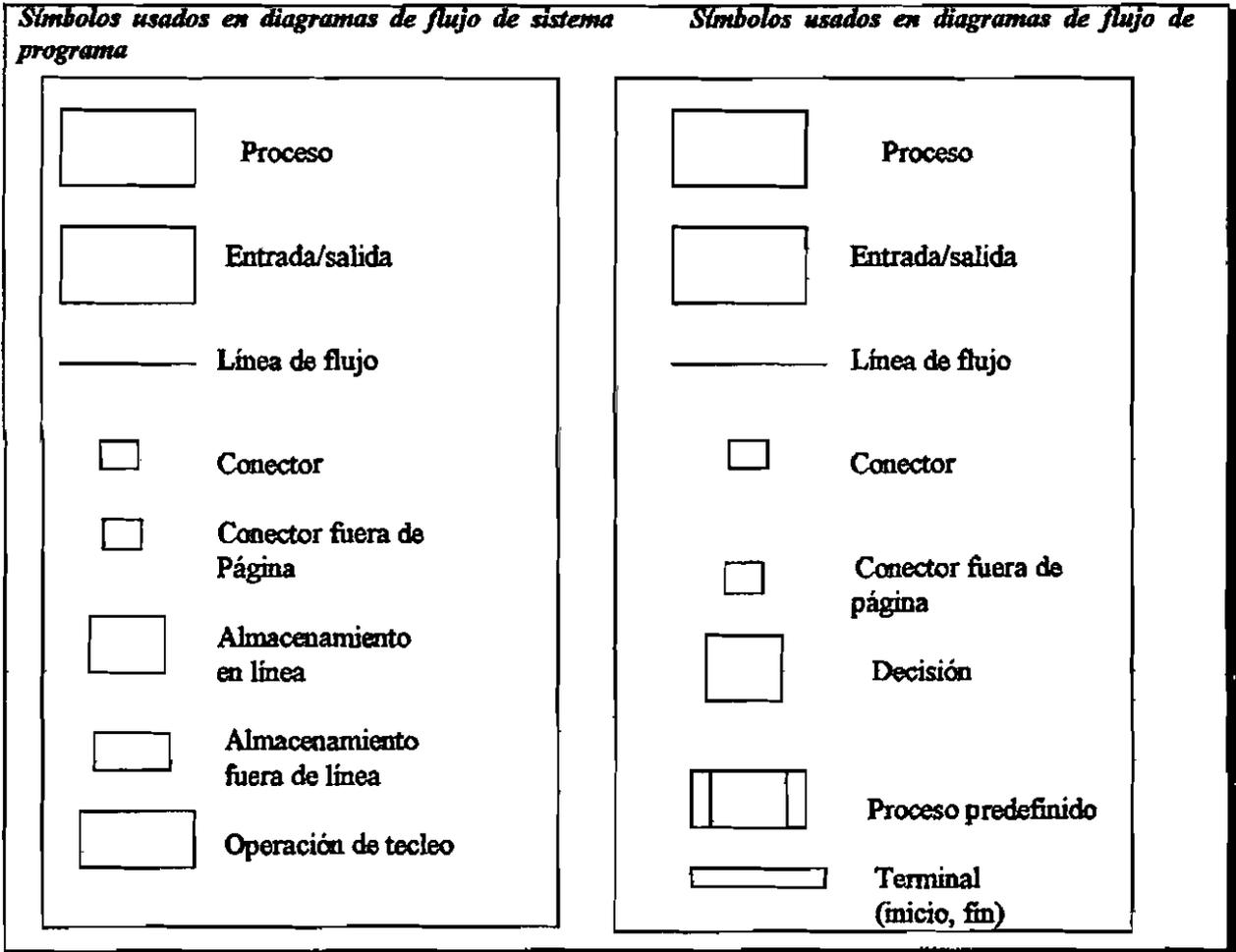
DIAGRAMAS DE FLUJO

Otro enfoque visual, pero no estructurado, al diseño y la documentación de programas es el uso de diagramas de flujo de datos ordinarios. En la Figura 3.6 se pueden ver ejemplos de los símbolos para documentar sistemas y programas. Obsérvese que algunos símbolos son comunes a los sistemas y programas. En la Figura 3.7 se usan ejemplos de símbolos más específicos para identificar la forma de la entrada (documento en papel, cinta magnética, tambor, disco, entrada manual y pantalla VDT).

FIGURA 3.6

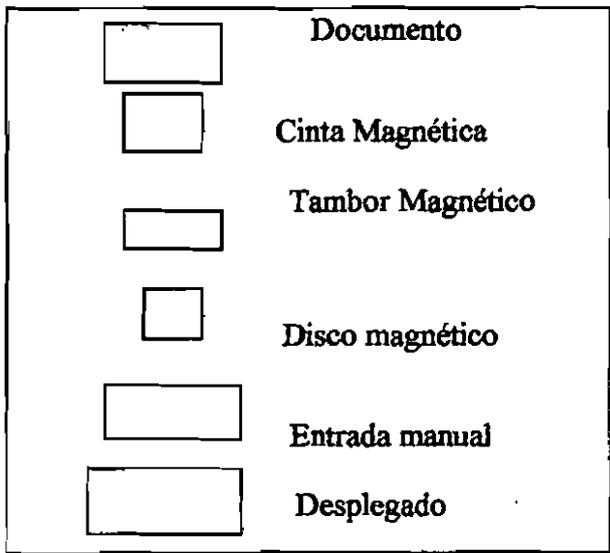
Símbolos usados en diagramas de flujo de sistema

Símbolos usados en diagramas de flujo de programa



Símbolos para Documentar Sistemas y Programas

FIGURA 3.7



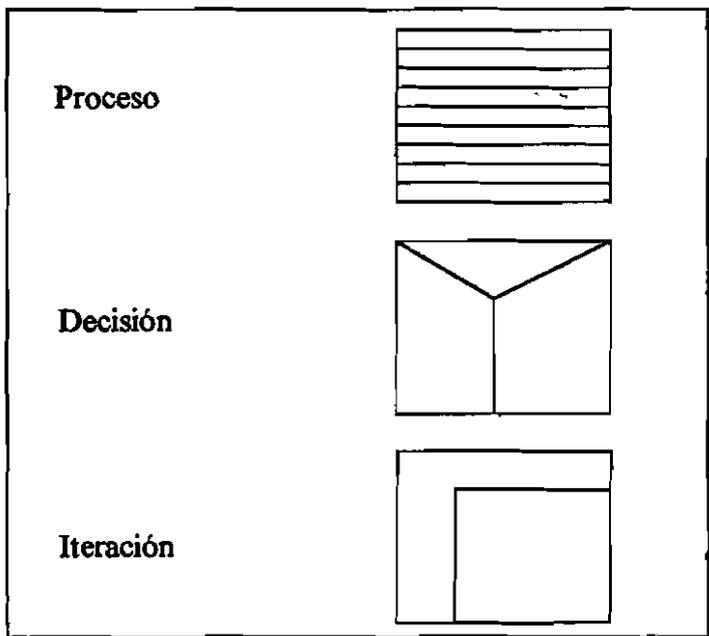
Existen muchas desventajas de usar diagramas de flujos ordinarios. En primer lugar, no son trazados de acuerdo con los principios fundamentales de la programación estructurada por lo que muestra el flujo del programa pero no su estructura. Al igual que el HIPO, los diagramas de flujo ocupan bastante espacio.

Tal vez la mejor razón para el uso de diagramas de flujo es que han sido usados desde hace mucho tiempo, y las gentes que han sido ascendidas dentro de una compañía a lo largo de los años pueden comprender mejor los diagramas de flujo ordinarios que las nuevas técnicas. Si esta es una consideración importante, los diagramas de flujo ordinarios pueden ser una técnica de documentación adecuada.

GRÁFICAS NASSI-SHNEIDERMAN

Un enfoque más estructurado, pero un poco menos visual, para el diseño y la documentación es la gráfica Nassi-Shneiderman (N-S). La principal ventaja de la gráfica N-S es que adopta la filosofía de la programación estructurada, usa una cantidad limitada de símbolos, por los que el diagrama de flujo ocupa menos espacio y puede ser leído por alguien que no esté familiarizado con los símbolos usados en otros tipos de diagramas de flujo. La Figura 3.8 muestran tres símbolos básicos que se usan en la gráfica N-S.

FIGURA 3.8



Símbolos básicos que se usan en la gráfica N-S.

El primer símbolo es un cuadro, que se usa para representar cualquier proceso en el programa. El segundo símbolo es un triángulo divisor de columnas, que representa una decisión. La forma básica de una decisión, "cierto" o "falso", se muestra en esta figura, pero cualquier forma de decisión, aun las que incluyen varias condiciones alternativas, pueden ser mostradas usando este símbolo. El tercer símbolo es el de cuadro dentro del cuadro también aparece como una iteración en la gráfica completa.

Si se van hacer cambios al sistema regularmente, las gráficas N-S tal vez no sean apropiadas. Debido a que deben ser vueltas a trazar completamente para acomodar cambios.

Por otro lado, los beneficios del uso de los gráficas N-S son muchos. Proporcionan al analista una herramienta que le ayuda en el diseño de programa y desarrollo de procesos, debido a que son compatibles con la programación estructurada. La gráfica N-S es fácil de leer, puesto que no requiere un conocimiento de símbolos complejos. Las gráficas N-S pueden ser una herramienta valiosa para el analista, y son sustentadas por algunas herramientas CASE, tales como el XperCASE.

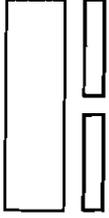
DIAGRAMAS WARNIER-ORR

Otra técnica estructurada es el diagrama Warnier-Orr. El diagrama Warnier-Orr no es tan visual como el diagrama N-S, ya que los símbolos que se usa son corchetes.

Los corchetes y otras notaciones pueden verse en la Figura 3.9. Los corchetes se usan para representar conjuntos y subconjuntos, y se usan variables tales como M y N para representar la cantidad de veces que se realiza una iteración. Cuando una condición satisface o no, se usa la notación (0,1) y un + significa que la lista de conceptos son alternativas posibles. Se usa PERFORM para ramificar a otra parte del programa.

El lado izquierdo del diagrama Warnier-Orr representa la panorámica. Conforme el analista se mueve de izquierda a derecha, el sistema es descompuesto en subsistemas más pequeños. El desarrollo de diagramas Warnier-Orr es único, debido a que, una vez que está definida la estructura general, el analista comienza con la salida y trabaja hacia atrás. A diferencia de la gráfica N-S, se puede dejar suficiente espacio para hacer cualquier modificación necesaria.

FIGURA 3.9

| Símbolo | Significado |
|---|---|
|  | Significa conjuntos y subconjuntos |
| (M) | Significa ejecutar el conjunto M veces |
| (0, 1) | Significa que la condición debe ser cierta o falsa |
| + | Implica que los enunciados arriba y abajo del + son alternativas mutuamente excluyentes |
| PERFORM | Se usa para saltar a otra parte del diagrama |

Símbolos del Diagrama Warnier-Orr

SEUDOCÓDIGO

El uso de seudocódigo es común en la industria, pero su falta de estandarización impedirá que sea aceptado por todos. Debido a que es muy parecido al código de programación, es muy familiar para los programadores pero no así para los analistas de negocios.

El seudocódigo es usado frecuentemente para representar la lógica de cada módulo en un diagrama de estructura. Frecuentemente es incorporado en la lógica de proceso de un diagrama HIPO. Cuando no se tiene el suficiente tiempo para crear diagrama HIPO formales, se usa el seudocódigo para los procesos estructurados.

Se puede hacer uso del diagrama de flujo de datos para escribir la lógica del pseudocódigo. Cuando se usa a nivel de programa, en vez de a nivel de sistema, el diagrama de flujo de datos puede incorporar varios símbolos adicionales.

El signo de más encerrado en un círculo, \oplus , representa un "o" exclusivo, e indica que uno u otro flujo de datos debe estar presente en cualquier momento dado. El uso de este símbolo implica que el proceso que recibe o produce este flujo de datos debe tener un enunciado IF...THEN...ELSE correspondiente.

MANUALES DE PROCEDIMIENTO

Los manuales de procedimientos son documentos organizacionales comunes que han sido observados por la mayoría de la gente. Son el componente en español de la documentación, aunque también pueden contener código de programa, diagrama de flujo, etc. Los manuales están orientados para comunicarse con aquellas personas quienes los usan. Pueden contener comentarios de fondo, pasos requeridos para lograr diferentes transacciones, instrucciones sobre cómo corregir errores o problemas y qué hacer en caso de que algo no funcione. Muchos manuales en la actualidad están disponibles en línea con capacidades de hipertexto que facilitan su uso.

Es recomendable el uso de una escritura estandarizada en el desarrollo de los manuales. Una organización hará a una persona o hasta un departamento completo responsable de producir y mantener manuales. Para que éstos sean útiles deben mantenerse actualizados. Por lo tanto, muchos desarrolladores de software incluyen archivos "léeme" con las aplicaciones, para documentar cambios en el software que sucedieron demasiado tarde en el desarrollo para ser incluidos en el manual del usuario impreso que los acompaña.

Las mayores quejas sobre los manuales de procedimiento son: (1) están mal organizados, (2) es difícil encontrar información necesaria, (3) el caso específico no aparece en el manual y (4) el manual no está escrito en lenguaje llano.

EL MÉTODO DEL FOLKLORE

El método del Folklore es una técnica de documentación que recopila información y que frecuentemente es compartida entre los usuarios, pero rara vez está escrita.

EL FOLKLORE es una técnica sistemática basada en los métodos tradicionales que se usan para recolectar el folklore acerca de las gentes y leyendas. Este enfoque hacia la documentación de sistemas requiere que el analista entreviste usuarios, investigue documentación existente en archivos y observe el procesamiento de información.

El objetivo de esta metodología es la recolección de información que corresponda a cuatro categorías:

Métodos personales

Son descripciones de cómo los usuarios actualmente hacen que el sistema trabaje.

Cuentos

Historias acerca de cómo fueron capaces los usuarios de hacer que el sistema trabajara. Los cuentos dependen de la memoria del usuario y son opiniones acerca de cómo trabajó el programa. El siguiente es un ejemplo de un cuento:

El problema sucedió nuevamente en 1985. En esta ocasión el trabajo LIB409 (actualización mensual) fue ejecutado con solamente registros "tipo 6" en él. Debido a esto, no hubo registros financieros en el archivo LIBFIN.

Cuando tratamos de leer el archivo vacío, fue inmediatamente cerrado y, por consiguiente, los totales fueron reportados como cero. Fuimos capaces de corregir este problema añadiendo un registro "tipo 7" y volviendo a ejecutar el trabajo.

Los cuentos tienen normalmente un inicio, parte media y final. En este ejemplo tenemos un cuento acerca de un problema (el inicio), una descripción de los efectos (la parte media) y la solución (el fin).

Dichos

Haz esto y funciona. A los usuarios les gusta dar consejos, y el analista debe tratar de capturar estos consejos e incluirlos en la documentación FOLKLORE.

Formas artísticas

La recolección de formas artísticas es otra actividad importante de los folkloristas tradicionales y el analista debe también comprender su importancia. Los diagramas de flujo, diagramas y tablas que trazan los usuarios, a veces pueden ser mejores o más útiles que los diagramas de flujo trazados por el autor original del sistema.

El enfoque FOLKLORE ayuda a llenar el hueco de conocimiento que se crea cuando el autor del programa se va. Los contribuyentes al documento del FOLKLORE no tienen que documentar el sistema completo, sino solamente las partes que conocen.

El peligro de apoyarse en el FOLKLORE es que la información recolectada de los usuarios puede ser correcta, parcialmente correcta o hasta incorrecta. Sin embargo, a menos que alguien se tome el tiempo para volver a hacer completamente la documentación del programa, la descripción de las formas de uso, cuentos, dichos y formas de arte puede ser la única información escrita acerca de cómo trabaja un conjunto de personas.

SELECCIÓN DE UNA TÉCNICA

Las técnicas mencionadas anteriormente son extremadamente valiosas como herramientas de diseño, ayudas de memoria, herramientas de productividad, y como un medio para reducir la dependencias de los miembros principales del personal.

Los siguientes puntos son una guía para ayudar a que el analista use la técnica adecuada

Escoja la técnica que:

1. Sea compatible con la documentación existente
2. Pueda ser comprendida por los demás miembros de la organización

3. Permita que se regrese al trabajo sobre un sistema después de que haya estado
4. retirado de él por un tiempo.
5. Sea adecuada para el tamaño del sistema en que se está trabajando
6. Permita un enfoque de diseño estructurado si se considera que eso es más importante que los otros factores.
7. Permita fácil modificación.

3.1.2 Metodologías de Diseño de Sistemas de Información

En la actualidad existen una diversidad de metodologías para la creación de Sistemas de Información.

Es importante mencionar la separación entre metodologías PÚBLICAS, es decir, aquellas cuya utilización no lleva al usuario al pago de ninguna cantidad y PRIVADAS, aquellas desarrolladas por entidades del mismo tipo y que, por tanto, basan sus beneficios en el cobro de licencias de uso.

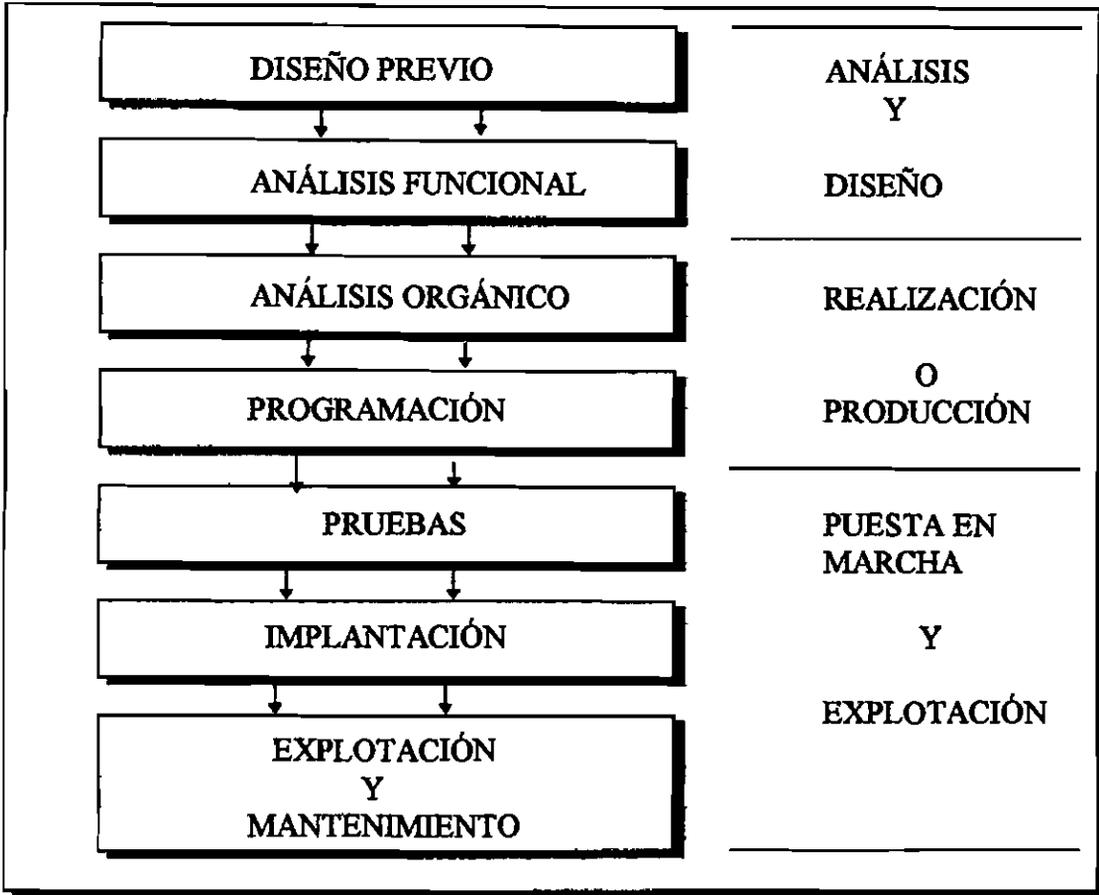
Dentro de las metodologías públicas se pueden distinguir tres corrientes:

- a) La francesa, que dio como fruto la metodología MERISE, potenciada por la administración francesa a partir del año 1977.
- b) La inglesa, también impulsada a partir de 1981 por la administración en Gran Bretaña y dio origen al SSADM.
- c) La americana, basada en las teorías de EDWARD Y YOURDON y que tienen algunas variantes aportadas por otros autores como DEMARCO, GANE y JAMES MARTÍN.

El resto de las metodologías existentes, tanto públicas como privadas, son consideradas como adaptaciones, mejoradas, de las citadas anteriormente.

En general, todas las metodologías coinciden en una secuencia lógica de fases. No obstante, podemos citar el enfoque que tradicionalmente se ha dado al desarrollo de un sistema en la Figura 3.10.

FIGURA 3.10



Fases Tradicionales de desarrollo de un Sistema de Información

Veamos ahora el contenido que generalmente, tienen algunas fases que, con carácter general, se repiten en todas la metodologías.

1) ESTUDIO DE VIABILIDAD O ESTUDIO PRELIMINAR:

Antes de comenzar el desarrollo de un proyecto, se realiza una toma inicial de datos y se define el marco de aplicación del sistema. En este punto se llevan acabo las siguientes actividades:

- Definición del problema y de necesidades
- A quién afecta
- Estudio de la situación actual
- Crítica de esta situación y propuesta de soluciones
- Viabilidad de proyecto.

2) ANÁLISIS LÓGICO O ANÁLISIS FUNCIONAL

En esta etapa se procede a realizar una toma de datos exhaustiva, y se determinan los siguientes aspectos:

- Especificación de requerimientos
- Funcionalidad del sistema
- Selección de opción más apropiada

En esta fase se puede utilizar como ayuda técnicas de elaboración de prototipos del sistema como paso previo a la producción del sistema y simulación de funcionamiento en las reuniones con los usuarios.

3) DISEÑO FÍSICO Y REALIZACIÓN

Es una etapa en la que se estructuran y definen datos con mayor nivel de detalle. Es la fase de producción real del sistema, al finalizarla se deben tener los siguientes resultados:

- Documentación sobre el modelo de datos
- Especificaciones de procesos
- Programas
- Documentación interna del sistema
- Documentación de usuarios
- Pruebas del sistema

4) PUESTA EN MARCHA O IMPLANTACIÓN

En esta fase el sistema debe estar acabado y probado, y se debe proporcionar el apoyo suficiente al usuario para el arranque del proyecto.

5) EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez finalizada la fase de implantación, el sistema sigue vivo y genera por un lado, trabajos de explotación por lo que es necesario contar con una infraestructura, por otra parte, peticiones de mejoras o ampliaciones del sistema primitivo que se irán incorporando al sistema.

El ciclo de vida del sistema acaba por diversas razones como son: la obsolescencia del sistema o un cambio de estrategia en la empresa, el sistema es abandonado o sustituido por otro.

METODOLOGÍA DE MERISE

Para MERISE, las fases de un sistema son:

1. ESTUDIO PRELIMINAR

- 1.1 Recogida de datos
- 1.2 Concepción global de la solución
- 1.3 Evaluación y plan de desarrollo

2. ESTUDIO DETALLADO

- 2.1 Concepción general
- 2.2 Concepción detallada de las fases
- 2.3 Plan de desarrollo

3. REALIZACIÓN

- 3.1 Estudio técnico
- 3.2 Producción

4. PUESTA EN MARCHA

- 4.1 Preparación de los recursos
- 4.2 Recepción y lanzamiento del sistema

METODOLOGÍA SSADM

Podemos distinguir, en la descomposición de las fases en etapas para la metodología SSADM, el siguiente esquema:

FASE 1. ESTUDIO DE VIABILIDAD

ETAPA 01 Definición del problema
ETAPA 02 Identificación

FASE 2. ANÁLISIS

ETAPA 1 Análisis del sistema actual
ETAPA 2 Especificación de requerimientos
ETAPA 3 Selección de opciones técnicas

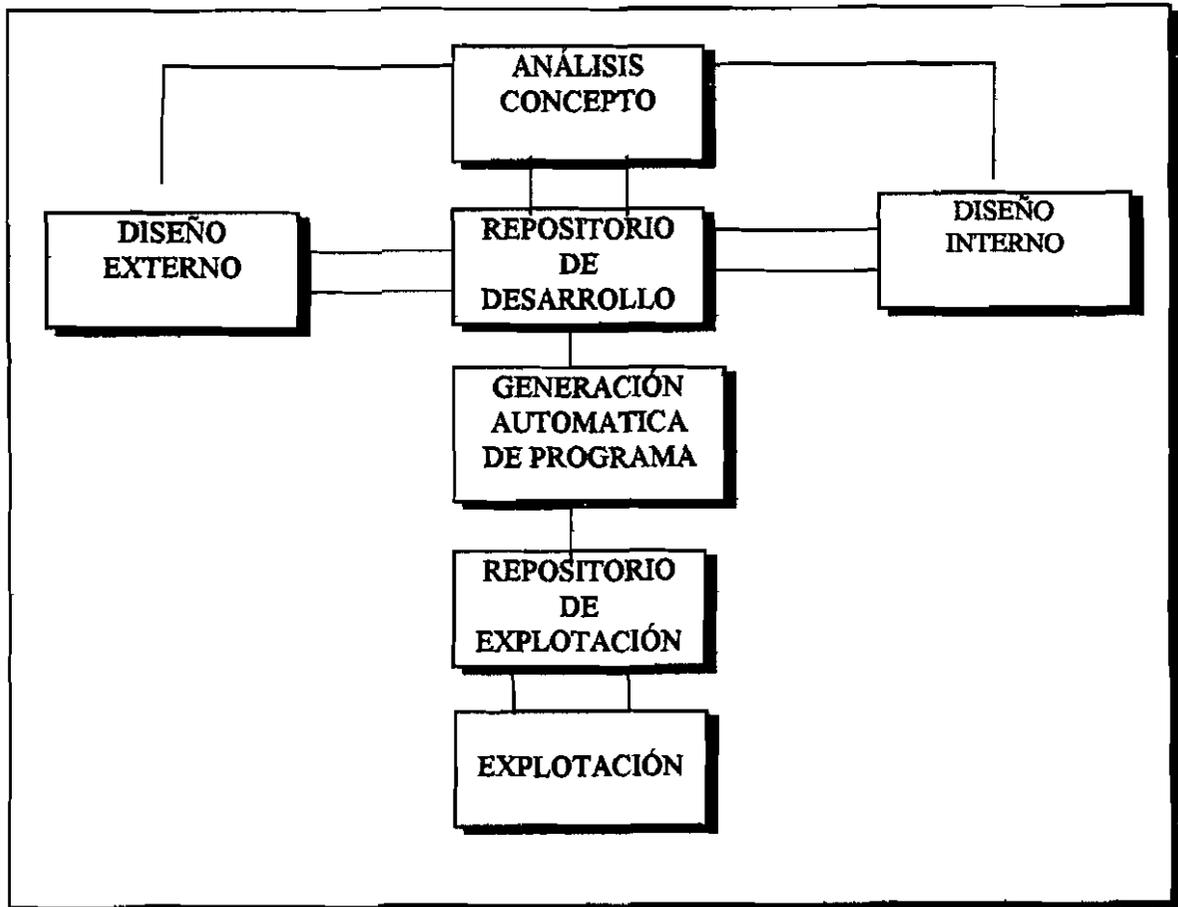
FASE 3. DISEÑO

ETAPA 4 Diseño de datos
ETAPA 5 Diseño de procesos
ETAPA 6 Diseño físico

METODOLOGÍA CASE

En los últimos años se han creado nuevas metodologías de productividad que han sido creadas implícitamente para mejorar el trabajo rutinario mediante un apoyo automatizado. Estas nuevas herramientas son conocidas con el nombre de herramientas CASE, que significa Herramientas para Ingeniería de Software Asistido por Computadora. La Figura 3.11 muestra las fases de desarrollo del entorno CASE.

FIGURA 3.11



Desarrollo en un entorno CASE

Los analistas se apoyan en las herramientas CASE para aumentar la productividad, lograr una comunicación más efectiva con los usuarios y una mejor integración en el trabajo que realizan con el sistema, desde el principio hasta el fin del ciclo de vida.

Aumento de la productividad del analista

Las herramientas CASE también facilitan la interacción entre los miembros del equipo al hacer de la diagramación un proceso dinámico e interactivo en vez de ser uno en donde los cambios son problemáticos y que, por lo tanto, tienden a convertirse en una pérdida de productividad.

Existen herramientas tal como Excelerator, XperCASE o Visible Analyst que permiten que los usuarios tracen y modifiquen fácilmente los diagramas obteniendo así una reducción en el tiempo considerable que es gastado en el trazo manual de diagramas de flujo de datos hasta que son aceptados. También ayudan a mejorar la productividad del grupo, permitiendo que los analistas compartan fácilmente su trabajo con otros miembros del equipo, que pueden simplemente dar acceso al archivo en su microcomputadora y revisar o modificar lo que ha sido hecho. Esto reduce el tiempo necesario para reproducir y distribuir los diagramas de flujo de datos entre los miembros del equipo. En este caso, las herramientas CASE para el trazo y registro de los diagramas de flujo proporciona un registro de los cambios en la manera de pensar del equipo con respecto a los flujos de datos.

Mejora de la comunicación del analista-usuario

Para que el sistema propuesto se convierta en realidad y sea usado, es esencial la comunicación excelente entre los usuarios y analistas a lo largo del ciclo de vida del desarrollo del sistema. Hasta ahora los analistas que actualmente usan las herramientas CASE han experimentado que su uso promueve una comunicación mayor y más significativa entre usuarios y analistas.

PROPORCIONAN UN MEDIO DE COMUNICACIÓN

Integración de las actividades del ciclo de vida

Otra de las razones por las que se usan las herramientas CASE es que permite la integración de las actividades y proporciona continuidad de una fase a la siguiente a lo largo del ciclo de vida del desarrollo de sistemas.

Las herramientas CASE son especialmente útiles cuando una fase particular del ciclo de vida requiere varias interacciones o retroalimentación y modificación. Se debe tomar en cuenta que es necesario el involucramiento del usuario durante todas las fases. La integración de las actividades por medio del uso de tecnologías de ambientes integrados de herramientas, facilita que los usuarios comprendan la manera en que están interrelacionadas e interdependientes todas las fases del ciclo de vida.

Evaluación precisa de los cambios del mantenimiento

Una de las más importantes razones para el uso de herramientas CASE, es que permite que los usuarios analicen valoren el impacto de los cambios en el mantenimiento. Por ejemplo puede ser que el tamaño de un elemento, tal como un número de cliente, necesite ser agrandado.

La herramienta CASE hará una referencia cruzada de todas las pantallas, reportes y archivos en donde es usado el elemento, produciendo un plan de mantenimiento comprensivo.

CASE DE NIVEL SUPERIOR E INFERIOR

Las herramientas CASE son clasificadas como CASE de nivel inferior, CASE de nivel superior y CASE integrado, que combina el CASE inferior y superior en un solo juego de herramientas. Las herramientas CASE superiores ayudan principalmente a los analistas y diseñadores. Las herramientas CASE inferiores son usadas más frecuentemente por programadores y personal, que deben implementar el sistema diseñado por medio de las herramientas CASE superiores.

Herramientas CASE de nivel superior

Una herramienta CASE superior permite que el analista cree y modifique el diseño de sistema. Toda la información acerca del proyecto es guardada en una enciclopedia llamada depósito CASE, que es una gran colección de registros, elementos, diagramas, pantallas, reportes y otra información. Los reportes de análisis pueden ser producidos usando la información del depósito, qué parte del diseño está incompleta o contiene errores.

Las herramientas CASE superiores también pueden ayudar a dar soporte al modelaje de los requerimientos funcionales de una organización, es decir, dan soporte a elaboración de prototipos de diseños de pantalla y reportes.

Herramientas CASE de nivel inferior

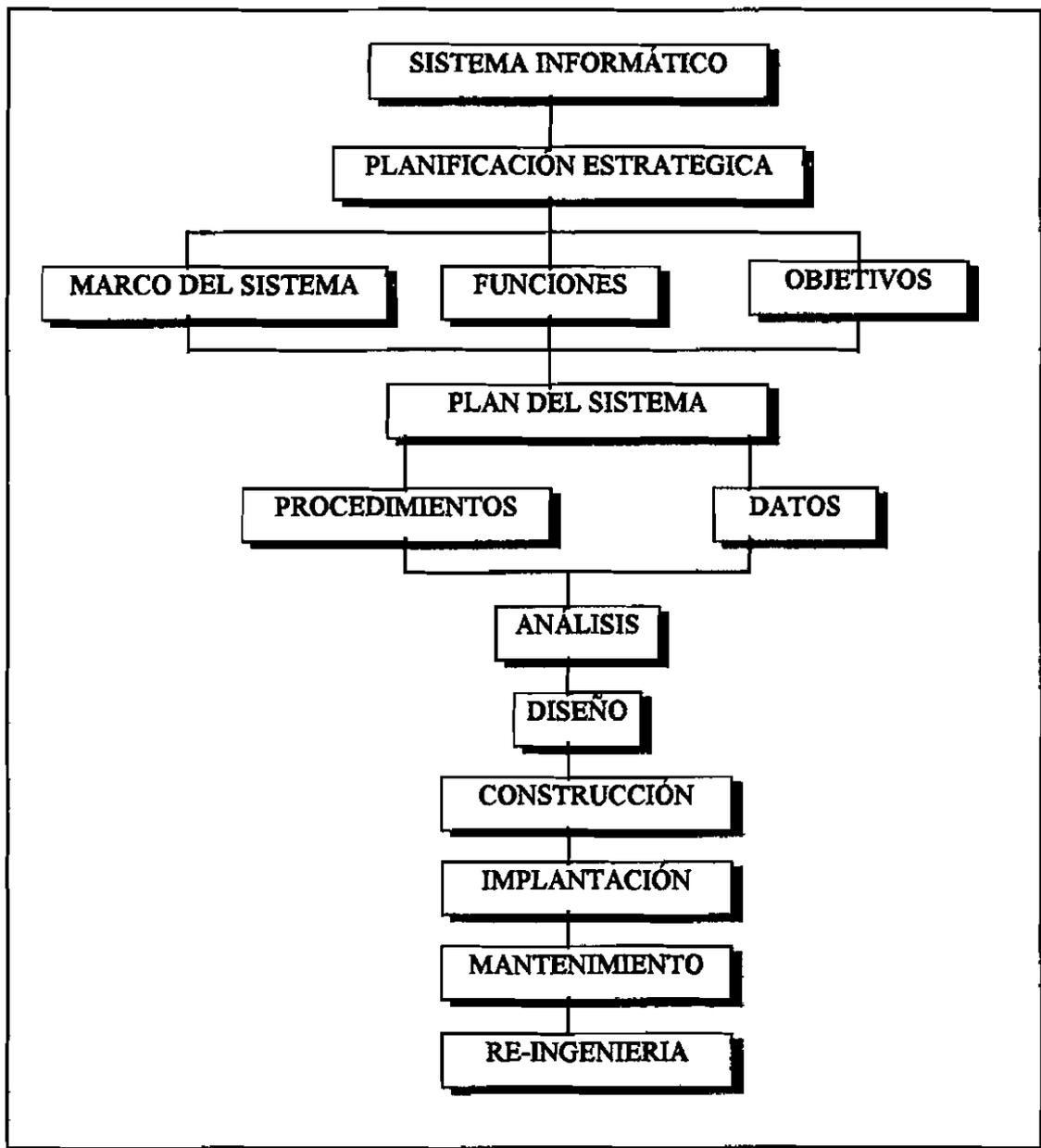
Las herramientas CASE inferiores son usadas para generar código fuente de computadora, eliminando la necesidad de programar el sistema. La generación de código tiene varias ventajas:

- a) El sistema puede ser producido más rápidamente que mediante la estructura de programas de computadora. Sin embargo, el familiarizarse con la metodología usada por el generador de código frecuentemente se lleva mucho tiempo, por lo que la generación de programas puede ser inicialmente lenta.
- b) La cantidad de tiempo empleada en el mantenimiento disminuye con la generación de código. No hay necesidad de modificar, probar y depurar programas de computadora. En vez de ello, el diseño en CASE es modificado y el código es regenerado.
- c) El código puede ser generado en más de un lenguaje de computadora, por lo que es más fácil emigrar sistemas de una plataforma, tal como una macrocomputadora, a otra, tal vez una microcomputadora.
- d) La generación de código proporciona una forma eficiente en costo para adecuar sistemas comprados a proveedores de terceras partes, y así satisfacer las necesidades de la organización. Frecuentemente la modificación de software adquirido requiere un esfuerzo tan grande que el costo de hacerlo excede al software. Con software de generación de código, la compra de un diseño CASE y su depósito para la aplicación permite que el analista modifique el diseño y genere el sistema de cómputo revisado.
- e) El código generado está libre de errores de programación de computadora. Los únicos errores potenciales son los de diseño, que pueden ser minimizados por la ejecución de reportes de análisis CASE para asegurarse que el diseño de sistemas sea completo y correcto.

METODOLOGÍA JAMES MARTIN

En la figura 3.12 se puede observar que al final aparece la fase de reingeniería. A través de las herramientas de la reingeniería, un programa ya realizado se transforma en otro que realiza la misma función pero codificado de una forma estructurada.

FIGURA 3.12

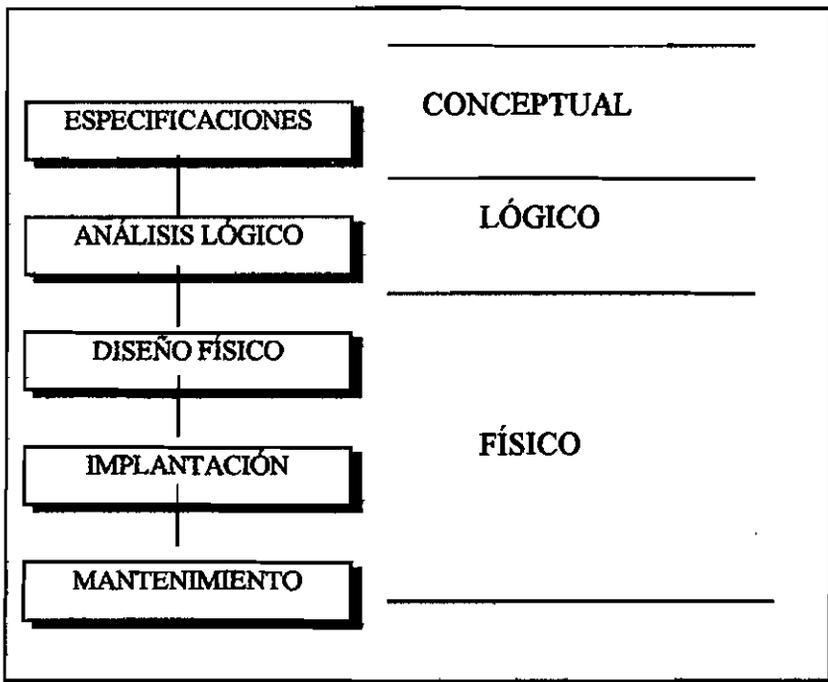


Fases de desarrollo según James Martín

METODOLOGÍA DE YOURDON

Yourdon define las siguientes etapas y niveles en el ciclo de vida de los Sistemas de Información, las cuáles se esquematizan en la Figura 3.13

FIGURA 3.13



Fases de desarrollo según Yourdon

A lo largo de estas etapas distingue las siguientes actividades a realizar:

- 1) **ESTUDIO DE VIABILIDAD:** En este punto se debe identificar el proyecto a realizar, los usuarios responsables y se debe hacer un estudio de la situación actual, representando la misma a través de Diagramas de Flujo del primer nivel a diagramas de contexto en los que, de forma simple, se indiquen los procesos simples más relevantes. En este estudio de la situación actual se identificarán las deficiencias Del mismo como puntos a resolver por el nuevo sistema.

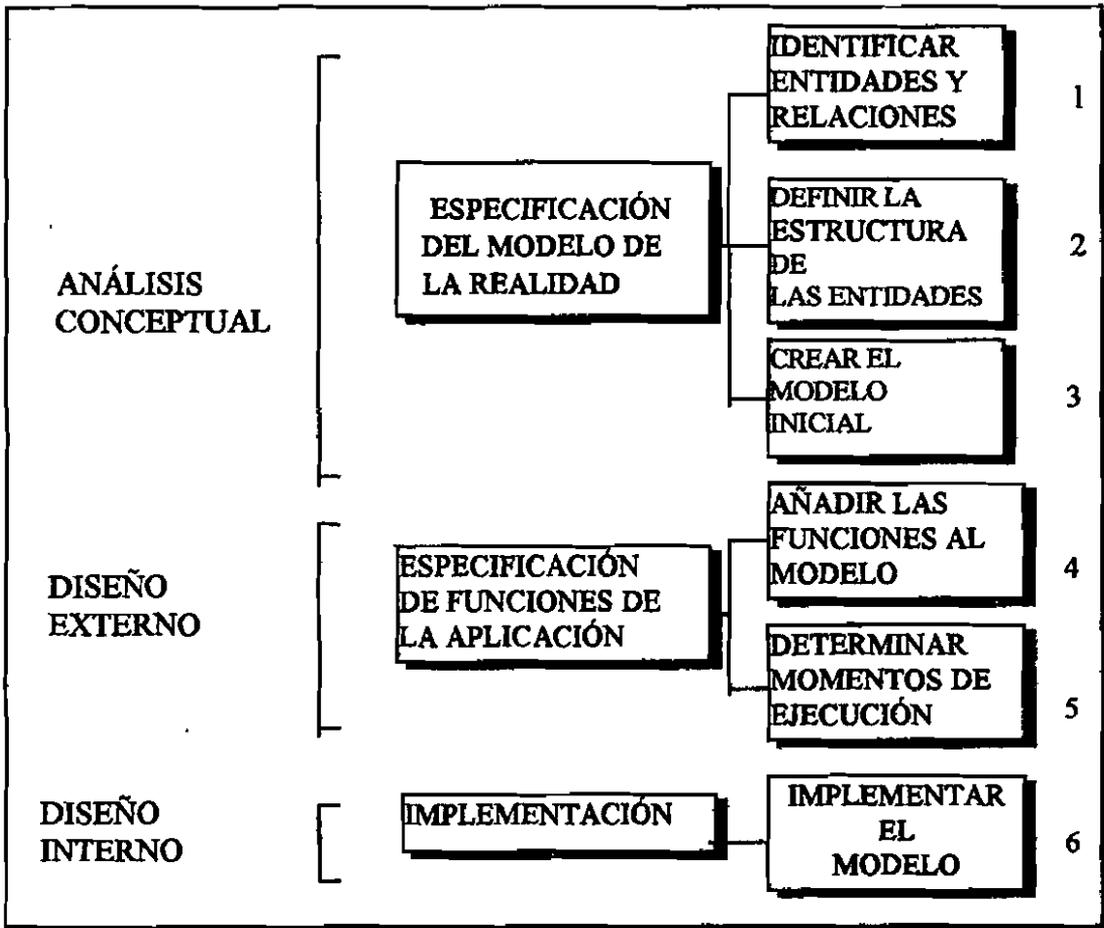
- 2) **ANÁLISIS Del SISTEMA:** En esta fase se debe representar mediante las técnicas ya vistas de diagramas de flujo, modelo entidad/relación, diagramas de transición de estado, etc, el sistema a desarrollar. En esta parte se deben tener en cuenta los requerimientos de los usuarios relativos a cambios o funcionalidad Del sistema y por técnicas de prototipado del sistema.
- 3) **DISEÑO:** En esta tercera fase, se pasa Del nivel conceptual a un nivel de representación lógica de los datos mediante un diseño dependiente Del modelo de base de datos elegida y una estructuración de los procesos utilizando diagramas de estructura de los mismos generando las especificaciones de programa correspondientes.
- 4) **IMPLEMENTACIÓN:** Comprende la generación de código y el ensamblaje e integración de todos los módulos.
- 5) **PRUEBAS Y TEST DEL SISTEMA:** A realizar con la totalidad Del sistema hasta llegar a la aceptación Del mismo por parte Del usuario. En esta fase se harán pruebas de integración y funcionamiento conjunto de programas y cadenas.
- 6) **CONTROL DE CALIDAD:** El objeto de est actividad es garantizar los controles de calidad Del software que puedan estar definidos para la empresa. Esta fase complementa la anterior de forma que el producto final sea de un buen nivel de calidad y cumpla los estándares fijados.
- 7) **DOCUMENTACIÓN:** En este apartado se generará toda la documentación necesaria par la instalación del sistema: manual de usuario, de operación, etc. La documentación interna, o sea, las especificaciones de programas, habrán sido creadas ya anteriormente y utilizadas por los programadores. Con el ello el nuevo sistema queda completamente documentado, interna y externamente.
- 8) **CONVERSIÓN DE LOS DATOS DEL SISTEMA ANTERIOR:** La ejecución de esta fase depende, evidentemente, del estado anterior a la mecanización Del entorno afectado por el proyecto. Si existía ya un sistema informatizado se deben realizar los programas de conversión de datos al nuevo sistema y si anteriormente los archivos eran manuales puede requerirse una grabación y carga previa a la prueba en marcha del sistema.
- 9) **INSTALACIÓN:** Comprende la puesta en marcha del sistema y en esta fase son de aplicación las siguientes consideraciones: formación y entrenamiento del usuario, entrega de manuales, procesos paralelos, etc.

METODOLOGÍA DE JACKSON

Jackson afirma: Esta metodología está orientada a diseñar los sistemas atendiendo a las estructuras de los datos que procesa y para ello marca estas cuatro etapas. La cual se muestra en la Figura 3.14.

- 1) Dibujar las estructuras de datos.
- 2) Combinar estas estructuras de datos en una estructura básica del sistema.
- 3) Analizar y relacionar las operaciones a realizar.
- 4) Escribir el esquema lógico del sistema a nivel de especificaciones estructuradas o pseudocódigo.

FIGURA 3.14



Análisis y diseño según Jackson

METODOLOGÍA INGENIERÍA DE INVERSA Y REINGENIERÍA DE SOFTWARE

La ingeniería inversa de software y la reingeniería son métodos para extender la vida de programas antiguos, llamados software legado. Ambos enfoque usan software CARE (reingeniería asistida por computadora) para analizar y reestructurar el código de computadora existente.

El término reingeniería es usado para reorientar una organización alrededor de procesos principales y significa "reingeniería de procesos de negocio".

El primer paso en la ingeniería inversa de software es cargar el código existente de programas de computadora, en el juego de herramientas. Dependiendo del juego de herramientas de ingeniería inversa utilizado, el código es analizado y el juego de herramientas produce parte o todo de lo siguiente:

- 1) Estructuras y elementos de datos que describen los archivos y registros guardados por el sistema.
- 2) Diseños de pantallas si es que el programa trabaja en línea
- 3) Diseños de reporte para los programas por lotes
- 4) Una gráfica de estructura que muestra la jerarquía de los módulos del programa
- 5) Diseño y relaciones de la base de datos.

El diseño guardado en el depósito puede ser modificado o incorporado en otra información de proyecto CASE. Cuando se han terminado todas las modificaciones puede ser regenerado el código del nuevo sistema. La reingeniería se refiere al proceso completo de convertir el código programa al diseño CASE, la modificación del diseño y la regeneración del nuevo código del programa.

Las ventajas de utilizar un juego de herramientas de ingeniería inversa son numerosas:

- 1) Se reduce el tiempo requerido para el mantenimiento del sistema, liberando tiempo para nuevos desarrollos.
- 2) Se produce documentación, que puede no haber existido o ser mínima para los programas antiguos.

- 3) Se crean programas estructurados a partir de código de computadora sin estructura o débilmente estructurados.
- 4) Es más fácil realizar cambios futuros de mantenimiento, debido a que los cambios pueden ser hechos al nivel de diseño en vez de a nivel de código.
- 5) Se puede realizar el análisis del sistema para eliminar partes de código de computadora no utilizadas, que pueden existir en programas antiguos y que ya son obsoletos por revisión de los programas a lo largo de los años.

METODOLOGÍA ORIENTADA A OBJETOS

Un nuevo y muy diferente enfoque de análisis y diseño de sistemas es el análisis y diseño de sistemas orientado a objetos (O-O). Las técnicas orientadas a objetos, que están basadas en los conceptos de programación orientada a objetos pueden ayudar a responder las demandas organizacionales para nuevos sistemas que requieren mantenimiento, adaptación y rediseño continuos. Básicamente, en la programación orientada a objetos son creados objetos que incluyen no solamente código acerca de los datos sino también instrucciones acerca de las operaciones que se pueden realizar en ellos.

Usando el enfoque Coad y Yourdon al análisis O-O, se emplea un modelo de cinco capas consistiendo de: (1) capa clase/objeto, (2) capa de estructura, (3) capa de atributos, (4) capa de servicio y (5) capa de áreas. El análisis y diseño orientado a objetos puede ser visto como el desarrollo y ensamble de estas cinco capas en un paquete de diseño que comprende todas.

Las actividades de diseño son agrupadas en los cuatro componentes principales del sistema final: el componentes de problema, componente de interfaz humana, componente de manejo de datos y componente de manejo de tareas.

Existen varias herramientas de software de microcomputadoras que pueden ser usadas para ayudar en el desarrollo de sistemas. Además de las herramientas CASE y de la ingeniería inversa, se puede usar lo siguiente en diversas partes del ciclo de vida de análisis y diseño: software de administración, para optimizar la ubicación de personas y recursos de proyecto. Software para crear prototipos rápidamente, pantallas y reportes que revisen y modifiquen los usuarios, herramientas para el diseño de formas para ayuden al diseño de formas o documentos fuente, software de gráficos y de presentación que ayude en la creación de ilustraciones y produzca una presentación profesional para los usuarios.²⁰

Todas las metodologías para el desarrollo de sistemas deben ser consideradas como una política de empresa a mediano plazo. No es cómoda ni rápida la puesta en marcha de ninguna de ellas y no se debe descuidar que la extensión en el uso de las mismas tiene un componente cultural a todos los niveles que hará invertir tiempo y dinero en formación y reciclaje.

Después de haber conocido las metodologías existentes para la creación de Sistemas de Información, en el presente trabajo de investigación proponemos a la Ingeniería de Sistemas como una metodología de vanguardia para asegurar la calidad en la creación de Sistemas de Información.

3.2 ¿La Ingeniería de Sistemas una metodología de Vanguardia?

Desde de las dos últimas décadas la tecnología de desarrollo de sistemas ha llamado más la atención. Conforme los Sistemas de Información se multiplican, se hacen más complejos y penetran con mayor profundidad en la sociedad moderna, lo que demanda, más enfoques sistemáticos para el desarrollo de estos, así como para su mantenimiento. La ingeniería de Sistemas es una disciplina cuyo campo de estudio esta relacionado con esta nueva tecnología.

Hoy en día, la Ingeniería Sistemas es reconocida como una metodología de vanguardia para la creación de Sistemas Información ya que ha sido adoptada con éxito en una gran variedad de aplicaciones industriales. Tanto los usuarios como los desarrolladores reconocen la necesidad de un enfoque más disciplinado en el desarrollo de Sistemas Información.⁹

Además que la función de la Ingeniería de Sistemas se desarrolló dentro de un contexto organizacional de una empresa por lo que necesita un alto grado que comunicación entre los clientes, administradores, ingeniero de programación, ingeniero de computación y demás técnicos.

Para finalizar podemos decir que la Ingeniería de Sistemas tiene como objetivo preocuparse del desarrollo y mantenimiento de sistemas de información modernos.

3.2.1 Concepto de Ingeniería de Sistemas

La palabra "*ingeniería*" se basa en la aplicación de conceptos cualitativos a problemas concretos, mientras que la palabra "*sistema*" describe su tendencia a analizar problemas desde un punto de vista global, es decir, presta especial atención a la interacción entre los diferentes componentes (o sub-sistemas) de un problema.

La Ingeniería de Sistemas actualmente se conceptualiza como una disciplina tecnológica que pone especial énfasis en la construcción de sistemas, que son desarrollados y modificados a tiempo y dentro de un presupuesto definido, aplicando las nuevas técnicas de investigación. Éstas últimas utilizan modelos matemáticos que describen las interacciones entre los componentes de un sistema. La estrategia de la Ingeniería de Sistemas es buscar un compromiso entre la "optimización" de la solución y el costo de su obtención. La Ingeniería de Sistemas es considerada como una ciencia y un arte, cuya metodología requiere el uso de conceptos económicos, administrativos, sociales, técnicos, etc.

La Ingeniería de Sistemas difiere de la programación tradicional en que se utilizan técnicas de ingeniería para especificar, diseñar, instrumentar, validar y mantener los productos del software dentro del tiempo y el presupuesto establecidos para el proyecto; además esta ingeniería se preocupa por aspectos administrativos que quedan fuera del dominio normal de la programación.⁹

3.2.2 Definición de Ingeniería de Sistemas.

La definición de la Ingeniería de Sistemas no está contenida en una sola frase, sino en muchas facetas.

Una de las primeras definiciones de ingeniería de sistemas fue la propuesta por Feigenbaum como: "*El establecimiento y uso de principios de ingeniería robustos, orientados a obtener software económico que sea fiable y funcione de manera eficiente sobre máquinas reales*".⁸

Por otra parte los Círculos Académicos consideran a la ingeniería de sistemas como: *“Un grupo de conceptos y técnicas matemáticas que incluyen probabilidad y estadística, teoría de sistemas, teoría de optimización y algoritmos en general”*.

Otra definición que tiende a utilizar conceptos matemáticos considera a la Ingeniería de Sistemas como: *“Sinónimo de la teoría de información, teoría de control o análisis de redes eléctricas”*.

En el libro del IEEE titulado Standard Glossary of Software Engineering Terminology (IEE83) se define la Ingeniería de Sistemas como: *“El enfoque sistemático para el desarrollo, operación, mantenimiento, y eliminación del software”*, donde “software” se define como, “aquellos programas, procedimientos, reglas y documentación posible asociada con la computación, así como los datos pertenecientes a la operación de un sistema de cómputo”.

Según Fairley la “Ingeniería de Software” se define como: *“La disciplina tecnológica y administrativa dedicada a la producción sistemática de productos de programación, que son desarrollados y modificados a tiempo y dentro de un presupuesto definido”*.

En conclusión podemos definir a la *Ingeniería de Sistemas* como: *“Una disciplina que nos proporciona una serie de métodos, herramientas y procedimientos de la Ingeniería para crear y estructurar software de alta calidad de forma productiva y al menor costo posible. Con la finalidad de construir sistemas de información que satisfagan al máximo los objetivos y necesidades de una organización”*.

3.2.3 Características importantes de la Ingeniería de Sistemas.

Para poder comprender lo que es la Ingeniería de Sistemas es importante examinar las características del software que lo diferencian de otras cosas que los hombres pueden construir. Cuando se construye hardware el proceso creativo humano (análisis, diseño, construcción, prueba) se traduce finalmente en una rama física.

En cambio, el software es un elemento del sistema que es lógico y no físico. Por tanto, el software tiene unas características considerablemente distintas al hardware.

1. *El software se desarrolla, no se fabrica en un sentido clásico*

Aunque existen algunas similitudes entre el desarrollo del software y la construcción del hardware, ambas actividades son fundamentalmente diferentes. En las dos actividades la calidad se adquiere mediante un buen diseño, pero la fase de construcción del hardware puede introducir problemas de calidad que no existen (o son fácilmente corregibles) en el software. Ambas actividades dependen de las personas, pero la relación entre la gente dedicada y el trabajo realizado es completamente diferente para el software.

Los costos del software se encuentran en la ingeniería. Esto significa que los proyectos de software no se pueden gestionar como si fueran proyectos de fabricación.

2. *El software no se "estropea"*

Él no es susceptible a los males del entorno que hacen que el hardware se estropee. Sin embargo, conforme pasa el tiempo, los fallas en software se presentan a medida que los componentes del hardware sufren los efectos acumulativos de la sociedad, la vibración, los malos tratos, las temperaturas extremas y demás males externos. Sencillamente el hardware comienza a estropearse, mientras que los defectos no detectados en el software harán que falle el programa durante las primeras etapas de su vida. Cada fallo en el software indica un error en el diseño o en el proceso mediante el que tradujo el diseño a código máquina ejecutable. Por tanto, el mantenimiento del software tiene una complejidad considerablemente mayor que la del mantenimiento del hardware.

3. *La mayoría de los elementos del software se construyen a medida, en vez de ensamblar componentes existentes.*

Se puede comprar software ya desarrollado, pero sólo como una unidad completa, no como componentes que puedan reensamblarse en nuevos programas.

Aunque se ha visto mucho sobre "reusabilidad del software", sólo estamos comenzando a ver las primeras implementaciones con éxito de este concepto.

El término "software para computadoras" suele considerarse como sinónimo de código fuente o "producto de programación", de modo que el software incluye el código fuente y todos los manuales asociados, así como la documentación propia del producto.

Los manuales de requisitos, especificaciones de diseño, código fuente, planes de prueba, principios de operación, controles de calidad, informes de problemas encontrados, manuales de mantenimiento y de usuario, documentos para la instalación y guías de entrenamiento, son componentes del producto de programación.

La Ingeniería de Sistemas se preocupa por el desarrollo sistemático y el mantenimiento de la documentación y los manuales de apoyo, así como por el código mismo.

Una característica de gran importancia y fundamental de la Ingeniería de Sistemas es la de identificar todos los diferentes aspectos o componentes de un sistema, pues esto permite que el analista pueda criticar y evaluar el problema con mayor facilidad. Por otro lado la idea de ver un problema en el contexto de un sistema que posee componentes interconectados no es suficiente. Para resolver problemas reales se requiere la aplicación de técnicas específicas (matemáticas, administrativas, psicológicas, etc.) organizadas.

La Ingeniería de Sistemas trata de implementar la filosofía general de sistemas utilizando técnicas cuantitativas (simples o complejas) para satisfacer un objetivo bien definido y formulado en cooperación con el cliente. Experiencia y conocimientos de la materia, como en toda profesión, son requisitos necesarios para ser efectivo; pero en este caso, no se resuelven problemas de cierto tipo ni en cierta área.

Por consiguiente, es de igual importancia conocer el área de aplicación y los aspectos físicos del problema. Esto sugiere que la Ingeniería de Sistemas no es una especialidad, sino una generalidad: pues cada vez que se resuelve un problema, se aprende algo de una nueva disciplina o profesión (contabilidad, ingenierías clásicas, agricultura, comercio, etc.) son tan numerosas y tan amplias que en cada aplicación se obtiene cierto conocimiento nuevo de ellas.

Las técnicas y herramientas de la Ingeniería de Sistemas más útiles y eficientes dependerán del tipo de aplicación específica. Herramientas tales como la computadora, los modelos matemáticos, los algoritmos, etc., han hecho que en los últimos años se implementen muchos de los resultados de la metodología de la Ingeniería de Sistemas.

La ingeniería de sistemas abarca un conjunto de tres elementos clave: métodos, herramientas y procedimientos. Los cuáles facilitan al analista controlar el proceso del desarrollo del software y suministrar a los que practiquen dicha ingeniería, las bases para construir software de alta calidad de una forma productiva. A continuación se dará una breve descripción de cada uno de estos tres elementos:

1. Los *métodos* de la Ingeniería de Sistemas indican: "¿cómo construir técnicamente el software?". Los métodos abarcan un amplio espectro de tareas que incluyen: planificación y estimación de proyectos, análisis de los requisitos del sistema y del software, diseño de estructuras de datos, arquitectura de programas y procedimientos algorítmicos, codificación, prueba y mantenimiento.
2. Las *herramientas* de la Ingeniería de Sistemas suministran soporte automático o semiautomático para los métodos. Cuando se integran las herramientas de manera que la información creada por una herramienta pueda ser usada por otra, se establece un sistema de soporte del desarrollo del software, llamado Ingeniería del Software asistida por Computadora (CASE). CASE combina software, hardware y bases de datos sobre Ingeniería de Software (una estructura de datos que contenga la información relevante sobre el análisis, diseño, codificación y prueba) para crear un entorno de Ingeniería del Software (por ejemplo, análogo al diseño/ingeniería asistido por computadora CAD/CAB de las siglas en inglés) para el hardware.
3. Los *procedimientos* de la Ingeniería de Sistemas interrelacionan los métodos y las herramientas y facilita un desarrollo racional y oportuno del software de computadora. Los procedimientos definen la secuencia en la que se aplican los métodos, las entregas (documentos, informes, formas, etc.) que se requieren, los controles que ayudan a asegurar la calidad y coordinar los cambios, y las directrices que ayudan a los gestores del software a evaluar el progreso.

a) La tendencia a cuantificar.

Técnicas generales de descomposición, identificación de parámetros, simulación, programación matemática y otras, representan en realidad lo "nuevo" u "original" de la Ingeniería de Sistemas.

Una de las contribuciones más importantes de la Ingeniería de Sistemas de hoy en día es la tendencia a cuantificar el valor de las alternativas, componentes o soluciones del problema. El uso de modelos matemáticos en la Ingeniería de Sistemas obliga al analista a comparar alternativas bajo un criterio o medida de valor común. Frecuentemente entre más restricciones existen, más fácil es encontrar el óptimo; pues dichas restricciones reducen el número de posibles soluciones del problema.

b) La tendencia a resolver problema a gran escala.

La Ingeniería de Sistemas ha tenido un éxito brillante en aplicaciones a sistemas complejos tales como urbanismo, desarrollo económico, contabilidad, etc.

Cuando ha sido necesario obtener resultados numéricos en estudios, la computadora se convirtió en el arma principal del Ingeniero en Sistemas. Esto no significa que se debe utilizar la computadora en todas las aplicaciones de Ingeniería de Sistemas sino en todos aquellos casos en los cuales el uso de la misma se haga necesario, determinando si el valor de los resultados numéricos justifica el costo de utilizar la computadora.

En las innumerables discusiones sobre la filosofía de "sistemas" actual, se puede ver que muchas personas identifican la Ingeniería de Sistemas con el uso de computadoras para procesar información. Es verdad que una computadora es un sistema y que todos los que la diseñaron debieron pensar desde un punto de vista de sistema, analizando los componentes de la computadora y las interacciones entre los mismos.

Sin embargo, es importante aclarar la diferencia existente entre el empleo de un computadora y el uso general de la Ingeniería de Sistemas, el hecho de que ciertas funciones en un hospital, compañía o agencia gubernamental estén conectadas a través de un Sistema de Información controlado por una computadora, no quiere decir que la organización esté utilizando la Ingeniería de Sistemas para resolver sus problemas. En la actualidad los profesionales especializados en Ciencias de Computación conocen ciertas técnicas de Ingeniería de Sistemas, tales como simulación matemática, cuya implementación, en muchos casos, requiere el uso de una computadora. De la misma manera, el Ingeniero en Sistemas conoce los aspectos prácticos de una computadora; conocimiento que lo capacita para implementar sus análisis en caso necesario.

La tendencia a la resolución de problemas de gran escala; o sea, de problemas que constan de muchos componentes, frecuentemente difíciles de identificar y altamente interconectados; no es algo casual, sino el resultado del "constructivismo metódico" característica de la Ingeniería de Sistema. En muchos casos se trata simplemente de aplicar la metodología de la Ingeniería de Sistemas y de utilizar sistemáticamente técnicas, inclusive ya clásicas, tales como estadística, probabilidad, etc. En otros casos, será necesario utilizar técnicas nuevas tales como la Investigación de Operaciones.

3.2.4 Evolución de la Ingeniería de Sistemas.

El contexto en el que se ha desarrollado la Ingeniería de los Sistemas está fuertemente ligado a las casi cinco décadas de evolución del software en las cuales siempre se ha buscado un mejor rendimiento del hardware, una reducción del tamaño y un costo más bajo en el desarrollo de Sistemas de Información más sofisticados.

En la actualidad hemos pasado de los procesadores con válvulas de vacío a los dispositivos microelectrónicos que son capaces de procesar millones de instrucciones por segundo. En sus famosos libros sobre "La revolución de las computadoras", Osborne hablaba de una "nueva revolución industrial"; Toffler llamó la llegada de componentes microelectrónicos la "tercera ola de cambio" en la historia de la humanidad; y Naisbitt predijo que la transformación de la sociedad industrial en una "sociedad de la información" tendría un profundo impacto en nuestras vidas. Feigenbaum y McCorduck sugirieron que la información y el conocimiento (controlados por computadoras) serían el foco de poder en el siglo XXI y Stoll argumentó que la "comunidad electrónica" creada mediante software y las redes es la clave para el intercambio del conocimiento alrededor del mundo. Al comenzar los años 90, Toffler describió un "cambio de poder" en el cual las antiguas estructuras de poder (gubernamentales, educativas, industriales, económicas y militares) se desintegrarían a medida que las computadoras y el software nos llevaran a la "democratización del conocimiento".

La Figura 3.15 describe la evolución de la Ingeniería de Sistemas dentro del contexto de las áreas de aplicación de los sistemas basados en computadoras. Durante los primeros años del desarrollo de las computadoras el hardware sufrió continuos cambios, mientras que el software se contemplaba simplemente como un añadido, a tal grado de que se encontró que la programación de computadoras era un arte de "andar por casa" para el que existían pocos métodos sistemáticos. El desarrollo de software se realizaba virtualmente sin ninguna planificación.

FIGURA 3.15

| Los primeros años | La segunda era | La tercera era | La cuarta era |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">* Orientación por lotes* Distribución limitada* Software "a medida" | <ul style="list-style-type: none">* Multiusuario* Tiempo real* Bases de datos* Software como producto | <ul style="list-style-type: none">* Sistemas distribuidos* Incorporación de "inteligencia"* Hardware de bajo coste* Impacto en el consumo | <ul style="list-style-type: none">* Potentes sistemas de sobrecarga* Tecnologías orientada a objetos* Sistemas expertos* Redes neuronales artificiales* Computación paralela |

Evolución de la Ingeniería de Sistemas

Durante este período se utilizaba en la mayoría de los sistemas una orientación por lotes. Algunas excepciones notables fueron varios sistemas interactivos tales como el sistema de reserva de billetes de American Airlines y los sistemas de tiempo real para la defensa, tales como SAGE. Sin embargo, la mayor parte del hardware se dedicaba a la ejecución de un único programa que, a su vez, se dedicaba a una aplicación específica.

En los *primeros años*, lo normal era que el hardware fuera de propósito general. Por otra parte, el software se diseñaba a la medida para cada aplicación y tenía una distribución relativamente pequeña. El software como producto (es decir, programas desarrollados para ser vendidos a uno o más clientes) estaba en su infancia. La mayoría del software se desarrollaba y era utilizado por la misma persona u organización. Esta persona lo escribía, lo ejecutaba y si fallaba, lo depuraba. Debido a que la movilidad en el trabajo era baja, los ejecutivos estaban seguros de que esa persona estaría allí cuando se encontrará algún error.

Al tener un entorno tan personalizado del software, el diseño era un proceso implícito, realizado en la mente de alguien, y la documentación normalmente no existía. A lo largo de los primeros años se aprendió mucho sobre implementación de sistemas informáticos, pero relativamente poco sobre la Ingeniería de Sistemas.

La *segunda era* de la evolución de los sistemas de computadora se extiende desde la mitad de la década de los 60's hasta finales de los setenta. La multiprogramación y los sistemas multiusuario introdujeron nuevos conceptos de interacción hombre-máquina. Las técnicas interactivas abrieron un nuevo mundo de aplicaciones y nuevos niveles de sofisticación del hardware y del software. Los sistemas de tiempo real podían recoger, analizar y transformar datos en múltiples fuentes, controlando así los procesos y produciendo salidas en milisegundos en lugar de minutos. Los avances en los dispositivos de almacenamiento en línea condujeron a la primera generación de sistemas de gestión de bases de datos. Esta era se caracterizó también por el establecimiento del software como producto y la llegada de las "casas de software", el software ya se desarrollaba para tener una amplia distribución en un mercado multidisciplinar. Los programas se distribuían para computadoras grandes y para minicomputadoras, a cientos e incluso miles de usuarios. Los patrones de la industria, del gobierno y de la universidad se prestaban a "desarrollar el mejor paquete del software" y ganar así mucho dinero.

Conforme crecía el número de sistemas de información, comenzaron a extenderse las casas y bibliotecas de software. En dichas casas se desarrollaban proyectos en los que se producían miles de nuevas aplicaciones. Todas esas aplicaciones tenían que ser corregidas cuando se detectaban fallos, se modificaban cuando cambiaban los requisitos de los usuarios o se adaptaban a nuevos dispositivos (hardware) que se hubieran adquirido.

Estas actividades se llamaron colectivamente mantenimiento del software. El esfuerzo gastado en el mantenimiento del software comenzó a absorber recursos en una medida alarmante.

Aún peor, la naturaleza personalizada de muchos programas los hacía virtualmente imposibles de mantener. Había comenzado una "*crisis de software*".

La *tercera era* en la evolución de los sistemas de computadora comenzó a mediados de los setenta y llega hasta principios de los noventa. Se caracteriza por el procesamiento distribuido, el cual consiste en un proceso que realizan múltiples computadoras pero cada una ejecutando funciones concurrentemente y comunicándose entre ellas. Esto incrementó notablemente la complejidad de los sistemas informáticos. Aunado a esto, las redes de área local y global, las comunicaciones digitales de alto ancho de banda y la creciente demanda de acceso "instantáneo" a los datos, pusieron una fuerte presión sobre los desarrolladores de software.

El hardware de las computadoras personales se había convertido rápidamente en un producto estándar, mientras que el software que se suministra con ese hardware, era lo que marcaba la diferencia.

La *cuarta era* en la evolución de los Sistemas de Información está empezando ahora. En esta era surge la tecnología orientada a objetos, las cuáles están desplazando rápidamente a enfoques de desarrollo de software más convencionales en muchas áreas de aplicación. Autores tales como Feigenbaum y McCorduck y Allman predijeron que las computadoras de esta era tendrían arquitecturas de cálculo totalmente diferentes y el software tendría un profundo impacto en el equilibrio de la potencia política e industrial de todo el mundo. Por fin, los sistemas expertos y el software de inteligencia artificial se han trasladado del laboratorio a las aplicaciones prácticas, para un amplio rango de problemas del mundo real. El software de redes neuronales artificiales ha abierto excitantes posibilidades para el reconocimiento de formas y habilidades de procesamiento de información al estilo de como lo hacen los humanos.

Al mismo tiempo que nos movemos en la cuarta era, continúan intensificándose los problemas asociados con el software de computadoras:

1. El hardware sofisticado ha dejado débil la capacidad para construir software que pueda explotar el máximo potencial del hardware.
2. La capacidad de construir nuevos programas no satisface la demanda de nuevos programas.

3. La capacidad de mantener los programas existentes está amenazada por el mal diseño y el uso de recursos informáticos inadecuados.

Como respuesta a la crisis del software, muchas industrias están adoptando prácticas de Ingeniería de Sistemas.

Debido a que las fuerzas de evolución examinadas se han incrementado firmemente desde hace largo tiempo, no es posible determinar cuando se iniciaron y por consiguiente cuándo se inició la Ingeniería de Sistemas, ya que se considera que la Ingeniería de Sistemas corresponde a una evolución relativamente moderna.

3.2.4.1 La necesidad de evolución.

La creciente complejidad de los sistemas, indudablemente que es importante en la evolución de la Ingeniería de Sistemas, sin embargo, el concepto de un sistema complejo es evasivo y no se le ha podido dar una definición numérica o científica. Por ello la Ingeniería de Sistemas nace como una necesidad de planificar, operar y diseñar Sistemas de Información, cada día más complejos.

Tanto en las grandes empresas como en las pequeñas, lo que tenemos es una "fábrica de software" que envejece y hay cientos de aplicaciones basadas en software en una situación crítica y necesitan ser renovadas urgentemente:

- Las aplicaciones de Sistemas de Información escritas, hace veinte años que han sufrido cuarenta generaciones de cambios y ahora son virtualmente imposibles de mantener. Incluso la más pequeña modificación puede hacer que falle todo el sistema.
- Las aplicaciones de Ingeniería de Sistemas que se utilizan para generar datos críticos de diseño y que, sin embargo, a pesar de su edad y estado de conservación, realmente no se entienden. Nadie tiene un conocimiento detallado sobre la estructura interna de esos programas.
- Sistemas empotrados (usados para controlar las plantas de potencia, tráfico aéreo y fábricas entre sus cientos de aplicaciones) que parecen extraños y a veces tienen un comportamiento inexplicable; pero que no se pueden poner fuera de servicio porque no hay nada disponible para reemplazarlas.

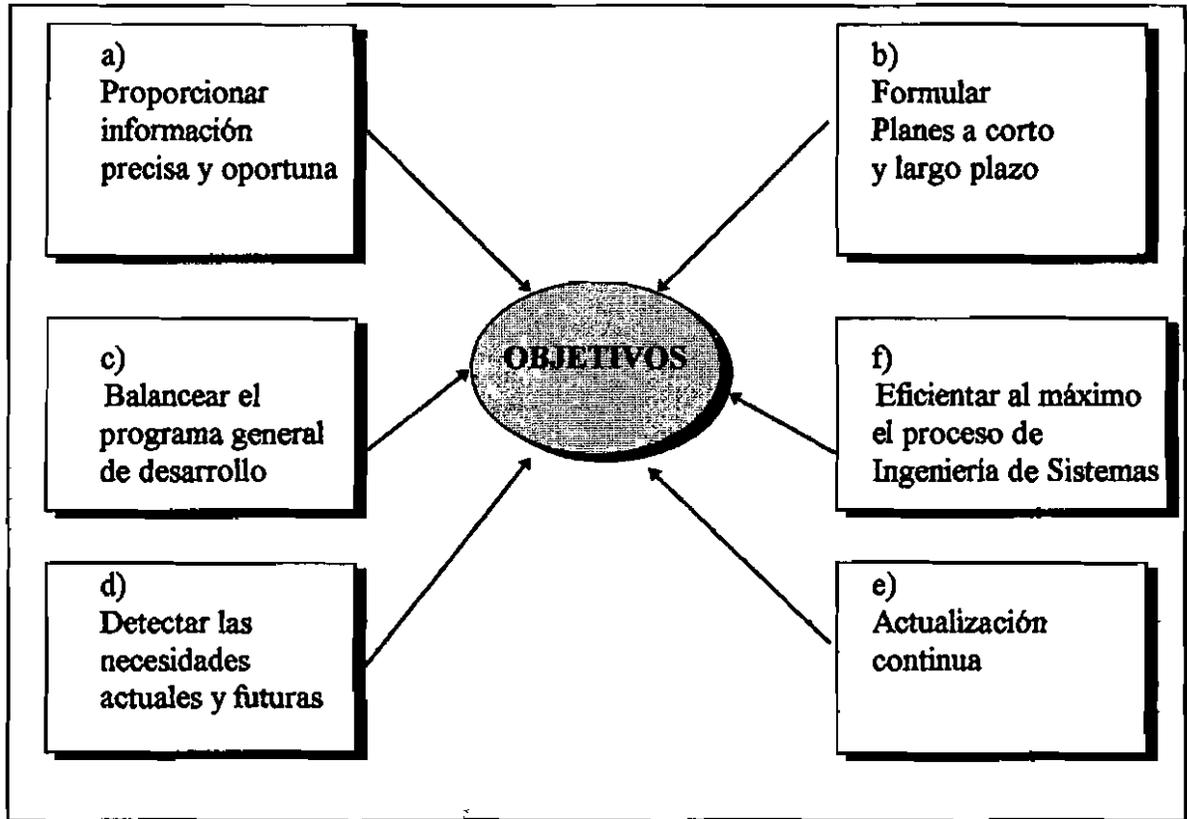
No será suficiente "reparar" lo que está mal y dar una imagen moderna a estas aplicaciones.

Muchos componentes de la fábrica de software requieren una *reingeniería* o reestructuración importante o, de lo contrario, no serán competitivos durante los años noventa. Desafortunadamente, muchos directores de empresas parecen poco dispuestos a comprometer los recursos necesarios para emprender este esfuerzo de reestructuración.

3.2.5 Objetivos de la Ingeniería de Sistemas.

Como la Ingeniería de Sistemas no constituye una función para estructurar una política, los siguientes objetivos deben de encuadrar dentro de la política general que rija a una organización. A su vez la política de la organización debe de someterse dentro de un conjunto más amplio aún de objetivos, determinados por aquellos a quienes sirve la compañía, y además de los valores éticos y legales de la sociedad dentro de la cual se opera. La Figura 3.16 muestra esquemáticamente los objetivos más importantes de la Ingeniería de Sistemas.⁶

FIGURA 3.16



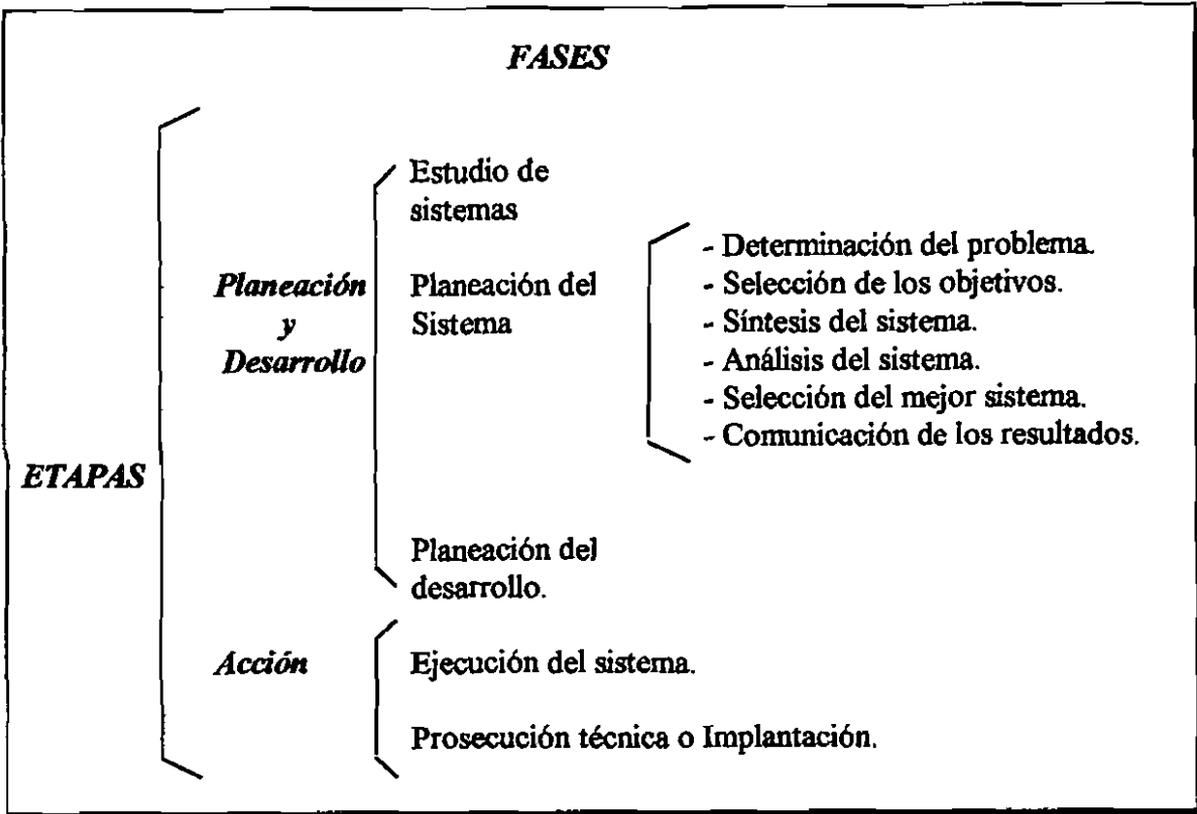
Esquemización de los Objetivos de la Ingeniería de Sistemas

- a) Abastecer a la gerencia de toda la información que sea posible y necesaria para una guía y control del programa general de desarrollo.
- b) Desarrollar planes a largo plazo y objetivos, como un marco para enlazar entre sí los proyectos individuales. Además desarrollar los objetivos y los planes para proyectos particulares y hacerlos consistentes con los objetivos más lejanos.
- c) Balancear el programa general de desarrollo a fin de asegurar el progreso a lo largo de todas las líneas de demandas, y haciendo al mismo tiempo el mejor empleo del desarrollo de la mano de obra y de otros recursos.
- d) Conocer las necesidades actuales de la organización. Prever con anticipación las necesidades futuras a fin de estar completamente preparados para el momento en que se requiera una acción.
- e) Tener siempre presentes las nuevas ideas, principios, métodos, y dispositivos. Asegurarse de la mejor tecnología moderna y que sea de mayor empleo.
- f) Efectuar cada una de las operaciones del proceso de Ingeniería de Sistemas, en la forma más eficiente que sea posible, reconociendo los requisitos para los detalles de dichas operaciones.

3.3 Metodología de la Ingeniería de Sistemas.

El éxito de la Ingeniería de Sistemas en la creación de Sistemas de Información depende esencialmente de la forma en que se conciba, se organice y se ejecute el proceso de dicha disciplina. Para ello se auxilia de una metodología constituida por 2 etapas que a su vez está formada por 5 fases, las cuáles se esquematizan en la Figura 3.17.⁶

FIGURA 3.17



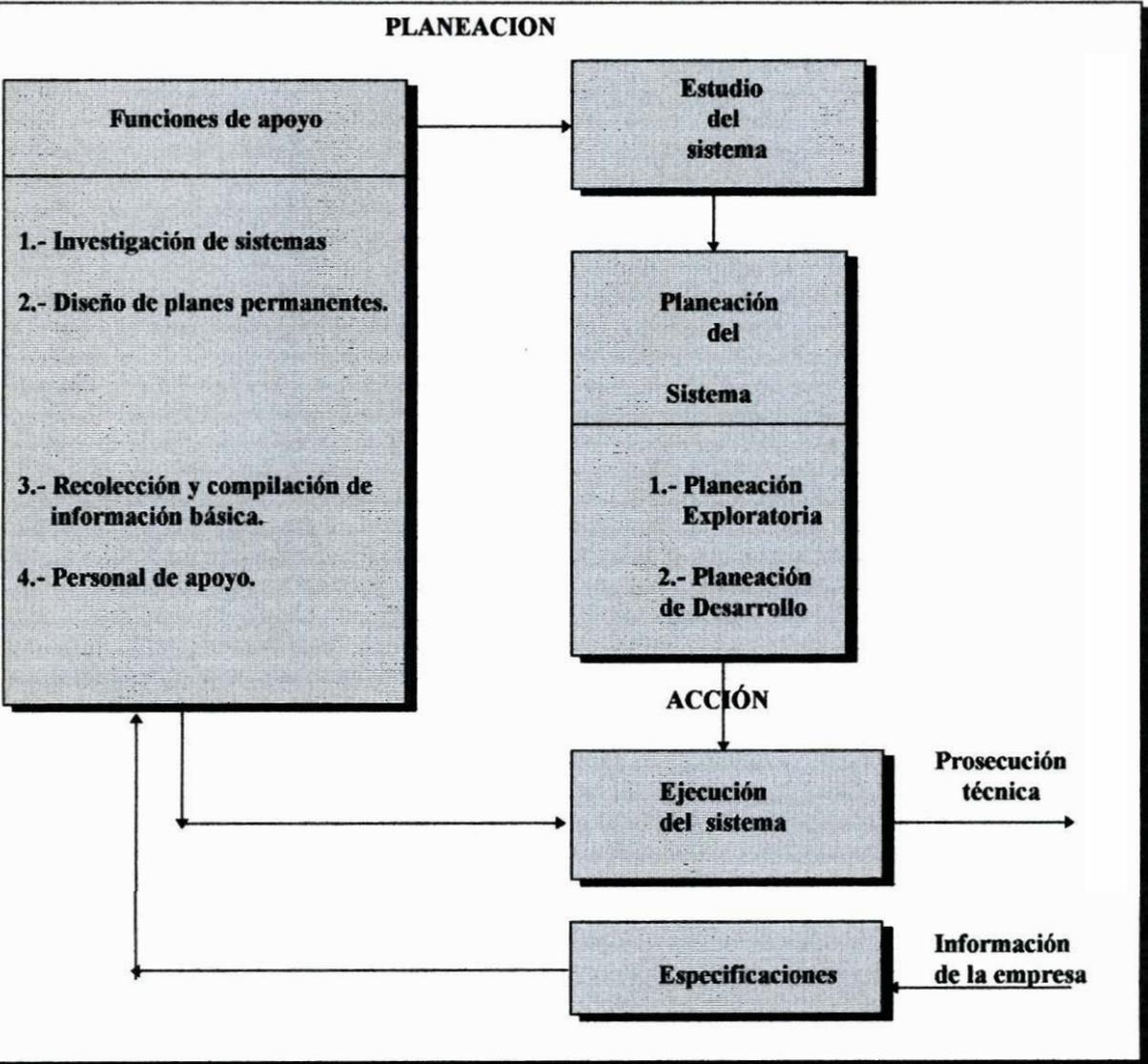
Metodología de Trabajo de la Ingeniería de Sistemas

Este modelo pretende describir las fases para realizar un verdadero Sistema de Información con Calidad.

Además estas fases pueden definir la función de la Ingeniería de Sistemas y mostrar de manera explícita y operacional, desde la formulación de un programa de proyectos hasta la realización de un proyecto específico.

Finalmente, es importante mencionar que la experiencia ha demostrado que esta metodología es de gran utilidad para quienes desean saber cómo aplicar mejor la Ingeniería de Sistemas. En la figura 3.18 se muestra la Estructura en Operación de un Proceso de Ingeniería de Sistemas.¹

FIGURA 3.18



Estructura en Operación de un Proceso de Ingeniería de Sistemas.

La primera fase es la llamada *Estudios de Sistemas* la cual incluye planeación del sistema y trabajo aportado por un conjunto de funciones de apoyo. Estas actividades pueden iniciar y apoyar una gran variedad de sistemas específicos.

Las dos fases siguientes se han agrupado juntas bajo la *Planeación del Sistema*, puesto que en ambas se verifica la misma clase de actividades. En la *Planeación Exploratoria*, existe un gran número de elecciones para el diseño, estas elecciones pueden engendrar varios proyectos de planeación de desarrollo, o bien pueden dejar fuera un margen total de posibilidades poco prometedoras. La *Planeación de Desarrollo* opera con un reducido margen para las elecciones iniciales de diseños y por un compromiso definido para el desarrollo del sistema específico requerido.

La fase de *Ejecución del Sistema*, perfecciona y ejecuta el plan de desarrollo por medio de la retroalimentación del diseño detallado y la comprobación del equipo. Algunos elementos del desarrollo se pueden posponer para la fase de *Prosecución Técnica*, a fin de obtener las primeras aplicaciones de los rasgos básicos del nuevo sistema de información.

La Figura 3.19 muestra una representación más clara de la secuencia típica para lograr la creación de un sistema principal, con respecto al tiempo.

FIGURA 3.19



Secuencia típica para lograr la creación de un sistema principal.

Una gran parte de la nueva tecnología proviene de la investigación. Las influencias de la investigación se aplican por completo al trabajo, pero esas influencias son especialmente sólidas en la primera fase de la Ingeniería de Sistemas (*simbolizada por la flecha inclinada hacia abajo*). Estos estudios orientan hacia áreas amplias de demandas. En los puntos convenientes, se hacen las decisiones para detenerse en estudios que orientan hacia áreas particulares de demandas; este es el comienzo de la Planeación Exploratoria, la cual puede demandar estudios de varias clases.

Una operación completa de planeación del sistema puede requerir un desarrollo de exploración y un ensayo de un modelo de fabricación. El modelo de fabricación se hace generalmente en el laboratorio y debe ser funcionalmente completo. Sin embargo, se puede organizar sólo el esqueleto, es decir, no proporcionar todos los componentes necesarios del sistema completo que pueda servir de semblanza de un integrante en acción.

Las líneas punteadas significan que esas actividades se pueden o no realizar a tiempo. Por ejemplo, la ilustración presenta un hueco en la programación entre el desarrollo de exploración y el desarrollo para la manufactura. Sin embargo, en algunos casos, estas operaciones se pueden superponer.

El tiempo que transcurra durante estas actividades, dependerá de muchos factores, como la urgencia, la novedad de la tecnología que esté aplicando, la experiencia del personal de planeación y diseño, y muchas otras condiciones. La duración normal en tiempo para sistemas de información es aproximadamente de: Planeación de Exploración, de 1 a 2 años; Planeación de Desarrollo, 6 meses a 1 año; y Prosección Técnica y Empleo, hasta 40 años.

Después de haber descrito brevemente cada fase de la Metodología de la Ingeniería de Sistemas y conocer las relaciones con respecto al tiempo y la secuencia para lograr la creación de un Sistema de Información, iniciaremos la descripción detallada de las cinco fases que comprenden dicha metodología.

3.3.1 Etapa de Planeación y Desarrollo

1ª. ETAPA: PLANEACIÓN Y DESARROLLO.

FASE 1ª: ESTUDIO DE SISTEMAS

Esta fase consiste en investigar todos los proyectos presentes y futuros posibles, con el objeto de lograr información que luego sirva de base para la planeación de proyectos específicos.

Dentro de esta etapa se detecta el problema o la necesidad, y se definen claramente los requerimientos del usuario. El analista de sistemas juega un papel determinante en esta fase, ya que en base a su experiencia y conocimiento podrá detectar específicamente los requerimientos del usuario, debido a que con frecuencia se establecen requerimientos que no expresan las necesidades de una manera precisa, o no contemplan todo lo que gira alrededor de su solicitud. Lo anterior nos lleva a confirmar que un análisis correcto nos permitirá un sistema que proporcione al usuario la satisfacción de sus requerimientos.

El objetivo de ésta fase es llegar a un acuerdo con el usuario, para establecer lo que realmente necesita y lo que el sistema de información le puede proporcionar.

FASE 2ª: PLANEACIÓN DEL SISTEMA

En esta fase el interés está enfocado hacia el sistema que ha sido requerido por el usuario. Esta se complementa con el estudio sobre la necesidad que se quiere satisfacer con el sistema, los recursos disponibles, el ambiente alrededor del sistema y las restricciones.

Esta fase comprende seis funciones:

1ª. Función: Determinación del problema: consiste en una separación, posiblemente cuantificando, en lo concerniente a una serie de factores que definen al sistema y sus elementos.

Esta función se realiza por medio de diversas actividades: *hacer la exploración del sistema, caracterizar la situación, obtención de datos, investigación de condiciones presentes, comprensión del problema y diseño exterior del sistema*. Esta función se inicia cuando se identifica una situación como problemática, posteriormente se formula el problema y se define. Es muy común y significativo decir cuando un problema está bien planteado, se tiene resuelta la mitad. Equivocar el problema considerado, es originar investigaciones subsecuentes para errar el camino. Cuando no se tiene una contestación, es como buscar a ciegas o en la oscuridad. La forma como se conciba un problema, decide qué sugerencias concretas se deben mantener y cuáles descartar; qué datos se seleccionan y cuáles se rechazan; este es el criterio de aplicación o no aplicación de las hipótesis.

Por lo tanto, la misma forma de establecer el problema puede traer consigo la posible solución.

La interpretación del problema requiere de tanta imaginación como para la solución del mismo, y es muy esencial la responsabilidad o apreciación de éste a fin de lograr la integración del personal creativo. Por lo tanto, no se puede dar una descripción conveniente de la forma de lograr esto, sin embargo, existe un principio importante y varias guías de utilidad, así como técnicas que pueden ayudar al proceso.

Un principio importante para una interpretación creativa del problema es el siguiente: *el número de las soluciones posibles aumenta con las generalidades y amplitud del establecimiento del problema, y decrece con el número de palabras restrictivas e inhibitorias en la exposición*.

Hemos considerado tres caminos fundamentales diferentes, por medio de los cuales se puede interpretar mejor el problema:

- 1) Examinar la totalidad de los integrantes para obtener nuevas ideas, teorías, métodos, materiales y dispositivos; luego encontrar las formas de su empleo en los nuevos sistemas.
- 2) Estudiar la realidad de la organización y de las operaciones del cliente para descubrir y definir sus demandas; luego planear aquellos sistemas que valgan la pena.
- 3) Esperar las peticiones específicas del cliente para el desarrollo de nuevos sistemas. O simplemente esperar a tener acumuladas un suficiente número de ideas sobre nuevos sistemas.

Es importante especificar que en la actualidad existen una serie de modelos para la solución de problemas. A continuación presentamos los modelos más utilizados por la eficiencia que proporcionan.

MODELOS PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

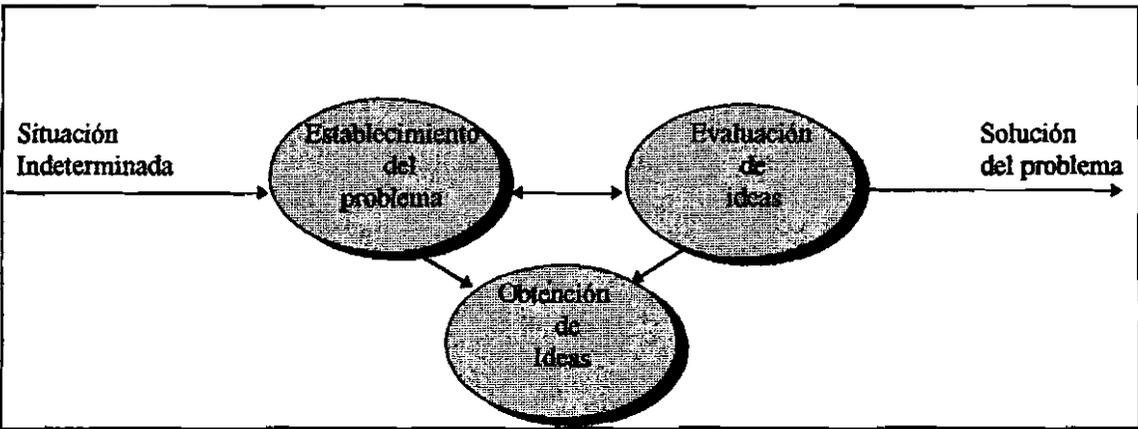
En la actualidad existen una serie de modelos para la solución de problemas.

a) Modelo de Dewey.

La filosofía de la ciencia está llena con descripciones de lo que deben hacer las personas para resolver un problema.

La Figura 3.20 muestra la secuencia seguida por Dewey para la solución de un problema.

FIGURA 3.20



Modelo Dewey

El filósofo Dewey afirma que todo individuo que se le presente un problema, se encuentra en una situación indeterminada. Empezará por inquirir cuándo empieza a relacionarse con sus integrantes. A continuación tratará de hacer la interpretación del problema. Una vez logrado, tomará aquellas ideas para cerciorarse qué tan buenas resultan para resolver el problema. Las conexiones en dos sentidos entre los círculos sugieren la retroalimentación entre los tres componentes básicos del problema.⁶

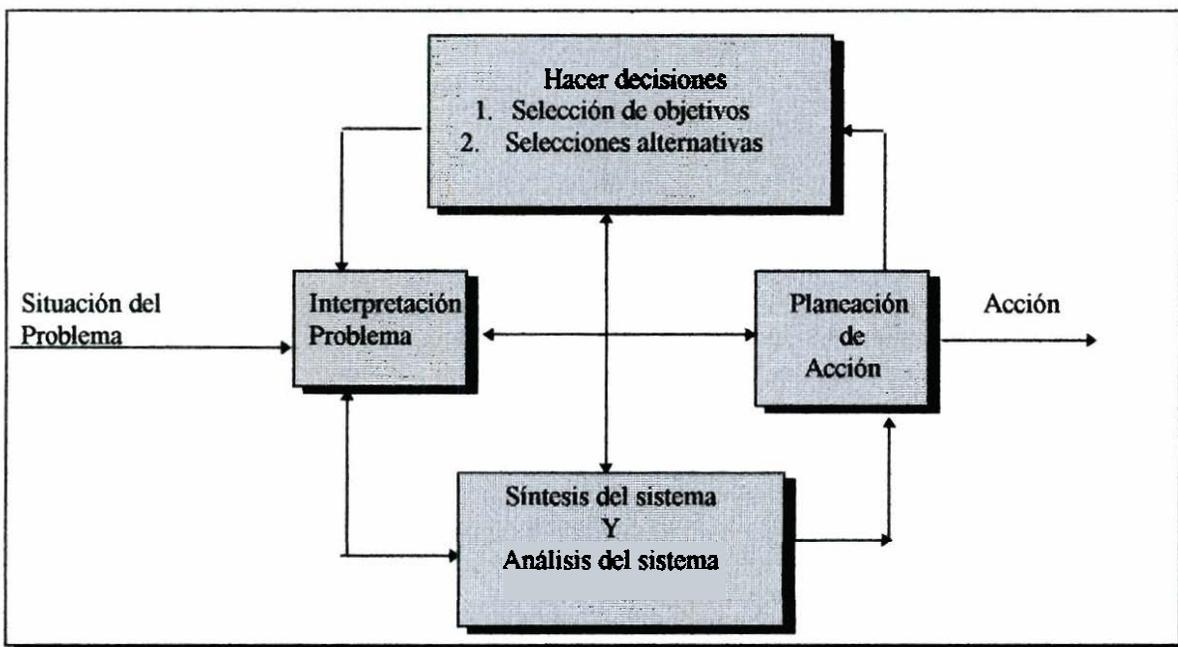
b) Estructura amplificada para un nuevo modelo.

Los componentes fundamentales del procedimiento de esta estructura son:

- 1) Interpretación del problema.
- 2) Selección de los objetivos.
- 3) Síntesis de los sistemas.
- 4) Análisis de los sistemas.
- 5) Selección de la mejor alternativa.
- 6) Planeación para una acción.

En la Figura 3.21 se muestra el modelo de mayor alcance y con mejor adaptación para la Ingeniería de Sistemas

FIGURA 3.21



Modelo de mayor alcance y con mejor adaptación para la Ingeniería de Sistemas

Aquí la Interpretación del problema en este modelo significa simplemente una descripción de una situación indeterminada. Esta situación comienza a operar cuando se ve detenida por alguna condición, como una demanda que ha llegado a un valor crítico, o de una decisión de la gerencia de que es oportuno actuar. En esta función se procede a la recolección de hechos, aislando y relacionando las variables importantes y describiendo la situación general. La descripción que resulte proporcionará los datos para todas las funciones restantes.⁶

El cuadro marcado "planeación de acción" sugiere que la resolución del problema no se ha logrado cuando se haya elegido el mejor sistema. Si el proceso debe de ser de utilidad, se deben trazar los planes para la acción, y quien vaya a resolver el problema debe vigilar que se lleven a cabo. Esta función tiene la misma estructura que tiene el proceso de solución del problema en sí, simplemente se trata de otro ciclo del proceso para un problema diferente.

2ª. Función: Selección de los objetivos: es una guía para la selección de las alternativas. Esta función tiene una doble naturaleza:

La primera parte de esta comprende sencillamente el hacer una definición más o menos formal del sistema físico que se desea, debe comprender las entradas y salidas que se desean y las demás condiciones de limitación, las demandas por satisfacer y hacia las cuales está orientado el sistema.

En la segunda parte se menciona lo que es necesario, apetecible o que se requiere, se refiere a cosas que son de valor. Los juicios de estimación que describen al sistema físico solicitado, necesariamente dan a entender o en realidad comprenden los elementos o relaciones de un sistema de valía. Este sistema de valía también incluye al sistema ideal y al criterio de decisión discutido.

Las funciones lógicas de este sistema de valía son las de proporcionar los medios para juzgar los valores relativos del sistema físico alternativo que se deba sintetizar, y facilitar las reglas para hacer óptimo a este sistema físico. Cada sistema físico viene acompañado por su propio y único sistema de valía. Sin embargo, la experiencia demuestra que determinadas clases de juicios de apreciación aparecen con frecuencia.

Los juicios de apreciación que se presentan con mayor frecuencia son:

- 1) *Utilidad:* considerada en unidades monetarias, es de importancia en casi todo léxico industrial. En ocasiones se espera que un sistema produzca una ganancia grande e inmediata, durante un corto periodo de tiempo. Otras veces, se desea una modesta ganancia sobre un largo periodo de tiempo.
- 2) *El mercado:* representa el número en unidades de producto o servicio prestado por unidad de tiempo, como una función de tiempo, es universalmente de importancia.
- 3) *El costo:* representa las unidades monetarias, generalmente es importante un factor de las funciones de utilidad y del mercado, como un criterio de su posibilidad económica, o por otras razones.
- 4) *La calidad:* generalmente tiene un aspecto objetivo y otro subjetivo. La calidad objetiva se puede medir en unidades físicas y la calidad subjetiva se refiere a la aceptación humana para determinada calidad objetiva, de las condiciones ambientes.

Tipos de Objetivos

- a) **Los objetivos de eficiencia:** comprenden la confiabilidad del sistema, definiéndose generalmente como la probabilidad de que el sistema pueda operar de acuerdo como fue planeado. La mayor parte de los objetivos de eficiencia dependen principalmente de la clase de sistemas.
- b) **Los objetivos que afectan a los competidores:** se presentan en la parte de los desarrollos comerciales o militares.
- c) **Los objetivos de adaptabilidad o flexibilidad:** se refieren a la facilidad del sistema para modificarse o pueda ser ajustable para un cambio de integrantes.
- d) **Los objetivos de tiempo:** comprenden las programaciones, incluyendo las fechas fijadas para los modelos, prototipos, ensayos, manufactura y servicios.¹

3ª. Función: Síntesis del sistema: vincula compilando o descubriendo los sistemas alternativos que puedan satisfacer las alternativas. Esta consiste en delinear cómo se puede hacer el trabajo o de sintetizar los sistemas alternativos, esta es la etapa de adquisición de la idea, realmente esta es la parte crítica de la solución del problema, para la cual, sin ninguna idea, no existe nada por analizar o por escoger. La síntesis del sistema significa únicamente la reordenación de los elementos de un diseño anterior a fin de obtener uno nuevo o la creación de nuevos elementos en nuevas formas. Es muy importante hacer notar que las técnicas para la síntesis del sistema abarcan desde lo muy lógico hasta lo puramente psicológico.

El objetivo principal de la síntesis del sistema es “recopilar una extensa (ideal y exhaustiva) lista de sistemas”, trabajándose cada uno de ellos con suficiente detalle, para poderse valorar con relación a los objetivos del sistema.

Pasos para la síntesis del sistema

- a) **Formar un censo sobre la idea:** consiste en recolectar todas las alternativas conocidas de toda clase de origen. Es importante colocar en la lista otras ideas aunque no resulten técnicas, nunca se debe rechazar una alternativa porque a primera vista aparezca equivocada. Una técnica de utilidad en este paso es la de olvidarse de las propias habilidades de crítica en la exploración de las ideas.
- b) **Decisión Funcional:** esta técnica se inicia con la determinación de las condiciones límites, las entradas y salidas que se requieran, y se procede a formar una lista detallada de funciones o de operaciones que sea necesario realizar. Después se busca la relación entre estas funciones, o sea la síntesis, dentro de un modelo del sistema que demuestre relaciones esenciales, lógicas y en tiempo. En esta fase se aplican únicamente los requisitos que sean realizables; lo que se requiere es una combinación que pueda funcionar.

Posteriormente se analiza el modelo con respecto a su rendimiento y a otros propósitos para su optimización. La planeación funcional se aplica con mayor efecto en el área de diseño, para incrementadas o nuevas funciones en contraposición con el diseño para un costo más bajo, para un alto rendimiento o para mayor poder de venta.

4ª. Función: Análisis del sistema: considera los factores correspondientes a la ejecución del sistema, su costo, su calidad, etc. La parte esencial de la planeación y diseño la constituye el análisis del sistema desde el punto de vista de los objetivos, de las proposiciones, de las condiciones limitativas. La función de análisis de los sistemas es deducir todas las consecuencias de importancia en los sistemas alternativos, a fin de seleccionar el sistema óptimo.

Luego se deben comparar estas consecuencias con los objetivos iniciales. Las consecuencias efectivas suministran la información de retroalimentación para la función de la síntesis del sistema y la selección de los objetivos.

Aquí el problema consistiría en emplear lo mejor posible las estrategias analíticas, a fin de hacer mínimo el riesgo de las fallas costosas.

Después de decidir cuáles demandas se deben analizar, es preciso seleccionar un conjunto adecuado de herramientas.

Uno de los requisitos para hacer decisiones palpables, es que se deben tomar en consideración algunas consecuencias debidas al elemento de incertidumbre. A veces se toma en cuenta esta incertidumbre al establecer una probabilidad para las salidas. Las probabilidades para estas declaraciones se toman a veces en una forma objetiva, recolectando los datos obtenidos por la experiencia, para trazar una distribución de frecuencias.

5ª. Función: Selección de las mejores alternativas: esta función consiste en seleccionar las alternativas que sean más convenientes.

Cuando las consecuencias de todos los sistemas alternativos estén bien claras, independientes, y en posibilidad de medirse en una escala de valores, el procedimiento para hacer la decisión es directo. El que vaya hacer la decisión elegirá primero un criterio de decisión, luego tendrá que combinar las consecuencias para cada sistema y seleccionar el que esté mejor de acuerdo con el criterio.

Cuando las consecuencias son inciertas, interdependientes, y que comprenden varias escalas de valores diferentes, la situación es más complicada para un procedimiento general. Lo mejor podrá ser el dividir el procedimiento de decisión para determinadas clases de problemas.

Esto se presenta en la situación de la síntesis y del análisis de los sistemas, en los cuales no existe un procedimiento comprensivo y semitécnico para designar un sistema complejo.

6ª. Función: Comunicación de los resultados: La comunicación sobre el progreso del programa de planeación se debe realizar al finalizar. Un modelo de comunicación debe contener deducciones para la aplicación de nuevos descubrimientos para la investigación. Se puede dar una lista de las demandas definidas parcialmente y que deben quedar satisfechas por medio de los descubrimientos, acompañadas de algún orden de preferencia para la satisfacción de estas demandas. Los informes que se expidan durante la Planeación Exploratoria serán sencillamente una declaración del progreso del trabajo. Si el resultado de esta planeación es favorable, de manera que la Planeación de Desarrollo resulte garantizada, se puede pasar de inmediato el trabajo a Planeación de Desarrollo, sin necesidad de informes.

Estas seis funciones se deben auxiliar de la aplicación de entrevistas y cuestionarios (si así se requiere) a los usuarios directos y/o a una muestra de la organización. Por tanto describiremos el objetivo y los puntos fundamentales de cada uno.

- **MUESTREO:** Es el proceso mediante el cuál se selecciona de manera sistemática los elementos representativos de una organización en estudio. Esto es fundamental para el Analista de Sistemas, ya que sería poco factible que pudiera entrevistar y cuestionar a todos y cada una de las personas involucradas y/o afectadas por cierto proceso.

Para especificar cuanta gente y cuáles personas, datos o hechos formarán nuestra muestra, deberán seguirse los siguientes puntos:

- ❖ **Determinación de los datos que se van a recopilar:** El Analista de Sistemas deberá primeramente plantear las metas a alcanzar mediante la aplicación de cuestionarios y entrevistas, esto con la finalidad de enfocarse sólo a ello para la recopilación de la información; en segundo plano deberá especificar niveles de importancia y/o jerarquía de las metas a fin de determinar el orden de la información requerida para su análisis, con esto podremos ir cerrando nuestro universo de muestra.
- ❖ **Determinar la gente sujeta a la selección de la muestra:** Una vez delimitados nuestros requerimientos de información a través de las metas, el Analista de Sistemas deberá decidir que personas y/o documentos son factibles para ser abordadas(os) y obtener la información solicitada para el logro de sus metas.

❖ *Decisión sobre el tamaño de la muestra:* En éste punto se debe determinar en forma precisa y en base al punto anterior que personas o documentos forman una muestra representativa de la organización. Ahora bien si la muestra se enfoca únicamente a personas, podremos definir el tamaño de la muestra en base al tiempo requerido para la aplicación de cuestionarios y entrevistas, y la capacidad y disponibilidad de las mismas. Si nos basamos en documentos, datos o hechos, debemos seguir los pasos a continuación descritos:

- Identificar la constante buscada.
- Seleccionar dentro de la muestra, aquella que cuente con la constante declarada.
- Estimar que porcentaje de la muestra cumplió con la constante.
- Agregar un mínimo porcentaje de holgura a fin de medir el factor de error, en cuanto a la información recopilada.

□ *ENTREVISTA:* La entrevista es un contacto interpersonal que tiene por objeto el acopio de testimonios orales y documentales; se debe tener especial cuidado de que tanto el entrevistador como el entrevistado sean las personas idóneas para la realización de sus funciones respectivas, por tanto enunciaremos en la Tabla 3.1 los requisitos que deberán cumplir cada uno de ellos.

TABLA 3.1

| REQUISITOS QUE DEBERÁN CUBRIR LOS INVOLUCRADOS CON LA ENTREVISTA | |
|--|---|
| ENTREVISTADOR | ENTREVISTADO |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Autoridad para realizar la entrevista ▪ Agudeza en la observación ▪ Capacidad para escuchar, transcribir, seleccionar y condensar la información obtenida ▪ Adaptabilidad a circunstancias previstas e imprevistas. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interés ▪ Deseo de cooperar ▪ Capacidad de observación ▪ Sinceridad ▪ Imparcialidad ▪ Habilidad para comunicarse oralmente |

Algunas de las reglas generales que conviene tener en cuenta antes de proceder a realizar la entrevista son:

- ❖ Establecer los objetivos de la Entrevista.
- ❖ Seleccionar a los entrevistados (muestreo).
- ❖ Identificarse verbalmente, incluyendo en ésta acción el objetivo de la entrevista, es dar a conocer un panorama general del proyecto y sobre todo involucrar al usuario dándole a conocer su función para el desarrollo del proyecto.
- ❖ Dar las explicaciones posibles solicitadas en forma precisa y clara, sin utilizar, un lenguaje técnico o frases impresionantes.
- ❖ Asegurar al entrevistado, cuando se trate de información confidencial, de que no habrá divulgación de la misma.
- ❖ Selección del tipo y estructura de las preguntas.
- ❖ Iniciar la entrevista con preguntas fáciles, con el fin de disminuir la tensión y proporcionar confianza con el entrevistado.
- ❖ No inducir las respuestas ni demostrar sorpresa o reprobación de las mismas.
- ❖ Evitar al máximo comentarios que no vayan con el tema, o que agredan a personas o funciones.
- ❖ Escuchar pacientemente, sin demostrar al entrevistado nuestro sentir acerca de sus respuestas.

Las *ventajas* de realizar entrevistas son:

- ◇ Se pueden aplicar a todos los niveles de la organización.
 - ◇ Se concede la oportunidad de precisar y aclarar preguntas.
 - ◇ Establece la posibilidad de verificar respuestas.
 - ◇ Ofrece la oportunidad de observar la reacción del entrevistado, lo que permite apreciar aptitudes y prejuicios que afectarían el desarrollo del proyecto.
- **CUESTIONARIOS:** Define los puntos pertinentes de la encuesta, procura la respuesta a dichos puntos, y permite recopilar la cantidad de información. Dentro del enfoque de Sistemas de Información los Cuestionarios pueden ser utilizados, para obtener un consenso e identificar áreas con nuevas expectativas de Sistemas de Información, para realizar una auditoria después de la implantación y para determinar requerimientos específicos.

Para que los cuestionarios devueltos por los informantes sean útiles para el acopio de información deben de llenar tres condiciones:

- ⇒ VALIDEZ: Se refiere al grado de coincidencia, de los resultados obtenidos.
- ⇒ SEGURIDAD: Se obtiene cuando, al aplicarse nuevamente el cuestionario bajo las mismas circunstancias, otorga los mismos resultados.
- ⇒ COMPARABILIDAD: Se refiere a la naturaleza de las respuestas, que permite su agrupación en categorías generales.

Al emitir un cuestionario, deberán quedar cubiertos los siguientes puntos:

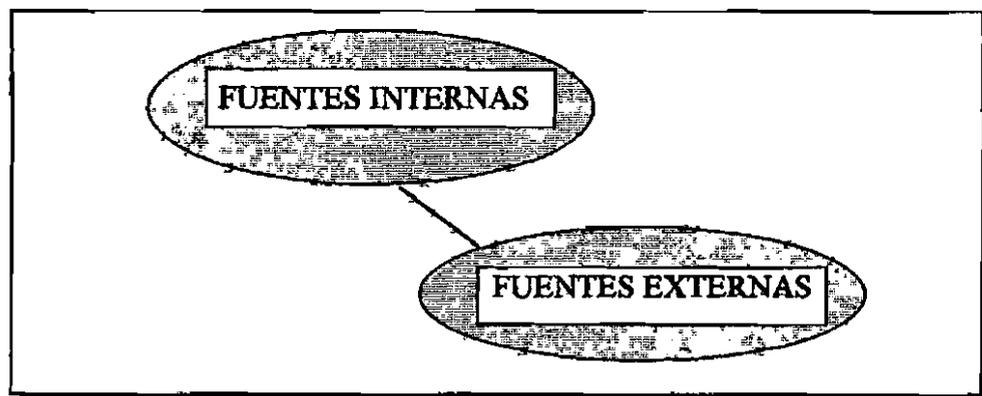
- ❖ Establecer el objetivo del cuestionario.
- ❖ Identificación del investigador.
- ❖ Explicar el propósito, el uso, la seguridad y el destino de las respuestas.
- ❖ Proporcionar instrucciones que deben seguirse al llenar el cuestionario, incluyendo la fecha en que se requiere sea devuelto.
- ❖ Las preguntas deben ser claras, sencillas e inequívocas.
- ❖ Las preguntas deben formularse de tal forma que las respuestas pueden tabularse mecánica o manualmente, pero sin implicar al sugerir las respuestas.

Las ventajas de aplicar cuestionarios son:

- ◇ Permite abarcar una muestra grande de la población.
- ◇ Permite al informante analizar y justificar sus respuestas.
- ◇ Facilita la labor del informante, al poder este basarse en archivos ya creados a fin de proporcionar información más exacta.

Ahora bien, la aplicación de entrevistas y cuestionarios para la creación de Sistemas de Información, se puede llevar a cabo utilizando dos fuentes principalmente, como se muestra en la Figura 3.22

FIGURA 3.22

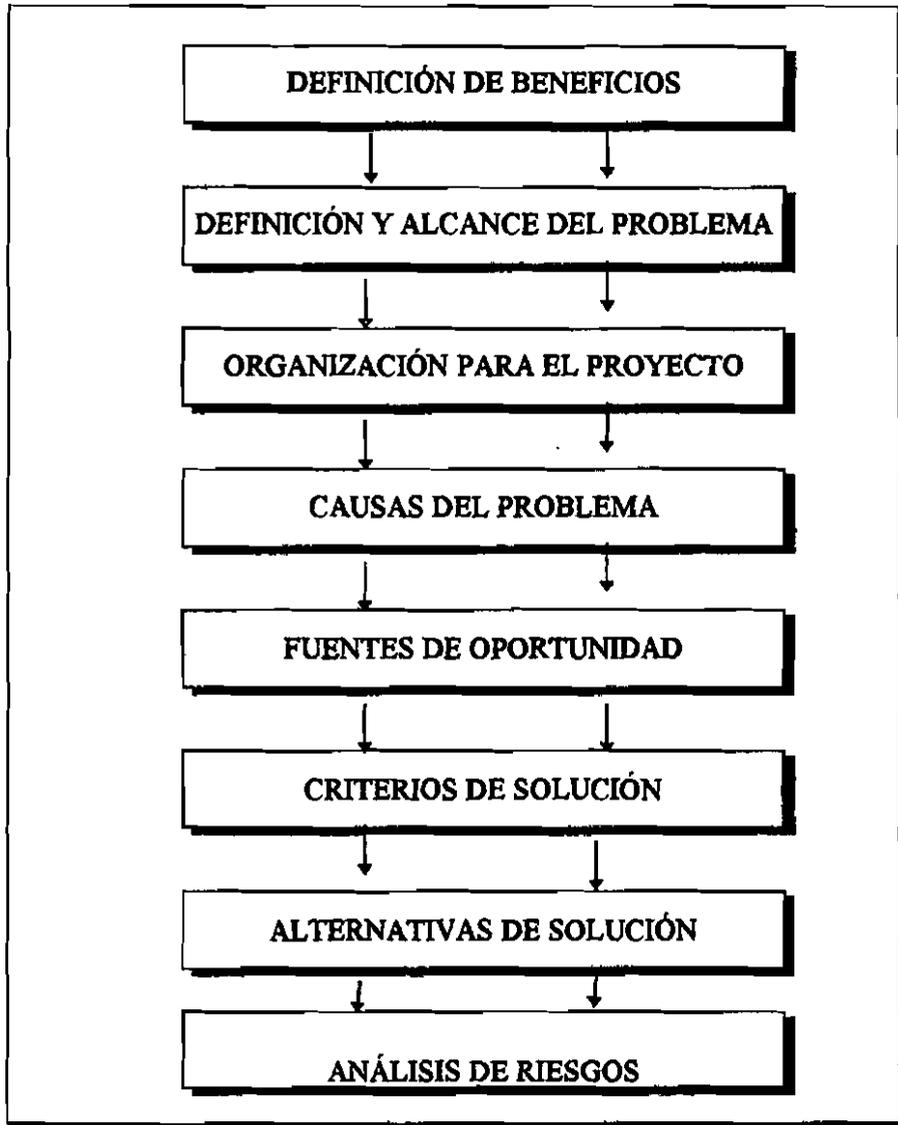


- ◇ **FUENTES INTERNAS:** Nos referimos a la gente involucrada plenamente con el desarrollo del proyecto; éstas personas son la fuente más importante para la recopilación de hechos y datos para que analista pueda desarrollar satisfactoriamente su trabajo. En muchas ocasiones, la creación de un nuevo sistema se basa en la ejecución de un sistema que hasta el momento funciona, pero que claro requiere nuevas adaptaciones y/o una estructura diferente. Al analizar el sistema operante podremos determinar su eficiencia; esto es, evaluar si el sistema es satisfactorio y hasta que punto, con la finalidad de que el sistema propuesto lo contemple y obviamente mejore el grado de satisfacción del usuario logrando la eficiencia. Por otro lado, nos dará una idea más amplia como analista de sistemas, de todo el contorno del proyecto, ya que en ocasiones al aplicar las entrevistas y cuestionarios el usuario da cosas por hecho que para él son demasiado sencillas. Sin embargo, el analista puede ayudar a los usuarios a definir más claramente sus requerimientos al darle de una manera general una solución informática a sus necesidades.

- ◇ **FUENTES EXTERNAS:** En ocasiones, el analista de sistemas tendrá que salir de su empresa con el fin de profundizar más en el proyecto que está desarrollando. Algunas de las actividades que podría realizar en el exterior, serían evaluación de hardware y software existente en el mercado, visitar otras compañías que ya tengan mecanizados los requerimientos similares a los de su usuario, analizar cambios de tecnología, etc.

Una vez aplicados los cuestionarios y entrevistas el personal involucrado con el proyecto procederá a analizar la información recolectada, con el fin de levantar un reporte que contenga los resultados obtenidos de la investigación, los puntos mencionados en la Figura 3.23 deberán estar contenidos en dicho reporte.

FIGURA 3.23



- ◆ **DEFINICIÓN DE BENEFICIOS:** Establecer claramente los beneficios que se obtendrían para la empresa, para las áreas involucradas y para el cliente en sí, el satisfacer los requerimientos del usuario. Dentro de éste punto también deberemos definir si el proyecto apoya las metas de la Empresa y si va de acuerdo a sus políticas.

- ◆ **DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PROBLEMA:** Expresar de manera clara y concreta el problema, así como las partes, procesos o áreas afectadas por el mismo.
- ◆ **ORGANIZACIÓN PARA EL SISTEMA:** Esta organización es fundamentalmente para delegar responsabilidades a cada uno de los integrantes, los cuales son:
 - **GRUPO DE DIRECCIÓN:** Está compuesto por personal del alto nivel, su función principal dentro del proyecto será la de tomar la decisión sobre el seguimiento o no del proyecto, en base a lo planteado en cada uno de los reportes finales de cada fase.
 - **LÍDERES DE PROYECTO:** Este se forma con personal del nivel medio, en los cuáles se apoyará el grupo de dirección para tomar decisiones, ya que están involucrados con los requerimientos planteados.
 - **USUARIOS DIRECTOS:** Dentro de este grupo, se definen las personas que son afectadas directamente por el proyecto.
 - **ANALISTAS DE SISTEMAS:** Personal del área de Sistemas, que llevará el proyecto tanto administrativamente como técnicamente.
- ◆ **CAUSAS DEL PROBLEMA:** En base al análisis efectuado, listar cada una de las causas que originan el problema; en éste punto nos pondremos a referir a documentos oficiales y/o diagramas de proceso, como soporte a lo especificado.
- ◆ **FUENTES DE OPORTUNIDAD:** Indicar las opciones de mejora encontradas, principalmente en procesos establecidos, en caso de que el proyecto se llevara a cabo y lograra su objetivo.
- ◆ **CRITERIOS DE SOLUCIÓN:** Dentro de éste debemos considerar lo siguiente:
 - Tomar en cuenta el presupuesto asignado al sistema.
 - Asegurar que el sistema será flexible y estará en condiciones para crecer y/o realizar modificaciones.
 - Establecer las ventajas tanto técnicas, operativas y económicas acerca del desarrollo externo o interno del sistema.
- ◆ **ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:** (Ventajas y Desventajas). Es base al análisis, describir las posibles soluciones del problema que se ha presentado, evaluando para cada una de ellas sus ventajas y desventajas a groso modo. Esto es fundamental para que el grupo de dirección tome la decisión correcta sobre si se desarrollará el sistema o quedará detenido.

- ◆ **ANÁLISIS DE RIESGOS:** Plasmar de manera clara y concisa los riesgos que pueden ocurrir al llevar a cabo el sistema para satisfacer las necesidades del usuario, ya que en ocasiones no se analizan posibles problemas a otros procesos o sistemas, con las cuales se pudiera arriesgar la integridad de la información.

Este documento deberá ser aprobado por la Organización para el Proyecto, a través de una presentación a los mismos. En caso de que se hayan incluido nuevos requerimientos, los líderes del proyecto tendrán la facultad de aceptarlos o rechazarlos de acuerdo al desarrollo del proyecto en cuestión.

Posteriormente a esto, debemos actualizar nuestro plan de actividades, dando las fechas reales que se ocuparon para realizar cada una de las actividades propias de la fase. Así mismo, debemos realizar el plan para el desarrollo de la siguiente fase a fin de que sea presentado al Grupo de Dirección, así como la estimación de costos que se generarán durante el desarrollo de la misma.

Partiendo de lo anterior, el Grupo de Dirección, tomará la decisión de continuar o no con el proyecto; si se decidiera continuar con el mismo, tendrían que elegir las alternativas de solución posibles para satisfacer los requerimientos del usuario. Los puntos a evaluar sobre los cuáles deberán basar su decisión podrían ser:

- ⌚ Beneficios para la Organización.
- ⌚ Beneficios para el Área usuaria.
- ⌚ Beneficios para los clientes.
- ⌚ El proyecto apoya las metas de la empresa y va de acuerdo a sus políticas.
- ⌚ Análisis de Riesgos.
- ⌚ Análisis de Costos.

Sin embargo, si el proyecto fuera suspendido o cancelado, deberán quedar perfectamente documentadas las causas que originaron esa situación.

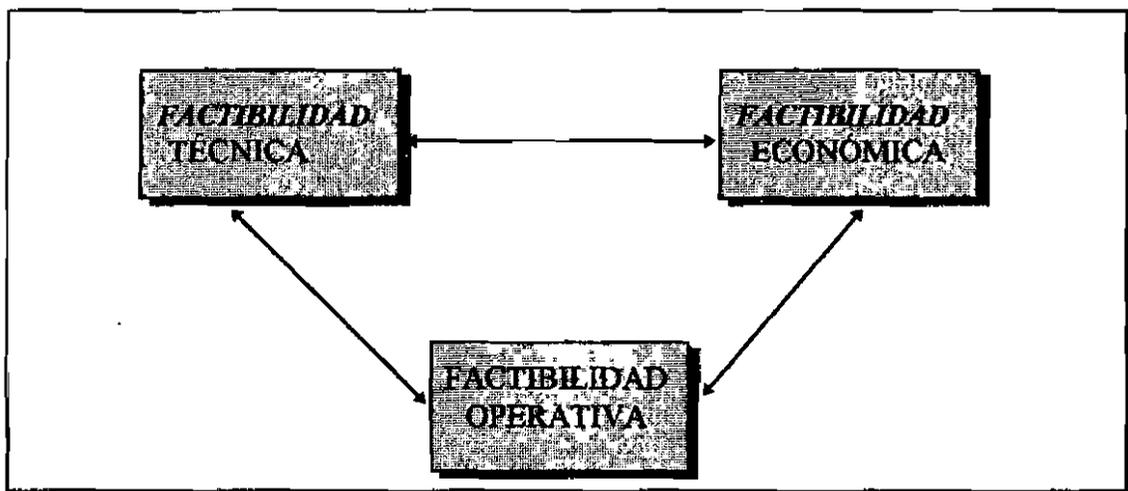
FASE 3. PLANEACIÓN DEL DESARROLLO

Esta fase iniciará únicamente después de formular la decisión de que el sistema en desarrollo se deba tomar en consideración.

El objetivo de ésta fase es determinar en base a las alternativas de solución propuestas en la fase anterior, la forma o el medio más adecuado para su desarrollo. En ésta fase se recopilará la información operativa, técnica y económica para cada una de las alternativas de solución; de tal forma que el grupo de dirección soportado en estos datos pueda elegir la alternativa más viable para el desarrollo del sistema. Cabe mencionar que en ocasiones el proyecto se ve detenido en ésta fase, ya que la información presentada en el reporte del estudio, tal como costo-beneficio, retorno de inversión, adquisición de nueva tecnología, etc. origina que se tome ésta decisión, por no cumplir con las expectativas requeridas económica, técnica y/o operativamente.

El desarrollo de esta fase para éste trabajo de investigación, debe comprender tres aspectos principales que se demuestran en la Figura 3.24

FIGURA 3.24



Cada uno de ellos comprende un análisis especial, de los cuáles se emitirá un reporte específico para su evaluación, el conjunto de los tres análisis permitirá seleccionar la alternativa más factible en todos los aspectos.

- **FACTIBILIDAD TÉCNICA:** En base a las alternativas de solución propuestas y aprobadas, se deberá llevar a cabo un minucioso análisis de lo que implica técnicamente el desarrollo de cada alternativa. Es importante destacar y hacer saber la organización para el proyecto, si se cuenta o no con lo que se requiere, o si es necesario realizar nuevas adquisiciones, sin mencionar el aspecto económico ya que existe un punto dedicado a ello.

En este punto la función del analista de sistemas es fundamental, ya que en base a su conocimiento y experiencia deberá asegurar que si se propone adquirir nueva tecnología para el desarrollo del sistema es por que es indispensable para su funcionamiento, y en caso contrario si se utiliza sólo la tecnología existente dentro de la empresa, es por que ésta nos proporciona lo requerido y sobre todo la completa satisfacción del usuario. De tal forma, que el analista deberá mantener su posición en cuanto a lo establecido para que el grupo de dirección no tome una decisión que no sea la más adecuada.

Los puntos que deberá abarcar el análisis y reporte final de la Factibilidad Técnica son los siguientes:

- Descripción de Alternativas.
 - Requerimientos del Software.
 - Requerimientos del Hardware.
 - ⊙ Relación del Hardware.
 - ⊙ Estimación de la carga de trabajo.
 - Dimensión del Hardware requerido.
 - ⊙ Tiempo de respuesta
 - ⊙ Dimensión del disco duro
 - ⊙ Medios de almacenamiento
 - ⊙ Capacidad para compartir la información con otros
 - Usuarios
 - ⊙ Relación del Software y Hardware
 - Asignación de Hardware para el sistema.
 - ⊙ Rentar o comprar el equipo.
 - ⊙ Soporte Técnico del proveedor
 - ⊙ Capacitación
 - ⊙ Instalación
 - ⊙ Contratos de mantenimiento
 - ⊙ Contratos entre empresas
 - Riesgos
 - Evaluación y Recomendación Técnica de Alternativas
-
- **FACTIBILIDAD OPERATIVA:** Una de las partes que se deberán analizar dentro de la factibilidad operativa, son los beneficios tangibles e intangibles.

Los primeros son aquellos que se relacionan con las ventajas económicas cuantificables que obtiene la organización a través del uso del sistema de información, por ejemplo, el incremento en la velocidad del proceso afectado, disponibilidad oportuna de información, aprovechar al máximo los beneficios de implementar un sistema computarizado y aumentar el tiempo para el análisis de la información procesada, o bien reducir en el área operativa el tiempo invertido de un empleado para realizar sus tareas. Los beneficios intangibles se refieren a la mejora del proceso de toma de decisiones, el incremento de precisión, el llegar a ser más competitivos en los servicios al cliente, el mejoramiento de la imagen del negocio y el incremento de la satisfacción del usuario al eliminar tareas de naturaleza tediosa.

- **FACTIBILIDAD ECONÓMICA:** El punto más importante a nuestro criterio dentro del análisis de factibilidad, es el del costo-beneficio esperado, que se generará al poner en marcha tal o cuál alternativa de solución. Cabe mencionar que regularmente la decisión para continuar con la implantación de un sistema, se basa en el punto económico y en los beneficios esperados.

Al igual que en la Factibilidad Operativa, en ésta debemos diferenciar entre costos tangibles e intangibles. Los primeros son aquellos que el analista de sistemas y la gente de finanzas pueden estimar y proyectar con precisión, tales como: costo de equipo, el costo de recursos, el costo del desarrollo del sistema, etc.; éstos finalmente requerirán una erogación monetaria por parte de la empresa. Los segundos son aquellos que se generarán en torno a la competencia, a la innovación, a la toma de decisiones ineficiente, etc.

3.3.2 Etapa de Acción

2ª. ETAPA: ACCIÓN.

FASE 1: EJECUCIÓN DEL SISTEMA

En esta fase se perfecciona y ejecuta el plan de desarrollo por medio de la retroalimentación del diseño detallado y la comprobación del equipo.

Esta fase se enfoca al diseño, desarrollo, prueba y presentación del sistema requerido, basado en las metas y objetivos planteados, en los costos y características establecidas, así como en la factibilidad de la alternativa elegida por la Organización para el sistema, que desde luego debe cumplir con los requerimientos de los usuarios, y como se ha mencionado anteriormente, en lo posible proporcionará un valor añadido a sus requerimientos.

El diseño de sistemas puede definirse como la esquematización de los elementos requeridos a ser contenidos en un mismo todo (Sistema de Información). Recordemos que las fases anteriores nos dirán que se requiere, cuál es la alternativa más viable en todos los aspectos para dar solución a las necesidades de los usuarios, pues bien, dentro de la Fase de Ejecución describiremos el como se van a satisfacer los requerimientos a través de la alternativa seleccionada y llegaremos al desarrollo total del sistema de información requerido.

En esta fase, el usuario sigue jugando un papel muy importante, ya que él será el que determine si lo que se está diseñando y/o desarrollando va de acuerdo con sus requerimientos. Es posible que en el desarrollo de ésta etapa nos percatemos de que existen incongruencias o bien falta información a detalle para poder desarrollar el sistema en cuestión; si fuese así dependerá de la organización para el sistema el que se tomen en cuenta éstos puntos, o bien que se dejen para una segunda fase del sistema.

Se recomienda que durante el desarrollo de ésta fase, se realicen semanalmente comunicados de avance y pequeñas presentaciones de lo sistematizado, con el fin de que no se dejen hasta el final las adaptaciones y/o posibles cambios de mejora propuestos y aceptados por el Grupo de Dirección.

Una vez que se ha tomado en cuenta lo anterior, recomendamos realizar el diseño del sistema, tomando en cuenta cada uno de los aspectos siguientes:

- **Estructura:** Esta es una característica fundamental de los productos de programación. El uso de una estructuración permite que un sistema grande sea definido en términos de unidades más pequeñas y manejables con una clara definición de las relaciones entre las diferentes partes del sistema.
- **Integración:** Integración de las áreas afectadas en el desarrollo del sistema.
- **Interfaz usuario / sistema:** Crear un ambiente agradable para el manejo del sistema, tomando en cuenta que no todos los usuarios son experimentados en el manejo de los sistemas de información.
- **Fuerzas Competitivas:** Proporcionar la información de una manera clara, oportuna y veraz, cuando sea requerida por cualquier miembro de la organización.
- **Verificación:** Un diseño es verificable si se demuestra que cumple con los requerimientos del usuario.
- **Requerimientos costo-eficacia:** Ofrecer mejoras económicas con el diseño del nuevo sistema; estas podrían ser: Reducción de tiempos de ejecución del proceso, eficiencia del mismo, reducción de gastos, etc.
- **Diseño modular:** Los modulares consisten en unidades claramente definidas y manejables con las interfaces igualmente definidas entre los diversos módulos. La modularidad proporciona claridad en el diseño, facilita la depuración, el mantenimiento, la documentación, etc.
- **Estética:** Las condiciones estéticas son fundamentales para el diseño, la simplicidad, elegancia y claridad, ya que proporcionan un sentido de amigabilidad para el usuario.

Debemos tener muy claro, que cada uno de éstos puntos se deben tomar en conjunto con los demás y no aisladamente, ya que de lo contrario al estar dando más peso a unas consideraciones que a otras nos estaremos inclinando por características que producirán que no se encuentre un equilibrio en la operación del sistema.

Ahora bien, el diseño de un sistema de información debe crearse partiendo del flujo que deberá seguir la información dentro del mismo, para lo cuál necesitaremos analizar y diseñar las entradas, los procesos y las salidas de información.

Por lo anterior, debemos poner especial ímpetu al desarrollo de nuestro informe y presentación del sistema desarrollado, integrando primeramente la información de una manera lógica y visualmente eficaz, para lo cual se recomienda tener en cuenta los siguientes puntos:

- Establecer la meta a la que se pretende llegar a través de la presentación.
- Definir los objetivos que apoyaran esa meta.
- Identificar claramente el objetivo principal de los requerimientos del usuario.
- Indicar la alternativa de solución elegida por el Grupo de Dirección, para la satisfacción de los requerimientos del usuario.
- Elegir un estilo de comunicación comercial, tanto para el informe como para la presentación, con el fin de que todas las personas involucradas comprendan fácilmente la información presentada.
- Utilizar gráficos y/o tablas como apoyos visuales.

Ahora bien, el presentar a la Organización el Proyecto de la ejecución del Sistema de Información desarrollado, tomemos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Establecer primeramente los requerimientos de información entrante al sistema, partiendo de las funciones diseñadas para ello.
- Comentemos el tratamiento que se le da a la información mediante el sistema, evitando tocar términos o procesos propios de la función, por que recordemos que los expertos en el desarrollo de los procesos sistematizados es la Organización para el Proyecto y no nosotros como analistas, ya que sería imposible que mediante el desarrollo del sistema alcancemos su nivel de experiencia en los procesos a sistematizar.
- Expliquemos el objetivo alcanzado a través del diseño de reportes efectuado.
- Demos especial énfasis al nivel de seguridad con que cuenta nuestro sistema .
- Preparemos gráficas acerca del costo-eficacia y tiempos por si fuese requerido por algún elemento de la organización.

Una vez que se ha realizado la presentación y el Grupo de Dirección está plenamente convencido de la eficiencia del sistema desarrollado, se deberá generar un contrato para el desarrollo de la Fase de Implantación.

FASE 5: PROSECUCIÓN TÉCNICA O IMPLANTACIÓN

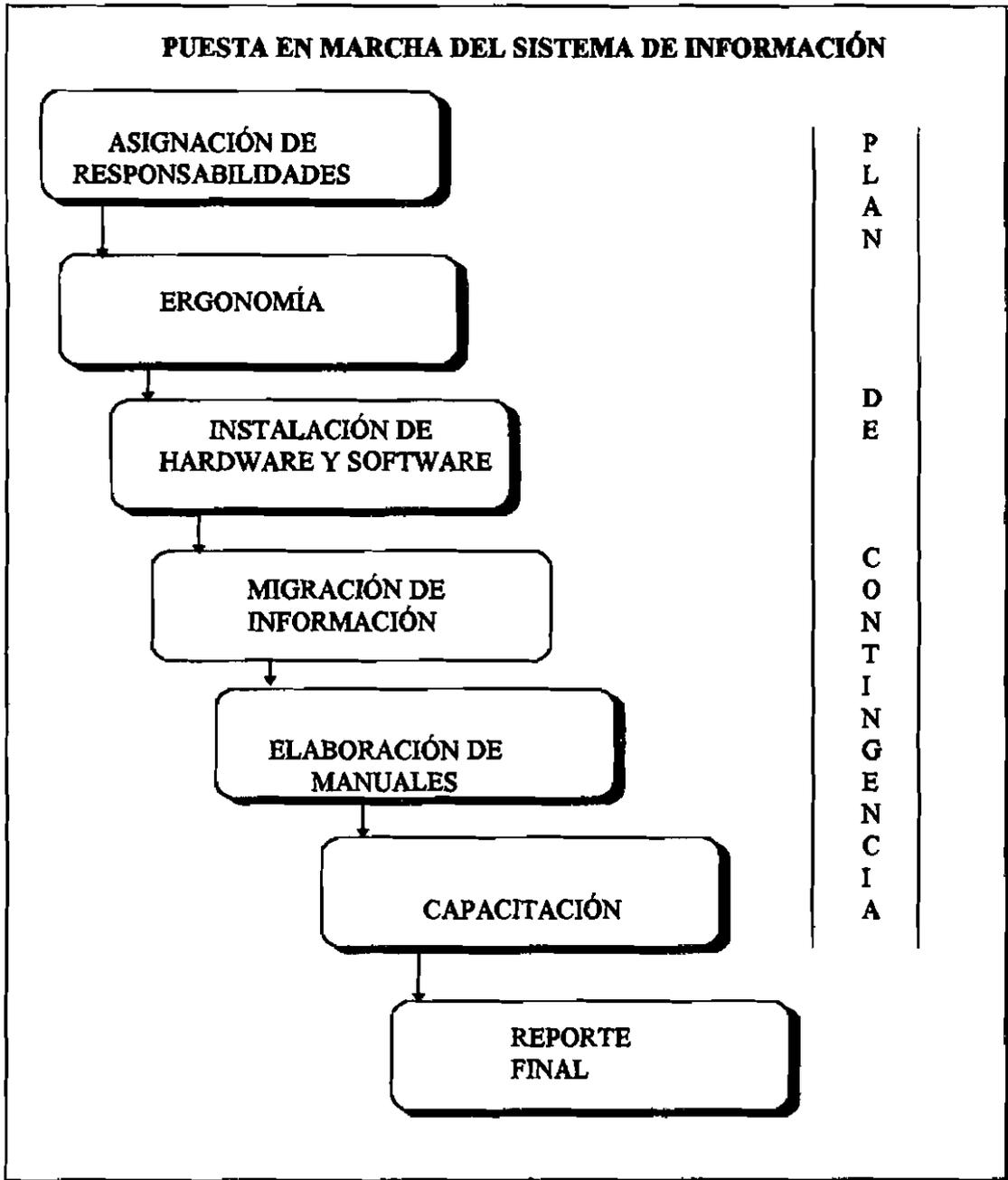
Esta fase consiste en obtener las primeras aplicaciones de los rasgos básicos del nuevo sistema. Adquiriendo toda información para la fabricación, operación, mantenimiento, aplicaciones industriales y realizar la retroalimentación que proporcione la información para mejorar el trabajo de planeación de nuevos sistemas.

Esta fase no por ser la última es menos importante que las anteriores, ya que si hemos elaborado un buen trabajo en el desarrollo de ellas, el resultado se verá una vez que haya concluido el proyecto, por tanto el éxito del mismo durante esta fase, dependerá de nuestra habilidad para dejar operando el sistema de información requerido asegurando su calidad en todos los aspectos. Debido a lo anterior y una vez que hemos presentado el sistema desarrollado y que ha sido aceptado por los miembros de la Organización para el Proyecto, debemos enfocarnos al plan de actividades presentado para el desarrollo de la presente fase, en el cual le hemos asignado un periodo de tiempo estimado que nos tomará realizar cada una de las siguientes actividades que engloban la puesta en marcha del sistema.

□ **PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA:** Esta se logra a través del éxito de las siguientes actividades como lo muestra la Figura 3.25

◆ **PLAN DE CONTINGENCIA:** Este nos servirá para establecer las medidas a seguir en caso de cualquier evento inesperado en cualquiera de las actividades incluidas en la fase de conclusión, tal como pérdida de información, fallas del sistema (hardware y/o software), etc. El contar con un plan de contingencia al momento en que se está poniendo en marcha el sistema, originará se deposite una mayor confianza en la implantación del mismo, ya que los usuarios saben que se han previsto acciones a emprender en caso de que algo falle.

FIGURA 3.25



- ◆ **ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDAD:** Antes de que el sistema de información sea liberado, se tendrá que realizar la nueva asignación de responsabilidades, quedando por escrito y en un documento oficial para la organización, la aceptación de las mismas.

El hecho de asignar responsabilidades, se refiere a la acción de decidir que persona o que grupo e personas serán las que administren el sistema, quienes introducirán los datos de entrada, quienes generarán los procesos de actualización, cálculo, generación de reportes, respaldo de información, mantenimiento, etc.

Deberá quedar bien claro que a partir del momento en que el sistema ha sido liberado y puesto en marcha, la responsabilidad total de la información almacenada en el sistema es completamente de los usuarios, ya que ellos son los que alimentan y procesarán dicha información.

- **ERGONOMÍA:** Otro punto de mucho importancia para el éxito del sistema, se refiere al confort y bienestar del personal que hará uso del nuevo sistema, esto es, propiciar las condiciones físicas del ambiente donde será ejecutado el sistema, tales como (luz, espacio, silencio, etc.), lo que dará al usuario un sentir de bienestar durante el desarrollo de sus actividades a través del sistema.
- **INSTALACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE:** En este punto nos referimos a la instalación física del equipo requerido para la ejecución del sistema (servidores, terminales, impresoras, unidades de respaldo, etc.), así como los programas desarrollados que conforman el nuevo sistema. Dentro de esta instalación debemos asegurarnos de que las conexiones (cableado) nos darán un servicio seguro, hablando principalmente de estabilidad, ya que esto va íntimamente ligado con el éxito del sistema.
- **MIGRACIÓN DE INFORMACIÓN:** Esta actividad solo se realizará en caso de que se haya decidido crear un nuevo sistema de información que sustituya a uno anterior, del cuál se tomará la información almacenada en él, para la operación del nuevo sistema; y se refiere al traslado de información de un sistema a otro, el cual recomendamos se efectúe cuando el sistema no está operando, como por ejemplo, durante la noche, un sábado o un domingo, de tal forma que no afecte el desarrollo de las actividades de las personas que harán uso de él. Es de vital importancia, asegurarnos de que ésta migración se haya hecho atinadamente, esto es, que la información haya sido transferida a los campos requeridos, y por supuesto que cumpla con las validaciones establecidas en el nuevo sistema.
- **ELABORACIÓN DE MANUALES:** La adecuada elaboración de manuales es un punto que en ocasiones no se le da debida importancia, esto debido a que nos basamos en la idea de que el usuario ha quedado completamente satisfecho con el sistema que le fue creado por el cumplimiento de sus requerimientos y sobre todo que ha entendido perfectamente el funcionamiento del mismo y en caso de que falle o se requiera algo nuevo, nosotros estaremos ahí para solucionarlo.

Caer en ésta idea es un acto poco profesional, ya que no estamos tomando en cuenta que tanto nosotros como analistas y desarrolladores, como el usuario final y así mismo sus necesidades futuras cambie y no haya alguien que le explique el funcionamiento del sistema, por otro lado, si el usuario no cambia pero sus nuevas necesidades son las que requieren cambios en el sistema y no está la persona que lo desarrolló, además de que no exista un manual técnico que le explique al nuevo analista como fue el desarrollo del mismo, todo esto originará a la organización un costo muy alto por el tiempo invertido en conocer el sistema por el nuevo usuario, como por el tiempo que llevara al nuevo analista desglosar el sistema existente.

En esencia los manuales representan un medio para comunicar las decisiones de la administración, concernientes a organización, procedimientos, políticas, etc. El trabajo de desarrollo de manuales se considera como el de mantener informado al personal involucrado de la forma en que se desarrolló el sistema, así como los cambios actuales que han sido requeridos.

En base a lo anterior, recomendamos se creen los siguientes manuales:

- ◇ **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS:** Mediante éste, quedarán establecidos los pasos que se deben desarrollar para cada uno de los procedimientos contenidos en el sistema, esto es, ¿qué información preliminar se requiere para el funcionamiento del mismo?, ¿qué proceso se deberá generar partiendo de lo anterior?, y por último, ¿cuál es el resultado esperado una vez que se haya ejecutado tal o cuál proceso?. No olvidemos plasmar en éste manual principalmente, el objetivo del sistema y una pequeña introducción al mismo, ya que será de mucha utilidad para nuevos usuarios.

- ◇ **MANUAL DEL USUARIO:** Éste será una guía para el usuario, en donde se define el ¿cómo deberá cargar la información de entrada?, ¿qué proceso en específico deberá ejecutar? y ¿a través de que operaciones o funciones?, ¿con qué finalidad? y ¿de qué forma?, y ¿cómo deberá seguir los pasos para obtener el resultado de salida?.

- ◇ **MANUAL TÉCNICO:** El uso del Manual Técnico, va dirigido a los analistas que de alguna forma se vean involucrados con las actualizaciones y/o correcciones al sistema. Este deberá contener:

Estructura de los archivos y bases de datos creadas, listado de los programas fuentes, datos acerca de la herramienta usada para su desarrollo (versión, ambiente, requisitos específicos, etc.), así como consideraciones especiales que se tomaron para el desarrollo del sistema.

- ◇ **MANUAL DE CONTINGENCIAS:** El desarrollo del manual de contingencias, tiene como finalidad prestar ayuda tanto a los administradores del sistema como a los usuarios en general, respecto al ¿Qué hacer? en caso de problemas tanto con el sistema, el equipo, fallas de energía, problemas con los archivos.

- ◇ **CAPACITACIÓN:** Para operar un Sistema de Información correctamente, se necesita dar al usuario los conocimientos adecuados, ya que si el sistema está perfectamente desarrollado para cumplir con los requerimientos del usuario, de acuerdo a sus necesidades, por esto es que la Capacitación, es otro punto fundamental para lograr que la implantación del Sistema sea todo un éxito.

Ahora bien, una capacitación, implica que el instructor maneje todos los conceptos relacionados con el sistema a nivel de detalle, así como del proceso que se ha sistematizado, sin olvidar que el experto en la ejecución de dicho proceso en forma manual es el usuario final y no el analista. La capacitación puede ser impartida a diferentes niveles, por ejemplo: desde de un nivel dirección hasta un nivel gerencial, le importará seguramente la presentación de resultados para su análisis y aplicación, sin embargo para los otros niveles restantes, les sería más conveniente el recibir una capacitación en la cual se les enseñe a operar el sistema, cuales son los requerimientos mínimos y como dará entrada a la información que proporcione al sistema.

- ◇ **REPORTE FINAL:** Este presenta detalles acerca de la experiencia obtenida durante la ejecución del proyecto. El propósito de éste es resumir en términos de tiempo, dinero y características, la evaluación del sistema de información.

La emisión del Reporte Final, deberá incluir los planes de actividades realizadas en cada una de las fases, a fin de destacar el tiempo que realmente nos llevó el análisis y diseño del sistema propuesto. Así como los siguientes aspectos:

- ◇ Propósito
- ◇ Historia
- ◇ Destacar el alcance de las metas propuestas para el proyecto.
- ◇ Programa de actividades
- ◇ Volumen de trabajo y costo
- ◇ Datos técnicos
- ◇ Economía
- ◇ Experiencia alcanzada (problemas)
- ◇ Sugerencias para el Mejoramiento
- ◇ Carta de Liberación de Requerimientos del Usuario.

Una vez que el Reporte Final ha sido aceptado por la Organización para el proyecto, que el usuario ha quedado satisfecho con la elaboración del sistema de acuerdo a sus requerimientos y que éste ha firmado la Carta de Liberación, podremos decir que el proyecto ha sido terminado.

3.4 Oposición a la Ingeniería de Sistemas

En cierta forma los métodos e ideas de la Ingeniería de Sistema van en contra de los procedimientos empleados durante muchos años en ciertos círculos industriales y gubernamentales. La idea principal hasta ahora ha sido la de emplear a una persona de mucha experiencia, intuición e inteligencia para ocupar puestos ejecutivos. Este ejecutivo, tradicionalmente, examina varios aspectos de su organización o sistema, obtienen datos e informes de su "staff" (consejeros) y decide después, mediante un proceso intuitivo lo que se debe cambiar o crear para mejorar su administración. El ejecutivo intuitivo podrá ser sustituido por otra persona que no poseerá necesariamente la misma habilidad innata, pero que conocerá los procesos y reglas de decisión.¹²

La idea antisistemas o antiplanificación es una realidad: el método pragmático que utiliza la experiencia, la intuición, etc., se opone al método "analítico" (orientado a cuantificar alternativas) de la Ingeniería de Sistemas.

La Ingeniería de Sistemas ayudará a obtener soluciones cuantitativas. En muchos casos se trata simplemente de aplicar la metodología de la Ingeniería de Sistemas y de utilizar sistemáticamente técnicas.

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN LA CREACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

4.1 ¿Cómo asegurar la Calidad en la Creación de un Sistema de Información a través de la utilización de la Ingeniería de Sistemas como metodología ?

Recordemos que el Aseguramiento de la Calidad se logra a través de la aplicación de un conjunto de actividades necesarias, planeadas, sistematizadas y/o metodologías, para proporcionar la confianza de que el Sistema de Información se ajusta a los requisitos establecidos.

Respecto al análisis y diseño de un Sistema de Información, la Calidad se asegura mediante la utilización de Metodologías que proporcionen una continua comunicación con el usuario, que ofrezcan una garantía de que el software desarrollado y el hardware empleado para la elaboración del sistema, van de acuerdo con lo requerido por el usuario, claro sin dejar atrás la Calidad empleada en la creación de manuales, la capacitación y la operación del sistema, añadiendo en lo posible un valor agregado. Todo esto respaldado en la elección de la mejor alternativa de solución para la plena satisfacción del cliente.

Durante el desarrollo de la Metodología de la Ingeniería de Sistemas, se han establecido los puntos a desarrollar, analizar y reportar sobre los cuáles el Grupo de Dirección o bien la Organización para el sistema, se basará para tomar la decisión sobre la continuación de la siguiente fase del proyecto, si se requiere retomar la fase por terminar, o bien si es necesario suspender el proyecto. Sin embargo, hemos dejado para éste capítulo el definir los puntos a evaluar durante la terminación de cada una de las fases desarrolladas de forma tal que se Asegure la Calidad.

Primeramente deberá existir un grupo de Control de Calidad del Sistema, el cual se encargará de evaluar la Calidad de los Sistemas de Información desarrollados; se recomienda que éstas personas tengan experiencias en Sistemas de Información y Control de Calidad, ya que resultaría vano el hecho de que los mismos usuarios y/o gente de sistemas realizará éstas evaluaciones. Sin embargo éste grupo deberá trabajar junto con la Organización para el sistema con el fin desempeñar eficientemente sus labores.

Una forma de Asegurar la Calidad en el desarrollo de cada una de las fases implícitas en la Metodología propuesta, es a través de la evaluación en base a la cual tomará el Grupo de Dirección una decisión de entre las siguientes:

- Se aprueba la terminación de la presente fase, para dar inicio a la fase siguiente.
- Se aprueba la terminación de la fase, hasta que se hayan realizado los cambios adecuados.
- No se aprueba la fase, hasta que se realicen los cambios pertinentes y se revisen de nuevo los puntos a evaluar.
- El proyecto finaliza en ésta fase.

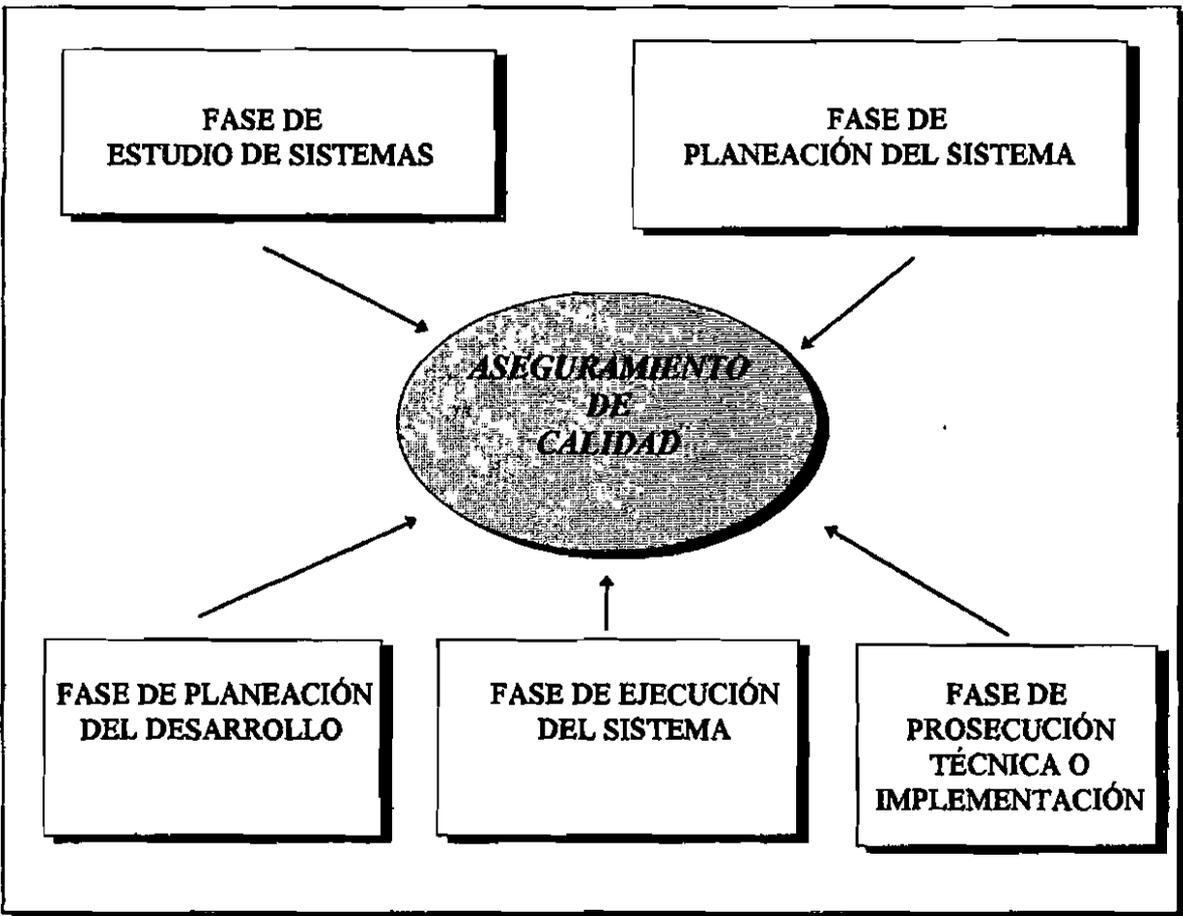
Para asegurar la Calidad, necesitamos basarnos en la prevención, ésta implica comunicar, planificar, probar y trabajar de tal manera que se eliminen las oportunidades de incumplimiento.

Lo anterior nos llevará a lograr una estrategia básica de Calidad "**CERO DEFECTOS**", recordemos que Cero Defectos significa cumplir con todos los requisitos del usuario bien y desde la primera vez, a fin de entregar productos y servicios confiables a nuestros clientes; en pocas palabras el incumplimiento no es aceptable.

Al lograr una perfecta Administración de la Calidad, estaremos enfatizando el Aseguramiento de la Calidad. Esto es, el planear cada una de nuestras actividades para el desarrollo de cada fase de la metodología propuesta, el controlar que se lleven a cabo de acuerdo a lo planeado, y el buscar siempre el mejoramiento continuo de nuestras actividades para el análisis y diseño de un sistema de información, asegurará que se cumplan satisfactoriamente las necesidades de nuestros clientes. Por supuesto que cada una de las actividades desarrolladas dentro de cada fase, tendrán que ser evaluadas por separado, de tal forma que el usuario conozca y esté de acuerdo con un seguimiento que se le está dando a su requerimiento.

Para Asegurar la Calidad en el desarrollo de la Metodología de la Ingeniería de Sistemas para la creación de Sistemas, primeramente debemos tener bien claro que todo proyecto de Sistemas de Información va ligado a un proceso, es decir, una serie de pasos deberán generar un resultado. Estos resultados son los que satisfacen las necesidades de los clientes y nos ayudará a prevenir problemas, con lo cuál estaremos asegurando la Calidad. Posteriormente debemos estar convencidos que el desarrollar cada una de las fases incluidas en la metodología propuesta, se asegura la Calidad del Sistema de Información (como se muestra en la Figura 4.1), que finalmente será puesto en marcha para satisfacer los requerimientos del usuario.

FIGURA 4.1

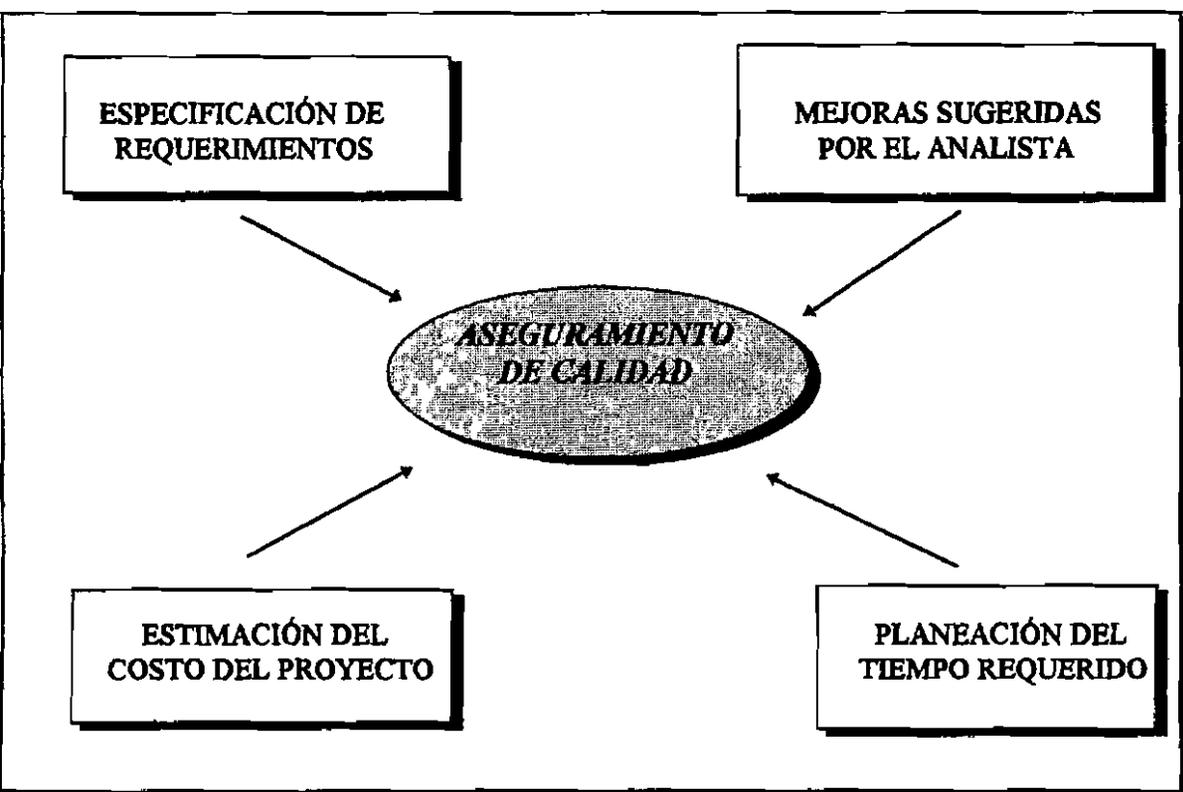


El poner en práctica una metodología para la creación de Sistemas de Información, que lleve implícito el aseguramiento de Calidad durante el desarrollo de cada una de sus fases, contempla lo siguiente:

PARA LA FASE ESTUDIO DE SISTEMAS:

El contar con una completa y detallada especificación de requerimientos del usuario asegura que han quedado definidas claramente las necesidades de nuestros clientes, incluyendo posibles adecuaciones, sugeridas por el analista de sistemas y aprobadas por el usuario. Así como el establecer de una manera preliminar el tiempo, costo y beneficios esperados del sistema, proporcionará a los altos ejecutivos el decidir desde esta fase si se aprueba o no el seguimiento del mismo. A través de lo anterior estaremos Asegurando la Calidad del desarrollo del sistema durante ésta fase, ya que nos hemos basado plenamente en entender y cumplir las necesidades del cliente, además enfocandonos a los objetivos de la Organización. La Figura 4.2 muestra las actividades especificadas de ésta fase que aseguran la Calidad de la misma.

FIGURA 4.2



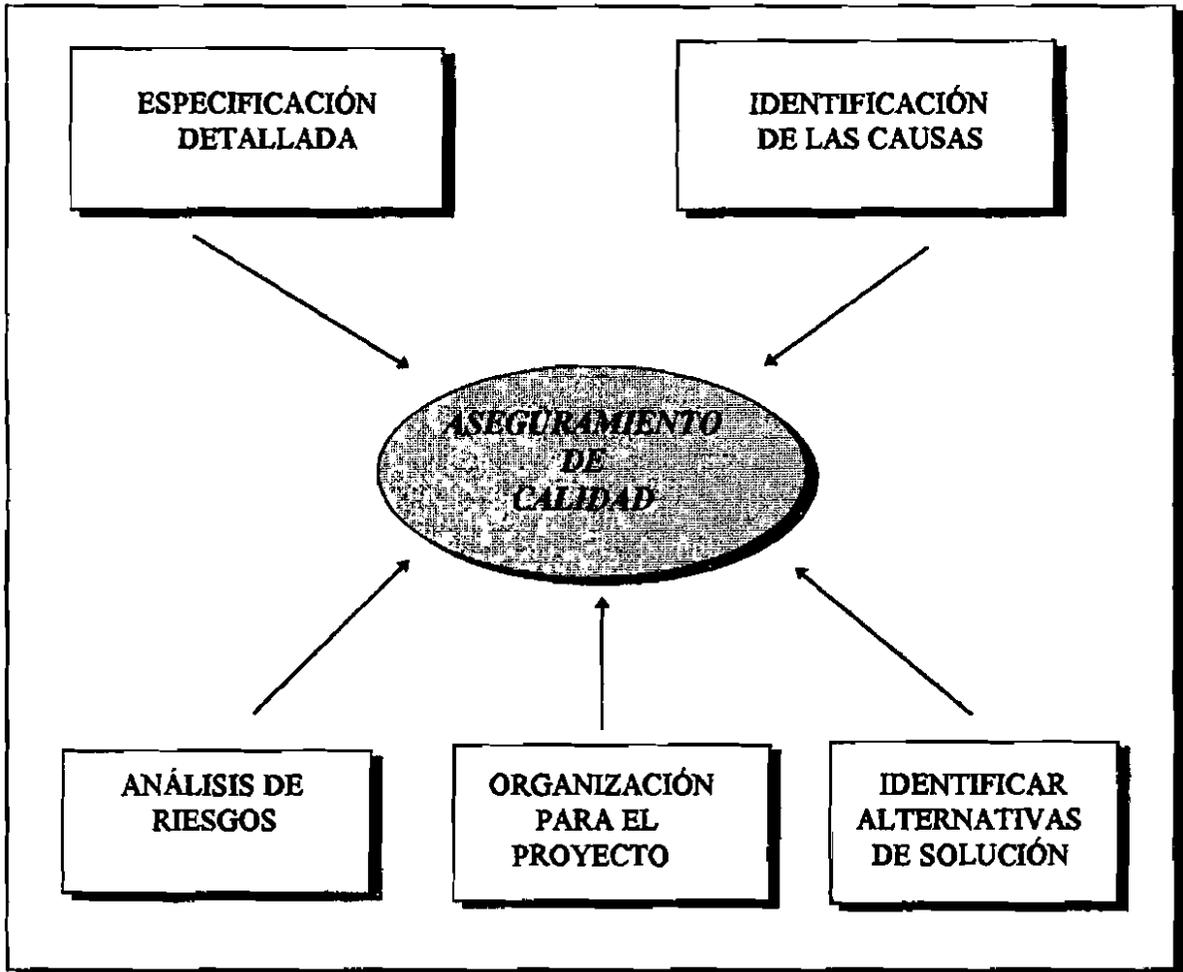
Los puntos a evaluar que aseguran que el desarrollo de la Fase de Estudio de Sistemas se realizó controlando la Calidad, logrando finalmente la satisfacción del usuario, son los siguientes:

- Se generó por parte del usuario una forma de requerimiento.
- Se realizó la especificación de requerimientos por parte del área de sistemas conforme a lo requerido por el usuario.
- Se analizó todo el contorno del requerimiento, afin de proporcionar un valor agregado a lo querido.
- Fueron claramente definidos los resultados esperados.
- Se detectaron interfaces con otros proyectos.
- Se acepta el presupuesto para el desarrollo de la siguiente fase.
- Se estableció la frecuencia de emisión de los Reportes de Avance.
- Se desarrolló el Plan de Actividades para el desarrollo de la siguiente fase.

PARA LA FASE DE PLANEACIÓN DEL SISTEMA

El emplear los términos de Calidad durante el desarrollo de la presente fase, nos permitirá asegurarnos de que el problema ha quedado definido de acuerdo a lo requerido por el usuario, que se han investigado las causas que lo originan, que existen diferentes alternativas de solución que serán evaluadas en términos de factibilidad para elegir la mejor de ellas, que se han detectado posibles riesgos para cada alternativa de solución, que existe una organización para el proyecto la cual estará soportando el analista tanto en términos del conocimiento del proceso, como en aspectos de toma de decisiones, al decidir (valga la redundancia) sobre la viabilidad del sistema, enfaticen la plena satisfacción del usuario tanto en sus requerimientos implícitos como explícitos. La Figura 4.3 identifica las actividades pertinentes de la fase, las cuales nos llevan a Asegurar la Calidad empleada en el desarrollo de la misma.

FIGURA 4.3



Los puntos que llevarán a la Organización para el Proyecto a decidir, si se han cumplido los requerimientos del usuario, los cuáles a su vez proporcionarían beneficios para la Organización son los siguientes:

- La definición y alcance del problema, contempla los requerimientos del usuario.
- La organización para el proyecto está formada por el personal idóneo para la evolución del mismo.

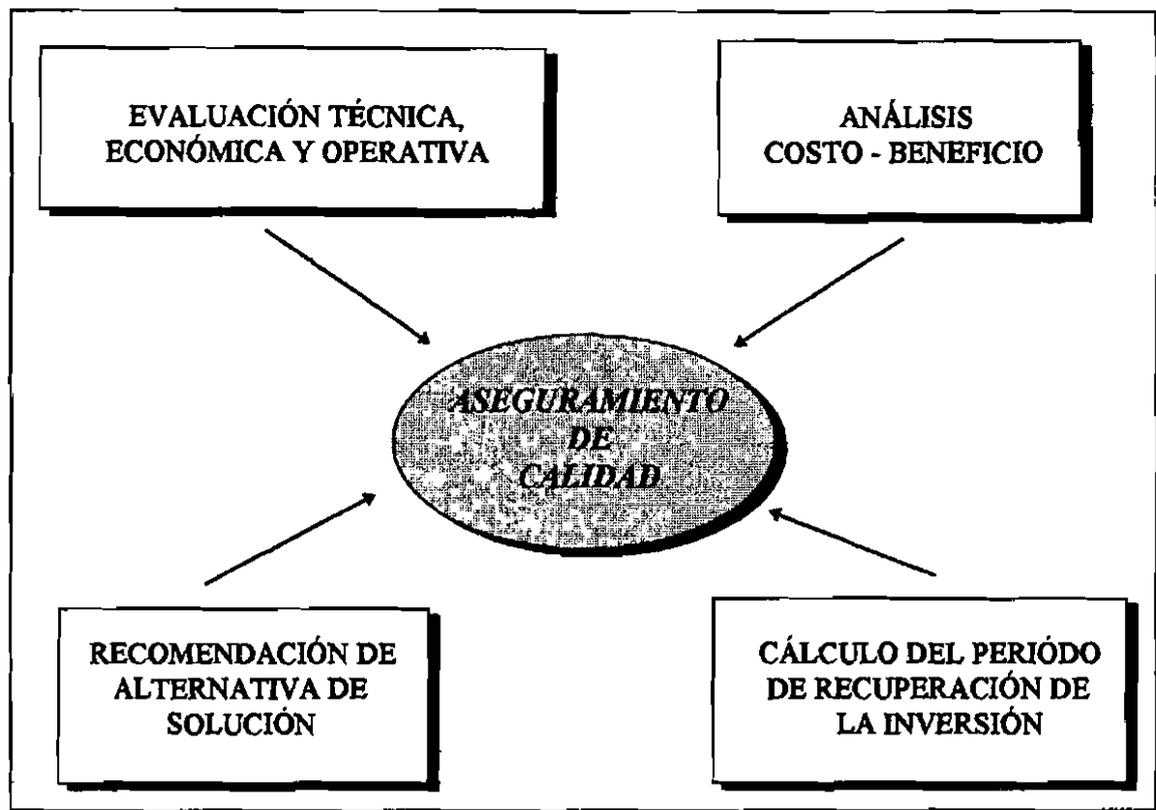
- Fueron definidas y aceptadas las causas del problema, así como las propuestas de mejora.
- Las alternativas de solución satisfacen los requerimientos de los usuarios.
- Se definieron los riesgos posibles.
- Se definió el Plan de Actividades para el desarrollo de la siguiente fase.
- Se estimó el costo del desarrollo de la siguiente fase.
- Los reportes de avance se generaron de acuerdo al plan.
- Beneficios definidos tanto para la empresa como para las áreas involucradas.
- El proyecto apoya las metas de la Empresa.

PARA LA FASE DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO

El haber analizado la factibilidad tanto técnica, operativa y económica de cada una de las alternativas de solución propuestas, nos permitirá Asegurar la Calidad de la alternativa recomendada y/o aprobada por el Grupo de Dirección, es la que logrará cumplir los requerimientos del cliente, de forma más precisa, logrará con esto que no haya desviaciones como por ejemplo que el hardware no soporte el software seleccionado, o que el software no pueda ejecutar las funciones requeridas, debido a que no fueron evaluados técnica ni operativamente. En cuanto al desarrollo, de la factibilidad económica en sí, estaremos asegurando que el costo-beneficio que arrojará el sistema está soportado por un minucioso análisis, el cuál nos proporcionará la alternativa óptima económicamente hablando.

La Figura 4.4 presenta las actividades que aseguran la Calidad de la fase:

FIGURA 4.4



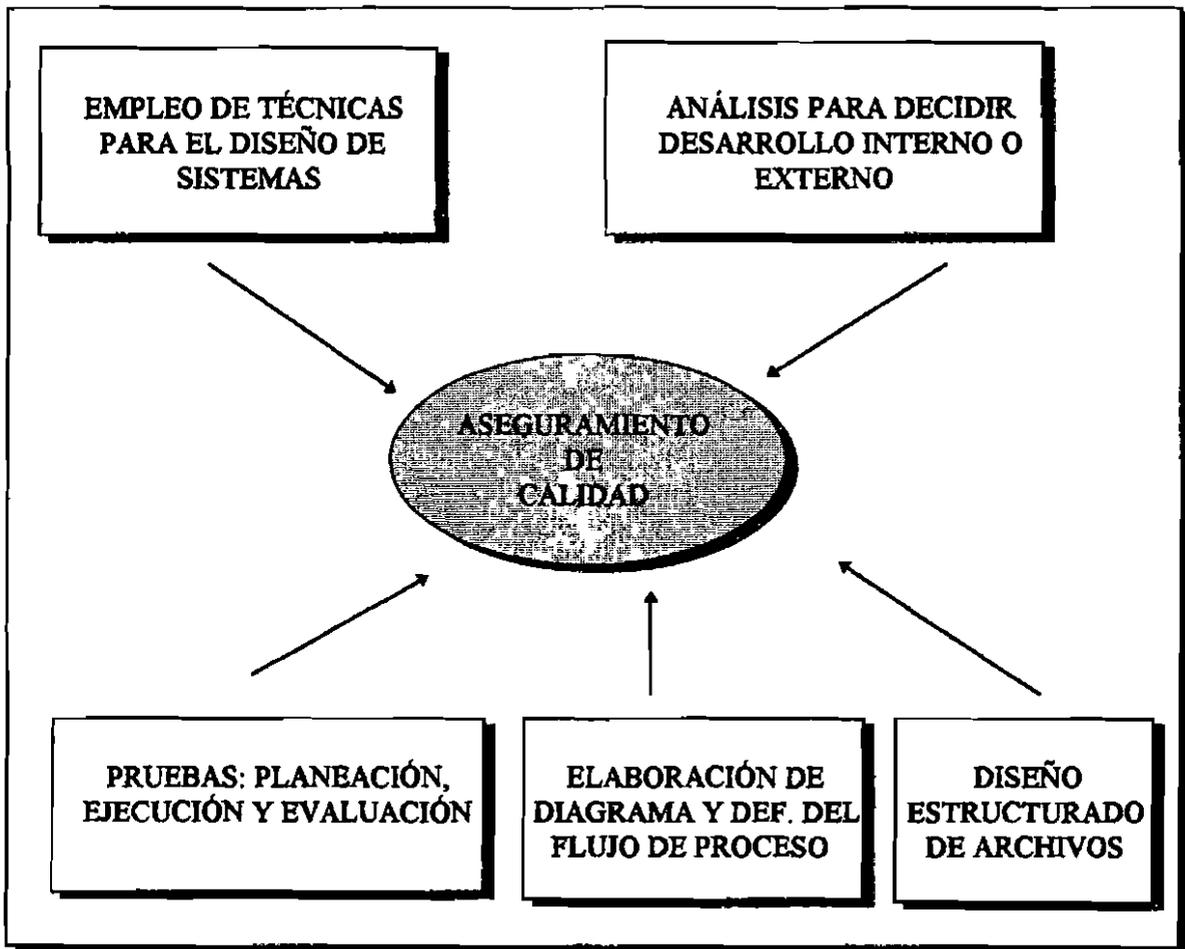
Una vez concluida la fase de Planeación del Desarrollo, la calidad de la fase se medirá de acuerdo a la evaluación de los siguientes puntos:

- Se respetaron las alternativas de solución.
- Se desarrollaron cada una de las factibilidades para cada alternativa de solución.
- La evaluación técnica, analizó y reportó puntos relevantes y fundamentales para la toma de decisiones.
- El desarrollo de la factibilidad operativa se realizó satisfactoriamente.
- La factibilidad económica, definió claramente el costo – beneficio esperado para cada una de las alternativas propuestas, a través de una evaluación económica de proyectos.
- Fué desarrollado un análisis de riesgos para cada alternativa.
- Se recomendó la elección de una alternativa de solución, contemplando los tres elementos de factibilidad.
- Los reportes de avance se dieron de acuerdo al plan.
- Se definió el plan de actividades para el desarrollo de la siguiente fase.
- Se estimó el costo del desarrollo de la siguiente fase.

PARA LA FASE DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA:

El Asegurar la Calidad para ésta fase, se refiere concretamente a generar un Sistema de Información que no sólo cumpla con las expectativas del usuario, sino que se cumplan de tal forma que asegure que el diseño lleva implícitos cada uno de los aspectos propios del diseño, tales como: Diseño Modular, Estética, Interfaz usuario/sistema, Estructura, Diseño de Archivos, etc. Las propias actividades de la fase en las cuales nos basamos para asegurar la Calidad de la misma, se presenta en la Figura 4.5

FIGURA 4.5



Respecto al desarrollo de las pruebas dentro de la Fase de Ejecución, éstas nos servirán para asegurarnos en términos de Calidad, que se cumple con los requisitos antes de que sea puesto en marcha el Sistema de Información. Si el proyecto tratase de un cambio en un sistema existente, el realizar las pruebas pertinentes nos permitirá evaluar dicho cambio y asegurarnos de que constituye un mejoramiento. Recordemos que las pruebas deben ser llevadas a cabo de tal manera que estemos seguros de que los resultados no se deban a meras coincidencias, sino de que cumplirá con los requisitos ahora y siempre.

Los puntos a evaluar para Asegurar la Calidad en el desarrollo de la Fase de Ejecución son:

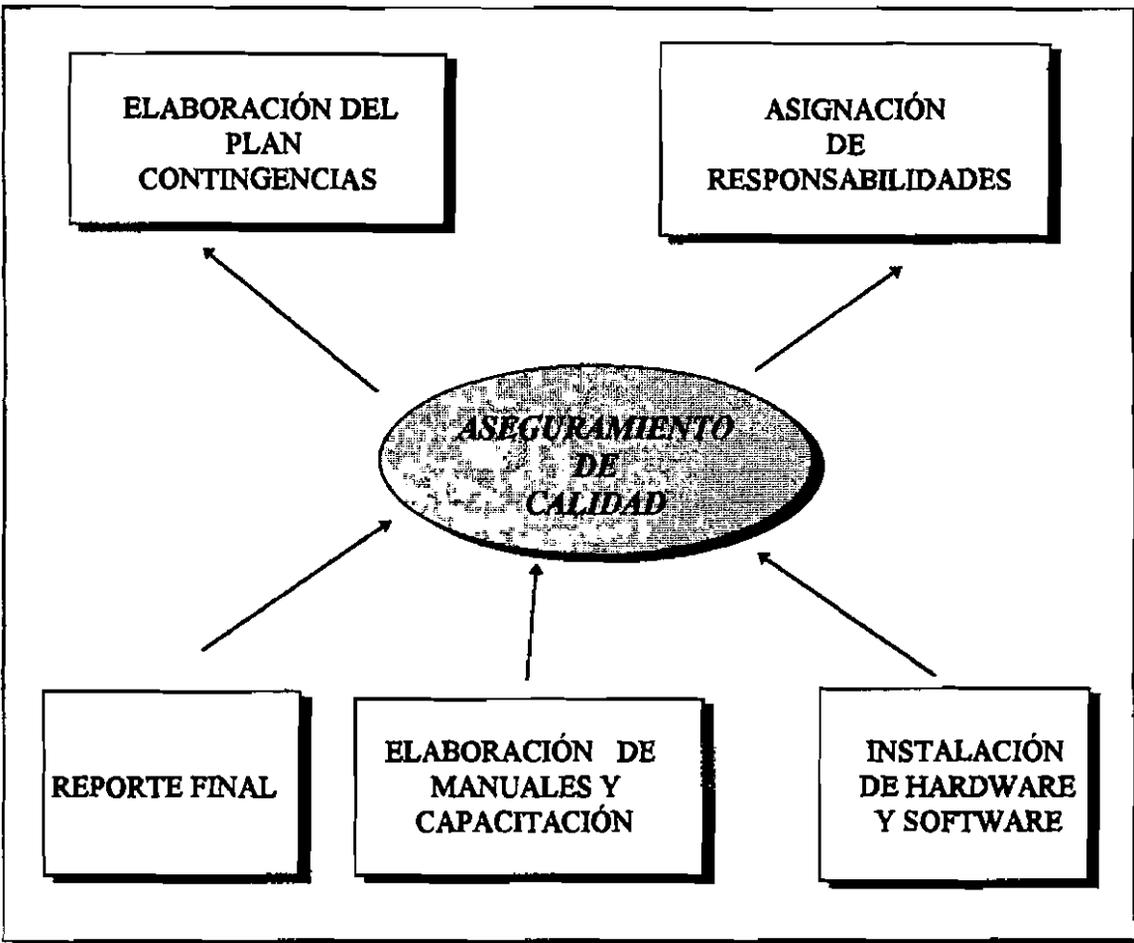
- Se evaluaron las ventajas y desventajas del Desarrollo Interno y Externo.
- Se planteó adecuadamente el flujo de información que deberá seguir el proceso sistematizado.
- Existe un diseño técnico de lo requerido
- La especificación y diseño del sistema, satisface los requerimientos.
- Las pruebas fueron realizadas en base a lo planeado.
- Los datos de prueba fueron satisfactorios tanto en tipo como en cantidad.
- Las pruebas satisfacen los requerimientos del usuario.

PARA LA FASE DE PROSECUCIÓN TÉCNICA:

El Asegurar la Calidad en ésta fase es fundamental para que el proyecto se dé exitosamente, ya que lo logrado a través de la fases anteriores se verá reflejado finalmente en ésta fase, la cual dará origen a la implantación de un sistema de información de calidad, esto es que el cliente esté plenamente convencido de que la alternativa seleccionada para la solución de sus requerimientos, así como el desarrollo de las mismas, ha sido generada de forma tal que no sólo cumple sus necesidades particulares, sino que contempla las necesidades de la Organización relacionadas con este requerimiento, y que por tanto está apoyando a las metas de la Empresa.

Cada uno de los puntos mencionados en la puesta en marcha del Sistema de Información, asegura que éste se implante de una manera óptima, al tener contemplado principalmente un plan y un manual de contingencias en caso de que ocurra un evento inesperado. El conjunto de actividades que asegurarán el empleo de la calidad durante ésta fase se presentan en la Figura 4.6

FIGURA 4.6



Dentro de la Fase de Prosecución Técnica o Implantación se hace necesario evaluar cada uno de los puntos siguientes para Asegurar la Calidad de la Fase.

- Existe una adecuada asignación de responsabilidades, así como un completo convencimiento de las mismas.
- Existe un adecuado y oportuno Plan de Contingencias.
- Se encuentra liberado dicho plan de contingencias.
- La instalación de hardware y software se dio respecto al plan.
- La migración de información fue satisfactoria.
- Se aplicó la Ergonomía para proporcionar bienestar para el usuario.

- Los manuales soportan perfectamente el sistema.
- La capacitación se dio de acuerdo al plan.
- Las evaluaciones posteriores a la capacitación fueron satisfactorias.
- La entrega/liberación del sistema se dio conforme a lo planeado.
- La seguridad está establecida y en operación.
- Existen procedimientos de respaldo y recuperación de información.
- Se efectuaron monitoreos y reportes de los mismos.
- Se corrigieron posibles desviaciones.
- Los resultados finales del sistema aseguran la completa satisfacción del cliente.

Una vez concluida la Fase de Prosecución Técnica, podremos evaluar la Calidad del Sistema de Información puesto en marcha. Antes de dar inicio a la evaluación de la calidad, debemos conocer cuáles son las características de Calidad en la creación de Sistemas de Información.

4.2 Garantía de Calidad en los Sistemas de Información.

4.2.1 Definición de la Garantía de Calidad

La garantía de calidad es una actividad esencial en cualquier empresa que produce productos que van a ser usados por otros.²⁵ Antes del siglo veinte, la garantía de calidad era responsabilidad única de la persona que construía el sistema de información.

4.2.2 Evolución de la Garantía de la Calidad

La primera función de control y de garantía de calidad formal fue introducida por los laboratorios Bell en 1916 y se extendió rápidamente por todo el mundo de las manufacturas. Hoy en día cada empresa tiene un mecanismo que asegura la calidad de sus productos.

La historia de la garantía de calidad en el desarrollo de sistemas ha ido paralela a la historia de la calidad de la fabricación de hardware. Durante los primeros años de la informática, la calidad era únicamente la responsabilidad del programador. Durante los años 70's se introdujeron estándares de garantía de calidad para los sistemas en los contratos militares de desarrollo de sistemas y se han extendido rápidamente en los desarrollos de sistemas del mundo comercial.

La garantía de calidad de los sistemas de información es un "planificado y sistemático diseño de acciones" que se requieren para asegurar la calidad de los sistemas. El alcance de la responsabilidad de la garantía de calidad se puede caracterizar de la mejor forma parafraseando: "La calidad es el trabajo No. 1". Lo que esto implica en el desarrollo de sistemas es que la responsabilidad de la garantía de calidad de sistemas corresponde a muchos constituyentes de una organización, ingenieros de software, gestores del proyecto, clientes, comerciales y personas que trabajan dentro del grupo de Garantía de Calidad de los Sistemas.

El grupo de Garantía de Calidad de Sistemas sirve como representación del cliente dentro de la casa. Es decir, la gente que lleva a cabo la Garantía de calidad debe mirar los sistemas desde el punto de vista del cliente.

4.2.3 Actividades de la Garantía de Calidad

La garantía de calidad de sistemas comprende una gran variedad de tareas, asociadas con siete actividades principales:

- a) Aplicación de métodos técnicos.
- b) Realización de revisiones técnicas formales.
- c) Prueba del sistema.
- d) Ajuste a los estándares.
- e) Control de cambios.
- f) Mediciones.
- g) Registro y realización de informes.

La calidad de los sistemas debe estar diseñada para el producto o sistema; no es algo impuesto a posteriori. Por esta razón, la garantía de calidad de los sistemas comienza realmente con un conjunto de herramientas y métodos técnicos que ayudan al analista a conseguir una especificación de alta calidad y un diseño de alta calidad.

Una vez que se ha creado una especificación (o prototipo) y un diseño, debe ser garantizada su calidad. La actividad central que permite garantizar la calidad es la revisión técnica formal. La revisión técnica formal (RTF) es una especie de reunión de personal técnico con el único propósito de descubrir problemas de calidad. En muchas situaciones se ha visto que las revisiones son tan efectivas como la prueba para descubrir defectos en el sistema.

La prueba del sistema combina una estrategia de múltiples pesos con una serie de métodos de diseño de casos de prueba que ayudan a asegurar una efectiva detección de errores. Muchos grupos de desarrollo de sistemas usan la prueba del sistema como una "red de seguridad" para la garantía de la calidad. Esto es, asumen que mediante la prueba describirán la mayoría de los errores, mitigando así la necesidad de otras actividades de garantía de calidad de sistemas. Desgraciadamente, la prueba, incluso cuando se realiza adecuadamente, no es tan efectiva como desearíamos para todas las clases de errores.

El grado de aplicación de procedimientos y estándares en el proceso de la ingeniería de sistemas varía de empresa a empresa. En muchos casos, los estándares vienen dados por los clientes o por mandamientos de regularización. En otras situaciones, los estándares se imponen por sí solos. Si existen estándares formales, se debe establecer una actividad de garantía de calidad de sistemas para garantizar que se siguen. La garantía de seguimiento de estándares puede ser llevada a cabo por los encargados del desarrollo de los sistemas como parte de una revisión técnica formal o, en situaciones en que se requiera una verificación del seguimiento independiente, por el grupo de garantía de calidad de sistemas mediante su propia auditoría.

Una de las principales amenazas para la calidad de los sistemas viene de una fuente aparentemente benigna: los cambios. Cada cambio realizado sobre los sistemas en potencia puede introducir errores o crear efectos laterales que propaguen errores. El proceso de control de cambios contribuye directamente a la calidad de los sistemas, al formalizar las peticiones de cambio, evaluar la naturaleza del cambio y controlar el impacto del cambio. El control de cambios se aplica durante el desarrollo de los sistemas y, posteriormente, durante la fase de mantenimiento de los sistemas.

La medición es una actividad integral para cualquier disciplina. Un objetivo importante de la garantía de la calidad de los sistemas es seguir la pista a la calidad de los sistemas y evaluar el impacto de los cambios de metodología y de procedimiento que intentan mejorar la calidad de los sistemas. Para conseguir esto, se deben recolectar métricas de los sistemas.

El registro de información y la generación de informes para la garantía de calidad de sistemas dan procedimientos para la recolección y divulgación de información de la garantía de calidad de los sistemas. Los resultados de las revisiones, auditorías, control de cambio, prueba y otras actividades de la garantía de calidad de los sistemas deben convertirse en una parte del registro histórico de un proyecto y deben ser divulgados a la plantilla de desarrollo para que tengan conocimiento de ellos. Por ejemplo los resultados de cada RTF de un diseño procedimental se registran y se guardan en una carpeta que contenga la información técnica y la garantía de la calidad de los sistemas sobre cada módulo.

4.3 Revisiones de los Sistemas de Información

4.3.1 Definición de Revisión de los Sistemas de Información

Las revisiones de los sistemas son un " filtro " para el proceso de Ingeniería de Sistemas²⁵. Las revisiones se aplican en varios momentos del desarrollo del sistema y sirven para detectar defectos que puedan así ser eliminados. Las revisiones de los sistemas sirven para "purificar" las actividades de ingeniería de sistemas que hemos denominado análisis, diseño y codificación. Freedman y Weinberg argumentan de la siguiente forma la necesidad de revisiones:

El trabajo técnico necesita ser revisado por la misma razón que los lápices necesitan gomas: errar es humano. La segunda razón por lo que necesitamos revisiones técnicas es que, aunque la gente es buena cazando algunos de sus propios errores, algunas clases de errores se le pasan por alto más fácilmente al que los origina que a otras personas.

Una revisión, cualquier revisión es una forma de aprovechar la diversidad de un grupo de personas para:

- 1) Señalar la necesidad de mejoras en el producto de una sola persona o un equipo.
- 2) Confirmar las partes de un producto en las que no es necesaria o no es deseable una mejora.
- 3) Conseguir un trabajo de una calidad más uniforme, o al menos más predecible, que la que puede ser conseguida sin revisiones, con el fin de hacer más manejable el trabajo técnico.

4.3.2 Impacto de los defectos de los Sistemas de Información sobre el costo.

El beneficio más obvio de las revisiones técnicas es el pronto descubrimiento de los defectos de los sistemas, de forma que cada defecto pueda ser corregido antes de llegar al siguiente paso del proceso de ingeniería de sistemas.

4.3.3 Revisiones Técnicas Formales

4.3.3.1 Definición

Una revisión técnica formal (RTF) es una actividad de garantía de calidad de los sistemas que es llevada a cabo por los profesionales de la ingeniería de sistemas²⁵. Los objetivos de RTF son:

- 1) Descubrir errores de la función, la lógica o la implementación de cualquier representación de los sistemas.
- 2) Verificar que los sistemas bajo revisión alcanza sus requisitos.
- 3) Garantizar que los sistemas han sido representado de acuerdo con ciertos estándares predefinidos.
- 4) Conseguir un sistema desarrollado de forma uniforme.
- 5) Hacer que los proyectos sean más manejables.

Además la RTF sirve como campo de entrenamiento, permitiendo que los ingenieros más jóvenes puedan observar los diferentes enfoques al análisis, diseño e implantación de los sistemas. La RTF sirve para promover la seguridad y la continuidad, ya que varias personas se familiarizan con partes de los sistemas que, de otro modo, no hubieran visto nunca.

La RTF es realmente una clase de revisión que incluye recorridos, inspecciones, torneos de revisiones y otras tareas de revisión técnica de los sistemas. Cada RTF se lleva acabo mediante una reunión y sólo tendrá éxito si bien planificada, controlada y atendida.

4.3.3.2 La reunión de revisión

Independientemente del formato que se elija para la RFT, cualquier reunión de revisión debe acogerse a las siguientes restricciones:

- Deben convocarse a la revisión (normalmente) entre tres y cinco personas.
- Se debe preparar por adelantado, pero sin que requiera más de dos horas de trabajo a cada persona.
- La duración de la reunión de revisión debe ser menor de dos horas.

Con las anteriores limitaciones, debe resultar obvio que cada RTF se centra en una parte específica del sistema total. Por ejemplo, en lugar de intentar revisar un diseño completo, se hacen inspecciones para cada módulo o pequeño grupo de módulos. Al limitar el centro de atención de la RTF la probabilidad de descubrir errores es mayor.

El centro de atención de la RTF es un producto, un componente de los sistemas. el individuo que ha desarrollado el producto el productor informa al jefe del proyecto de que el producto está terminado y que requiere una revisión. El jefe del proyecto contacta con un jefe de revisión , que es el que valúa la disponibilidad del producto, genera copias del material del producto y las distribuye a dos o tres revisiones para que se preparen por adelantado. Cada revisor estará entre una u dos horas revisando el producto, tomando notas y también familiarizándose con el trabajo. De forma concurrente, también el jefe de revisión revisa el producto y establece una agenda para la reunión de revisión que, normalmente, queda convocada para el día siguiente.

La reunión de revisión es llevada a cabo por el jefe de revisión, los revisores y el productor. Uno de los revisores toma el papel de registrador, o sea, de persona que registra todos los sucesos importantes que se produzcan durante la revisión. La RTF comienza con una explicación de la agenda y una breve introducción a cargo del productor.

Entonces el productor procede con el "recorrido de inspección" del producto, mientras que los revisores exponen sus pegas basándose en su preparación previa. Cuando se descubren problemas o errores válidos, el registrador los va anotando.

Al final de revisión, todos los participantes en la RTF deben decidir si (1) aceptan el producto sin posteriores modificaciones; (2) rechazan el producto debido a los serios errores encontrados o (3) aceptan el producto provisionalmente. Una vez tomada la decisión, todos los participantes terminan firmando, indicando así que han participado en la revisión y que están de acuerdo con las conclusiones del equipo de revisión.

4.3.3.3 Registro e informe de la revisión

Durante la RTF, uno de los revisores (el registrado) registra dinámicamente todas las pegas que vayan surgiendo. Al final de la reunión de revisión, resume todas las pegas y genera una lista de sucesos de revisión. Además, prepara un informe sumario de revisión. Un ejemplo de este, lo presentamos en la Figura 4.7. Un informe sumario de revisión responde a tres cuestiones:

- 1) ¿Qué fue revisado?
- 2) ¿Quién lo revisó?
- 3) ¿Qué se descubrió y cuáles son las conclusiones?

FIGURA 4.7

Informe sumario de la revisión técnica

Identificación de la revisión:

Proyecto: _____

Número de revisión: _____

Fecha: _____

Lugar: _____

Hora: _____

Identificación del producto:

Material revisado: _____

Productor: _____

Breve descripción: _____

Material revisado: (anótese cada elemento por separado)

Equipo de revisión: (indíquese el jefe y el registrador)

| Nombre | Firma |
|-----------|-------|
| 1.- _____ | _____ |
| 2.- _____ | _____ |
| 3.- _____ | _____ |
| 4.- _____ | _____ |
| 5.- _____ | _____ |

Aprobación del producto:

Aceptado: como está () con modificaciones menores ()

No aceptado: revisión principal () revisión secundaria ()

Revisión no terminada: (explicación a continuación)

Material adicional adjuntado:

Lista de sucesos () Materiales de producción anotados ()

Otros (especifíquese)

En general, esa simple página se adjunta al registro histórico del proyecto y puede ser enviada al jefe del proyecto y a otras partes interesadas.

La lista de sucesos de revisión sirve para dos propósitos:

- 1) Identificar áreas problemáticas dentro del producto.
- 2) Servir como lista de puntos de acción que guíe al productor para hacer las correcciones

En la Figura 4.8 ejemplifica una lista de sucesos que corresponde al informe sumario.

FIGURA 4.8

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Número de revisión: | 004 |
| Fecha de revisión: | 11-09-98 |
| Jefe de revisión: | Benjamín González López |

Lista de Sucesos

- 1.- Los prólogos de los módulos YMOVIMIENTO, ZMOVIMIENTO no son consistentes con los estándares de diseño. Se debe establecer explícitamente el propósito del módulo y se debe especificar la declaración de los elementos de datos.
- 2.- El contador de bucle para la interpolación entre los ejes X, Y, Z se incrementa demasiado una vez para el control de paso del motor. El equipo de revisión recomienda otra aprobación de las especificaciones de paso del motor y la corrección del contador de bucle.
- 3.- Error de tipo en la referencia a la posición actual en X, X. POSICIÓN, en los módulos XMOVIMIENTO y ZMOVIMIENTO.
- 4.- Se debe ampliar una sentencia de pseudocódigo LDP. La sentencia de pseudocódigo. Converger a la posición de control adecuada como en XMOVIMIENTO, contenida en los módulos YMOVIMIENNTO y ZMOVIMIENTO.
- 5.- El equipo de revisión recomienda una modificación del algoritmo de "comparación de posición" para mejorar el rendimiento de tiempo de ejecución.

4.3.3.4 Directrices para la revisión

Se deben establecer directrices para conducir las revisiones técnicas formales, distribuyéndolas después entre los revisores, para ser consensuadas y, finalmente, seguidas. A menudo, una revisión incontrolada puede ser peor que no hacer ningún tipo de revisión.

A continuación se muestra un conjunto mínimo de directrices para las revisiones técnicas formales.²⁵

- 1) *Revisar el producto, no al productor.*
- 2) *Fijar una agenda y mantenerla.*
- 3) *Limitar el debate y las impugnaciones.*
- 4) *Enunciar áreas de problemas, pero no intentar resolver cualquier problema que se ponga de manifiesto.*
- 5) *Tomar notas escritas.*
- 6) *Limitar el número de participantes e insistir en la preparación anticipada.*
- 7) *Desarrollar una lista de comprobaciones para cada producto que haya de ser revisado.*
- 8) *Disponer recursos y una agenda para las RTF.*
- 9) *Llevar a cabo un buen entrenamiento de todos los revisores.*
- 10) *Repasar las revisiones anteriores*

4.3.3.5 Lista de comprobaciones para la revisión.

Se pueden realizar revisiones técnicas formales durante cada paso del proceso de Ingeniería de Sistemas. A continuación presentamos una breve lista de comprobaciones que se pueden usar para garantizar los productos que se realizan como parte de un desarrollo de sistemas.²⁵

a) **Ingeniería del sistema:** La *especificación del sistema* asigna la función y el rendimiento de muchos elementos del sistema. Por tanto, la revisión del sistema involucra muchos componentes que se centran cada uno en su propia área que le concierne. La garantía de la calidad evalúa los requisitos de validación a nivel del sistema y el servicio de campo examina los requisitos para llevar a cabo diagnósticos. Una vez realizadas todas las revisiones, se lleva a cabo una reunión de revisión más amplia con representantes de cada componente, con el fin de asegurar una buena comunicación de lo que a cada uno le concierne. La siguiente lista de comprobaciones cubre algunas de las áreas concernientes más importantes:

- 1) ¿Se han definido las funciones principales de forma limitada y sin ambigüedad?
- 2) ¿Se han definido las interfaces entre los elementos del sistema?
- 3) ¿Se han establecido límites de prestaciones para el sistema como un todo y para cada elemento?
- 4) ¿Se han establecido restricciones en el diseño de cada elemento?
- 5) ¿Se ha elegido la mejor alternativa?
- 6) ¿Es la solución técnicamente factible?
- 7) ¿Se ha establecido un mecanismo de validación y verificación?
- 8) ¿Existe consistencia entre todos los elementos del sistema?

b) Planificación del proyecto del sistema: Las estimaciones de recursos, costos y tiempos para el desarrollo, llevadas a cabo en la planificación del sistema, se basan en la asignación del software establecida dentro de la actividad de la Ingeniería del Sistema. La revisión del plan del sistema debe intentar establecer el grado de riesgo. Se puede seguir la siguiente lista de comprobaciones:

- 1) ¿Se ha definido el alcance del sistema de forma limitada y sin ambigüedad?
- 2) ¿Es clara la terminología?
- 3) ¿Son adecuados los recursos para ese alcance?
- 4) ¿Están fácilmente disponibles los recursos?
- 5) ¿Se han definido los riesgos en todas las categorías importantes?
- 6) ¿Existe un plan de gestión de riesgos?
- 7) ¿Se han definido las tareas y su secuencia adecuadamente? ¿Es razonable el paralelismo en función de los recursos disponibles?
- 8) ¿Es razonable la base de estimación de costos? ¿Se han utilizado dos métodos independientes para la estimación de costos?
- 9) ¿Se han utilizado datos históricos de productividad y de calidad?
- 10) ¿Se han reconciliado las diferencias entre estimaciones?
- 11) ¿Son realistas el presupuesto y la fecha tope preestablecidos?
- 12) ¿Es consistente la agenda?

c) Análisis de requisitos del sistema: Las revisiones del análisis de requisitos del sistema se centran en el seguimiento de los requisitos del sistema y de la consistencia y corrección de la representación. Para los requisitos de un gran sistema se llevan a cabo numerosas RTFs, pudiendo verse ampliadas por las revisiones y evaluaciones de prototipos, así como por las reuniones con los clientes. Durante la RTFs del análisis se consideran los siguientes aspectos:

- 1) ¿Es completo, consistente y exacto el análisis del campo de información?
 - 2) ¿Es completa la partición del problema?
 - 3) ¿Están definidas adecuadamente las interfaces internas y externas?
 - 4) ¿Refleja el modelo de datos correctamente los datos, sus atributos y sus relaciones?
 - 5) ¿Se puede seguir todos los requisitos a nivel del sistema?
 - 6) ¿Se ha realizado un prototipo para el usuario?
 - 7) ¿Son alcanzables las prestaciones con las restricciones impuestas por otros elementos del sistema?
- ¿Son consistentes los requisitos con la planificación, los recursos, y el presupuesto?
- ¿Son completos los criterios de validación?

d) Diseño del sistema: Las revisiones del diseño del sistema se centran en el diseño de datos, el diseño arquitectónico y el diseño procedimental. En general, se pueden realizar dos tipos de revisiones del diseño. La revisión del diseño preliminar confirma la traducción de los requisitos al diseño y se centra en la arquitectura del sistema. La segunda revisión, a menudo denominada inspección del diseño, centra su atención en la corrección procedimental de los algoritmos, tal y como están implementados en los módulos del sistema. Para estas revisiones son útiles las siguientes listas de comprobaciones:

Para la revisión del diseño preliminar:

- 1) ¿Están reflejados los requisitos del sistema en la arquitectura del software?
- 2) ¿Se ha conseguido una modularidad efectiva? ¿Son funcionalmente independientes los módulos?
- 3) ¿Depende de algunos factores la arquitectura del programa?
- 4) ¿Se han definido las interfaces para los módulos y los elementos externos del sistema?
- 5) ¿Es consistente la estructura de datos con el ámbito de información?
- 6) ¿Es consistente la estructura de datos con los requisitos del sistema?
- 7) ¿Se ha considerado la facilidad de mantenimiento?
- 8) ¿Se han evaluado explícitamente los factores de calidad?

Para la inspección del diseño:

- 1) ¿Realiza el sistema la función deseada?
- 2) ¿Es el sistema lógicamente correcto?
- 3) ¿Es consistente la interfaz con el diseño arquitectónico?
- 4) ¿Es razonable la complejidad lógica?
- 5) ¿Se ha especificado el tratamiento de errores y la "tolerancia a errores"?
- 6) ¿Se ha definido adecuadamente las estructuras de datos locales?
- 7) ¿Se han utilizado ampliamente las construcciones de la programación estructurada?
- 8) ¿Es adecuado el nivel de detalle del diseño para el lenguaje de implementación?
- 9) ¿Se han utilizado características dependientes del sistema operativo o del lenguaje?
- 10) ¿Se usa lógica compuesta o inversa?
- 11) ¿Se ha tenido en cuenta la facilidad de mantenimiento?

e) **Codificación:** Aunque la codificación es un resultado mecánico del diseño procedimental, se pueden introducir errores al traducir el diseño a un lenguaje de programación. Esto es particularmente cierto si el lenguaje de programación no soporta directamente las estructuras de datos y de control representadas en el diseño. Las siguientes comprobaciones asumen que se ha llevado a cabo una inspección del código y que se ha establecido la validez algorítmica como parte de la RTF del diseño:

- 1) ¿Se ha traducido adecuadamente el diseño del código?
- 2) ¿Hay errores mecanógrafos?
- 3) ¿Se ha hecho un uso adecuado de las convenciones del lenguaje?
- 4) ¿Se ha seguido los estándares de codificación para el estilo del lenguaje, los comentarios y los prólogos de los módulos?
- 5) ¿Hay comentarios incorrectos o ambiguos?
- 6) ¿Son apropiadas las declaraciones de tipos y de datos?
- 7) ¿Son correctas las constantes físicas?
- 8) ¿Se han vuelto a aplicar todos los puntos de la lista de comprobaciones de la inspección del diseño?

f) Prueba del sistema: La prueba del sistema es una actividad de garantía de calidad por derecho propio. Por tanto, puede parecer redundante discutir las revisiones de la prueba. Sin embargo, se puede mejorar drásticamente las complejidad y la efectividad de la prueba calificando críticamente cualquier plan o procedimiento de prueba que se haya establecido. En los dos siguientes capítulos se discuten detalladamente las técnicas de diseño de casos de prueba y las estrategias de prueba.

Para el plan de prueba:

- 1) ¿Se han identificado y enunciado adecuadamente las principales fases de prueba?
- 2) ¿Se ha establecido un seguimiento de los criterios/requisitos de validación como parte del análisis de requisitos del sistema?
- 3) ¿Se han comprobado pronto las funciones importantes?
- 4) ¿Es consistente el plan de prueba con el plan global de proyecto?
- 5) ¿Se ha definido explícitamente un plan de tiempos para la prueba?
- 6) ¿Se han identificado y están disponibles los recursos y las herramientas para la prueba?
- 7) ¿Se ha establecido un mecanismo para registrar los resultados de las pruebas?
- 8) ¿Se han identificado los conductores y los resguardos y se ha planificado el trabajo para desarrollarlos?
- 9) ¿Se ha especificado la prueba de resistencia para el software?

Para el procedimiento de prueba:

- 1) ¿Se han especificado tanto pruebas de la caja negra como de la caja blanca?
- 2) ¿Se han probado todos los caminos lógicos independientes?
- 3) ¿Se han identificado y listado los casos de prueba junto con los resultados esperados?
- 4) ¿Se va a probar el manejo de errores?
- 5) ¿Se van a probar los valores límites?
- 6) ¿Se va a probar el rendimiento y las limitaciones temporales?
- 7) ¿Se ha especificado la variación aceptable respecto a los resultados esperados?

g) **Mantenimiento:** Las listas de comprobaciones para la revisión del desarrollo del sistema son igualmente válidas para la fase de mantenimiento del sistema. Además de todas las preguntas propuestas en las listas de comprobaciones, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones especiales:

- ¿Se han considerado los efectos laterales asociados con el cambio?
- ¿Se ha documentado, evaluado y aprobado la petición de cambio?
- ¿Se ha documentado el cambio, una vez hecho, e informado a las partes interesadas?
- ¿Se han hecho RTFs adecuadas?
- ¿Se ha hecho una revisión de aceptación final para garantizar que todo el sistema ha sido actualizado, aprobado y reemplazado adecuadamente?

4.4 Índices de calidad de los Sistemas de Información

El US Air Force Systems Command ha desarrollado una serie de indicadores de calidad de los sistemas basados en las características de diseño medibles para un programa de computadora.²⁵

Para obtener un índice de calidad de la estructura de diseño (ICED) se tienen que averiguar los siguientes valores:

S_1 = número total de módulos definidos en la arquitectura del sistema.

S_2 = número de módulos cuya correcta función depende de la fuente de los datos de entrada o que produce datos que se usan en cualquier parte .

S_3 = número de módulos cuya correcta función depende del procesamiento previo.

S_4 = número de elementos de una base de datos.

S_5 = número de elementos de base de datos únicos.

S_6 = número de segmentos de base de datos.

S_7 = número de módulos con una sola entrada y una sola salida.

Una vez determinados los valores S_1 a S_7 para un sistema de información, se pueden calcular los siguientes valores intermedios:

Estructura del programa: D_1 , que se define de la siguiente forma: Si el diseño arquitectónico se desarrolló usando un método característico.

Independencia de módulos: $D_2 = 1 - (S_2 / S_1)$

Módulos no dependientes del procesamiento previo: $D_3 = 1 - (S_3 / S_1)$

Tamaño de la base de datos: $D_4 = 1 - (S_5 / S_4)$

Compartimentalización de la base de datos: $D_5 = 1 - (S_6 / S_4)$

Característica de entrada/salida del módulo: $D_6 = 1 - (S_7 / S_1)$

Habiendo determinado esos valores intermedios, el ICED se calcula de la siguiente manera:

$$\text{ICED} = \sum_{i=1}^6 p_i D_i$$

donde i varía de 1 a 6, p_i es el peso relativo de la importancia de cada uno de los valores intermedios y $\sum p_i = 1$.

Se puede determinar el valor del ICED para anteriores diseños y compararlo con un diseño que actualmente esté en desarrollo. Si el valor del ICED para anteriores diseños y compararlo con un diseño que actualmente esté en desarrollo. Si el valor del ICED es significativamente menor que la media, significará que se va a requerir un posterior trabajo de diseño y de revisión, Igualmente, si hay que hacer cambios importantes en un diseño existente, se puede calcular el efecto de esos cambios en el ICED.

El estándar del IEEE 982.1 - 1998 sugiere un índice de madurez del software (IMS), que proporciona una indicación de la estabilidad de un sistema. Se determina la siguiente información:

M_T = número de módulos en la versión actual.

F_m = número de módulos en la versión actual que han sido modificados.

F_a = número de módulos en la versión actual que han sido añadidos.

F_e = número de módulos de la versión anterior que se han eliminado en la versión actual.

El índice de madurez del sistema se calcula de la siguiente forma:

$$\text{IMS} = \frac{(M_T - (F_a + F_m + F_e))}{M_T}$$

A medida que el IMS se aproxima a 1, el producto comienza a estabilizarse. El IMS también se puede utilizar como métrica para la planificación de actividades del mantenimiento del sistema. El tiempo medio para producir una versión de un producto de software puede tener correlación con el IMS y se pueden desarrollar modelos empíricos para el esfuerzo de mantenimiento.

4.5 Aseguramiento del Mejoramiento Continuo de la Calidad del Sistema de Información.

Recordemos que el Mejoramiento Continuo se enfoca en lograr niveles cada vez mejores del desempeño, tomar acciones correctivas sobre problemas periódicos, y refinar procesos en cuanto a tiempos de procesamiento principalmente.

En ésta época, es de vital importancia mantenerse a la altura de los competidores, a través del empleo de la tecnología de punta, a fin de proporcionar un mejor servicio a los usuarios. Para lograr un buen servicio es necesario principalmente contar con una excelente comunicación con el usuario, a fin de encontrar áreas u oportunidades de mejoramiento del sistema implantado.

Éstas áreas u oportunidades de mejoramiento se refieren específicamente a:

- Evaluar el empleo de manuales, así como realizar actualizaciones.** Como sabemos los manuales son una base para el conocimiento de los usuarios, por tanto deberemos poner especial énfasis en que éstos sean utilizados correctamente y en caso de mantenimiento al sistema, asegurar la actualización del mismo.
- Evaluar el sistema implantado:** Esta evaluación está dirigida a proponer mejoras al sistema, relacionadas con los objetivos de la organización, como por ejemplo: Reducir el tiempo de procesamiento, presentación de reportes más funcionales para los usuarios y/o a la Alta Dirección, implementación de medios estadísticos, etc.
- Evaluar el Hardware empleado:** Este se hace necesario principalmente por las constantes innovaciones en la tecnología, esto es, sugerir cambios en el equipo empleado para lograr mejores tiempos, establecer comunicaciones entre compañías del grupo, o bien entre áreas, maximizando la utilización de la información residente en el sistema en cuestión.
- Analizar procesos afines:** El analizar procesos afines al Sistema de Información desarrollado, tiene como finalidad eliminar la duplicidad del trabajo, ya que en algunas ocasiones en cierta área se procesa la información, la cual se transfiere a otra área a través de un reporte en papel; dicha información tiene que ser nuevamente capturada para continuar con el siguiente proceso, por razones como incompatibilidad de software, hardware y/o del sistema en sí. Ahora al sistematizar procesos afines al Sistema estaremos asegurando que no haya errores en la transferencia de información, así como la eliminación de tiempos innecesarios.

- **Proporcionar asesoría a los usuarios:** El mejoramiento continuo en ésta actividad se refiere específicamente a asegurar la calidad de nuestra función como asesores de los usuarios, ésta asesoría puede ser sobre el sistema en sí o bien acerca del medio ambiente que rodea a nuestro Sistema de Información, para lo cual debemos capacitarnos cada día más sobre los procesos en sí de la Empresa, así como en conocer y analizar la tecnología disponible en el mercado, para poder ofrecerla a nuestros usuarios

A través del empleo de éstas actividades, estaremos asegurando no sólo que el Sistema funcione en base a los requerimientos primarios del usuario, si no, que el sistema esté asegurando su funcionalidad a través del tiempo. Esto es, el Aseguramiento de Calidad del Sistema de Información no debe de bajar conforme al paso del tiempo, si no por el contrario deberá asegurar la completa satisfacción del usuario al momento de la puesta en marcha y a largo plazo.

CONCLUSIONES

Al finalizar el desarrollo de esta investigación podemos concluir que la *información* es un ingrediente vital para las operaciones y la administración de cualquier empresa. De ahí el origen e importancia de los Sistemas de Información, ya que el alcance de un sistema de información formal en una organización está limitado por los datos que se pueden obtener, el costo de su obtención, el procesamiento, el almacenamiento de los datos, el costo de la recuperación y distribución, el valor de la información para el usuario, la capacidad del hombre para aceptar y actuar sobre la información

En general, podemos entender que un Sistema de Información es un sistema integrado usuario-máquina para proveer información que apoye las operaciones, la administración y las funciones de la toma de decisiones en una organización. Un sistema de información se diseña tanto para reducir los costos como para incrementar las capacidades de procesamiento de información organizacional.

Es importante especificar que la principal preocupación para una empresa es crear verdaderos Sistemas de Información con Calidad. Hoy en día la calidad para los sistemas de información está definida como la excelencia o el ajuste del sistema para servir a los propósitos para los cuales fue desarrollado. Existen varias características para establecer la calidad global. La calidad se logra por las funciones organizacionales que establecen la misma y realizan actividades de garantía de calidad.

La calidad no se va a lograr de la noche a la mañana, para poder lograrla se requiere de un proceso, el cual proporciona la metodología de Ingeniería de Sistemas para la creación y desarrollo de verdaderos Sistemas de Información con Calidad.

A través de la metodología de la Ingeniería de Sistemas, aseguramos que se proporcionan los medios necesarios para analizar y desarrollar un sistema que además de cumplir con los requerimientos de los usuarios, vaya más allá buscando necesidades que presenten nuevas oportunidades para la creación de sistemas de información; ya sea dentro del mismo proyecto o bien creando uno nuevo; llevándolo en cada una de sus fases a través de un medio ambiente que reafirme, que lo que se está haciendo, cumplirá totalmente con lo especificado y que por añadidura apoye las metas de la empresa.

Ahora al contar con un minucioso análisis costo-beneficio, técnico y operativo logrará en primera instancia la erradicación de costos innecesarios, que no darían ninguna utilidad a la Organización, en segunda instancia se tendrá la seguridad de que la alternativa elegida para la solución del problema presentado es la más viable en todos los términos, ya que fue estudiada la factibilidad del uso de diferentes equipos y programas, de entre los cuales se ha elegido aquel que proporcione la plena satisfacción del cliente.

Por otro lado el utilizar la Ingeniería de Sistemas como metodología para la creación de Sistemas de Información, ayudará a que el usuario se sienta identificado con el sistema, al contar éste con una estructura y un diseño que le sea amigable y por otro lado, que no se le haga difícil y tediosa la utilización del sistema requerido.

Al poner en marcha el sistema de información desarrollado junto con una serie de actividades que logre que la implantación sea todo un éxito, dará una prueba más a los auditores de Calidad, de que el sistema ha sido analizado, diseñado, desarrollado e implantado de forma tal que los objetivos del usuario han sido cumplidos, logrando en su plena definición: La Ingeniería de Sistemas como metodología para el Aseguramiento de la Calidad en el desarrollo de Sistemas de Información.

Quienes tienen un papel significativo en la garantía de la calidad son los auditores. Los auditores independientes realizan un estudio de los controles internos en los sistemas como parte de una evaluación de los controles internos en una organización. También pueden realizar servicios de asesoría a la gerencia en relación con los sistemas de información. Los auditores internos pueden realizar una variedad de tareas de control y de evaluación.

Finalmente los beneficios que se obtendrán al poner en marcha esta metodología son los siguientes:

- ❑ Asegurará que las necesidades requisitos del usuario sean cumplidas ampliamente, a través de la continua comunicación entre el analista y la organización para el proyecto; siempre y cuando el requerimiento sea válido y/o apoye las metas de la Organización.
- ❑ El beneficio generado al poner en marcha el Sistema de Información desarrollado, superará al costo del desarrollo.
- ❑ Se generarán reportes de avance que den a conocer a la organización para el proyecto y a los altos directivos, eventos especiales sobre el desarrollo de cada fase.
- ❑ Facilitará la toma de decisiones, al elegir cualquier alternativa de solución al requerimiento es la más viable en todos los aspectos.
- ❑ Se maximizará en lo posible el uso de los recursos existentes, asegurando siempre el proporcionar un servicio con Calidad al usuario reduciendo de esta forma el costo del proyecto.
- ❑ Durante el proceso de creación del sistema, se emplearán técnicas que contemplen aspectos como: Interfase usuario/sistemas, estética, diseño, creación y administración de archivos, entre otros.
- ❑ Se estimarán tiempos y costos para el desarrollo de cada fase, evitando que el proyecto se pierda en el tiempo, o se interrumpa por no contar con un presupuesto definido y aceptado por la organización.
- ❑ En caso de que se quiera realizar alguna actualización, se asegura que el mantenimiento se llevará a cabo exitosamente.
- ❑ Mediante el empleo de mejoramiento continuo, se asegura la eficiencia del Sistema de Información en el tiempo.
- ❑ La planeación de objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo.
- ❑ La creación de gigantescos sistemas de información, desglose y unión de cada uno de los elementos que lo forman.

GLOSARIO DE CONCEPTOS

- ACTUALIZAR:** Modificar un archivo de acuerdo con la información requerida.
- ALTA DIRECCIÓN:** Los directores que constituyen la capa más elevada de una empresa, incluyendo a los jefes y staff corporativos.
- ANALISTA:** Persona que estudiará los Sistemas de Información de una organización con el propósito de que sean autorizados.
- AUDITORIA DE CALIDAD:** Revisión independiente del comportamiento de la calidad.
- CALIDAD:** Comportamiento del producto que produce satisfacción en el cliente, Ausencia de deficiencias en el producto, que evita la insatisfacción del cliente.
- CERO DEFECTOS:** Término que denota un producto sin defectos.
- CLIENTE:** Cualquier persona sobre la que repercuten nuestros productos o procesos.
- COMUNICACIÓN DE DATOS:** Medios y métodos por los cuales los datos se transfieren entre sitios de procesamiento.
- CONFIABILIDAD:** Ausencia de falla, expresada por lo general como probabilidad que una falla no ocurra durante cierta duración de uso.
- CONTROL DEL PROCESO:** Evaluación para determinar si el producto cumple o no con los objetivos.
- DIAGRAMA DE FLUJO:** Diagrama que utiliza símbolos y líneas interconectadas para mostrar: 1) Un sistema de procesamiento para el logro de los objetivos; 2) Lógica y la secuencia de operación de un programa.
- DIAGRAMA DE HIPO:** Diagrama de mayor jerarquía de entrada - proceso - salida. Usado en el análisis, diseño y programación de aplicaciones en computadora.
- DISEÑO:** Creación de alternativas de solución a los problemas descubiertos en el Análisis de Sistemas.

- FACTIBILIDAD:** Investigación preliminar para determinar la posibilidad de usar cómputo electrónico en el proceso de ciertas aplicaciones.
- IMPLANTAR:** Fase que consiste en poner en operación una cadena de programas informáticos.
- INSATISFACCIÓN CON EL PRODUCTO:** Reacción adversa del cliente hacia el producto, en forma de quejas, devoluciones, reclamaciones, etc.
- LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN:** Aquél que utilizan los programadores para escribir un programa.
- OBJETIVO:** Es un logro hacia el cual se dirigen los esfuerzos.
- ÓPTIMO:** Lo que satisface por igual las necesidades del cliente y del proveedor y minimiza los costos combinados.
- PLANIFICACIÓN DE CALIDAD:** Actividad para desarrollar los productos y procesos necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes.
- PROCEDIMIENTO:** Secuencia de acciones (o instrucciones de computadora) que en conjunto realizan una tarea.
- PRODUCTO:** Término genérico para designar cualquier cosa que produce un proceso, sean bienes o servicios.
- PROGRAMA:** Conjunto coherente de instrucciones, destinado al tratamiento de un requerimiento informático.
- PUESTA EN MARCHA:** Pasos realizados para instalar un nuevo Sistema de Información o modificación a un sistema existente.
- SATISFACCIÓN DEL PRODUCTO:** Reacción positiva del cliente hacia el producto, por lo que los clientes compran el producto.
- TRANSFERIR:** Mover información desde un dispositivo de almacenamiento y otro, o bien de un Sistema de Información a otro.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- C_i : Coeficiente de regresión.
- F_C : Factor de Calidad de los Sistemas de Información.
- F_D : Número de módulos en la versión actual que han sido añadidos.
- F_e : Número de módulos en la versión anterior que han sido diseñado en la en la versión actual.
- F_M : Número de módulos en la versión actual que han sido modificados.
- **FURPS** : Funcionalidad, Facilidad de Uso, Fiabilidad, Rendimiento y Capacidad de soporte.
- **ICED** : Índice de Calidad de la Estructura de Diseño.
- **IEEE** : Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- **IMS** : Índice de Madurez del Sistema
- m_i : Métricas que afectan al factor calidad.
- M_T : Número de módulos en la versión actual.
- **PHVA** : Planear, Hacer, Verificar y Activar.
- p_i : Peso relativo a la importancia de cada factor de calidad.
- **RFT** : Revisión Técnica Formal.
- **SDM** : Metodología del Desarrollo de Sistemas.
- **SISP** : Planeación de Sistemas de Información Estratégica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARBONES, EDUARDO A. MALISONI, (1991).
Ingeniería de Sistemas.
Editores Boixareo.
- [2] BARRA RALPH, (1987).
Círculos de Calidad en Operación.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [3] BOCHINNO WILLIAM A., (1990).
Sistemas de Información para la Administración.
Editorial Trillas, México.
- [4] BOEHM, B. W., (1981).
Software Engineering Economics.
Editorial Prentice-Hall.
- [5] BURCH JOHN G., (1992).
Diseño de Sistemas de Información: Teoría y Práctica.
Editorial Limusa S.A. de C.V., México.
- [6] CÁRDENAS MIGUEL ÁNGEL, (1984).
La Ingeniería de Sistemas.
Editorial Limusa S.A. de C.V., México.
- [7] COHEN, (1995).
Sistemas de Información para la Toma de Decisiones.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [8] FEIGENBAUM, (1981).
Control Total de la Calidad.
Editorial CECSA.
- [9] FAIRLEY RICHARD, (1994).
Ingeniería de Softwar.e..
Editorial McGRAW-HILL, México.

- [10] FUENSALIDA ANTONIO LÓPEZ.
Producción automática de software con herramientas CASE.
Ediciones Macrobit.
- [11] GORDON B. DAVIS, (1995).
Sistemas de Información Gerencial.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [12] HALL ARTHUR D., (1984).
Ingeniería de Sistemas.
Editorial Continental, S.A. de C.V.
- [13] HARRINGTON H.J., (1987).
Cómo incrementar la calidad-productividad en su empresa.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [14] HENRY LUCAS, ().
The analysis, design and implementation of information systems.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [15] ISHIKAWA KAORU, (1986).
¿Qué es el Control Total de la Calidad?.
Grupo Editorial Norma, México.
- [16] IEEE Trans. Software Engineering, SE-10(1).
1984.
- [17] JURAN J.M., GRZYNA F.M., (1981).
Análisis y Planeación de la Calidad.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [18] JURÁN J.M., (1990).
Jurán y la Planificación para la Calidad.
Ediciones Díaz de Santos, México.
- [19] JURÁN INSTITUTE, INC., (1990).
- [20] KENDALL KENETT E., KENDALL JULIE E., (1991).
Análisis y Diseño de Sistemas.
Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México.

- [21] MÁRQUEZ, JUAN MANUEL VITAC.
Sistema de Información por computadora.
Editorial Trillas.
- [22] McMILLAN, (1987).
Análisis de Sistemas.
Editorial Trillas.
- [23] MURDICK ROBERT G., MUNSON JOHN C., (1988).
Sistemas de Información Administrativa.
Editorial Prentice-Hall, México.
- [24] MURDICK ROBERT G., (1981).
Sistemas de Información basados en Computadoras para la Administración Moderna.
Editorial Diana.
- [25] PRESSMAN ROGER S., (1993).
Ingeniería de Software: Un enfoque práctico.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [26] SCOTT GEORGE M., (1988).
Principios de Sistemas de Información.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [27] SENN JAMES A., (1992).
Análisis y Diseño de Sistemas de Información.
Editorial McGRAW-HILL, México.
- [28] SENN JAMES A., (1990).
Sistemas de Información para la Administración.
Grupo Editorial Iberoamérica..
- [29] SOMMERVILLE, (1988).
Ingeniería de Software.
Editorial Addison-Weslwey Iberoamericana, S.A.
- [30] *Diccionario de Computación,* (1989).
Editorial McGRAW-HILL, México.

DIRECCIONES EN INTERNET

<http://gente.pue.udlap.mx/~sol/ti/sesion4.html>

<http://www.ifpug.org/home/docs/ifpughome.html>