



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ADMINISTRACION DE SISTEMAS DE INFORMACION CON ENFOQUE EN ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ACTUARIO PRESENTA:

ALEJANDRO ESPINOSA VEGA



FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. AMPARO LOPEZ GAONA

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA**

Jefa de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Administración de sistemas de  
información con enfoque en análisis de requerimientos.

realizado por Alejandro Espinosa Vega

con número de cuenta 7005554-2, quién cubrió los créditos de la carrera de Actuaría

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis	
Propietario	Dra. Amparo López Gaona
Propietario	M en C. María Guadalupe Elena Ibarguengoitia González
Propietario	Mat. Salvador López Mendoza
Suplente	M en I. María de Luz Gasca Soto
Suplente	Mat. Victor Hugo Dorantes González

*Amparo*  
*¿Ibarguengoitia?*

*[Signature]*  
*[Signature]*

Consejo Departamental de Matemáticas

*[Signature]*

M en C. José Antonio Flores Ortiz

FACULTAD DE CIENCIAS  
CONSEJO DEPARTAMENTAL  
MATEMÁTICAS

**AGRADECIMIENTOS**

**A MIS PADRES**

QUE SON LO QUE MÁS QUIERO Y POR HABERME BRINDADO SU  
APOYO Y COMPRENSIÓN.

**A LA DRA. AMPARO LÓPEZ GAONA**

POR SU VALIOSO APOYO, YA QUE SIN EL JAMÁS HUBIERA LOGRADO  
LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

---

**Administración de Sistemas de Información con Enfoque en  
Análisis de Requerimientos****Í N D I C E**

	Págs.
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO.</b>	<b>4</b>
1.1 Sistemas de información.	4
1.1.1 Evolución de los sistemas.	4
1.1.2 Ciclo de vida.	6
1.1.3 Modelos de datos.	7
1.1.4 Técnicas para el modelado de procesos.	13
1.2. Fundamentos de las metodologías para el desarrollo de sistemas.	18
1.2.1 MERISE.	19
1.2.2 SSADM.	20
1.2.3 Yourdon.	21
1.2.4 Lenguaje para modelado unificado (UML: <i>Unified Modeling Language</i> ).	22
1.3. Desarrollo de sistemas.	25
1.3.1 Análisis.	27
1.3.2 Infraestructura.	28
1.3.3 Diseño.	30
1.3.4 Construcción.	31
1.3.5 Implantación.	32
1.3.6 Aseguramiento de la calidad.	33
1.3.7 Mantenimiento.	35
<b>2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.</b>	<b>36</b>
2.1. Preparación para elaborar el análisis del sistema.	36
2.1.1 Determinación de requerimientos.	37
2.1.2 Técnicas para encontrar hechos.	37

	Págs.	
<b>2.2.</b>	<b>Análisis del flujo de datos.</b>	<b>38</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Diagramas de flujo de datos.</b>	<b>38</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Desarrollo de diagramas de flujos de datos.</b>	<b>41</b>
<b>2.3.</b>	<b>Normalización.</b>	<b>43</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Primera forma normal (1NF).</b>	<b>45</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Segunda forma normal (2NF).</b>	<b>47</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Tercera forma normal (3NF).</b>	<b>48</b>
<b>2.4.</b>	<b>Modelo Entidad-Relación (E-R).</b>	<b>49</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Modelación gráfica de datos. Diagramas E-R (DER).</b>	<b>50</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Modelo Entidad-Relación Extendido (Modelo EER).</b>	<b>53</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Diagrama del Modelo EER.</b>	<b>54</b>
<b>2.5.</b>	<b>Diccionario de datos.</b>	<b>57</b>
<b>2.5.1</b>	<b>Forma de archivos y campos.</b>	<b>57</b>
<b>2.6.</b>	<b>Herramientas CASE.</b>	<b>59</b>
<b>2.6.1</b>	<b>Aplicaciones de las herramientas CASE.</b>	<b>60</b>
<b>2.7.</b>	<b>Prototipos.</b>	<b>61</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Tipos de prototipos.</b>	<b>62</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Desarrollo de prototipos.</b>	<b>62</b>
<b>3.</b>	<b>MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CAMBIOS.</b>	<b>64</b>
<b>3.1.</b>	<b>Conceptos básicos.</b>	<b>64</b>
<b>3.2.</b>	<b>Proceso de mantenimiento.</b>	<b>66</b>
<b>3.3.</b>	<b>Características del mantenimiento.</b>	<b>68</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Actividades.</b>	<b>68</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Costos.</b>	<b>69</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Problemática.</b>	<b>70</b>
<b>3.4.</b>	<b>Facilidad de mantenimiento.</b>	<b>70</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Factores de control.</b>	<b>70</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Medidas cuantitativas.</b>	<b>71</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Revisiones.</b>	<b>71</b>

	Págs.	
<b>3.5.</b>	El proceso del control de cambios.	71
<b>3.5.1</b>	Identificación.	72
<b>3.5.2</b>	Control de cambios.	72
<b>3.5.3</b>	Auditoría de configuración.	73
<b>3.6.</b>	Técnicas de mantenimiento.	73
<b>3.6.1</b>	Reingeniería.	74
<b>3.6.2</b>	Ingeniería inversa.	82
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS.</b>	<b>85</b>
<b>4.1.</b>	Los proyectos en el ámbito informático.	85
<b>4.1.1</b>	Ciclo de vida.	85
<b>4.1.2</b>	Consideraciones.	87
<b>4.1.3</b>	Restricciones.	88
<b>4.1.4</b>	La administración en los proyectos informáticos.	88
<b>4.2.</b>	Fases de la administración de sistemas o proyectos.	93
<b>4.2.1</b>	Definición del proyecto.	93
<b>4.2.2</b>	Inicio y planeación del proyecto.	98
<b>4.2.3</b>	Puesta en práctica y seguimiento del plan de proyecto.	104
<b>4.2.4</b>	Terminación del proyecto.	111
<b>5.</b>	<b>CASO PRÁCTICO: SISTEMA DE GESTIÓN DEL PROCESO FISCALIZADOR.</b>	<b>115</b>
<b>5.1.</b>	Presentación.	116
<b>5.2.</b>	Situación actual.	117
<b>5.2.1</b>	Sistemas de Información.	117
<b>5.3.</b>	Diagnóstico.	118
<b>5.3.1</b>	Planeación.	119
<b>5.3.2</b>	Sistematización.	119
<b>5.3.3</b>	Especialización – Capacitación.	120
<b>5.3.4</b>	Disposiciones legales y normativas.	120
<b>5.3.5</b>	Fuerza fiscalizadora.	120

	Págs.
<b>5.4.</b>	Estrategia global. 121
<b>5.4.1</b>	Sistemas. 121
<b>5.4.2</b>	Coordinación. 121
<b>5.4.3</b>	Especialización-Capacitación. 122
<b>5.4.4</b>	Diseño de declaraciones y avisos. 122
<b>5.4.5</b>	Disposiciones legales y normativas. 122
<b>5.4.6</b>	Reestructura de la fuerza fiscalizadora. 122
<b>5.5.</b>	Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador. 122
<b>5.5.1</b>	Objetivos. 122
<b>5.5.2</b>	Alcance. 123
<b>5.5.3</b>	Diseño conceptual. 123
<b>5.5.4</b>	Arquitectura. 126
<b>5.5.5</b>	Seguridad. 126
<b>5.5.6</b>	Beneficios. 127
<b>5.5.7</b>	Costo-Beneficio. 127
<b>5.5.8</b>	Análisis de riesgos 128
<b>5.5.9</b>	Administración interna. 128
<b>5.5.10</b>	Elaboración del plan de contingencias. 128
<b>5.5.11</b>	Control de cambios. 128
<b>5.5.12</b>	Capacitación técnica y servicios de apoyo. 129
<b>5.6.</b>	Sistema de Normatividad. 129
<b>5.6.1</b>	Objetivo. 129
<b>5.6.2</b>	Áreas que generan normatividad. 130
<b>5.6.3</b>	Estrategia. 132
<b>5.6.4</b>	Alcances. 132
<b>5.6.5</b>	Análisis. 132
<b>5.6.6</b>	Diseño. 140
<b>5.6.7</b>	Construcción. 143
<b>5.6.8</b>	Implantación. 144
<b>CONCLUSIÓN.</b>	147
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	149

## INTRODUCCIÓN

Hoy las empresas tanto privadas como gubernamentales requieren cada día más profesionales capacitados que se dediquen al desarrollo de Sistemas de Información, ya que para estas empresas los sistemas son la herramienta esencial para el manejo exitoso de su información y sus procesos.

Los profesionales deben estar preparados para ocupar puestos gerenciales en departamentos de Sistemas, Informática o Cómputo, deberán tener capacidad de administradores y consolidadores de la información de cualquier área de la empresa u organización, proporcionando elementos para apoyar la toma de decisiones de personal clave de las mismas.

Su conocimiento fundamental estará en la fase de análisis de requerimientos señalada como de particular importancia. Sin embargo, realizar de manera adecuada esta fase se ha revelado como un proceso complicado, caro en tiempo y difícilmente libre de errores.

Como innovadores que diseñan, implantan, administran y explotan los Sistemas de Información, estarán preparados para manejar proyectos y negocios en el ámbito de la Administración de Sistemas de Información.

Deberán tener conocimiento de las metodologías que funcionan como guía y apoyo para los diseñadores, y de los lenguajes y herramientas que ayudan a organizar, priorizar y eventualmente traducir la información capturada en especificaciones semi-formales, formales, o aún en esqueletos de aplicaciones informáticas.

Por otra parte, a medida que los sistemas de información son más diversos e invaden las áreas de la vida diaria, de igual manera van aumentando las exigencias de calidad y confiabilidad en los resultados por parte de los usuarios finales, situando a los profesionales en ingeniería de software en la difícil situación de alcanzar una posición competitiva en el desarrollo de sistemas, con calidad y eficiencia.

Sin importar el ámbito donde se efectúe el desarrollo de sistemas, tanto en una organización formal, como en empresas dedicadas propiamente al desarrollo de sistemas como su principal actividad, existe una necesidad básica: obtener resultados de calidad en un tiempo y con presupuesto definidos.

El presente trabajo está enfocado a identificar las tareas de un Administrador de Sistemas a través del ciclo de vida del software, haciendo énfasis en el análisis, mantenimiento y administración de los sistemas de una organización cualesquiera.

En el Capítulo 1 que corresponde al marco conceptual, se establece la base teórica que sustenta la administración y el desarrollo de sistemas, definiendo y estableciendo la evolución del software, así como la metodología para el

desarrollo del mismo, haciendo énfasis en el modelo de base de datos relacional, sin dejar de incluir la programación orientada a objetos, ni el lenguaje para modelo unificado.

La aplicación de una metodología sistemática para la administración de sistemas de información proporciona una visión más clara acerca del entorno del trabajo a realizar, los riesgos implícitos en el proceso, los recursos requeridos, las actividades que deberán realizarse, los costos que serán consumidos y el plan que deberá seguirse. Su ámbito de aplicación abarca desde antes de iniciar el trabajo técnico, continúa a lo largo del ciclo de desarrollo del sistema, y concluye únicamente hasta que el sistema es abandonado.

Para el desarrollo de un sistema se requiere la elaboración de diversos productos que contienen información relevante para cada actividad desarrollada durante cada fase y que proporcionan un apoyo para las fases posteriores. Es importante distinguir los productos de trabajo de una fase de las actividades dentro de la misma. La terminación de una fase es una señal de logro en el ciclo de vida del proyecto y da como resultado la aceptación formal de los productos de trabajo asociados, los cuales se convierten en los documentos estándar para esa fase del proyecto.

Una vez establecido el marco conceptual se procedió a elaborar el Capítulo 2 correspondiente al análisis de requerimientos, tarea estratégica señalada como de particular importancia; primero, porque en ella se deben definir de manera precisa, completa y sin ambigüedades, las características y requerimientos que deberá satisfacer la futura aplicación; segundo, porque son las etapas en las que las correcciones se pueden realizar a un costo moderado, comparado con el costo que implica corregir la aplicación en fases más avanzadas de su desarrollo. En este capítulo se incluyen la fase de análisis con flujo de datos, diagramas de contexto, normalización, Modelo Entidad-Relación (E-R), sin dejar de incluir las herramientas CASE y el Prototipo.

En virtud de que el mantenimiento de sistemas es una tarea poco explorada en el ámbito nacional y no se le da la importancia debida, en el Capítulo 3 se establece de manera general los conceptos básicos del mantenimiento; sus procesos, características, facilidades, control de cambios y por último algunas técnicas del Mantenimiento, haciendo énfasis en la reingeniería de sistemas.

Para una correcta administración de proyectos es fundamental saber aplicar tanto las actitudes como las aptitudes necesarias para poder coordinar y utilizar los recursos de una manera eficaz y eficiente; teniendo siempre en mente que se debe cumplir con las expectativas iniciales del proyecto (calidad, tiempo y costo).

Es por esto que se incluye en el Capítulo 4 la metodología para la administración de sistemas que considera a los proyectos en el ámbito informático y las fases para la administración de los mismos.

Por último, en el Capítulo 5 se incluye un caso práctico donde se describen de forma muy general, el diagnóstico de un área gubernamental y la solución recomendada, correspondiente a Auditoría Fiscal, la cual en México se lleva a cabo en las Secretarías de Finanzas de los Gobiernos de las Entidades Federativas, todas autónomas entre si, en el Servicio de Administración Tributaria (SAT) dependiente de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y como ejemplo de los diversos módulos del Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador, se describe el Sistema de Normatividad.

Llevar a cabo las diversas actividades de administración de sistemas dentro de un marco de trabajo por fases y obtención de productos de trabajo estándares, puede garantizar que el proceso de desarrollo se efectuará de manera ordenada, además de que mantiene a todas las partes involucradas siempre enfocadas hacia los aspectos apropiados, en las fechas correctas.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Sistemas de información <sup>(1)</sup>

Durante las primeras tres décadas de la informática, a partir de la década de los 50's el desafío era desarrollar hardware con el fin de reducir los costos de procesamiento y almacenamiento de datos. Desde la década de los 80's, los avances en la microelectrónica han dado como resultado mayor potencia de cálculo y una reducción considerable en los costos.

Actualmente, el desafío es mejorar la calidad de los sistemas, buscando también reducir los costos, ya que se cuenta con imponentes capacidades de procesamiento que representan gran potencia de cálculo.

#### 1.1.1 Evolución de los sistemas.

El comportamiento de los sistemas de información está sujeto a constantes cambios en la medida en que el surgimiento de nuevas necesidades y requerimientos, le exigen un alto grado de adaptabilidad para que no pierdan su utilidad y acaben siendo desechados, donde los sistemas de información han ido evolucionando, pasando por su primera etapa en donde se consideraban como herramientas de apoyo con un nivel de desarrollo muy por debajo del correspondiente al hardware, por lo que existían pocos métodos para sistematizar las actividades y su desarrollo se realizaba sin ninguna planeación; en este periodo la orientación de los sistemas, principalmente era procesamiento por lotes (*batch*). Los sistemas que se llegaban a desarrollar eran utilizados y realizados por la misma persona, quien a base de una ejecución de prueba y error mejoraba la operación del sistema. En ese tiempo, la demanda de personal era baja por lo que existía la seguridad de que si algo fallaba, la persona que podía resolver el problema estaría ahí. En consecuencia, el diseño era un proceso implícito donde la generación de documentación era mínima o nula.

En esos primeros años se obtuvo mucha experiencia sobre la implementación de sistemas de información, reconociéndose incluso que se llegaron a desarrollar sistemas muy completos que en la actualidad siguen siendo de gran utilidad.

La segunda etapa en la evolución de los sistemas se inicia desde la mitad de los 60's hasta casi finales de los 70's. Se caracterizó por la entrada de la multiprogramación y de los sistemas en tiempo real, así como el establecimiento de los sistemas como productos y la llegada de empresas comercializadoras de los mismos, con lo que se amplió el mercado de aplicación de los sistemas de información, surgiendo muchos sistemas multidisciplinarios.

La complejidad creciente de los sistemas y sus constantes modificaciones para la adaptabilidad a las nuevas necesidades, originadas por los requerimientos cada vez más exigentes, generaron el concepto de mantenimiento de sistemas; donde el esfuerzo empleado y el consumo de recursos comenzaron a darse de manera desmedida, encontrándose sistemas con un desarrollo tan personalizado que hacía imposible su mantenimiento, surgiendo así una crisis en los sistemas de información.

El inicio de la tercera etapa en la evolución de los sistemas de información se dio a mediados de los 70's y se caracterizó por la aparición del procesamiento distribuido, que trajo consigo un aumento en la complejidad de los sistemas. Redes de área local y global, comunicaciones digitales de alto ancho de banda y creciente demanda de acceso a la información, ejercen una gran presión en el desarrollo de sistemas. En ésta etapa se difundió la utilización de computadoras personales con aplicaciones de uso generalizado; con lo que se incrementó el número de usuarios particulares que cubrían sus necesidades y requerimientos con aplicaciones comerciales, sin la necesidad de un sistema hecho a la medida. Esta situación propició que el desarrollo de sistemas de información se encaminara hacia los proyectos integrales.

La cuarta etapa tiene lugar a mediados de los 80's, y en ella surgen las tecnologías orientadas a objetos, que día con día van desplazando a los sistemas desarrollados en lenguajes de tercera generación; los sistemas expertos y de inteligencia artificial salen de los laboratorios de prueba, convirtiéndose en aplicaciones prácticas del mundo real.

Como complemento a lo comentado, en la Figura 1.1 se esquematiza la evolución del software, desde el lenguaje máquina hasta la inteligencia artificial, pasando por los lenguajes de tercera y cuarta generación y la diferencia entre orientados o no al proceso:

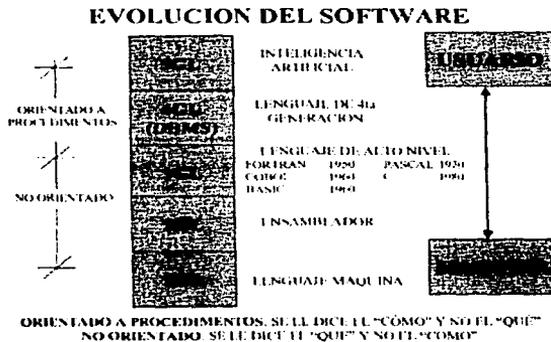


Figura 1.1

En la Figura 1.2, se pretende destacar la poca importancia que se le daba al diseño-desarrollo cuando se utilizaban archivos tradicionales y la relevancia que tienen en ambientes DBMS y el tiempo razonable que se debe tomar para generar sistemas óptimos.

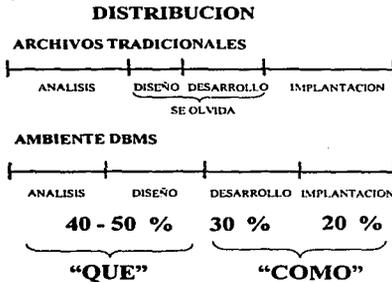


Figura 1.2

### 1.1.2 Ciclo de vida

Las fases por las que va pasando un sistema de información a lo largo del tiempo se conocen como ciclo de vida, desde la fase de estudio y concepción hasta la de realización, explotación y mantenimiento.

Diversas metodologías han definido las fases del ciclo de vida con algunas variantes, pero coincidiendo siempre en una secuencia lógica:

- Iniciación del proyecto.
- Estudio de factibilidad.
- Diseño del sistema.
- Construcción.
- Implantación.
- Mantenimiento.

#### Iniciación del proyecto

Los requerimientos deben definirse y documentarse cuidadosamente, incluyendo la justificación, alcance, prioridades, restricciones y beneficios.

### **Estudio de factibilidad**

Se debe llevar a cabo un estudio tecnológico y preparar un análisis de costo-beneficio y el diseño del plan maestro del proyecto, enfocados a los siguientes puntos:

- Necesidades de equipo y su disponibilidad.
- Necesidades de software del sistema y su disponibilidad.
- Equipo de comunicaciones, su software y su disponibilidad.
- Restricciones de espacio y tiempo vigente implícitas en los requerimientos del cliente y la manera de satisfacerlas.

### **Diseño del sistema**

Deben establecerse la entrada, la salida, los archivos y las especificaciones de procesamiento, así como los documentos fuente, los controles y las pistas de auditoría.

### **Construcción**

Se deben establecer los objetivos de la programación, construir las aplicaciones y aplicarles un estricto control de calidad. Al final de la fase deben quedar integrados los manuales del sistema y del usuario, los que seguramente sufrirán algunas modificaciones resultantes de las pruebas que se realicen con el usuario, en la etapa de implantación.

### **Implantación**

Deben establecerse los estándares de prueba de los programas y de sistemas, así como definir la validación de los sistemas.

### **Mantenimiento**

Se deben preparar los procedimientos para controlar los cambios del sistema y deben llevarse el registro cronológico de todos los cambios.

Se debe realizar una revisión para determinar si el sistema ha cubierto los requisitos del usuario, según los objetivos y el análisis de costo-beneficio.

#### **1.1.3 Modelos de datos**

A lo largo de la historia de los sistemas de información, se ha tratado de reflejar el mundo real, con sus objetos, propiedades, características, y relaciones entre ellos, por medio de diferentes estructuras de datos, que hacen posible su tratamiento

por computadora. Tales estructuras han ido facilitando la transformación de las ideas de usuarios sin conocimientos técnicos, en herramientas útiles y prácticas.

En un principio, los datos eran meros parámetros dados al programa para su ejecución y obtención de resultados. A menudo estaban incluidos dentro del propio código fuente de los programas, por lo que, si cambiaban los datos había que modificar el programa y recompilarlo. Posteriormente, los datos se extrajeron de los programas y se agruparon en registros que se almacenaban en dispositivos magnéticos para su tratamiento. El acceso a estos registros podía ser:

**Secuencial.** La lectura de registros se realiza de forma consecutiva desde el inicio del archivo, por lo que para localizar un registro determinado de un archivo hay que leer todos los registros que le preceden. Es el acceso adecuado para el almacenamiento en un dispositivo que no tenga posibilidad de acceso directo (como la cinta magnética) y para archivos utilizados en tratamientos masivos de registros.

**Acceso directo.** En este caso el dispositivo en el que se almacenan los registros deberá tener la posibilidad de acceso o posicionamiento directo en una determinada posición o dirección dentro del archivo. Para la localización de un registro es necesario un campo que lo identifique, pudiéndose calcular su dirección mediante la aplicación de un algoritmo o la utilización de diferentes niveles de índices que ofrecen la posibilidad de localizar el registro a través de un seguimiento de los mismos.

### Bases de datos

Al tratamiento masivo de información, siguieron aplicaciones para explotarse en tiempo real desde terminales conectadas a la computadora central a través de diferentes medios de comunicación. Los tiempos de respuesta exigidos y el acceso concurrente de varios usuarios a un mismo archivo para su actualización, provocaron que las estructuras de archivos fueran insuficientes. Cuestiones como la integridad de la información, sistemas de seguridad ante variaciones en el voltaje o avería de la computadora, son preocupantes y la imposibilidad de que cada programador se ocupe de estos temas en cada programa, hace que aparezcan los primeros sistemas de gestión de bases de datos (DBMS: **Data Base Management System**). En este caso, el sistema se ocupa de controlar los accesos a la base de datos, de gestionar la posible concurrencia de varios usuarios a la misma, de realizar las correspondientes operaciones para la seguridad e integridad de los datos y en resumen, una serie de trabajos que resultan transparentes al programador y que resuelven las necesidades planteadas por los usuarios.

**A. Modelos lógicos basados en registros.**

- **Jerárquico**

En donde los datos están en forma arborescente y las relaciones entre los diferentes tipos de registro se resuelven mediante apuntadores o enlaces entre ellos. Se establece una jerarquía de modo que las relaciones entre un registro y otro relacionado con él (relación padre - hijo) tienen como condición que un registro "hijo" no puede existir si no existe un registro "padre".

- **En red**

Si en una estructura arborescente se permiten relaciones entre "hermanos", es decir, entre registros de un mismo padre lógico, se tendrá una base de datos en red.

- **Características de los modelos Jerárquicos y de Redes:**

- ✓ Carentes de fundamentos
- ✓ No fueron bien definidos
- ✓ Enfocados a estructuras físicas para almacenamiento óptimo
- ✓ Poca importancia a la percepción de los datos por parte del usuario
- ✓ Existencia de redundancia de datos
- ✓ No hay estandarización de términos entre los modelos Jerárquico y de Redes.

- **Relacional**

En el modelo relacional <sup>(2)</sup> se usa una colección de tablas para representar tanto los datos como las relaciones entre esos datos. Cada tabla tiene varias columnas y cada una de éstas tiene un nombre único.

El modelo relacional de datos se da a conocer en 1970, por el Dr. F. Codd, que lo define como una serie de reglas cuyo objetivo es lograr la independencia de la representación lógica de los datos de su almacenamiento físico. A través de sus reglas pretende los siguientes objetivos:

- o Independencia física/lógica.- La capacidad para modificar el diseño físico sin que afecte al diseño lógico y viceversa se llama independencia de datos.

- o Eliminación de redundancia.- Al llevar a cabo el proceso de normalización que consisten en simplificar la relación entre los campos de un registro, al remplazarlos por varios más que son más simples y predecibles.
- o Flexibilidad.- Permite incorporar nuevos requerimientos o características adicionales.
- o Uniformidad.- No se permiten grupos ni arreglos repetidos como valores.
- o Sencillez.- Se basa en tablas con columnas y renglones y relaciones.
- o Sólido fundamento teórico.- Esta basado su funcionamiento sobre un modelo matemático muy específico, el álgebra relacional y el cálculo relacional, así como de una serie de reglas de integridad relacional y formas normales.

El Modelo Relacional obtiene su nombre del concepto matemático de "relación matemática", por lo que cada entidad es presentada por medio de una relación matemática.

En este modelo los datos se estructuran lógicamente en forma de tablas. Esto permite mantener la independencia de la estructura lógica a ciertas características de tipo físico. A las columnas de la tabla se les denomina atributos y representan las propiedades de la tabla o relación. A los renglones de las tablas se les denomina tuplas y representan las ocurrencias en la relación. El número de atributos se denomina grado y el número de tuplas cardinalidad.

El conjunto de valores que son permitidos para un atributo es conocido como **dominio** que es un elemento de restricción sobre la relación.

Una **llave** es el conjunto mínimo de atributos que identifican de manera única a cada tupla en la relación, puede estar formada por un solo atributo o por la concatenación de varios. Para poder definir una llave es necesario conocer las reglas bajo las cuales operan los datos en la relación.

A continuación se presentan los diferentes tipos de llaves que existen:

**Llaves candidatas:** Conjunto de llaves que posee una relación. Agrupación de atributos que identifican sin ambigüedad y de forma unívoca a todas las posibles tuplas de una tabla.

**Llave primaria:** Se selecciona de entre las candidatas, buscando que posea el menor número de atributos, y que no tenga la posibilidad de poseer valores nulos.

**Llaves secundarias:** Llaves candidatas que no fueron seleccionadas como llave primaria.

**Llave foránea:** es un atributo, simple o compuesto, en una relación que está definida en el mismo dominio lógico que la llave primaria de otra relación.

Las llaves primarias y foráneas forman las relaciones lógicas entre las relaciones de la base de datos.

**Atributo primo:** aquel que forma parte de la llave primaria.

- **Características del Modelo Relacional:**

- ✓ Fundamentado matemáticamente (Álgebra Relacional).
- ✓ Permite crear modelos de datos más completos en base a relaciones.
- ✓ Sistema de redundancia controlada.
- ✓ Es necesario entender este modelo para comprender los nuevos modelos de datos más recientes (orientado a objetos).

### B. Modelos lógicos basados en objetos

Se usan para describir datos en los niveles lógico y de vistas. Se caracterizan por el hecho de que proporcionan capacidades estructurales muy flexibles y permiten que las relaciones de datos sean especificadas explícitamente.

- **Modelo Entidad/Relación**

El modelo entidad/relación (*entity/relationship*) surge con la idea de separar el diseño conceptual de datos del diseño físico, plasmando en primer lugar, mediante técnicas de programación al mundo real, con sus entidades o agrupaciones de datos con significado dentro del sistema y las relaciones entre ellas; y en segundo lugar, una vez elegida la base de datos sobre la que se va a implementar el modelo, pasar al diseño lógico del mismo.

Básicamente en un diagrama del modelo E / R se deben representar los conceptos siguientes:

**Entidad.** La componen una serie de datos que, agrupados, tienen un cierto significado para la empresa. Se representan por medio de un rectángulo en cuyo interior figura el nombre de la entidad y sus atributos.

**Relaciones o asociaciones.** Constituyen el enlace entre las entidades del sistema. Se representan mediante líneas que unen las entidades o a través de un rombo en cuyo interior se pone el nombre de la relación.

**Cardinalidad.** Es el número de ocurrencias de cada tipo de entidad que intervienen o pueden intervenir en la relación, siendo el mínimo cero, e indicará si existe la posibilidad de que determinadas entidades participen

en la relación; y el máximo corresponderá al número de ocurrencias de la entidad que pueden participar en la relación.

- **Modelo Orientado a objetos** <sup>(3)</sup>

Crea una representación del dominio del problema en el mundo real y lo transforma en un dominio de solución que es software. Da como resultado un diseño que interacciona los objetos de datos y las operaciones de procesamiento, de forma que modela la información y el procesamiento en vez de sólo el procedimiento.

La orientación a objetos promete mejoras de amplio alcance en la forma de diseño, desarrollo y mantenimiento de software ofreciendo una solución a largo plazo a los problemas y preocupaciones que han existido desde el comienzo en el desarrollo de software: la falta de portabilidad del código y reusabilidad, código que es difícil de modificar, ciclos de desarrollo largos y técnicas de codificación no intuitivas.

En el enfoque orientado a objetos suelen incluirse cuatro aspectos: identidad, clasificación, polimorfismo y herencia:

**Identidad:** Los datos están cuantificados en entidades discretas y distinguibles llamadas objetos.

**Clasificación:** Significa que los objetos con la misma estructura de datos (atributos) y comportamiento (operaciones) se agrupa para formar una clase.

**Polimorfismo:** Significa que una misma operación puede comportarse de modos distintos en distintas clases.

**Herencia:** Compartir atributos y operaciones entre clases tomando como base una relación jerárquica.

### **Objetos:**

- Un objeto es un concepto, abstracción o cosa, con límites y significado bien definidos.
- Tienen dos propósitos: promover la comprensión del mundo real y proporcionar una base de implementación práctica.
- La descomposición de un sistema en objetos depende de la naturaleza del sistema.
- Todos los objetos poseen su propia identidad, son distinguibles.

### Clases:

Una clase de objetos describe un grupo de objetos con propiedades (atributos) similares, comportamiento similar y relaciones comunes con los otros tipos de objetos.

Un objeto puede considerarse como una especie de cápsula dividida en propiedades y métodos.

Cada uno de estos componentes desempeña un papel totalmente independiente:

Las **propiedades** distinguen a un objeto determinado de los restantes que forman parte de la misma organización y tienen valores que dependen de la propiedad de que se trate. Las propiedades de un objeto pueden ser heredadas a sus descendientes en la organización.

Los **métodos** son las operaciones que pueden realizarse sobre el objeto, que normalmente estarán incorporados en forma de programas (código) que el objeto es capaz de ejecutar y que también pone a disposición de sus descendientes a través de la herencia.

La naturaleza única del diseño orientado a objetos esta ligada a su habilidad para construir software sin complejidad o compromiso, basándose en la abstracción, ocultación de la información y modularidad.

Los objetos que contienen los mismos tipos de valores y los mismos métodos se agrupan en clases.

### 1.1.4 Técnicas para el modelado de procesos

Los procesos representan las operaciones que se realizan sobre los datos, obteniendo nuevos como resultado, basados en los objetivos que persigue la organización al tener un sistema de información; la descripción de procesos se estructura por niveles de detalle y responde a las siguientes preguntas básicas acerca de las actividades a realizar: Qué, Cómo, Quién y Cuándo.

Las diferentes técnicas para la modelación de procesos pretenden aportar esta información y lo hacen de diferente forma. Primero porque los diferentes tipos de procesos (manuales, *batch* y tiempo real) dan lugar a técnicas específicas que son más apropiadas para cada uno de ellos, y después, porque hay técnicas que abordan determinadas fases de la descripción de procesos.

Los términos empleados por las distintas metodologías son, como siempre, análogos. En general se estructuran en:

- **Procesos.** Corresponden al qué hay *qué* hacer.
- **Procedimientos.** Métodos para describir el *cómo* hay que hacerlo, *quién* y *cuándo*.
- **Acciones o tareas.** Son operaciones a realizar y que, en conjunto constituyen un procedimiento.

En general, en la descripción de las especificaciones para la realización de las acciones o tareas se usará un lenguaje estructurado describiendo los tratamientos en forma de componentes básicos: secuencia, iteración, y selección.

En el modelado de procesos se contemplan cuatro aspectos: funcional, desempeño, organizacional e informativo <sup>(4)</sup>. En el aspecto funcional se consideran las actividades del proceso que están siendo ejecutadas y los flujos de entidades (documentos) más relevantes. En el aspecto de comportamiento o desempeño se presta atención al tiempo en que se realizan las actividades, así como al modo en que se efectúan (condiciones, secuencia e iteraciones). La vista organizacional del proceso se enfoca en el lugar físico, dentro de la organización donde se realizan las actividades y en la persona que tiene la responsabilidad de efectuarlas. Por último, el aspecto informativo aborda el aporte de los documentos en la coordinación y comunicación entre las funciones.

**Diagramas HIPO** (Abreviatura del nombre en inglés de entrada-proceso-salida-Jerárquica: *Hierarchy-Input-Process-Output*)

Es quizá la notación más tradicional para la representación de procesos, su secuencia y resultados. Es una técnica usada normalmente para la representación de cadenas de programas *batch*, para indicar la secuencia de procesos, sus entradas y salidas. En ellos se utilizan símbolos de organigrama tradicional para indicar gráficamente los componentes de un proceso, los que a continuación se mencionan:

**Entradas.** Es todo aquello que produce la realización de un proceso, o es información utilizada por el mismo para la ejecución de tareas.

**Proceso.** La especificación de las operaciones a realizar con las entradas anteriores para la obtención de resultados.

**Salidas.** Resultados del proceso en cualquier formato, que constituyen el producto del mismo; siendo evidente que cualquier proceso debe tener algún tipo de salida.

### Matriz de Procesos/Entidades

Se refleja el ciclo de vida de las diferentes entidades y en qué son afectadas por la ejecución de cada proceso y se representarán los procesos en filas y sus entidades en columnas. En la casilla resultante como cruce de la fila y la columna, se indica un símbolo de la acción realizada por el proceso sobre la entidad.

Los símbolos empleados, pueden ser, por ejemplo:

C - Crear una entidad.  
M - Modificar.  
L - Leer.  
B - Borrar.

Aunque pueden ser utilizados otros símbolos que aporten más información siempre y cuando se especifique su significado al pie de la tabla.

### Redes de Petri

Es un método de representación muy completo ya que por cada actividad u operación a realizar, determina:

- Qué sucesos desencadenan la ejecución del proceso.
- Bajo qué condiciones de esos sucesos se ejecuta el proceso.
- En qué consiste el proceso, es decir, qué operaciones hay que realizar.
- Quién ejecuta el proceso.
- Resultados obtenidos o salidas del proceso.

Para la estructuración de las acciones a realizar, se llega al formalismo siguiente:

**Proceso.** Es toda actividad de la empresa con unas entradas y salidas establecidas.

**Operación o procedimiento.** Es una serie de acciones ejecutables sin interrupción y que se ejecutan bajo unas mismas condiciones en cuanto a factores.

Llevado al suficiente nivel de detalle, aporta una información completa acerca del funcionamiento del sistema, requiriendo de un gran esfuerzo en la fase de análisis Organizativo del sistema.

### Diagramas de flujo de datos

Se representa gráficamente la secuencia de procesos a realizar para cada servicio, departamento o entidad que interviene en el sistema y los flujos de información entre dichos servicios; mediante elementos como entidades, procesos, flujos de datos y almacenamiento. Las entidades son las personas o

servicios que reciben o emiten algún tipo de información y se representan mediante rectángulos en cuyo interior estará el nombre asignado a la entidad.

Los procesos son las operaciones manuales o mecanizadas que se realizan con los datos, representados por círculos con su nombre en el interior y un número de ejecución para indicar la secuencia. Con la finalidad de dar una visión global del sistema y de los objetivos a cubrir, en su primera fase, los procesos deben ser muy generales y posteriormente dar un nivel mayor de detalle para la generación del llamado diagrama de contexto, en el que se reflejan las relaciones del sistema con otros sistemas o subsistemas.

Los flujos de datos representan gráficamente el movimiento de información mediante líneas que unen al proceso emisor con el proceso receptor de la información, indicando el sentido del movimiento por medio de una punta de flecha.

El almacenamiento corresponde al conjunto de información, cuyo destino será un medio físico y se representa por dos líneas paralelas.

### **Diagrama de transición de estados**

Mediante estos diagramas se representan las diferentes funciones a realizar, indicando su secuencia y condiciones en su ejecución. Cada proceso se ve representado por una serie de acciones enmarcadas en rectángulos, las que siguen una secuencia cumpliendo ciertas condiciones.

Un diagrama de transición de estados muestra la secuencia de estados que un objeto o una interacción tiene durante su vida en respuesta a estímulos recibidos, con sus respuestas y acciones.

### **Estado**

Un estado es una condición durante la vida de un objeto o una interacción durante la que ésta satisface alguna condición, ejecuta alguna acción, o espera algún evento. Un objeto permanece en un estado por un tiempo finito (no instantáneo).

Se representa por medio de un rectángulo con bordes redondeados. Puede tener uno o más divisiones (opcionales).

### **Eventos**

Es una ocurrencia que puede causar la transición de un estado a otro de un objeto. Esta ocurrencia puede ser:

- Una condición que toma el valor de verdadero o falso
- La recepción de una señal de otro objeto en el modelo
- La recepción de un mensaje

- El paso de cierto período de tiempo, después de entrar al estado o de cierta hora y fecha particular.

### Transiciones

Las transiciones son asociaciones entre estados. Se usan para modelar las relaciones entre los diferentes estados de una entidad.

Una transición se muestra a través de una flecha sólida desde el estado fuente hasta el estado destino.

### Envío de mensajes

Los mensajes son enviados, por una acción en un objeto, a un conjunto de objetos destino; el conjunto destino puede ser un objeto, el sistema, o algún otro conjunto.

El emisor puede ser un objeto, un objeto compuesto o una clase.

Ejemplo:

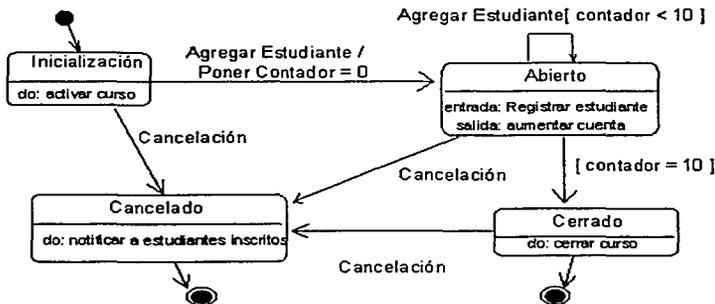


Figura 1.3

### Prototipos

Generalmente un prototipo o maqueta del sistema consta de aquellos elementos que permiten la simulación del funcionamiento del mismo y que son construidos y modificados de forma rápida y flexible. Constituyen uno de los elementos esenciales para el análisis de requerimientos y especificaciones del sistema, y su ventaja principal es que incrementan la satisfacción del usuario mejorando la comunicación entre el informático y el usuario.

Dos factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- Conforme se va avanzando en el desarrollo cuesta más esfuerzo, tiempo y dinero hacer correcciones a errores conceptuales en la fase de análisis.
- Las herramientas CASE empleadas hacen que se preste menos atención a la parte de producción del sistema y más a la definición del mismo.

Existen cuatro tipos de prototipos de sistemas de información:

- Prototipos de viabilidad.- se utilizan para probar la viabilidad de una tecnología específica aplicable a un sistema de información.
- Prototipos de necesidades.- se utilizan para descubrir las necesidades de los usuarios con respecto a la empresa.
- Prototipos de diseño.- se utilizan para simular el diseño del sistema de información final.
- Prototipos de implantación.- constituyen una extensión de los prototipos de diseño donde el prototipo evoluciona directamente hacia el sistema de producción.

### **1.2 Fundamentos de las metodologías para el desarrollo de sistemas.**

Existe una relación muy estrecha entre los conceptos de metodología y método, de tal manera que diversos autores manejan casi la misma definición para ambos conceptos.

El método significa, tanto de manera literal como lingüística, el camino que conduce al conocimiento. En la actividad científica permite llegar a un cierto resultado, aún cuando no se haya especificado previamente y de manera premeditada y reflexiva el camino para lograrlo. Sin embargo, cuando el contexto de aplicación se encuentra dentro del ámbito informático, para llegar al logro de ciertos resultados, sí es necesario haber establecido previamente los lineamientos y directrices a seguir, de manera estructurada y planeada. Cuando se esperan resultados satisfactorios en un proyecto de desarrollo de sistemas de información, es indispensable aplicar una metodología cuyas ventajas hagan aconsejable su utilización. Existen diversas metodologías que pueden agruparse de acuerdo con el entorno:

**Públicas.** Son aquellas cuya utilización no obliga el pago de regalías a las entidades que la crearon.

**Privadas.** Son las desarrolladas por entidades privadas y basan sus beneficios en el cobro de licencias de uso como si se tratara de cualquier otro producto de software.

Dentro de las metodologías públicas, actualmente pueden distinguirse tres diferentes tendencias:

- La francesa, que dio como fruto la metodología MERISE, potenciada por la administración francesa a partir del año 1977.
- La inglesa, también impulsada por la administración en Gran Bretaña y que dio lugar, a partir de 1981, al SSADM.
- La americana, basada en las teorías de Edward Yourdon y en algunas variantes aportadas por otros autores como De Marco, Gane y James Martin.

Las demás metodologías existentes, tanto públicas como privadas, son adaptaciones mejoradas, de las citadas anteriormente. Sin embargo los objetivos que persiguen son similares, por tanto, no son muy diferentes sus fases y su cronología para un desarrollo estructurado y ordenado.

El futuro de las metodologías está en el soporte de las herramientas automatizadas, englobadas bajo el concepto CASE, con la ventaja de que cada empresa fabricante de estas herramientas tiene que seguir líneas comunes de estándares para poder ser adoptadas por las metodologías en el mercado.

A partir de los 90's en Europa, se está elaborando el Eurométodo, proyecto impulsado por la Comunidad Europea en un intento de unificar las tendencias actuales sobre metodologías.

Dentro de las metodologías europeas, las más consolidadas son la francesa MERISE y la inglesa SSADM, ambas nacieron y se desarrollaron al amparo de los respectivos gobiernos con la intención de aplicarlas en sus administraciones públicas. Con respecto a las metodologías americanas, en torno a la de Yourdon hay una gran cantidad de colaboradores que aportan variantes y opciones para determinadas etapas del ciclo de vida o para determinado proceso.

### 1.2.1 MERISE <sup>(5)</sup>

Surge en Francia a partir del año de 1977, por una solicitud del Ministerio de Industria, como un intento de definir una metodología a emplear en la Administración Pública para el desarrollo y diseño de sistemas de información. Esta solicitud tuvo lugar en un momento en el que la gran diversidad de lenguajes y formalismos empleados para la representación de sistemas de información obligaron a unificar criterios y métodos, al intentar eliminar los problemas derivados de la rotación de personal.

Los principios generales en que se apoya Merise son:

- Desglose del desarrollo en etapas.
- Definición de los documentos estándar de cada una.
- Utilización de las redes de Petri para la representación de procesos y tratamientos.
- Definición de grupos de trabajo y reparto de las responsabilidades y funciones.
- Especificaciones del reparto de tareas y tratamientos entre los usuarios y la computadora.
- Definición de los flujos de información entre las unidades del sistema.

En esta metodología, se considera que un sistema se compone únicamente de dos elementos esenciales: los datos, que reflejan la información existente en el entorno y sus relaciones; y los tratamientos, que reflejan los procesos a realizar con los datos, así como su secuencia en el tiempo.

Toda metodología, además de una serie de técnicas a emplear, propone una secuencia de etapas, fases y pasos a seguir en el desarrollo de un proyecto informático. Desde este punto de vista, se distinguen en MERISE cuatro diferentes etapas en el desarrollo de un proyecto:

- Estudio preliminar
- Estudio detallado
- Realización
- Puesta en marcha o implantación

### 1.2.2 SSADM <sup>(6)</sup>

La metodología SSADM (*Structured System Analysis and Design Method*), nace en el Reino Unido por interés del gobierno de establecer un sistema de desarrollo de aplicaciones informáticas en toda la administración pública. En su elaboración intervinieron las empresas consultoras *Learmonth and Burchett Management Systems* y *Central Computer and Telecommunications Agency*; su aceptación fue en el año de 1981 cuando es presentada su primera versión y su uso se hace obligatorio en 1983. La primera versión ha sido actualizada por las versiones sucesivas que van incorporando mejoras.

La metodología se basa en la estructuración de los pasos a seguir en el desarrollo de un proyecto informático, describiendo técnicas y formalismos para la realización de las actividades de cada fase. En ésta, cada fase es estructurada jerárquicamente de la siguiente manera:

El método contempla, en principio, las tres primeras fases del desarrollo (estudio de viabilidad, análisis y diseño), divididas a su vez en una serie de etapas.

- Etapa 1.- Análisis del sistema actual.
- Etapa 2.- Especificaciones de requerimientos.
- Etapa 3.- Selección de opciones técnicas.
- Etapa 4.- Diseño de datos.
- Etapa 5.- Diseño de Procesos.
- Etapa 6.- Diseño físico.

### 1.2.3 Yourdon <sup>(7)</sup>

Es el representante de la corriente metodológica más importante de Estados Unidos; sus aportaciones han sido enriquecidas por numerosos autores que aportan variantes y normas de representación. Para la realización de un análisis estructurado, Yourdon se apoya en las siguientes técnicas, descritas anteriormente:

- Diagramas de flujo de datos, descritos en este capítulo.
- Diagramas de transición de estados para la representación estructurada de las funciones a realizar en los procesos.
- Modelo entidad / relación para la representación conceptual de datos.
- Diccionario de datos como base o soporte de información del sistema.
- Diagramas o mapas de estructura para la representación modular de los procesos y las variables intercambiadas entre ellos.
- Especificaciones de programas basadas en lenguaje estructurado y tablas de decisión.

Yourdon define las siguientes etapas en el ciclo de vida de los sistemas de información:

- Estudio de viabilidad. Se debe identificar el proyecto a realizar, los usuarios involucrados y llevar a cabo el análisis de la situación actual, indicando los procesos más relevantes, así como la identificación de las deficiencias a resolver por el nuevo sistema.
- Análisis del sistema. Se representa el modelo entidad/relación, diagramas de transición de estado del sistema a desarrollar, tomándose en cuenta los requerimientos de los usuarios para el funcionamiento del mismo.
- Diseño. El nivel conceptual pasa a un nivel de representación lógica de los datos con la estructuración de los procesos generando las especificaciones correspondientes.
- Implementación o producción. Comprende la generación de código y la integración de los módulos.
- Pruebas y test del sistema. Se realizarán con el sistema con la totalidad de su construcción, llevándose a cabo hasta la aceptación por el usuario, contemplando pruebas de integración así como de funcionamiento.

- Control de calidad. Su objetivo es el de garantizar el cumplimiento de las normas de calidad definidos por la empresa.
- Documentación. Se generará la documentación necesaria del sistema para su instalación, operación y manuales de usuario, así como la documentación técnica para su mantenimiento.
- Conversión de los datos del sistema anterior. La ejecución de esta fase depende del funcionamiento previo al sistema por liberar, llevándose a cabo la migración de información de manera suave y transparente.
- Instalación. Es la puesta en marcha del sistema, considerándose la capacitación de usuarios, entrega de manuales, procesos paralelos y liberación del sistema.

### 1.2.4 Lenguaje para modelado unificado (UML: Unified Modeling Language).

El UML <sup>(8)</sup> es un lenguaje para la especificación, visualización, construcción y documentación de los componentes del proceso de un sistema. Originalmente fue concebido por la Corporación *Rational Software* y tres de los más prominentes metodologistas en la industria de la tecnología y sistemas de información: Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson (*"The Three Amigos"*). El *Object Management Group* (OMG) en noviembre de 1997 aprobó al UML como estándar.

El UML surge en los 90's, después de la búsqueda de un lenguaje para modelado que unificara a la industria, evolucionando primeramente de varios métodos orientados al objeto. El UML no es un simple lenguaje para modelado orientado a objetos, su alcance se extiende más allá. Es la experiencia, experimentación y una gradual adopción del estándar lo que reveló su verdadero potencial y permitió a las organizaciones darse cuenta de sus beneficios.

#### Características:

- Dentro del proceso, el método es aplicado para evolucionar un sistema.
- Como un lenguaje, es usado para la comunicación.
- Como un lenguaje para modelado, se enfoca en la comprensión de un tema a través de la formulación de un modelo, el que abarca el conocimiento cuidando del tema y la aplicación de este conocimiento constituye inteligencia.
- Cuidando la unificación, integra las mejores prácticas de la ingeniería de la industria tecnológica y sistemas de información, pasando por todos los tipos de sistemas, dominios y los procesos del ciclo de vida.
- Puede ser usado para comunicar "qué" se requiere de un sistema y "cómo" puede ser realizado (especificaciones), así como describirlo visualmente antes de ser realizado (visualización).
- Puede ser usado para guiar la realización de un sistema similar a los "planos" (construcción).

- Puede ser usado para capturar conocimiento respecto a un sistema a lo largo de todo el proceso de su ciclo de vida (documentación).

El UML es un lenguaje de modelación visual y de especificaciones y está relacionado con la captura, comunicación y nivelación de conocimientos.

### Utilidad:

- Propósito general.- Este lenguaje se enfoca en el corazón de un conjunto de conceptos para la adquisición, compartición y utilización de conocimientos emparejados con mecanismos de extensión.
- Ampliamente aplicable.- Puede ser aplicable a diferentes tipos de sistemas, dominios y métodos o procesos.
- Soportable por herramientas.- Las herramientas ya están disponibles para soportar la aplicación del lenguaje para especificar, visualizar, construir y documentar sistemas.
- Industrialmente estandarizado.- No es un lenguaje cerrado, propiedad de alguien, sino más bien, un lenguaje abierto y totalmente extensible reconocido por la industria.

El UML posibilita la captura, comunicación y nivelación de conocimiento estratégico, táctico y operacional para facilitar el incremento de valor, aumentando la calidad, reduciendo costos y reduciendo el tiempo de presentación al mercado; manejando riesgos y siendo proactivo para el posible aumento de complejidad o cambio.

Los principales diagramas que maneja son los siguientes:

- Modelado de clases.
- Casos de uso.
- Diagramas de interacción.

### Modelado de clases

Un diagrama de clases sirve para visualizar las relaciones entre las clases que involucran el sistema, las cuales pueden ser asociativas, de herencia, de uso y de contenido.

Un diagrama de clases está compuesto por los siguientes elementos:

- Clase

Es la unidad básica que encapsula toda la información de un Objeto y a través de ella se modela el entorno en estudio.

<i>Nombre Clase</i>
<i>Atributos</i>
<i>Operaciones o Métodos</i>

- **Relaciones**

La forma como se pueden interrelacionar dos o más clases es:

**Herencia.**- Indica que una subclase hereda los métodos y atributos especificados por una super clase, por ende la subclase además de poseer sus propios métodos y atributos, poseerá las características y atributos visibles de la super clase.

**Agregación.**- Para modelar objetos complejos, no bastan los tipos de datos básicos que proveen los lenguajes: enteros, reales y secuenciales de caracteres. Cuando se requiere componer objetos que son instancias de clases definidas se tienen dos posibilidades.

**Por valor:** Es un tipo de relación estática, en donde el tiempo de vida del objeto incluido está condicionado por el tiempo de vida del que lo incluye.

**Por referencia:** Es un tipo de relación dinámica en donde el tiempo de vida del objeto es independiente del que lo incluye.

**Asociación.**- Esta relación entre clases, permite asociar objetos que colaboran entre sí. Cabe destacar que no es una relación fuerte, es decir el tiempo de vida de un objeto no depende del otro.

**Dependencia o instancia.**- Este tipo de relación denota la dependencia que tiene una clase de otra.

### Casos de Uso

Este diagrama representa la forma en como un cliente (actor) opera con el sistema en desarrollo, además de la forma, tipo y orden en como los elementos interactúan.

A continuación se presentan los elementos de Casos de Uso:

- **Actor**

Es un rol que un usuario juega con respecto al sistema y no necesariamente representa a una persona particular, sino más bien la labor que realiza frente al sistema.

- **Casos de Uso**

Es una operación o tarea específica que se realiza tras un orden de algún agente externo, sea desde una petición de un actor o bien desde la invocación desde otro caso de uso.

- **Relaciones**

**Asociación.-** Es el tipo de relaciones más básicas que indica la invocación desde un actor o caso de uso a otra operación.

**Dependencia o instanciación.-** Es una relación donde una clase depende de otra.

**Generalización.-** Cumple una doble función dependiendo de su estereotipo, que puede ser de Uso o de Herencia. Este tipo de relación está orientado exclusivamente para casos de uso.

### **Diagrama de interacción**

Representa la forma en como un Actor u objeto se comunican entre si en petición de un evento. Esto implica recorrer toda la secuencia de llamadas, de donde se obtienen las responsabilidades claramente. Sus elementos son los siguientes:

- Un objeto o actor
- Mensaje de un objeto a otro objeto
- Mensaje de un objeto a si mismo

### **1.3. Desarrollo de sistemas**

Se presenta la siguiente Metodología para el Desarrollo de Sistemas, con el propósito de proporcionar un conjunto integrado de procedimientos, estándares y prácticas que garanticen la realización exitosa de los sistemas.

La metodología contempla diferentes asociaciones y pasos que en su conjunto cubren todos los aspectos requeridos en los proyectos de sistemas. Estas acciones y pasos se agrupan en tareas, las cuales a su vez están agrupadas en actividades y de acuerdo a su naturaleza, un número determinado de actividades conforman una fase.

#### **Objetivos:**

- Establecer un método uniforme para la realización de los proyectos de desarrollo de sistemas.

## 1. Marco Teórico

- Asegurar la consistencia en la elaboración y entrega de productos y en la ejecución de actividades.
- Proveer mecanismos de control para revisar y liberar productos de la más alta calidad que satisfagan las expectativas de los usuarios, dentro de los calendarios y presupuestos propuestos.
- Proveer lineamientos, herramientas y técnicas que sean utilizados en todos los proyectos de sistemas.

Para garantizar una efectiva ejecución y control de los proyectos de integración de sistemas, se estructuran las acciones requeridas dentro de fases, actividades y tareas. Dando cobertura a las necesidades típicas de este tipo de proyectos entre las cuales se pueden mencionar la planeación, la selección y configuración de hardware y software, la construcción del software, los servicios de implantación y las responsabilidades de los que intervienen en la realización del proyecto.

Considerando que cada uno de los proyectos tiene características diferentes, en función de sus componentes tecnológicos, las necesidades de los usuarios, las restricciones de recursos y el grado de complejidad de los sistemas, el proceso para darle solución es básicamente el mismo, ya que la Metodología permite la suficiente flexibilidad para adaptarse a las situaciones particulares de cada uno de ellos y al mismo tiempo, mantener congruencia entre los diferentes proyectos.

Las fases que integran la Metodología son:

Análisis
Infraestructura
Diseño
Construcción
Implantación

Además de las siguientes fases posteriores al desarrollo de sistemas:

Aseguramiento de la calidad
Mantenimiento

Las fases de análisis, diseño y construcción, describen las acciones requeridas para el desarrollo de sistemas, desde el establecimiento de la problemática a resolver, los nuevos requerimientos, el diseño de los componentes del sistema, la construcción y las pruebas de funcionamiento de la aplicación.

La fase de infraestructura, es responsable de diseñar la solución técnica óptima, así como identificar las necesidades de instalaciones físicas dentro del ambiente del usuario, considerando sus requerimientos y los recursos financieros. Formalizando además, los apoyos necesarios para las fases subsecuentes de la

metodología. Aquí se diseña y prepara el ambiente en el que residirá el equipo de cómputo y periféricos y se establecen en su caso los mecanismos de coordinación para su adquisición, instalación y pruebas de funcionamiento.

Una vez que se han concluido las fases anteriores, se inicia la fase de Implantación que proporcionará de manera conjunta las aplicaciones y el ambiente físico dentro de un sistema integrado. En esta fase se generan los mecanismos de monitoreo en producción de la nueva aplicación para determinar las acciones que permitan refinar el nuevo sistema y obtener el máximo rendimiento de los recursos. Apoya su operación y realiza la entrega formal de la aplicación al usuario.

Cada una de las tareas establecidas para cada fase contempla la generación de productos que documentan las acciones realizadas y garantizan consistencia en el contenido y presentación de los resultados de los diferentes proyectos.

Dado que esta metodología es aplicable tanto para los proyectos de sistemas de nueva creación como para los proyectos que involucren modificaciones o adecuaciones a sistemas ya existentes, en la descripción de las acciones a realizar en cada una de las tareas y actividades, se utilizan indistintamente los términos "nuevo sistema" y "nueva aplicación" para hacer referencia al resultado del proyecto de sistemas.

Finalmente, se revisarán las actividades a realizar para el aseguramiento de la calidad que incluyen: consideraciones del diseño que conducen a sistemas confiables y bien estructurados, herramientas específicas que usa el analista para mejorar la confiabilidad y la facilidad del mantenimiento, así como los métodos para diseño y documentación. Asimismo lo relativo al Mantenimiento; derivado de que los sistemas de cómputo y su plataforma tecnológica siempre están cambiando.

### **1.3.1 Análisis**

La fase de análisis tiene como propósito establecer y documentar los requerimientos de sistemas del proyecto, identificar las entidades, datos y procesos, así como sus relaciones y flujos de información. Se establecen los elementos esenciales de la organización que permiten elaborar un modelo que represente adecuadamente el funcionamiento de la aplicación y aseguren el buen diseño y construcción de la misma.

#### **Planeación de la fase de análisis**

Se detallan y programan las tareas específicas a efectuarse dentro de la fase considerando los aspectos establecidos en el planteamiento del proyecto. Asimismo se establece el equipo de trabajo que participará durante la fase y se identifica la participación y responsabilidades por parte del usuario.

### **Análisis de la situación actual**

Se recaba toda la información respecto al área o áreas que están en estudio para conocer su estructura organizacional. Se documenta con el organigrama, sus funciones y sus relaciones con otras áreas con las que comparte información. Se elabora el modelo del área para conocer los datos y los procesos que se llevan a cabo y las necesidades del área en cuanto a sistemas. Aquí también se analiza la información recopilada y se prepara una propuesta que contemple los requerimientos planteados para satisfacerlos de manera adecuada.

### **Modelado del sistema**

Comprende la elaboración del Modelo del Sistema propuesto, el cual considera todos los requerimientos y problemática documentada, así como los estándares y restricciones detectadas, para establecer la base para el diseño del nuevo sistema, asegurando que éste satisfice completamente las expectativas del usuario.

### **Creación de prototipos**

Se elaboran los prototipos del sistema para revisarlo con el usuario y asegurar que los requerimientos antes documentados fueron bien entendidos y que la propuesta que se presenta cubre las expectativas. El prototipo es una representación de lo que el sistema realizará, por lo que es importante la funcionalidad del mismo. En esta parte del proyecto, se obtiene una retroalimentación de información por parte del usuario durante la revisión del prototipo.

### **Aprobación**

Se integra el material producido durante la fase para su revisión final, efectuar las modificaciones que se consideren convenientes y obtener la aprobación por escrito de las actividades de la fase para continuar con el desarrollo de las siguientes fases.

### **1.3.2. Infraestructura**

La fase de infraestructura incluye todas las acciones relacionadas con la configuración, selección, evaluación e implantación de la Arquitectura Técnica y de las Instalaciones Físicas donde se instalará en caso de requerirse el equipo y en donde residirá la nueva aplicación. Para establecer todas las características necesarias, se debe tener un claro conocimiento del proyecto, de las necesidades, de los recursos disponibles y de las restricciones e incompatibilidades. Se deben considerar también los estándares de arquitectura e instalaciones del usuario para preparar y presupuestar los trabajos requeridos. Como parte de esta fase se revisan los planes de trabajo para las instalaciones físicas, de adquisición e instalación del hardware y software.

### **Planeación de la fase de infraestructura**

Se detallan y programan las tareas específicas a efectuarse dentro de la fase considerando los aspectos establecidos en el planteamiento del proyecto. Asimismo se establece el equipo de trabajo que participará durante la fase y se identifica la participación y responsabilidades por parte del usuario.

### **Documentación de la infraestructura actual**

Se documentan y analizan la Arquitectura Técnica y las Instalaciones Físicas existentes para determinar los recursos con los que se cuenta y establecer si es posible su aprovechamiento para el nuevo sistema.

### **Documentación de necesidades de infraestructura**

Considerando las características del proyecto, se documentan las necesidades de recursos informáticos y de instalaciones que permitan un adecuado funcionamiento del nuevo sistema y se definen las configuraciones requeridas para satisfacer las necesidades identificadas.

### **Establecimiento y selección de alternativas de arquitectura técnica**

Se identifican y documentan las posibles alternativas tecnológicas que den solución a los requerimientos establecidos, se definen los criterios de evaluación que permitan seleccionar la alternativa más adecuada y se realiza la selección de la Arquitectura Técnica.

### **Establecimiento y selección de alternativas de instalaciones físicas**

De acuerdo a las necesidades definidas y documentadas para cada configuración de Instalaciones Físicas, se establecen alternativas que cumplan con las especificaciones establecidas, y se definen los criterios de evaluación para llevar a cabo la selección más adecuada.

### **Integración de los planes de trabajo con terceros**

Una vez seleccionadas las configuraciones, tanto de Arquitectura Técnica como de Instalaciones Físicas, se incluyen en las acciones del proyecto, los planes de trabajo para la adquisición e instalación del equipo y para la adecuación del lugar donde residirá el nuevo sistema.

### **Aprobación**

En esta actividad se integra el material producido durante la fase para su revisión final, efectuar las modificaciones que se consideren convenientes y obtener la aprobación por escrito de las actividades de la fase para continuar con el desarrollo de las siguientes fases.

### 1.3.3. Diseño

En la fase de diseño es donde se definen las características específicas del nuevo sistema en base a los requerimientos identificados y documentados en la fase de análisis.

#### **Planeación de la fase de diseño**

Se detallan y programan las tareas específicas a efectuarse dentro de la fase considerando los aspectos establecidos en el planteamiento del proyecto. Asimismo se establece el equipo de trabajo que participará durante la fase y se identifica la participación y responsabilidades por parte del usuario.

#### **Estandarización**

Se realiza una revisión de los criterios, los lineamientos y las convenciones existentes para el diseño y construcción de sistemas, a efecto de identificar por una parte los estándares establecidos que son aplicables al proyecto y por otra parte definir y formalizar en su caso los estándares requeridos para asegurar claridad y confiabilidad en el desarrollo de la aplicación.

#### **Preparación de las estructuras de datos**

Las estructuras de datos son una representación detallada de los modelos de datos que fueron elaborados en la fase de Análisis. En esta actividad se preparan las estructuras de datos de acuerdo a los lineamientos o estándares establecidos, al manejador de bases de datos que se utilizará y al lenguaje en que será construida la aplicación.

#### **Preparación de las estructuras del sistema**

Se elabora la representación detallada del modelo de procesos establecido en la fase de análisis; generando las cartas estructuradas del sistema y los procesos en forma de procedimiento; se documentan los flujos, diálogos, interfaces y los aspectos de seguridad y control del sistema, además se establecen las especificaciones en pseudo código de acuerdo a las normas y políticas establecidas.

#### **Preparación del ambiente del usuario**

Se definen todos los aspectos que se refieren a la comunicación entre el usuario y el sistema, el diseño de las pantallas, formas y reportes que se obtendrán y los documentos de apoyo para que el usuario pueda obtener los mejores resultados del uso del sistema.

### **Diseño del plan de pruebas**

En esta parte del proyecto se establecen las pruebas que deberán realizarse al sistema, los tipos de prueba y criterios de aceptación y la forma en que serán realizadas para asegurar que el sistema esta funcionando de acuerdo a los requerimientos del usuario.

### **Diseño del plan de transición**

Se llevan a cabo las tareas de diseño de los planes de implantación, de capacitación a los usuarios y de redundancia y contingencia, además de diseñar los procedimientos de soporte y mantenimiento que permitirán en su conjunto una liberación adecuada del nuevo sistema.

### **Aprobación**

Se integra el material producido durante la fase para su revisión final, efectuar las modificaciones que se consideren convenientes y obtener la aprobación por escrito de las actividades de la fase para continuar con el desarrollo de las siguientes fases.

### **1.3.4. Construcción**

En esta fase se construye y prueba la aplicación tomando en cuenta los estándares establecidos y de acuerdo al diseño previamente elaborado. Las acciones a realizar comprenden la preparación de los casos de prueba que deben definirse antes de construir la aplicación para asegurar que los resultados de las pruebas se apeguen a lo que se espera del sistema; la construcción de la base de datos, la construcción de la aplicación, la elaboración de las ayudas del usuario y la ejecución de las pruebas a efecto de corroborar el adecuado funcionamiento del sistema.

### **Planeación de la fase de construcción**

En esta actividad, se detallan y programan las tareas específicas a efectuarse dentro de la fase considerando los aspectos establecidos en el planteamiento del proyecto. Asimismo se establece el equipo de trabajo que participará durante la fase y se identifica la participación y responsabilidades por parte del usuario.

### **Preparación de los casos de prueba**

Se preparan los casos de prueba para los diferentes componentes de la aplicación con el propósito de asegurar que funcionan de acuerdo a las especificaciones de diseño y a las especificaciones funcionales establecidas. Algunas de éstas pruebas sirven como base para las pruebas del sistema y aceptación del usuario.

### **Construcción de la base de datos**

En ésta actividad se construye la base de datos definida previamente y de acuerdo a los lineamientos y estándares establecidos.

### **Construcción de la aplicación**

En esta actividad de la fase es donde se genera el código de los módulos previamente definidos, tomando en cuenta las especificaciones que contienen los estándares, lineamientos y convenciones de codificación y los casos de prueba elaborados para obtener los resultados que se esperan de cada módulo de la aplicación.

### **Elaboración de la documentación del sistema**

En esta actividad se realiza la elaboración de las ayudas del usuario y se preparan todos los apoyos para la operación del nuevo sistema. Estos apoyos incluyen los manuales escritos y las ayudas en línea o tutoriales que contendrá la aplicación.

### **Depuración de la aplicación**

Después de que la codificación y prueba de los módulos ha sido concluida y los apoyos en línea han sido incorporados al sistema, se procede con las pruebas de la aplicación en forma integral a efecto de que todas las expectativas del sistema estén cubiertas antes de que las pruebas de aceptación del usuario se lleven a cabo.

### **Aprobación**

Se integra el material producido durante la fase para su revisión final, efectuar las modificaciones que se consideren convenientes y obtener la aprobación por escrito de las actividades de la fase para continuar con el desarrollo de las siguientes fases.

### **1.3.5. Implantación**

La fase de implantación tiene como objetivo principal poner en operación el nuevo sistema. Las acciones de esta fase incluyen la realización de las pruebas de aceptación, la instalación del nuevo sistema, el entrenamiento a los usuarios que van a operar la aplicación, la conversión de los datos existentes y la puesta en operación del nuevo sistema.

### **Planeación de la fase de implantación**

Se detallan y programan las tareas específicas a efectuarse dentro de la fase considerando los aspectos establecidos en el planteamiento del proyecto.

Asimismo se establece el equipo de trabajo que participará durante la fase y se identifica la participación y responsabilidades por parte del usuario.

### **Instalación de la aplicación**

Después de haber cumplido con todos los requisitos de las pruebas de aceptación del usuario de la aplicación, se realiza una revisión de los planes de instalación y se efectúa la instalación de la nueva aplicación en el ambiente de producción para que el nuevo sistema entre en operación.

### **Capacitación de los usuarios de la aplicación**

Se realiza la capacitación a los usuarios de la nueva aplicación en el acceso al sistema, actualización de datos, métodos de emisión de reportes, prácticas de recuperación de errores y en general en todos los aspectos de la operación, para asegurar que estén entrenados en su uso al momento de su implantación.

### **Monitoreo del sistema**

Se enfoca a encontrar aquellos aspectos del nuevo sistema que sólo se presentan cuando se encuentra en producción, para lograr un refinamiento que permita obtener el máximo aprovechamiento y rendimiento de los recursos de la aplicación. Se generan registros de la producción y se evalúan para obtener parámetros de refinamiento del nuevo sistema.

### **Aprobación**

Se integra el material producido durante la fase para su revisión final, efectuar las modificaciones que se consideren convenientes y obtener la aprobación por escrito de las actividades de la fase para continuar con el desarrollo de las siguientes fases.

### **Liberación de la aplicación**

Después de haber cumplido con las pruebas de aceptación del usuario, de haber instalado el equipo y la nueva aplicación, de haber preparado el ambiente de producción y de haber capacitado adecuadamente al personal que operará el nuevo sistema, se lleva a cabo la liberación de la aplicación y de esta forma concluir con la implantación del proyecto.

#### **1.3.6. Aseguramiento de la calidad.**

La calidad de un sistema depende de su diseño, desarrollo, prueba e implantación. Una debilidad en cualquiera de estas áreas pondría seriamente en peligro la calidad y el valor del sistema para sus usuarios.

Los objetivos operacionales de diseño de sistemas que siempre se buscan son la confiabilidad y la facilidad de mantenimiento del sistema:

### **Diseño de sistemas confiables.**

Se dice que un sistema tiene confiabilidad si no produce fallas costosas o peligrosas al usarse de manera razonable. Los sistemas no siempre se utilizan en la manera en que los diseñadores lo esperan. Existen cambios en las formas en que los usuarios usan el sistema y también en las operaciones de la organización, por lo que se deben dar ciertos pasos para garantizar que el sistema sea confiable cuando se lo instala y que la confiabilidad se pueda mantener después de la implantación.

### **Enfoques de la confiabilidad**

El sistema debe cumplir con los requerimientos de los usuarios o clientes. La confiabilidad sólo es posible si se lleva a cabo una determinación completa y efectiva de los requerimientos del sistema:

**Prevención de errores.-** Previene la ocurrencia de errores en el software.

**Detección y corrección de errores.-** Reconoce los errores cuando los encuentra, los corrige o detiene el efecto del error de tal manera que el sistema no falla.

**Tolerancia de errores.-** Reconoce los errores cuando aparecen, pero permite que el sistema siga trabajando con una ejecución degradada o aplicando reglas que instruyen al sistema para que continúe el proceso.

### **Causas de los errores**

El costo de corregir un error entre proveedor y cliente antes de firmar el contrato, es mucho menor que si el error se detecta en la entrega al cliente del producto/servicio terminado. El espíritu de los Sistemas de Calidad es prevenir errores para evitar estas filtraciones y pérdidas económicas. A continuación se presentan los errores más comunes en el desarrollo de sistemas que se deben evitar:

- No obtener los requerimientos correctos.
- No entender correctamente los requerimientos.
- No traducir los requerimientos de una forma clara y entendible, de manera que se implanten correctamente.

### 1.3.7. Mantenimiento

Los programas de computadoras siempre están cambiando. Hay que solucionar errores, añadir mejoras y llevar a cabo optimizaciones. No solo hay que cambiar la versión actual, sino también la del año pasado y la del año que viene. Además de los problemas que requieren la realización de cambios para solucionarlos, el hecho mismo del cambio lleva a problemas adicionales.

El mantenimiento del software existente puede llevarse hasta el 60 por ciento de todo el esfuerzo destinado por una organización para el desarrollo de sistemas.

Como el cambio es inevitable cuando se construyen sistemas basados en computadora, es necesario desarrollar mecanismos para evaluar, controlar y hacer las modificaciones. Es por esto que se deberán realizar diseños fáciles de mantener, para reducir la necesidad de mantenimiento, al igual que para hacer posible que se realicen las tareas esenciales más eficientes, para tal efecto se deberá considerar:

1. Definir con precisión los requerimientos del usuario durante el desarrollo del sistema.
2. Preparar lo mejor posible la documentación del sistema.
3. Usar métodos efectivos para el diseño de la lógica del procedimiento y comunicárselo a los miembros del equipo del proyecto.
4. Hacer el mejor uso de las herramientas y técnicas existentes.
5. Dirigir el proceso de ingeniería de sistemas en forma efectiva.

Debido a la importancia de este rubro se incluyen dentro de este trabajo dos capítulos referidos al mantenimiento de sistemas que son:

- **Análisis de requerimientos:** que si bien no es el mantenimiento por si mismo es la base fundamental para obtener el mejor análisis y diseño de un sistema que garantice un fácil mantenimiento del mismo.
- **Mantenimiento y control de cambios:** habrá que dedicar un esfuerzo importante para allanar la problemática que se presente, considerando los siguientes aspectos: fallas del software, evolución del software y hardware, nuevos requerimientos de los usuarios, cambio de software, entre otros.

## 2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

La tarea de análisis de requerimientos es un proceso de descubrimiento y refinamiento. Tanto el que desarrolla el software como el cliente, tienen un papel activo en la especificación de requerimientos. El cliente intenta reformular su concepto, algo nebuloso, de la función y comportamiento de los programas en detalles concretos. El que desarrolla el software actúa como interrogador, consultor y el que resuelve los problemas.

El análisis y especificación de requerimientos puede parecer una tarea relativamente sencilla, pero las apariencias engañan. Puesto que el contenido de comunicación es muy alto, abundan los cambios por mala interpretación o falta de información.

El objetivo del análisis de sistemas es comprender situaciones, no resolver problemas. Por tanto se debe hacer hincapié en la investigación y el cuestionamiento para conocer como opera el sistema e identificar los requerimientos que tienen los usuarios para modificarlo o proponer uno nuevo. Sólo después de comprender en su totalidad el sistema y/o procedimientos, se está en posición de analizarlo y generar recomendaciones para el diseño de sistemas.

### 2.1 Preparación para elaborar el análisis del sistema.

Con el objeto de poder entender las necesidades de sistematización de una organización es importante realizar un diagnóstico integral de la misma que permita conocer la situación actual; sistemas funcionando, en desarrollo y requerimientos y problemática existente, así como su infraestructura tecnológica.

Para tal efecto se deberá realizar una serie de reuniones en tres niveles: La alta gerencia (toma de decisiones), mandos medios (supervisión y coordinación) y personal técnico (conocedores del negocio), con el objeto de abarcar todos los niveles de conocimiento de la organización y para que se obtenga un diagnóstico apegado a la realidad y que sirva de base para la toma de decisiones.

La forma en que se lleva a cabo la investigación de sistemas es la que determina si se reúne la información apropiada. A su vez, tener la información correcta influye en la calidad de la aplicación.

La importancia del diagnóstico estriba en que permite conocer el universo total que debe ser sistematizado y que a su vez se pueda fragmentar para su desarrollo, no importando que existan diferentes líderes de proyecto coadyuvando en la sistematización de la organización, todos están trabajando hacia un mismo fin y con los mismos estándares.

## 2. Análisis de Requerimientos

---

Con el diagnóstico se deberán determinar las prioridades de sistematización ya sea que se quiera sistematizar toda el área, o sólo aquellas que a la fecha del diagnóstico no estén sistematizadas.

### 2.1.1 Determinación de requerimientos.

Una vez que al analista se le asignó el sistema o subsistema a desarrollar, entendiéndose como sistema el correspondiente a toda la organización, los primeros elementos que debe considerar para el análisis son: el diagnóstico de la organización, las funciones del área a sistematizar, conocer las reglas del negocio y situación actual, antes de establecer las entrevistas con el usuario o cliente.

Prever las características del sistema con base a experiencias anteriores. Esto puede llevar al analista a investigar áreas y aspectos que de otra forma no serían tomados en cuenta.

También se tendrá que considerar que en las empresas, los departamentos dependen unos de otros para brindar servicios, fabricar productos y satisfacer a los clientes. Por consiguiente, el trabajo hecho en un departamento afecta al de los otros, por lo que se deberán evaluar las implicaciones para los demás departamentos con los que interactúa el sistema o área bajo investigación.

### 2.1.2 Técnicas para encontrar hechos

Los analistas emplean la **entrevista** para reunir información proveniente de personas o grupos ya que estos tienen el conocimiento del sistema en estudio. Es importante recordar que los entrevistados y los analistas conversan durante una entrevista, es decir no se interroga a los primeros. La entrevista se deberá hacer, preferentemente, del nivel más alto al más bajo.

Es conveniente, preparar un **cuestionario** que se deberá aplicar en las entrevistas a los diferentes niveles que vaya a entrevistar con el objeto de conocer los requerimientos del cliente y su problemática. La aplicación de los cuestionarios se deberá hacer a todos los niveles existentes en ese fragmento de la organización.

Se deberán **revisar Manuales** de Organización, de procedimientos, reglamentos, etc. Ya que esta información indica la forma en que se desarrollan las actividades en realidad.

Por último, la **observación** permite obtener información de primera mano sobre la forma en que se efectúan las actividades.

### 2.2 Análisis del flujo de datos.

Con todos los elementos ya mencionados, el analista cuenta con el conocimiento del sistema encomendado y está preparado para elaborar el análisis del mismo que deberá concluir con el prototipo que presente al cliente responsable del sistema. Es recomendable que el prototipo se presente a los mismos niveles entrevistados; esto es, del nivel técnico a la alta gerencia, es recomendable que se haga en ese orden.

Para auxiliarse en el análisis se deberá realizar el estudio y documentación del sistema actual utilizando para ello técnicas para encontrar hechos, análisis de flujos de datos y análisis de decisión, diagramas de contexto del sistema hasta sus mínimas especificaciones. Si existe algún problema de definición del sistema se deberá acudir con el cliente que se sabe tiene la respuesta, para aclarar cualquier situación por mínima que parezca y nunca tomar la decisión por parte del analista.

#### 2.2.1 Diagramas de flujo de datos.

Con el fin de comprender el movimiento lógico de los datos a través de la organización, los analistas de sistemas se apoyan en los diagramas de flujos de datos (DFD), que al ser instrumentos de análisis y diseño, permiten concebir de manera visual a los sistemas y subsistemas, como un conjunto de flujo de datos relacionados entre sí.

El enfoque de flujo de datos presenta las siguientes características principales:

- Libertad de contar con rapidez con una implantación técnica del sistema.
- La comprensión adicional de la relación existente entre los sistemas y los subsistemas.
- La comunicación a los usuarios del estado actual del sistema, mediante los diagramas de flujo de los datos.

Para representar el flujo en un diagrama de flujo de datos se utilizan los símbolos que se presentan en la Figura 2.1. Son un cuadrado doble, una flecha, un círculo, un rectángulo abierto por una de sus caras y finalmente otro cuadrado doble pero con línea discontinua.

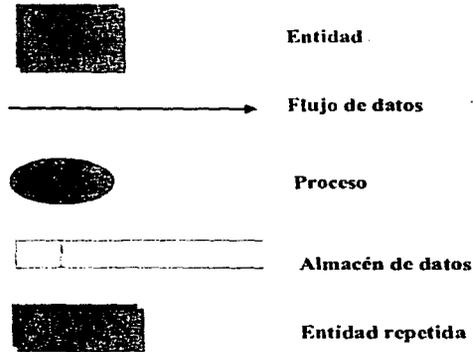


Figura 2.1

El cuadrado doble representa una entidad externa que generalmente son las áreas de la organización y algunas otras externas, que están involucradas en los procedimientos del sistema que dan o reciben información. El cuadrado doble con línea discontinua se utiliza para representar una entidad repetida que es útil para poder visualizar de forma más clara los diagramas de flujo.

La flecha representa el movimiento de datos de una entidad a un proceso o a un almacén de datos. El flujo de información que ocurre de manera simultánea se puede representar por medio de dos flechas paralelas. Cada flecha se define con un nombre apropiado correspondiente del flujo de datos.

Por último, el símbolo de almacenamiento de datos, indica un depósito de datos, el cual permite la adición y acceso de los datos.

El **Diagrama de contexto** presenta un esbozo del sistema, donde sólo se involucran las entidades, los procesos y sus flujos de datos en su forma más general. Este debe ser el primer diagrama que se debe elaborar.

Después, los diagramas de flujo de datos presentarán el enfoque más amplio posible de las entradas, los procesos y las salidas del sistema que se estudia. A esto se le denomina diagrama cero. Los niveles sucesivos de un diagrama de flujo de datos se dividen o descomponen en subprocesos.

**Ejemplo:** un grupo de médicos y cirujanos se asociaron para colaborar como un grupo. Piensan que si trabajan en colaboración, podrán cubrir la ausencia de un médico sin interrumpir el tratamiento del paciente. También intentan incrementar sus ganancias por medio de la centralización de funciones comunes, tales como la

facturación, la programación de las citas, el pago de gastos indirectos por áreas de oficinas y el pago de seguros y suministros.

En base a la información proporcionada por los médicos enfermeras y personal administrativo, se obtuvo el siguiente diagrama que se presenta en la Figura 2.2.



Figura 2.2

Después de elaborar el diagrama de contexto se procede a construir el diagrama cero que incluye todos los procesos del sistema con sus relaciones, ver Figura 2.3. Cabe hacer notar que el diagrama de flujo de datos va de lo general a lo particular, con el objeto de que se entiendan, se conozcan todas las características del sistema y sirva para elaborar la base de datos correspondiente.

**Diagrama 0. Sistema de Cobro**

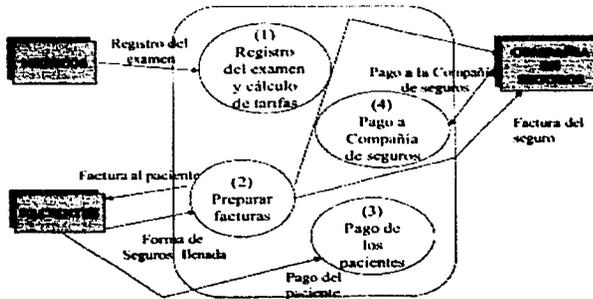


Figura 2.3

## 2. Análisis de Requerimientos

Obsérvese que la implantación física del sistema no se cubre a propósito, con el fin de concebir de forma libre el movimiento de los datos a lo largo del sistema, sin limitarse por tratar de definir si los procesos fuesen automatizados o manuales.

Además, obsérvese que la lógica para el cálculo de las tarifas y los procesos no se documentan con los diagramas de flujos de datos, sin embargo, más adelante se tendrá que definir tal lógica.

Como se comentó, el diagrama de flujo de datos va de lo general a lo particular por esto a partir del diagrama cero este ejemplo se abrirá en cuatro diagramas, es decir uno por cada proceso. Cada uno de estos diagramas se abrirá de acuerdo a cada subproceso involucrado, así hasta llegar a las mínimas especificaciones. Para este ejemplo observar en la Figura 2.4 que se presenta el diagrama de flujo correspondiente al proceso dos PREPARAR FACTURAS. Se deberá hacer lo mismo con los otros 3 procesos.

### Diagrama 2. Preparar Facturas

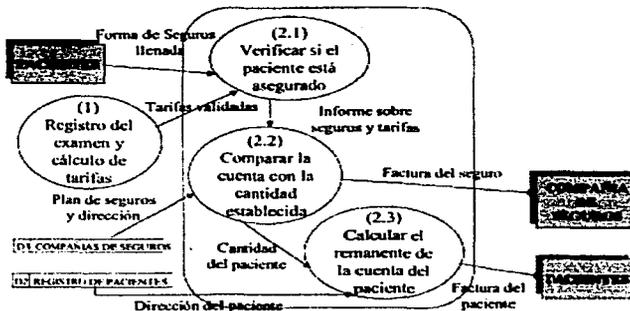


Figura 2.4

En esta etapa del análisis, no es apropiado especificar el cómo. Mientras que las entradas y las salidas básicamente son las mismas, el número de procesos se expande para revelar una mayor complejidad del sistema. Como se ha observado los diagramas de flujo de datos pueden descomponerse aún más y dar una imagen muy detallada del flujo de la información.

#### 2.2.2 Desarrollo de diagramas de flujos de datos.

A continuación se resumen los pasos involucrados para la elaboración eficaz de un diagrama de flujo:

## 2. Análisis de Requerimientos

1. Desarrollar el diagrama de flujo de datos mediante el enfoque descendiente (General a lo particular).
  - Hacer una lista de las entidades externas, los flujos de datos, los procesos y los almacenes de datos. Esto determinará el límite del sistema que se desarrolle.
  - Dibujar un diagrama de flujo de datos básico que ilustre exclusivamente los aspectos generales.
2. Cubrir los detalles.
  - Por pasos añadir más detalles a cada proceso.
  - Indicar excepciones cuando estas se requieran.
3. Dibujar de nuevo los diagramas y volver a definir todos los símbolos por medio de nombres significativos.

### De lo general a lo particular

El diagrama de flujo puede iniciarse a partir de la narración del sistema organizacional con el diagrama de contexto. Después, el diagrama del nivel cero debe tener una visión que incluya lo básico de las entradas, los procesos y las salidas. Este será el diagrama más general del movimiento de los datos a lo largo del sistema.

Con un enfoque de lo general a lo particular los diagramas se mueven de lo general a lo específico.

### Detalles

Se deberán llenar los diagramas de flujo de datos agregando los detalles de cada uno de los procesos. Mediante la descomposición de los diagramas se obtiene un mayor grado de detalle. Cuando se dibuja el primer diagrama, las entradas y las salidas se definen y se mantienen constantes a lo largo de los diagramas consecutivos.

En cada nivel de descomposición, se agregaran nuevos almacenes de datos y nuevos flujos de datos.

Es conveniente, que los diagramas de flujo de datos se utilicen como instrumento para solicitar más requerimientos específicos a los usuarios y sólo se considerarán concluidos, hasta que estén revisados por ambas partes.

## **2. Análisis de Requerimientos**

### **Último paso para la elaboración de los diagramas de flujo.**

Una vez aclarados todos los diagramas de flujo con el usuario se volverán a dibujar y rotular de manera significativa.

Los rótulos no deben ser muy genéricos, ya que todos los modelos generales de sistemas se apegan a la configuración de entrada, proceso y salida, entonces los rótulos de los diagramas de flujo de datos deben ser más específicos que este último.

Como alta prioridad debe mantenerse una denominación efectiva, de tal forma que aquellas personas poco familiarizadas con el sistema, tan pronto tengan acceso a los diagramas de flujo de datos y con un mínimo de capacitación, sean capaces de comprender su contenido.

La efectividad de los diagramas de flujo es que mantiene su consistencia página a página.

### **Uso de los diagramas de flujo de datos**

Los diagramas de flujo de datos son de gran utilidad en el análisis y diseño de procesos, de inicio se deberán detallar para establecer los requisitos de la información que permitan obtener una visión global de las corrientes de datos del sistema que como resultado dará una perspectiva visible no disponible en datos narrados.

Una vez que se descomponen los diagramas de flujos de datos originales se deberán utilizar para una interacción adicional con los usuarios.

Después, habrá que incorporar las modificaciones del usuario.

Finalmente, los diagramas de flujo de datos sirven para documentar al sistema.

Una vez concluidas las especificaciones con los diagramas de flujo de datos se deberá realizar el análisis que describe el sistema para determinar qué tan bueno es su desempeño, qué requerimientos se deben satisfacer y las estrategias para alcanzarlos, para esto se deberá elaborar la base de datos correspondiente.

## **2.3 Normalización**

El análisis de requerimientos de una base de datos incorpora las mismas tareas que el análisis de requerimientos del software. Es necesario un contacto estrecho con el cliente; es esencial la identificación de las funciones e interfaces; se requiere la especificación del flujo, estructura y asociatividad de la información y debe desarrollarse un documento formal de los requerimientos.

## **2. Análisis de Requerimientos**

Con el objeto de validar el análisis de requerimientos y que sirva de base para la construcción del prototipo, es fundamental que se diseñe la base de datos del sistema en cuestión.

El modelo relacional es en la actualidad el más popular en los sistemas de manejo de base de datos, puesto que es conceptualmente sencillo; puede evolucionar, ya que las relaciones entre los datos no necesitan estar predefinidas, además utiliza valores de los datos para implicar las relaciones, como se vio en el Marco Conceptual.

La normalización es una técnica para organizar los datos y evitar errores y fallos de diseño ya que mantiene su integridad y evita la redundancia. Esta técnica es muy importante porque permite definir a las entidades de la base de datos con todos los requerimientos obtenidos de los usuarios, enriquecer estos dado que proporciona una visión de las relaciones entre entidades que le da la verdadera dimensión al flujo de datos y a su vez cuestionar al análisis del sistema en algunos puntos que no haya sido del todo completo o claro.

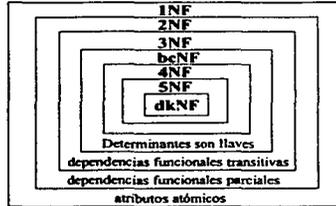
El proceso de normalización identifica los datos redundantes que pueden existir en la estructura lógica, determina llaves únicas necesarias para el acceso a los elementos de datos y ayuda a establecer las relaciones necesarias entre ellos.

La normalización se lleva a cabo por cuatro razones:

- Estructurar los datos de forma que se puedan representar las relaciones pertinentes entre los datos.
- Permitir la recuperación sencilla de los datos en respuesta a las solicitudes de consultas y reportes.
- Simplificar el mantenimiento de los datos actualizándolos insertándolos y borrándolos.
- Reducir la necesidad de reestructurar o reorganizar los datos cuando surjan nuevas aplicaciones.

Existen tres formas normales básicas conocidas como 1NF, 2NF y 3NF, más otras tres que fueron añadidas con posterioridad (bcNF, 4NF y 5NF), como se observa en la Figura 2.5:

### NORMALIZACION ESQUEMA DE FORMAS NORMALES



Universo de relaciones

Figura 2.5

En realidad, BCNF no es más que un intento de tapar los huecos de la 3NF. Las dos restantes, 4NF y 5NF no fueron definidas por Codd, sino por R. Fagin, por lo que sólo se exponen las tres formas normales básicas.

Dependiendo de su estructura, una tabla puede estar en primera, segunda o tercera forma normal.

#### 2.3.1 Primera forma normal (1NF).

Se dice que una relación está en 1NF si no tiene grupos repetitivos, es decir todos los atributos dependen funcionalmente de la llave.

Las relaciones en 1NF presentan anomalías como la falta de consistencia y de integridad en los datos, en las operaciones de instalación y eliminación, provocadas por la existencia de redundancia en la información.

En la Figura 2.6, se observan las tablas sin normalizar y en la Figura 2.7 se presentan en primera forma normal considerando dos entidades (Factura y Detalle-Factura). Esto se lleva a cabo quitando el grupo de repetición y creando un archivo o relación aparte, que contenga al grupo de repetición. El registro original y el nuevo, se interrelacionarán mediante un punto común de los datos.

**REGISTRO SIN NORMALIZAR  
EJEMPLO**

**FACTURA**

NÚMERO-FACTURA	FECHA-FACTURA	NÚMERO-CUENTE	NOMBRE-CUENTE	DIR. CUENTE	NÚMERO-PRODUCTO	NOMBRE-PRODUCTO

+

CANTIDAD-FACTURADA	PRECIO-UNITARIO-PRODUCTO	TOTAL-PRODUCTO	TOTAL-FACTURA

Figura 2.6

**INF**

**ELIMINAR ATRIBUTOS REPETITIVOS  
(NO ATOMICOS)**

NÚMERO-FACTURA	FECHA-FACTURA	NÚMERO-CUENTE	NOMBRE-CUENTE	DIR. CUENTE	TOTAL-FACTURA

**DETALLE-FACTURA**

NÚMERO-FACTURA	NÚMERO-PRODUCTO	NOMBRE-PRODUCTO	CANTIDAD-FACTURADA	PRECIO-UNITARIO-PRODUCTO	TOTAL-PRODUCTO

Figura 2.7

• **Dependencias funcionales.**

Para definir formalmente la segunda forma normal se requiere saber que es una dependencia funcional: un atributo es funcionalmente dependiente si su valor está asociado de manera única con un atributo específico.

La clasificación de una relación como de primera, segunda o tercera forma normal, se basa en las dependencias funcionales que existan entre los atributos o dominios particulares a esa relación.

La dependencia funcional se representa así:

A -----> B

La dependencia funcional es una relación en un solo sentido, si "A" determina a "B", "B" no necesariamente determina a "A".

**Dependencia funcional completa.** Un atributo es completamente dependiente de otro atributo o combinación de atributos, si el determinante de la dependencia funcional está compuesto del menor número de atributos posibles, para mantener la dependencia funcional.

### 2.3.2 Segunda forma normal (2NF).

Una relación está en 2NF si está en 1NF y cada atributo que no pertenezca a la llave tiene una dependencia funcional completa de esta.

Las relaciones en 2NF no están exentas de anomalías en altas, bajas y actualizaciones, por lo cual no son la meta de una base de datos bien normalizada (dependencias transitivas).

Para alcanzar la segunda forma normal, cada campo del registro que no dependa de la llave primaria debe quitarse y utilizarse para formar una relación aparte.

En la Figura 2.8, se presenta al grupo de atributos en segunda forma normal considerando tres entidades (Factura, Detalle-Factura y Producto):

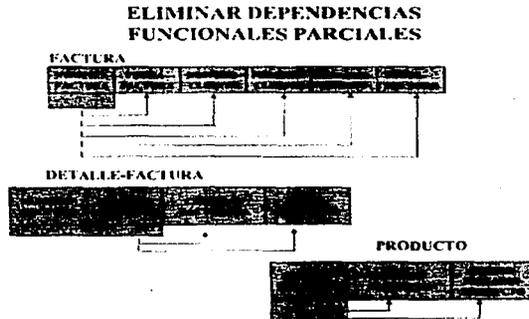


Figura 2.8

2.3.3 Tercera forma normal (3NF).

- Una relación está en 3NF si esta en 2NF y cada atributo que no pertenezca a la clave no depende transitivamente de ella.

Dependencias transitivas:



- A, B y C son tres datos en un registro
- Si C es funcionalmente dependiente de B y
- B es funcionalmente dependiente de A,
- entonces C es funcionalmente dependiente de A.
- Por lo tanto, existe una dependencia transitiva.

Finalmente, se observa en la Figura 2.9 al grupo de atributos en tercera forma normal considerando cuatro entidades (Factura, Cliente, Detalle-Factura y Producto):

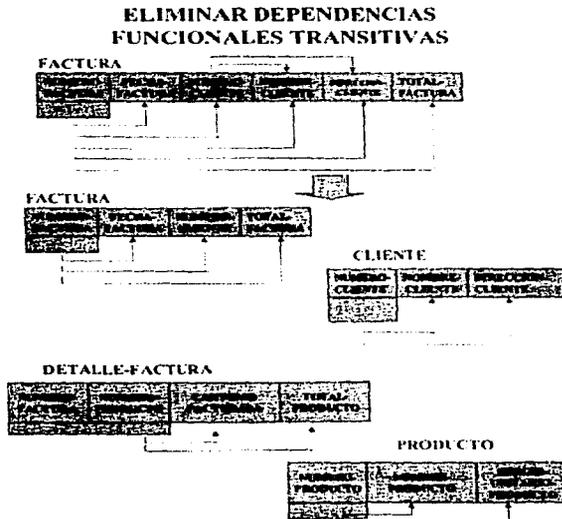


Figura 2.9

La comprensión de cómo eliminar las dependencias transitivas requiere de un buen conocimiento de la relación entre los datos y las actividades empresariales

en las que se utilizan. Los diseños del archivo y bases de datos deben modelar a la organización a la que soportan. Estas decisiones no se pueden hacer en busca de satisfacciones técnicas o de almacenamiento.

### 2.4 Modelo Entidad-Relación (E-R).

El modelo de datos Entidad-Relación (E-R) está basado en una percepción de un mundo real que consta de una serie de objetos existentes llamados entidades, y de relaciones entre estos objetos. La aplicación del modelo tiene lugar primordialmente en el diseño de bases de datos permitiendo especificar un esquema empresarial que representa la estructura lógica general de la base de datos.

Una **entidad** es un objeto que existe y que puede distinguirse de otros. La distinción se logra relacionando cada objeto con una serie de **atributos** que lo describen. Una **relación** es una asociación entre varias entidades.

La **cardinalidad** es el número de entidades con las que se puede vincular una entidad por medio de un conjunto de relaciones.

Una tarea importante dentro de la modelación de base de datos consiste en especificar la forma en que se van a distinguir las entidades y las relaciones. Conceptualmente, las entidades y relaciones individuales son distintas, pero desde el punto de vista de la base de datos, su diferencia debe expresarse en términos de sus atributos. Para hacer estas distinciones, a cada entidad se le asigna una **llave primaria**. La llave primaria es un conjunto de uno o más atributos que, juntos, permiten identificar en forma única una entidad o relación. Es posible que una entidad no cuente con suficientes atributos para formar una llave primaria. Las entidades de este tipo se denominan **entidades débiles**; una entidad que tiene una llave primaria se llama **entidad fuerte**.

A continuación se observa, en la Figura 2.10, la forma gráfica de representar las entidades, así como las diferentes formas de representar las relaciones de uno a muchos es la siguiente:

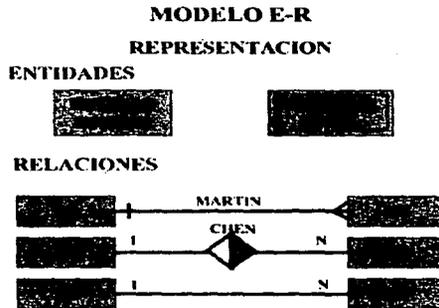


Figura 2.10

#### 2.4.1 Modelación gráfica de datos. Diagramas E-R (DER).

Para cada entidad y para cada relación su objetivo es mostrar las entidades que participan o interesan del mundo real que quiere ser expresado por medio de datos y como se relacionan dichos objetos. Los diagramas de flujo de datos (DFD's) muestran procesos y entidades de interés que se utilizan para el modelado de datos.

La modelación E-R es una forma valiosa de obtener información y adentrarse en la estructura de datos requeridos (Análisis). Es usado en todas las herramientas CASE como método de análisis y diseño. A continuación se presenta una breve descripción de cómo se construyen estos modelos:

##### Construcción

La construcción de un diagrama Entidad-Relación sigue una secuencia de pasos, que es iterativo.

**Primero:** Identificar y listar las entidades de interés acerca de las cuales se quieren almacenar datos.

Ejemplo: clientes, productos, inventarios proveedores, ventas, órdenes de ventas.

Se construye un bloque para cada entidad identificada y se distribuyen espaciadamente. Los nombres de las entidades se ponen dentro del bloque y deben ser en singular.

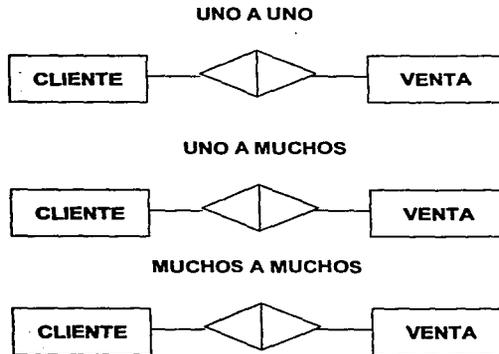
**Segundo:** Se identifican las asociaciones de cada entidad con respecto a las demás y se dibuja la relación entre ellas.

**Tercero:** En caso de existir relación entre dos entidades es necesario verificar la conectividad o sea la manera en que se asocian. La asociación se hace analizando para un elemento de una entidad, cuantos elementos de la otra entidad están relacionados y en sentido contrario. De esta manera, se pueden identificar tres tipos de relaciones de acuerdo a su conectividad:

### Relaciones

- Uno a uno
- Uno a muchos
- Muchos a muchos

En la Figura 2.11 se presentan gráficamente las relaciones de arriba.



**Figura 2.11**

**Cuarto:** Se analiza opcionalidad. Algunas veces dos entidades "pueden" estar relacionadas pero no con todas sus ocurrencias. Esto es una relación opcional. Es importante definir las relaciones opcionales cuando se busca cumplir con la integridad referencial, como se puede observar en la Figura 2.12.

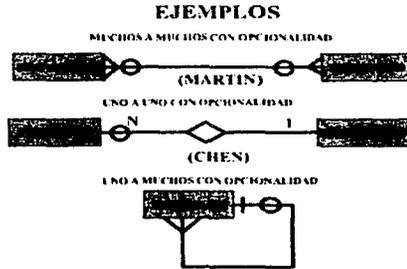


Figura 2.12

Uno de los conceptos más importantes acerca del análisis ER es que una relación de muchos a muchos debe ser siempre dividida en dos relaciones de uno a muchos y se crea una intersección. A la entidad intersección se da un nombre de algo lógico que relacione a ambas entidades originales.

En el caso de relaciones de uno a uno, es necesario preguntarnos si ambas entidades de la relación son en realidad entidades separadas o pueden ser combinadas en una sola. En la práctica no se utilizan, se convierten en atributo de la entidad correspondiente.

Finalmente, uniendo todas éstas consideraciones, se finaliza con un D E-R "resuelto", como se observa en la Figura 2.13:

Se crearon 7 entidades relacionadas entre si, todas las relaciones son de uno a muchos, con tres entidades que se crearon del resultado de dos relaciones de muchos a muchos (Envíos, Artículo Vendido y Orden de compra).

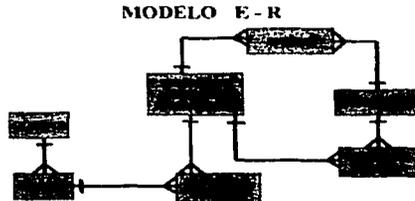


Figura 2.13

Finalmente, la mayor parte de las dudas de diseño son dudas de análisis. El diseño se convierte entonces en un auditor del análisis.

### 2.4.2 Modelo Entidad-Relación Extendido (Modelo EER)

Aunque los conceptos básicos de E-R pueden modelar la mayoría de las características de las bases de datos, algunos aspectos pueden ser más adecuadamente expresados mediante ciertas extensiones del modelo E-R básico, ya que presenta ciertas limitaciones semánticas.

Ventajas del Modelo ER Extendido:

- Elimina limitantes semánticas del modelo ER.
- Permite crear y representar un modelo muy completo, que refleja casi fielmente la realidad.
- Sobre este Modelo es posible contestar cualquier pregunta del diseño de la base de datos y validar si este es o no un modelo apropiado de la realidad.

Los conjuntos de relaciones entre conjuntos de entidades íntimamente relacionados pueden expresarse por medio de la **generalización** y la **especialización**, que son relaciones de contención existentes entre un conjunto de entidades de alto nivel y uno o más conjuntos de entidades de más bajo nivel, como se destaca en la Figura 2.14. La generalización es el resultado de la unión de dos o más conjuntos de entidades mutuamente excluyentes (de bajo nivel) para producir un conjunto de entidades de más alto nivel, mientras la especialización es el resultado de tomar un subconjunto de entidades de alto nivel para formar un conjunto de entidades de más bajo nivel. Sólo existen ligeras diferencias entre la generalización y la especialización. En la generalización, cada entidad de alto nivel debe ser también una entidad de bajo nivel, mientras que en la especialización esta condición no existe.

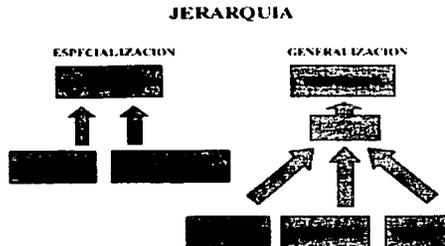


Figura 2.14

### 2.4.3 Diagrama del Modelo EER

Para construir un diagrama EER se usan los siguientes elementos básicos de construcción:

1. Grado de una relación
2. Conectividad
3. Clase de membresía
4. Objetos para entidades y relaciones

#### 1.- Grado de una relación.

Es el número de entidades asociadas a una (o por una) relación. Una relación "*n*-aria" es una relación de grado "*n*", como puede observarse en la Figura 2.15.

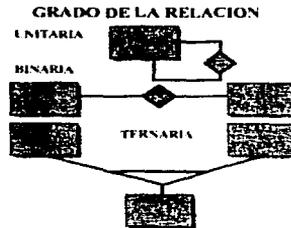


Figura 2.15

#### 2.- Conectividad.

Especifica el mapeo o asociación entre las ocurrencias de las entidades asociadas por la relación. Los valores para la conectividad son "uno" o "muchos".

El número actual asociado con el término "muchos" es llamado la cardinalidad de la conectividad.

Al igual que en el Modelo Entidad-Relación ER existen 3 tipos:

- Uno a uno
- Uno a muchos
- Muchos-a-muchos

#### Relaciones "*n*-arias" con $n > 2$

Se usa un polígono con *n* lados como puede observarse en la Figura 2.16. Cada entidad conecta con una esquina del polígono. Permite mostrar explícitamente cada entidad asociada a la relación, y si ella está relacionada "uno" o "muchos" a

## 2. Análisis de Requerimientos

las otras entidades. La esquina sombreada denota "muchos", y la esquina no sombreada denota "uno".

### GRAFICA DE CONECTIVIDAD

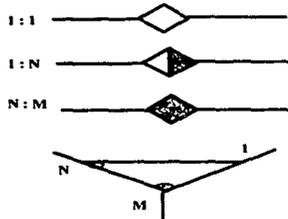


Figura 2.16

### 3.- Clase de membresía de una relación.

Especifica si el lado "uno" o el lado "muchos" en la relación, es obligatorio u opcional, como puede observarse en la Figura 2.17. Si debe existir una ocurrencia de la entidad en el lado "uno" o "muchos" de la relación; para esta entidad, la clase de membresía es obligatoria. Cuando no se requiere que una ocurrencia de esa entidad exista, su clase de membresía es opcional.

### CLASE DE MEMBRESIA DE UNA RELACION

#### OBLIGATORIA



#### OPCIONAL



Figura 2.17

### 4.- Elementos para entidades y relaciones.

Las relaciones "*n-arias*" y las Entidades asociadas a esas relaciones. La abstracción sobre estos objetos puede generar, jerarquías de especialización o de generalización.

#### Método de construcción.

**Paso 1.-** Clasificar entidades y atributos.

## 2. Análisis de Requerimientos

Es fácil definir el concepto de entidad atributo y relación, pero no lo es al distinguir sus papeles en el diseño o modelación de una base de datos. La siguiente es una guía para clasificar entidades y atributos, con la idea de obtener un diseño de base de datos eficiente:

- Clasificar algunos objetos de datos como entidades.
- Asociarles identificadores y descriptores.
- Encontrar alguna violación a los lineamientos definidos previamente (atributos multivaluados).
- Cambiar objetos de entidades a atributos o de atributos a entidad; asociar nuevo atributos a las nuevas entidades, etc.

**Paso 2.-** Identificar las jerarquías de especialización y generalización.

Si se detectan jerarquías de generalización o especificación, habrá que reasociar atributos a las entidades relevantes.

**Paso 3.-** Definir relaciones.

Se tratará ahora con objetos que no fueron clasificados como entidades o atributos como se podrá observar en la Figura 2.18, pero que representan asociaciones entre objetos, a estos se les definirá como relaciones.

Las relaciones redundantes deben ser eliminadas.

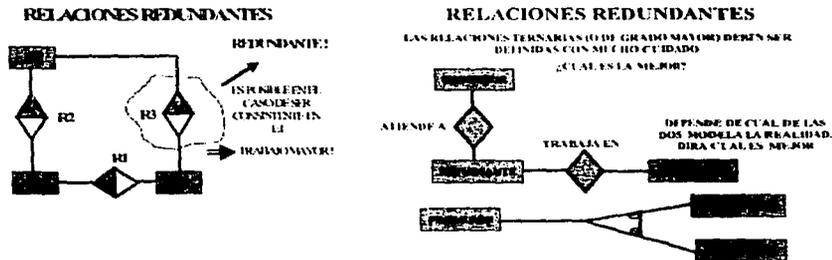


Figura 2.18

**Paso 4.-** Conversión del modelo a tablas relacionales.

### 2.5 Diccionario de datos.

Hasta ahora sólo se han considerado las representaciones de las propias relaciones. Un sistema de bases de datos relacionales necesita tener datos sobre las relaciones, como el esquema de las mismas. Esta información se denomina diccionario de datos o catálogo del sistema.

En general, los sistemas administradores de bases de datos tienen incorporado un diccionario de datos automatizado. Una manera de saber lo que debe contener, es visualizar como llegará a utilizarse. Es el elemento básico de referencia para localizar los nombres de los atributos de los datos utilizados en todo el sistema de organización. Por esto deberá incluir todos los datos sencillos; sin embargo, conviene visualizar como evolutiva a la documentación. Mientras que un diccionario de datos puede incluir numerosos elementos, nunca estará concluido. De hecho, deberá actualizarse cada vez que se hagan cambios, como ocurriría para cualquier otro tipo de documentación.

El diccionario de datos contiene descripciones de datos y estructuras, así como de los procesos del sistema. Su finalidad es ayudar a los analistas a comprender el sistema, ya que estos recuperan la descripción y detalle que contienen; por otra parte pone a disposición de los que intervienen en el diseño de sistemas, información sobre longitud de los datos, diferentes nombres para el mismo dato (alias), y los datos utilizados en los procesos específicos. También guarda información sobre aspectos para validar que sirven como guía a los analistas, al especificar los controles para aceptar datos por parte del sistema.

Los diccionarios de datos se utilizan fundamentalmente:

- Para manejar los detalles en sistemas grandes.
- Para comunicar un significado común para todos los elementos del sistema.
- Para documentar las características del sistema.
- Para facilitar el análisis de los detalles con la finalidad de evaluar las características y determinar dónde efectuar cambios en el sistema.
- Localizar errores y omisiones en el sistema.

#### 2.5.1 Forma de archivos y campos.

##### Archivos

- **Nombre del archivo.-** Normalmente es el nombre de la entidad, aunque deberá ser abreviado a 8 caracteres.
- **Descripción.-** Breve descripción de la entidad que se representa.
- **Comentarios.-** Son a nivel forma y no se capturan en el diccionario.

## 2. Análisis de Requerimientos

---

- **Expresión de validación.-** Es una expresión con que se valida la regla de integridad referencial, o dicho de otra manera, el requisito para que una ocurrencia pueda ser borrada.
- **Mensaje de validación.-** Es una línea de mensaje que aparece en pantalla como consecuencia de tratar de violar la regla de integridad referencial. La acción que se toma en tal caso es ignorar el borrado y desplegar el mensaje.

### Campos

- **Campos.-** Es el nombre del atributo de la entidad y debe ser claro y descriptivo del contenido (debe tener semántica).
- **Tipo:** Indica el tipo de dato del campo (carácter, decimal, entero, fecha, lógico, etc.).
- **Formato.-** Indica la cantidad de información y la manera en que ésta deberá ser desplegada, pero no necesariamente como se almacena.
- **Etiqueta.-** Es una etiqueta con la que se presenta el contenido del atributo, ya sea como despliegue o actualización.
- **Inicial.-** Es un valor que el SMBDR tomará en el caso de omisión (default) al momento de crear un registro.
- **Mandatorio.-** En esta característica se especifica que el dominio del atributo no permite un valor nulo, o sea que es requerido un dato.
- **Orden.-** Es un indicador de la secuencia en que serán desplegados los atributos. Es asignado automáticamente.
- **Expresión de validación del atributo.-** Con esta expresión se valida que el contenido del campo se encuentre dentro de su dominio. Aquí también puede establecerse la regla de integridad relacional.
- **Mensaje de validación.-** Es una línea desplegada como consecuencia de la violación de la regla de integridad.
- **Descripción.-** Determinación del dominio del campo en su sentido más amplio pues las restricciones vienen dadas en la expresión de validación. Es un campo informativo de gran valor.

### Índices

- **Índice.**- Nombre que se desea dar a la llave.
- **Primaria (yes/no).**- Indica si se trata de una llave candidata (que no puede repetirse) o de una llave secundaria.
- **Único (yes/no).**- Indica si se trata de una llave candidata (que no puede repetirse) o de una llave secundaria.
- **Componente (s).**- Lista de atributo o atributos que forman la llave (llaves compuestas).
- **Ascendente (yes/no).**- Ordenación deseada para cada componente del índice (creciente o decreciente).
- **Abreviado.**- En campos de tipo carácter define el algoritmo empleado para llevar a cabo la indexación.
- **Secuencia.**- Orden en que los componentes del índice son tomados en cuenta.

El nombre del índice se escribe una sola vez, así como si es primario y único, los componentes son detallados para cada índice.

El diccionario es un LDD con el que se determina la estructura y reglas de integridad de la base de datos. Consta de una serie de características sobre las entidades, atributos, reglas de integridad (validaciones), llaves (índices) y datos adicionales que además de establecer el esquema de la base de datos, evitan mucha programación.

### 2.6 Herramientas CASE.

Una vez definido el modelo se utilizará la herramienta CASE ( *Computer Aided Software Engineering Tools*) que se tenga al alcance y que permita ingresar el modelo al manejador de la base de datos que se utilizará para el desarrollo del sistema.

Una herramienta se define como aquel instrumento que, cuando se emplea de manera correcta, mejora la ejecución de una tarea.

Las herramientas son de vital importancia para el desarrollo de sistemas, ya que permiten mejorar la efectividad y eficiencia del equipo de desarrollo e influyen en la calidad del resultado final.

## **2. Análisis de Requerimientos**

---

Actualmente se ha extendido el uso de diversas herramientas automatizadas que auxilian al analista o al líder del proyecto, durante todas las fases del desarrollo de software. Se les ha nombrado herramientas CASE.

Básicamente se define el concepto CASE como una combinación de herramientas de software y metodologías estructuradas de desarrollo que dan soporte a cada fase del desarrollo de sistemas; además de proveer información para la dirección, documentación e información para el control del proyecto. Siendo su objetivo a largo plazo automatizar todos los aspectos fundamentales del proceso de desarrollo, desde el principio hasta el final.

Algunas herramientas CASE se concentran en dar asistencia automatizada durante las primeras fases del desarrollo mediante diagramas automatizados, diseño de pantallas, y verificación de correcciones. Otras están enfocadas hacia la fase de implementación. Éstas incluyen código automatizado y generadores de casos de prueba.

### **2.6.1 Aplicaciones de las herramientas CASE.**

Casi todas las metodologías se enfocan hacia las primeras fases del ciclo de vida de los sistemas, principalmente porque los errores que se cometen en las fases de planeación estratégica costaban más caros. Cambios conceptuales en cuanto a modelado de datos y procesos han sido mayores en estas etapas.

Tradicionalmente se ha dedicado menos tiempo al estudio del sistema actual y al análisis inicial y lo que importaba era generar programas cuanto antes. Todas las metodologías han incidido sobre este aspecto haciendo que esta primera fase se realice con seriedad y rigor. Las técnicas de diagramación para la representación de flujo de datos y procesos y las de elaboración de prototipos de aplicaciones han tratado de facilitar el diálogo usuario/técnico y de clarificar el funcionamiento del sistema antes de empezar a desarrollarlo.

También habría que citar que el núcleo de información sobre el que giran todas ellas es un diccionario de datos evolucionado hacia un almacén de información de objetos o elementos de todo tipo que maneja la herramienta: gráficos, pantallas, listados, entidades de datos, procesos, etc.

Por las fases del ciclo de vida que abordan, se distinguen en:

#### **Upper-CASE o front-end**

Automatizan esencialmente las etapas de planificación, análisis y diseño.

#### **Lower-CASE o back-end**

Automatizan la fase de producción o generación de código y su mantenimiento.

También habría que aclarar dos conceptos manejados con frecuencia al hablar de tipos de herramientas CASE. Constituyen lo que se ha venido a llamar categorías de las herramientas:

### **Toolkit o juego de herramientas**

Lo forman un conjunto de herramientas, orientadas cada una de ellas a resolver una determinada fase del desarrollo. El ensamblaje de las mismas se efectúa por medio de una serie de interfaces que adaptan las salidas producidas por cada una de ellas de forma que sirva como entrada en la siguiente.

Por todo ello, debe considerarse a este tipo de herramientas como soporte de las metodologías y técnicas de desarrollo y como base del entorno de trabajo en la construcción de sistemas de información.

Como beneficio se debe buscar, además de un tiempo más corto de desarrollo, una calidad mayor en el producto generado que dará lugar a unos costos menores de mantenimiento y a una mejor documentación e información sobre el sistema.

La automatización que proporciona CASE permite obtener muchos beneficios derivados del incremento en la habilidad del equipo de desarrollo para satisfacer los requerimientos de los usuarios. Pero de cualquier manera, las capacidades y habilidades tanto de analistas como de diseñadores y desarrolladores, son los elementos más importantes del proceso de desarrollo. Las herramientas únicamente proporcionan un soporte pero no reemplazan tales cualidades.

### **2.7 Prototipos**

Una vez integrada la base de datos, se procederá a elaborar el prototipo, mismo que es sólo el cascarón del sistema con algunas funciones que permitan navegar en todos los niveles del mismo con muy pocos datos que sirva tanto al usuario como al desarrollador para concluir la fase de análisis y tener la seguridad por ambas partes que lo que se ha comprendido del sistema es lo que está plasmando en el prototipo.

El desarrollo de prototipos es una metodología valiosa para identificar con rapidez, las necesidades particulares de información del usuario. Debe realizarse durante la etapa de diseño, ya que requiere del conocimiento cabal del ciclo de vida de desarrollo de sistemas antes de presentarlo al cliente, para que una vez aprobado pueda implantarse con éxito.

Hay que recordar que el prototipo es el último instrumento que se utiliza como técnica de obtención de información. Con su presentación se observan las reacciones de los usuarios y la gerencia; las sugerencias de los usuarios sobre

modificaciones y en su caso nuevos requerimientos no contemplados desde un inicio.

### 2.7.1 Tipos de prototipos

#### **Prototipo arreglado ( *patched-up prototype*).**

Es la creación de un modelo operable, el cual cuenta con todas sus características necesarias pero ineficientes. Los usuarios se relacionan con el sistema, adaptándose a las interfases y a los tipos de salida disponibles. Sin embargo, los procesos de recuperación y almacenamiento de información son ineficientes, ya que los programas se escribieron de manera apresurada con el fin exclusivo de que fueran operativos, aunque no eficientes.

#### **Modelo a escala no funcional**

En el prototipo funcionan únicamente los procesos de entrada y salida, ya que el procesamiento de información no ha sido completado, por ser en sí costoso y requerir de tiempo. No obstante la evaluación sobre la utilización del sistema puede realizarse con esta clase de prototipos.

#### **Modelo completo a escala**

Se utiliza en la fase de implantación con el objeto de utilizarlo en la prueba piloto. Permite una interacción realista con el sistema, reduciendo los costos de solución de cualquier problema que emerja con el nuevo sistema.

#### **Modelo con características esenciales.**

Cuando los prototipos se desarrollan de esta manera, se contemplan ciertas características esenciales que permiten navegar en todo el sistema y probar en la totalidad los requerimientos del cliente. Estos prototipos en un futuro se vuelven el sistema en sí mismo.

### 2.7.2 Desarrollo de prototipos.

Los prototipos que se considerarán serán aquellos que incluyen algunas, pero no todas las características del sistema y que llegarán a formar parte del sistema formal que se entregue como producto terminado.

El sistema prototipo es sólo una parte del sistema que eventualmente se instalará. No es un sistema completo, ya que al desarrollarlo con rapidez, puede quedar limitado, contando con ciertas funciones elementales. Sin embargo, es importante imaginar y luego construir el prototipo, como parte de un sistema actual, con el cual interactuará el usuario.

## **2. Análisis de Requerimientos**

---

### **Lineamientos para el desarrollo de prototipos.**

#### **A. Trabajar con módulos manipulables.**

Cuando se desarrolle el prototipo de ciertas características del sistema dentro de un modelo funcional, es imperativo que los módulos sean manipulables ya que la construcción entre ellos es independiente. Una ventaja distintiva de los prototipos es que no necesariamente se construye un sistema funcional completo.

#### **B. Modificaciones en el prototipo.**

El prototipo debe presentarse a los diferentes niveles de personal con los que se ha interactuado. Primero con el técnico, conocedor de las reglas de negocio, con el objeto de incorporar sus modificaciones para la presentación del prototipo a sus jefes, personal de coordinación y supervisión. Presentar el prototipo a los mandos medios de la organización tendrá el mismo fin, pero además se contará con el apoyo del personal técnico cuando se haga la presentación. Finalmente se llevará el prototipo a la alta gerencia que será la que finalmente apruebe el prototipo y finalmente sólo quedaran sus modificaciones para incorporarse al prototipo.

Con esta forma de presentar el prototipo se está asegurando que se cuenta con todos los requerimientos de los usuarios de cualquier nivel de decisión, para que se incluyan en el diseño del sistema.

#### **C. Enfatizar la interfaz con el usuario.**

La interfaz del usuario con el prototipo y el sistema final es fundamental. Puesto que se trata de obtener, que los usuarios planteen más allá sus requerimientos de información.

Una vez concluida la etapa de análisis y aprobado el prototipo del sistema, se han establecido las bases del diseño del sistema. Con esto la etapa de análisis de requerimientos concluye, pero es importante mencionar que podrá ser modificada en el transcurso de las siguientes etapas.

## 3. MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CAMBIOS

El mantenimiento de sistemas ha sido caracterizado como un "iceberg": se espera que lo inmediatamente visible sea todo lo que hay. Realmente, se sabe que bajo la superficie se esconde una gran cantidad de problemas potenciales y de costos.

El mantenimiento de sistemas es parte integral del ciclo de vida, sin embargo en la práctica no recibe el mismo grado de atención como las otras fases. Esto está cambiando ya que la mayoría de las organizaciones se están esforzando para mantener operando, de la mejor forma posible, sus aplicaciones. Como el mantenimiento es una actividad muy cara es importante que se planee con el objeto de minimizar los costos y mantener el control para que todas las aplicaciones que se encuentren en línea estén operando razonablemente.

El esfuerzo para desarrollar software debe dar como resultado la liberación de una aplicación que satisfaga los requerimientos del usuario. Como las aplicaciones cambian o evolucionan. Una vez en operación, las anomalías aparecen, ya sea por los cambios operados por el medio ambiente, además de nuevos requerimientos.

La fase de mantenimiento del ciclo de vida comienza a partir de que se libera el sistema, pero en estricto sentido comienza mucho más temprano, es decir desde la fase de análisis.

El mantenimiento de software sostiene a los sistemas a través de su ciclo de vida. Los requerimientos de modificaciones son registrados y se les da seguimiento, el impacto de los cambios propuestos se determina, el código se modifica, se realizan las pruebas necesarias, y se libera una nueva versión del sistema. Finalmente se proporciona a los usuarios la capacitación correspondiente.

### 3.1 Conceptos básicos

El mantenimiento de software se puede definir como la totalidad de actividades requeridas para proporcionar un apoyo efectivo a un sistema. Las actividades son ejecutadas tanto en la etapa de implantación, como en la de post-liberación. En la etapa de implantación se debe incluir la planeación de las actividades de mantenimiento como son el soporte y la logística. En la etapa de post-implantación se deben incluir actividades de modificación de software, capacitación y operación de una ayuda en línea (*help-desk*) para los usuarios del sistema.

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

Una percepción común del mantenimiento es que consiste simplemente en arreglar fallas (*bugs*). Sin embargo, estudios e investigaciones indican que aproximadamente el 80 por ciento de los esfuerzos de mantenimiento es usado para acciones no correctivas <sup>(9)</sup>. Por lo tanto, el mantenimiento es similar al desarrollo de software.

El objetivo del desarrollo de software es resolver problemas u obtener ventajas de negocio a través de la producción de código. La generación del código implanta dichos requerimientos que deberían operar correctamente. El mantenimiento mira hacia atrás y hacia el presente, los productos desarrollados entre los usuarios y los analistas, y considera el futuro para anticipar los problemas y cambios funcionales.

El mantenimiento tiene un ámbito mayor que el del desarrollo, con más cambios para controlarlos y darles seguimiento. Así, el manejo de configuración es un aspecto importante de la evolución y mantenimiento del software. El mantenimiento debe tomar los productos del desarrollo; esto es, código, documentación y mantenerlos a través del ciclo de vida, conforme vayan evolucionando.

El mantenimiento es realmente un desarrollo evolutivo y sus decisiones son auxiliadas por el entendimiento que se tenga de los acontecimientos a los que están expuestos los sistemas.

El mantenimiento es necesario para asegurar la continuación del sistema que satisfaga los requerimientos del usuario. El mantenimiento es aplicable a sistemas desarrollados utilizando cualquier modelo de desarrollo de software. Los sistemas cambian debido a acciones de software tanto correctivas como no correctivas, por lo que el mantenimiento deberá ejecutarse de la siguiente manera:

- Corregir errores
- Corregir requerimientos y diseñar la forma de provocar fallos
- Mejorar el diseño
- Revisar las Interfaces con otros sistemas
- Convertir programas con diferente software, hardware, características de sistemas y facilidades de telecomunicación que puedan ser usadas.
- Migrar sistemas heredados
- Dar de baja sistemas

Los cuatro aspectos principales donde el mantenimiento se centra son:

- Mantener control diariamente sobre las funciones del sistema.
- Controlar y dar seguimiento a las modificaciones del sistema.
- Perfeccionar las funciones del sistema.

9 (ABRAN1993)(PRESSMAN97)(PIGOSKI97)

### 3. Mantenimiento y Control de Cambios

- Prevenir la operación del sistema de la degradación a niveles inaceptables.

En consecuencia, el software evoluciona y debe ser mantenido.

A continuación se presentan los tipos de mantenimiento:

**Mantenimiento correctivo.-** Se da debido a que no es razonable asumir que la prueba del software haya descubierto todos los errores latentes de un sistema. Durante el uso de cualquier programa, se encontrarán errores, siendo informado el equipo de desarrollo, para que se lleve a cabo el diagnóstico y la corrección de uno o más errores.

**Mantenimiento adaptativo.-** Resulta de la dinámica de los sistemas de información. Evolución en el hardware y software por lo que este tipo de mantenimiento es necesario para modificar los sistemas para que interaccionen adecuadamente con su entorno cambiante.

**Mantenimiento perfectivo.-** Derivado del uso de los sistemas, se reciben de los usuarios recomendaciones sobre nuevas posibilidades, sobre modificación de funciones ya existentes y sobre mejoras en general. Esta actividad contabiliza la mayor cantidad de esfuerzo gastado en el mantenimiento de sistemas.

**Mantenimiento preventivo.-** La modificación a una aplicación después de liberada, para detectar y corregir fallas latentes antes de que lleguen a presentarse a los usuarios.

#### **3.2 Proceso de mantenimiento**

Las tareas asociadas con el mantenimiento del software comienzan mucho antes de que se haga una petición del mismo. Inicialmente, se debe establecer una organización de mantenimiento, se deben implantar procedimientos de evaluación y de información y se debe definir una secuencia estandarizada de sucesos para cada petición de mantenimiento. Además, se debe establecer un sistema de registro de información de las actividades de mantenimiento y definir criterios de revisión y de evaluación.

La necesidad de que el proceso de software esté bien documentado y la capacidad de maduración del modelo de software para que proporcione un medio para medir los niveles de maduración que se correlacionan directamente con el ahorro de costos. Dan como resultado que a mayor nivel de maduración mayor ahorro.

El modelo del proceso comienza con el esfuerzo del mantenimiento del software durante la etapa de post-liberación y discute los rubros tales como, la planeación para el mantenimiento y las medidas externas del modelo del proceso.

### 3. Mantenimiento y Control de Cambios

A continuación se muestra en la Figura 3.1, las actividades del proceso de mantenimiento:

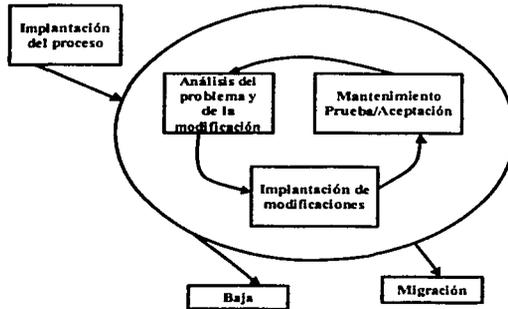


Figura 3.1

- Tareas de implantación del proceso:
  - Desarrollar el plan de mantenimiento y procedimientos.
  - Establecer los procedimientos para la modificación de requerimientos.
  - Implantar el proceso para el manejo de configuraciones.
- Tareas de análisis del problema y de la modificación:
  - Ejecutar análisis inicial.
  - Verificar el problema.
  - Desarrollar opciones para implantar las modificaciones.
  - Documentar los resultados.
  - Obtener la aprobación para realizar la modificación.
- Tareas de implantación de modificación:
  - Ejecutar el análisis detallado.
  - Desarrollar, codificar y probar la modificación.
- Tareas de mantenimiento prueba/aceptación:
  - Comportamiento de la revisión.
  - Obtener aprobación para las modificaciones.

- Tareas de migración:

- Desarrollar un plan de migración y notificarlo a los usuarios.
  - Comportamiento de las operaciones en paralelo.
  - Notificar a los usuarios el inicio de la migración.
  - Comportamiento de las pruebas de post-operación.
  - Asegurar que los datos existentes estén accesibles.

- Tareas para dar de baja el software:

- Desarrollar un plan para dar de baja el software y notificarlo a los usuarios.
  - Comportamiento de las operaciones en paralelo.
  - Notificar a los usuarios el inicio de las tareas para dar de baja el software.
  - Asegurar que los datos existentes estén accesibles.

### 3.3 Características del mantenimiento

Para comprender las características del mantenimiento de software, consideremos el asunto desde tres puntos de vista diferentes:

1. Las actividades requeridas para cumplir las fases de mantenimiento y el impacto de un enfoque de ingeniería del software sobre la eficacia de tales actividades;
2. Los costos asociados con la fase de mantenimiento;
3. Los problemas que se encuentran frecuentemente cuando se lleva a cabo el mantenimiento.

#### 3.3.1 Actividades

La tarea de mantenimiento comienza con una evaluación de la documentación del diseño. Se determinan las características estructurales importantes, de rendimiento y de interfaz del software. Se estudia el impacto de las correcciones o modificaciones requeridas y se traza un plan de actuación. Se modifica el diseño, se revisa y se continúa con las etapas de ciclo de vida de un sistema hasta su liberación.

Al realizar el análisis, diseño, construcción y documentación, sólo se deberá dar seguimiento a aquellos requerimientos que se van a desarrollar, sin olvidar actualizar la documentación de acuerdo a los cambios.

Las personas que se dediquen al mantenimiento deben poseer un conocimiento profundo de la estructura y contenido del código. Este conocimiento debe ser

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

usado para ejecutar el análisis de impacto, el cual identifica a todos los sistemas y aplicaciones que pueden ser afectados por algún cambio y desarrolla un estimado de los recursos necesarios para completar la modificación, determinando el riesgo de realizarla. El cambio debe ser analizado y después traducido en términos de software. Se deben identificar los componentes afectados. Proporcionar algunas soluciones potenciales y recomendar se efectúe la mejor posible.

Pueden también ejecutarse actividades de soporte tales como el manejo de configuraciones, verificación y validación, aseguramiento de la calidad, pruebas, auditorías y la capacitación de los usuarios. El manejo de configuraciones, como un elemento crítico en el proceso de mantenimiento, deberá mantener la verificación, validación y certificación de cada etapa para identificar, autorizar, implantar y liberar la aplicación. La capacitación al personal que se dedica al mantenimiento es también una actividad necesaria dentro del proceso de soporte.

#### **Efectos secundarios**

La modificación del software es peligrosa, cada vez que se introduce un cambio en un complejo procedimiento lógico, la posibilidad de error aumenta. La documentación del diseño y una cuidadosa prueba de regresión ayudan a eliminar los errores, pero seguirán apareciendo efectos secundarios del mantenimiento.

Cuando se usa en el contexto del mantenimiento de software, el término efectos secundarios implica un error u otro comportamiento indeseable aparecido como resultado de una modificación.

#### **3.3.2 Costos**

El costo de mantenimiento de software ha crecido en función de la demanda de sistemas y la evolución y sofisticación del Hardware, lenguajes de programación y herramientas para las metodologías de desarrollo de sistemas.

Los retrasos en las nuevas aplicaciones y en los grandes cambios medidos en años se van alargando. Como industria, ni siquiera se puede hacer frente a los que los usuarios requieren que se haga.

Un costo intangible del mantenimiento del software viene dado por una oportunidad de desarrollo que se pospone o se pierde debido a que los recursos disponibles deben estar dedicados a las tareas de mantenimiento. Otros costos intangibles incluyen:

- Insatisfacción del cliente cuando una petición de reparación o de modificación aparentemente legítima no se puede atender en un tiempo razonable.
- Disminución de la calidad global del software debido a los errores latentes que introducen los cambios en el software mantenido.

### 3. Mantenimiento y Control de Cambios

---

- Trastornos en otros esfuerzos de desarrollo al tener que poner a trabajar a la plantilla en tareas de mantenimiento.

#### 3.3.3 Problemática

La mayoría de los problemas asociados con el mantenimiento de software se deben a las deficiencias de la forma en que el software ha sido definido y desarrollado. Aquí aparece el clásico síndrome del "pague ahora o pague después". La falta de control y disciplina en las fases de análisis y diseño de sistemas casi siempre se traduce en problemas para el mantenimiento. A continuación se presentan algunos de los problemas más relevantes asociados con el mantenimiento de software:

- Si no existe documentación apropiada o si está incompleta, es de esperar que aparezcan serios problemas.
- En muchas ocasiones no se diseñan los sistemas previendo el cambio. A menos que el método de diseño prevea el cambio mediante conceptos tales como independencia funcional o clase de objetos, las modificaciones del software serán difíciles y propensas a errores.

#### 3.4 Facilidad de mantenimiento

La facilidad de mantenimiento es un fin clave que guía los pasos de cualquier metodología de sistemas y se traduce en el hecho de tener la capacidad para comprender, corregir, adaptar y/o mejorar el software.

##### 3.4.1 Factores de control

La facilidad de mantenimiento se ve afectada por muchos factores. Una falta de cuidado en el análisis y diseño, en las pruebas de la construcción del software y del control de calidad tiene un impacto negativo sobre la capacidad de mantener fácilmente al software.

Probablemente el factor más importante que afecta a la facilidad de mantenimiento, es la planificación condicionada al mantenimiento. Si ve el software como un elemento del sistema que inevitablemente estará sujeto a cambios, serán sustancialmente mayores las posibilidades de producir un software fácilmente disponible.

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

#### **3.4.2 Medidas cuantitativas**

La facilidad de mantenimiento del software, como la calidad o la fiabilidad, es un término difícil de cuantificar. Sin embargo, se puede evaluar la facilidad de mantenimiento indirectamente, considerando los atributos de la actividad de mantenimiento que se pueden medir. A continuación se presenta un número de métricas de la facilidad de mantenimiento, en relación con el esfuerzo gastado durante el mantenimiento:

1. Tiempo de reconocimiento del problema
2. Tiempo de retraso administrativo
3. Tiempo de recolección de herramientas de mantenimiento
4. Tiempo de análisis del problema
5. Tiempo de especificaciones de los cambios
6. Tiempo de correcciones y/o modificaciones
7. Tiempo de prueba local
8. Tiempo de prueba global
9. Tiempo de revisión del mantenimiento
10. Tiempo de recuperación

#### **3.4.3 Revisiones**

A cada nivel de proceso de revisión de la ingeniería de software ha de ser considerada la facilidad de mantenimiento. Durante la revisión de requerimientos hay que anotar las áreas de futuras mejoras y las posibles revisiones, hay que discutir la portabilidad del software y hay que considerar las interfaces del sistema que puedan tener impacto sobre el mantenimiento de software. Cada caso de prueba debe proporcionar anotaciones sobre las partes del programa que puedan necesitar mantenimiento preventivo antes de que el software sea formalmente liberado.

#### **3.5 El proceso del control de cambios**

Su principal responsabilidad es el control de cambios, sin embargo también es responsable de la identificación de las distintas versiones del software, de las auditorías de la configuración del software para asegurar que se desarrollan adecuadamente y de la generación de informes sobre todos los cambios realizados en la configuración.

#### 3.5.1 Identificación

La identificación es una tarea de control de cambios que asegura una disposición de nombres significativos y consistentes para todos los elementos de configuración del software; esto es:

- Identificación del proyecto
- Tipo y nombre del elemento de configuración del software (Manuales, programas, casos prueba, etc.).
- Número y fecha de la última versión

#### 3.5.2 Control de cambios

La identificación es una tarea de control de cambios que asegura una disposición de nombres significativos y consistentes para todos los elementos de configuración del software; esto es:

El proceso de control de cambios está ilustrado esquemáticamente en la Figura 3.2. Se obtiene una petición de cambio y se evalúa para calcular el esfuerzo técnico, los posibles efectos secundarios, el impacto global sobre otras funciones del sistema y los costos estimados. Los resultados de la evaluación se presentan como un informe de cambios a la autoridad de control de cambios (ACC) —una persona o grupo que toma la decisión final del estado y la prioridad del cambio. Para cada cambio aprobado se genera una orden de cambio de ingeniería (OCI), La OCI describe el cambio a realizar, las restricciones que se deben respetar y los criterios de revisión y de auditoría.

Para hacer un cambio el encargado del desarrollo debe recibir la aprobación del gestor del proyecto o de la ACC. En algunos casos, se dispensa de generar formalmente las peticiones de cambio, los informes de cambio y las OCI. Sin embargo, hay que evaluar la realización de cada cambio y seguir la pista y revisar todos los cambios.

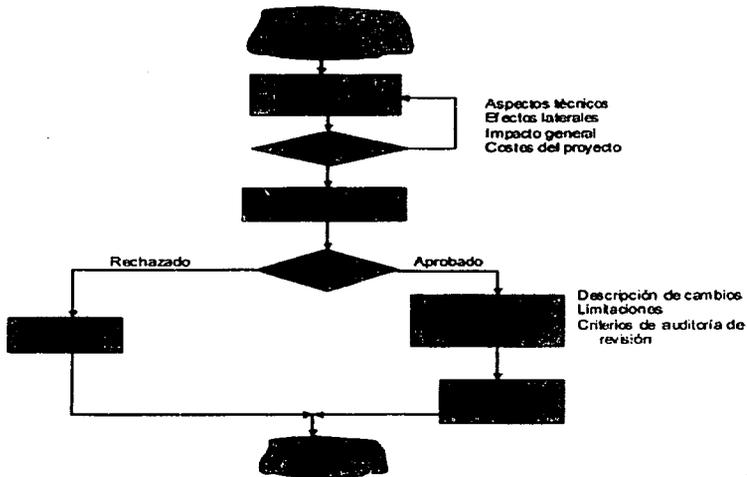


Figura 3.2

#### 3.5.3 Auditoría de configuración

La identificación y el control de cambios ayudan al equipo de desarrollo de software a mantener un orden que de otro modo llevaría a una situación caótica y sin salida. Sin embargo, incluso el mecanismo más correcto de control de cambios rastrea el cambio hasta que se ha generado la OCI. ¿Cómo se podrá asegurar que el cambio se ha implementado correctamente? La respuesta es: 1) revisiones técnicas formales, y 2) auditorías de configuración de software.

#### 3.6 Técnicas de mantenimiento <sup>(10)</sup>

El mantenimiento efectivo del software es realizado utilizando algunas técnicas específicas. A continuación se proporcionan algunas de las mejores.

**Programa de comprensión.**- Los analistas gastan considerable tiempo en leer y comprender los programas para implantar cambios. Los buscadores (*browsers*) de código son una herramienta útil, así como una documentación concisa.

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

**Reingeniería.-** Está definida como la examinación y alteración de un sistema en particular para reconstruirlo en una nueva forma y su correspondiente implantación. La reingeniería es la forma más radical de alteración, normalmente es utilizada para remplazar sistemas que fueron heredados.

**Ingeniería inversa.-** Es el proceso para analizar un sistema en particular para identificar los componentes del sistema y sus interrelaciones y crear representaciones del sistema en el más alto nivel de abstracción. La ingeniería inversa es pasiva, no cambia el sistema o lo transforma en uno nuevo, sólo puede producir las llamadas graficas de flujo del código fuente. Un tipo de ingeniería inversa es la actualización de la documentación. Otro es el diseño de respaldos.

**Análisis de impacto.-** Identifica todos los sistemas y aplicaciones afectados por un cambio y desarrolla un estimado de los recursos necesarios para completar el cambio. Es ejecutado después de incorporar un cambio en el proceso de manejo de configuraciones. Sus objetivos son:

- Determinar el ámbito de un cambio para planear e implementar el trabajo.
- Desarrollar estimaciones precisas de recursos necesarios para ejecutar el trabajo.
- Analizar el costo beneficio de los cambios requeridos.
- Comunicar la complejidad de los cambios

#### **3.6.1 Reingeniería**

La necesidad de cambiar rápidamente el ciclo de desarrollo de nuevos productos, mejorar repuestas de mercado, redefinir las operaciones, mejorar la calidad de productos y fortalecer las relaciones con los clientes, está influenciando a las organizaciones para que implementen procesos de mejoramiento continuo basados en la calidad total y reingeniería o rediseño de procesos que tuvo sus inicios a principios de los 90's como una importante contribución al pensamiento empresarial.

El concepto propone la reorganización de las compañías en torno a los procesos en vez de tareas y funciones. Asimismo propone que a través del aprovechamiento de la tecnología informática las compañías podrán mejorar su desempeño sustancialmente. Los cambios que está generando la implementación del concepto de reingeniería, aunado a los ya conocidos procesos de calidad total, se están convirtiendo en pilares fundamentales para soportar la estrategia competitiva que permitirá a las empresas sobrevivir y crecer en un medio ambiente global y dinámico.

Algunos de los cambios que se pueden observar al implementar estos procesos son de trabajo de tareas multifuncionales, de comportamiento de control de tareas

### 3. Mantenimiento y Control de Cambios

a responsabilidades compartidas, de entrenamiento de personal hacia educación personal, etc.

Bajo el pensamiento tradicional de la administración muchas de las tareas que realizaban los empleados nada tenían que ver con satisfacer las necesidades de los clientes. Muchas de esas tareas se ejecutaban para satisfacer exigencias internas de la propia organización de la empresa.

Actualmente tres fuerzas, por separado y en combinación, están impulsando a las compañías a penetrar cada vez más profundamente en un territorio que para la mayoría de los ejecutivos y administradores es desconocido. Estas fuerzas son: clientes, competencia y cambio.

- Clientes.- Los clientes asumen el mando, no se conforman con lo que encuentran, ya que tienen múltiples opciones para satisfacer sus necesidades. Esto es igualmente aplicable en la relación cliente-proveedor entre las propias empresas.
- Competencia.- La tecnología transforma a la naturaleza de la competencia y la intensifica. Las compañías nuevas no siguen las reglas conocidas y hacen nueva reglas para manejar sus negocios.
- El Cambio.- El cambio se vuelve una constante, la naturaleza del cambio también es diferente. Los ciclos de vida de los productos han pasado de años a meses. Ha disminuido el tiempo disponible para desarrollar nuevos productos e introducirlos. Ante este nuevo contexto, surgen nuevas modalidades de administración, entre ellas está la reingeniería, fundamentada en la premisa de que no son lo productos, sino los procesos que los crean, los que llevan a las empresas al éxito. Lo que tienen que hacer las compañías es organizarse en torno al proceso ya que las operaciones fragmentadas situadas en departamentos especializados, hacen que nadie esté en situación de darse cuenta de un cambio significativo, o si se da cuenta, no puede hacer nada al respecto, por que sale de su radio de acción, de su jurisdicción o de su responsabilidad.

#### **Definición Formal de Reingeniería**

Propiamente hablando "reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y actuales de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez".

En este marco, un proceso de negocios es un conjunto de actividades que reciben uno o más insumos para crear un producto de valor para el cliente. Reingeniería no es hacer más con menos, es con menos dar más al cliente. Es rediseñar los procesos de manera que estos no estén fragmentados para que las compañías funcionen sin burocracias e ineficiencias.

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

El término reingeniería se deriva de la práctica del desarrollo de sistemas de información, que la empresa pueda retroalimentarse de lo que está sucediendo en el mercado, en la mente de sus consumidores y aún dentro de la propia empresa. Para hacer reingeniería, hace falta comenzar de cero. No intentar reacondicionar la vieja forma de hacer las cosas, sino comenzar de cero aprendiendo de esa vieja forma de hacer las cosas.

En su actual desarrollo, la reingeniería, para ser eficaz implica un alcance amplio y su implementación exige mucha destreza. Los procesos de negocios cruzan líneas organizacionales y el cambiar un proceso puede afectar a otros.

#### **El posicionamiento y la reingeniería**

El posicionamiento es un conjunto de actividades que proporciona la entrada y el marco de planeación estratégico para la reingeniería y a través del cual se implementan los métodos para apoyar un cambio rápido y eficaz. El primer elemento del posicionamiento es la recopilación de datos acerca de la compañía o institución; se compara dónde está hoy y donde quiere estar.

El segundo elemento en importancia es la recopilación de información acerca de la forma como se dirige el negocio. Esta información suministra un marco de trabajo para el cambio; define las relaciones entre las unidades de negocio de la empresa y sus respectivos procesos, proporciona una guía básica frente a la cual se puede medir el futuro cambio y respalda el análisis de las mejoras en costos y efectividad.

La tercera parte del posicionamiento es crear un ambiente en donde se pueda implementar el cambio con rapidez, eficacia y sin afectar a la organización. El posicionamiento y reingeniería son dos conceptos bastante flexibles para utilizarlos en toda una empresa o en parte de ella.

Teniendo en cuenta que ambos dividen el negocio en partes administrables, no existe limitación para el tamaño de las empresas en las cuales pueden aplicarse.

#### **La base del éxito en la reingeniería**

Existen siete condiciones que deben formar parte del proceso de reingeniería para que llegue a feliz término:

1. Habilidad para orientar el proceso de reingeniería de acuerdo con una metodología sistemática y amplia. Esta metodología siempre debe comenzar con la elaboración de diagramas detallados del actual proceso de negocios.
2. Administración coordinada del cambio para todas las funciones del negocio que se vean afectadas. Las operaciones de negocios deben responder a los cambios iniciados por cuatro fuerzas: competencia, regulación, tecnología y mejoras internas. Para reaccionar ante el cambio, la operación debe ser

### 3. Mantenimiento y Control de Cambios

flexible y estar diseñada para modificaciones sobre la marcha. El personal involucrado, forma parte activa del proceso de reingeniería. Además, este proceso debe ser aplicado a todas las áreas de la institución y los cambios van siendo monitoreados a medida que se van realizando, antes de ser implementados.

La reingeniería representa una respuesta sistemática al cambio y si se aplica de manera apropiada, se convierte en una metodología de cambio, para modificar operaciones. Como tal incluirá muchos componentes del negocio como mercadeo, planeación, iniciativas de calidad, recursos humanos, finanzas, contabilidad, tecnología de información. Un proyecto de reingeniería que pase por alto estas áreas es probable que falle durante la etapa de implementación, debido al alto grado de interdependencia entre estas actividades.

3. Habilidad para evaluar, planificar e implementar el cambio sobre una base continua. La reingeniería de los procesos de negocios se encuentra casi siempre, con dos problemas muy difíciles. El primero resulta del tamaño mismo de los proyectos: tienden a ser muy grandes. La gerencia se siente intimidada, con justificación, ante los proyectos de reingeniería que parecen arriesgar el destino de la compañía. Y la segunda dificultad que parece inherente a la reingeniería esta relacionada con el breve tiempo durante el cual las mejoras proporcionarán una ventaja competitiva.

Para ambos problemas existe una solución, la reingeniería puede desarrollarse sobre una base continua. En lugar de tratar de implementar un proyecto de gran envergadura que reestructure toda la corporación, puede iniciarse una serie de proyectos más pequeños que alteren la empresa paulatinamente. Este enfoque no solo reduce el riesgo y la demora en percibir las utilidades sino que permite a la compañía mantenerse evolucionando de manera continua y simultánea con su competencia.

4. Habilidad para analizar el impacto total de los cambios propuestos. Un enfoque de reingeniería debe proveer la habilidad para analizar el impacto que los cambios de cualquier proceso tendrán en todas las unidades organizacionales. Además, resulta trascendental contar con la capacidad para prever el impacto de cualquier cambio en todos los procesos asociados de la empresa considerada en su totalidad, ya que normalmente los procesos interactúan entre sí.
5. Habilidad para visualizar y simular los cambios propuestos. Para el esfuerzo de reingeniería resulta fundamental la capacidad de simulación de los cambios que se proponen, pues este recurso permite el ensayo y la comparación de cualquier número de diseños alternativos. Aun cuando parece arriesgado implementar la reingeniería de procesos sin tratar de simular los resultados. En estos casos, el negocio mismo se convierte en el banco de pruebas para el nuevo proceso, contando únicamente con la oportunidad de rectificar alguna

### 3. Mantenimiento y Control de Cambios

parte del diseño que no se encontró satisfactoria. Los procesos son probados previamente y monitoreados por representantes de cada departamento implicados en el proceso, a fin de que ellos ayuden con sus ideas y conocimientos diarios del proceso y como principales afectados (beneficiados) por los cambios.

6. Habilidad para utilizar estos modelos sobre una base continua. Los diseños y los modelos de reingeniería se utilizan para respaldar los esfuerzos futuros en este campo. Si se implementa una iniciativa de calidad total, la compañía necesitará cambiar sus procesos sobre una base común cuando las mejoras se implanten. Una segunda y menos obvia aplicación de los diseños es el apoyo a las operaciones diarias de negocios, pues ellos contienen información que puede ser útil en la toma de decisiones operacionales, en el entrenamiento y en el control del desempeño laboral.
7. Habilidad para asociar entre sí todos los parámetros administrativos de la compañía. Para comenzar el proceso de reingeniería se requiere acceso rápido a toda la información relacionada con los procesos que se van a trabajar, a los planes de la compañía, los sistemas de información utilizados, la tecnología, la filosofía de la empresa, los organigramas, y la descripción de funciones, al igual que muchos otros detalles de la administración de la empresa y la organización laboral. Tan importante como los datos para los nuevos proyectos, es la relación entre estos aspectos. Es importante ver a cada departamento como parte integral del proceso y de la empresa y no como un ente independiente.

#### **Reingeniería, movimiento hacia un nuevo paradigma**

La reingeniería aplicada a los procesos de negocios no es en sí misma un paradigma, sin embargo, requiere de uno nuevo para ser eficaz: el deseo de cuestionarlo todo continuamente. En la actualidad, aunque exista la voluntad de cambio, la metodología que se requiere para hacerlo no es muy conocida. Las empresas deben aprender a cambiar por sí mismas de una manera más eficaz que en el pasado, es el único factor que parece obvio en el futuro.

Uno de los aspectos más importantes en la posición actual de los negocios es la falta de información sobre la que se decide el cambio. La información que se necesita en los proyectos de cambio está orientada hacia cómo trabaja en realidad la compañía y cuál será el mercado en el futuro. La información interna parece ser la más difícil de obtener. Sin contar con una buena información y cifras relacionadas con las operaciones actuales de la compañía, resulta imposible predecir el impacto de los proyectos de cambio. Las fuentes de los datos para la decisión del proyecto de cambio no están bien desarrolladas en la mayor parte de las compañías inclusive pocas han definido sus procesos de trabajo. Los datos de contabilidad y de producción proporcionan visiones diferentes de la compañía, y sería útil que las compañías comenzaran a reunir datos de los procesos como una actividad de rutina.

#### **Expectativas de la reingeniería**

La reingeniería se da progresiva a través del tiempo. Cada desarrollo requiere información de apoyo, que debe reunirse por separado cuando no existe una guía básica de posicionamiento. Promover la reingeniería y controlar las expectativas son actividades similares a la de comercializar un nuevo producto. Los equipos de cambio deben comprender las expectativas básicas del cliente potencial, luego crear estrategias aceptables y, posteriormente, vender el resultado, ésta no es una venta única, todo debe venderse sobre una base de continuidad porque dada la magnitud de los esfuerzos de reingeniería, con facilidad la gente pierde de vista los objetivos.

Los beneficios pueden dividirse en dos categorías: los que pueden cuantificarse y los que no. Sin embargo, los beneficios intangibles, pueden dar el mayor impacto a largo plazo. Por ejemplo, mejorar el apoyo al cliente tendrá partes tangibles y partes intangibles, de manera similar mejorar la confiabilidad del producto y, además, aumentará el buen nombre de la compañía y la lealtad del cliente.

#### **Reingeniería aplicada a los recursos humanos**

El factor humano no puede ser secundario a ningún otro factor en una empresa. El éxito de una compañía dependerá del desempeño de sus trabajadores, no importa el tamaño de esa fuerza laboral. La reingeniería debe entrar a funcionar si el negocio se basa en el nivel de desempeño. El proceso de reingeniería puede incluso depender más del desempeño de cada quien, si se diseña para lograr un proceso más eficiente.

Un amplio espectro de temas de personal puede surgir a partir del proyecto de reingeniería: necesidad de vincular personal, entrenarlo, reubicarlo laboralmente transferirlo, reestructurar partes de la organización, retirarlas o asesorarlas. La importancia de los recursos humanos para el éxito del proyecto de reingeniería hace que esta área deba recibir atención desde el inicio mismo de cualquier proyecto. La participación del departamento de personal puede ayudar a identificar problemas mientras se cuenta con el tiempo para solucionarlos, además, aporta información relacionada con la planta de personal, obviamente resulta muy deseable que los nuevos procesos sean compatibles con las políticas corporativas de personal.

La reingeniería es una buena oportunidad para intentar la organización de equipos. Sus técnicas no requieren que los equipos realicen los procesos de trabajo propuestos bajo esta metodología, aunque los proyectos de cambio si serán realizados por ellos. La organización del equipo contará con varias alternativas posibles cuando el proyecto de reingeniería ingrese a su fase de implementación. La primera utilizará el equipo de cambio como semillero y dirigirá a los empleados hacia ese equipo para el proceso de implementación. La segunda alternativa utilizará el equipo de implementación como equipo de trabajo, conservando su organización y nombrando un director permanente. Los

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

integrantes actuarán como equipo, pero el director asignará el trabajo, mantendrá la motivación y tomará las decisiones.

En términos de reingeniería, los enfoques de equipo necesitarán el mismo trabajo de diseño del proceso, sin embargo, los equipos de alto desempeño requerirán un poco menos de definición individual del trabajo.

#### **Sistemas de Información y Reingeniería**

La organización es un sistema donde el *input* son recursos como la gente y el dinero; mientras que el *output* son los sistemas de transformación (que finalmente son los bienes y servicios) que tienen un mayor valor que el *input*. Los subsistemas contienen procesos que nos ayudan a volver *inputs* específicos en bienes y servicios incrementando así su valor; a esto se le denomina valor agregado.

El valor agregado se establece por la explotación de oportunidades y solución de problemas. La cadena de valor es la serie de actividades que incluye la logística, operaciones, mercado, ventas y servicios. Estas actividades son investigadas para determinar qué se puede hacer para incrementar el valor percibido por el consumidor. El papel de los sistemas de información en el valor agregado es monitorear y controlar los procesos que aseguran eficiencia y efectividad.

Los sistemas de información son parte del proceso, ya que juegan un papel integral de manera que proveen *input*, ayudan a la transformación del producto o producen un *output*.

Para la reingeniería el rediseño de procesos y el mejoramiento continuo para ser competitivos, las organizaciones tienen que cambiar la manera como hacen negocios. La reingeniería o rediseño de procesos cambia dos aspectos en la organización:

- Las tareas y actividades de la organización.
- Los sistemas de información.

La reingeniería puede reducir el tiempo, incrementar la calidad, asegurar la satisfacción del consumidor y dar valor agregado. Muchas veces está a cargo del departamento de sistemas de información.

#### **Los datos y la reingeniería**

La información es un recurso estratégico que merece un tratamiento prioritario, debe planearse, administrarse y controlarse de la misma manera como se realiza con otros recursos corporativos como son el personal, el dinero, el producto, los materiales, etc. Todos los procesos que se realizan en la organización requieren de información para ser trabajados óptimamente; si ésta no es oportuna y

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

---

confiable se genera un caos que perjudica a la cadena del valor agregado del producto o servicio que debe colocarse en el mercado.

Para atacar el problema de una manera integral, es necesario establecer una arquitectura de datos basadas en las estrategias definidas por la alta dirección y en las funciones que realizan la empresa. Muchas empresas cuentan con una arquitectura de datos ineficiente y desorganizada, reflejada en la estructura y ubicación de los archivos que pueden ser redundantes o incompletos produciéndose problemas de integridad de la información y desconfianza de los datos registrados.

Frente a una situación de este tipo surge la necesidad de construir una nueva arquitectura, más coherente y estable. Es decir una arquitectura que, tomando en cuenta los avances tecnológicos, se sostenga en el tiempo, y no una solución temporal que necesita ser reformulada constantemente

#### **Nueva estrategia orientada a los datos**

Establecer una estrategia orientada a los datos consiste en consolidar toda la información de una empresa en una base de datos integrada, producto de una conceptualización del negocio, el cual se puede entender como un proceso de planeación que comprende desde el análisis de los objetivos empresariales hasta la identificación de requerimientos de información de las actividades específicas, integrando planes, funciones y procesos.

Para llevar a cabo la nueva estrategia orientada a los datos, primero es necesario determinar como opera la empresa, formalizar sus objetivos y definir estrategias de acción futura en lo que concierne a sus productos, servicios y mercado. Partiendo de este conocimiento se puede establecer un Modelo del Negocio o modelo funcional de la empresa compuesto por funciones que no necesariamente coinciden con el organigrama de la empresa.

A partir de estas actividades identificadas se definen las entidades y sus relaciones. Las entidades son sujetos o eventos reconocidos dentro de la organización acerca de los cuales necesitamos almacenar información que será manipulada como parte de las actividades normales de la empresa. Este conjunto de entidades agrupadas por asociación de datos constituyen la nueva arquitectura de datos de la empresa, que debe apoyar a los requerimientos de información de la organización a través de un conjunto sistemas de información.

La premisa que se establece en este punto es que los datos poseen una estabilidad mayor que las funciones, procesos o actividades. La organización de estos datos responde a un sólido criterio de afinidad entre datos que conforman una categoría o conjunto, definido por entidades, sujetos o eventos que tienen una existencia continua, y constituyen la infraestructura de información básica de la organización.

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

---

Por eso la nueva arquitectura de datos establecida tendrá una estabilidad intrínseca a través del tiempo, el organigrama de la empresa podrá variar, pero la jerarquía de los datos y el orden de la información se mantiene.

La nueva Estrategia orientada a los Datos define a la empresa como un modelo de entidades lógicas independientes de la tecnología. Dicho modelo representa a la empresa y la manera en que ésta organiza su información. Periódicamente debemos examinar los planes de la empresa, ya que los cambios en las estrategias pueden modificar funciones, lo cual debe reflejarse en el modelo empleado.

#### **Trabajo en equipo y desarrollo**

El desarrollo y perspectivas de una estrategia orientada a los datos, requiere del apoyo de la alta gerencia, incorporando la participación de distintos niveles administrativos de la empresa. En los niveles intermedios de la organización, los encargados de realizar tareas específicas aportan el conocimiento de los datos que deben considerarse, mientras que la dirección proporciona los objetivos y lineamientos estratégicos que dan sentido a la empresa.

#### **3.6.2 Ingeniería inversa**

El término "ingeniería inversa" tiene sus orígenes en el mundo del hardware. Cierta compañía desensambla un producto del hardware competitivo, en un esfuerzo por comprender los "secretos" de diseño y fabricación de su competidor, estos secretos se podrían comprender fácilmente si se obtuvieran las especificaciones de diseño y fabricación del competidor. Pero estos documentos son privados, y no están disponibles para la compañía que efectúa la ingeniería inversa. En esencia, una ingeniería inversa con éxito da lugar a una o más especificaciones de diseño y fabricación para el producto, mediante el examen de ejemplos reales del mismo.

La ingeniería inversa del software es algo bastante parecido. Sin embargo, en muchos casos, el programa al que hay que hacer una ingeniería inversa no es necesariamente de un competidor, sino más bien, puede ser del propio trabajo de la compañía (con frecuencia, efectuado hace muchos años). Los "secretos" que hay que comprender resultan incomprensibles porque no se llegó a desarrollar nunca una especificación. Consiguientemente, la ingeniería inversa del software es el proceso consistente en analizar un programa, en un esfuerzo por crear una representación del mismo con un nivel de abstracción más elevado que el código fuente. La ingeniería inversa resulta ser un proceso de recuperación de diseño y sus herramientas extraen información acerca de los datos, arquitectura y diseño de procedimientos de un programa ya existente.

La ingeniería inversa puede extraer la información de diseño a partir del código fuente, pero el nivel de abstracción, la completitud de la documentación, el grado

### 3. Mantenimiento y Control de Cambios

con el cual trabajan al mismo tiempo las herramientas y el analista humano, y la direccionalidad del proceso son sumamente variables.

El nivel de abstracción de un proceso de ingeniería inversa y las herramientas que se utilicen para realizarlo aluden a la sofisticación de la información de diseño que se puede extraer del código fuente. Idealmente, el nivel de abstracción sería lo más alto posible. Esto es, el proceso de ingeniería inversa debería ser capaz de derivar sus representaciones de diseño de procedimientos (con un bajo nivel de abstracción); y la información de programas de estructuras de datos (un nivel de abstracción ligeramente mas elevado); modelos de flujos de datos y de control (un nivel de abstracción relativamente alto); y modelos de entidades y de relaciones (un elevado nivel de abstracción). A medida que crece el nivel de abstracción se proporciona al ingeniero del software información que le permitirá una comprensión más sencilla de estos programas.

El conocimiento que se tenga de un proceso de ingeniería inversa está relacionado con el nivel de detalle que se proporciona en un determinado nivel de abstracción. En la mayoría de los casos, el conocimiento crece a medida que aumenta el nivel de abstracción. Por ejemplo, dado un listado del código fuente, es relativamente sencillo desarrollar una representación de diseño de procedimientos completo. También se pueden derivar sencillas representaciones del flujo de datos o un programa de transición de estados. El conocimiento mejora en proporción directa con la cantidad de análisis efectuado por la persona que efectúe la ingeniería inversa. La interactividad alude al grado con el cual el ser humano "se integra" con unas herramientas automatizadas para crear un proceso de ingeniería inversa efectivo. En la mayoría de los casos, a medida que crece el nivel de abstracción, la interactividad debe de incrementarse o bien la complejidad se verá reducida.

Si la direccionalidad del proceso de ingeniería inversa es monodireccional, toda la información extraída del código fuente se proporcionará a la ingeniería del software que podrá entonces utilizarla durante la actividad de mantenimiento. Si la direccionalidad es bidireccional, entonces la información que se suministrará a una herramienta de la reingeniería intentará reestructurar o regenerar el viejo programa.

El núcleo de la ingeniería inversa es una actividad denominada extracción de abstracciones. El ingeniero tiene que evaluar el viejo programa y a partir del código fuente (que suele no estar documentado) tiene que extraer una especificación significativa del procesamiento que se realiza, la interfaz de usuario que se aplica, y las estructuras de datos de programa o de la base de datos que se utiliza.

#### **Ingeniería Inversa para comprender el procesamiento.**

La primera actividad real de la ingeniería inversa comienza con un intento de comprender y después extraer abstracciones de procedimientos representadas

### **3. Mantenimiento y Control de Cambios**

por el código fuente. Para comprender las abstracciones de procedimientos, se analiza el código en distintos niveles de abstracción, sistema, programa, módulo, trama y sentencia.

La funcionalidad general de todo el sistema debe de ser algo perfectamente comprendido antes de que se produzca un trabajo de ingeniería inversa mas detallado. Así se establece un contexto para su posterior análisis, y se proporcionan ideas generales acerca de los problemas de interoperabilidad entre aplicaciones dentro del sistema. Cada uno de los programas de que consta el sistema de aplicaciones representará una abstracción funcional con un elevado nivel de detalle. Un diagrama de bloques, que represente la iteración entre estas abstracciones funcionales, se creará también. Los módulos efectúan cada uno de ellos una subfunción, y representan una abstracción de procedimientos definida.

Se crean alternativas de procesamiento para cada uno de los modelos.

En algunos casos, ya existen especificaciones de sistema, programa, y módulo. Cuando tal cosa ocurre, se revisan las especificaciones para apreciar si se ajustan al código existente.

Las cosas se vuelven mas complicadas cuando se considera el código que reside en el interior de un módulo. El ingeniero busca secciones de código que representen tramas de procedimientos genéricos. En casi todos los módulos, existe una sección de código que prepara los datos para su procesamiento, una sección diferente de código que efectúa el procesamiento, y otra sección de código que prepara los resultados del procesamiento para exportarlos de ese módulo.

#### **Ingeniería Inversa para comprender los datos.**

La ingeniería inversa de datos suele producirse en distintos niveles de abstracción. En el nivel de programa, es frecuente que sea preciso realizar una ingeniería inversa de las estructuras de datos de programa internas, como parte de un esfuerzo global de reingeniería. En el nivel del sistema, es frecuente que se efectúe una reingeniería de las estructuras globales de datos (archivos, bases de datos) para ajustarlás a los nuevos paradigmas de gestión de bases de datos (el paso de unos archivos planos a unos sistemas de bases de datos relacionales u orientados a objetos). La ingeniería inversa de las estructuras de datos globales actuales establece el escenario para la introducción de una nueva base de datos que abarque todo el sistema.

Finalmente, la Ingeniería Inversa es una herramienta poderosa ya que sirve para entender código fuente y así poder documentar sistemas y entender procedimientos, pero también puede ser utilizada para "piratear" software, cuentas de banco, tarjetas de crédito etc. Su uso depende de la moral y ética de la gente que se dedique a esta tarea. El presente documento sólo considera la Ingeniería Inversa como una herramienta para el mantenimiento de sistemas.

## 4. METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS

### 4.1 Los proyectos en el ámbito informático.

De acuerdo con el diccionario *Larousse*, un proyecto se define de la siguiente manera:

- Plan, diseño de hacer algo, intención.
- Conjunto de planos y documentos explicativos, con indicación de costos que se hace previamente a la construcción de una obra.
- Esbozo, bosquejo, esquema.

Entonces, se considera a cualquier proyecto como una actividad o conjunto de actividades que tienen las siguientes características:

- Únicas.
- No repetitivas.
- Con una duración determinada.
- Con una organización formal.
- Disponen de los recursos necesarios.
- Se encauzan al cumplimiento de los objetivos previamente establecidos.

Estas actividades al ser únicas y no repetitivas, permiten distinguirlas de aquellas que se realizan en una producción en masa. De esta manera, por ejemplo, el esquema de producción diaria en línea de una industria automovilística no puede considerarse como un proyecto, porque a pesar de ser tareas únicas, no dejan de ser repetitivas.

#### 4.1.1 Ciclo de vida

Los proyectos pasan a través de un ciclo de duración previsible de cuatro fases, cada una de las cuales necesita de diferentes habilidades por parte del administrador del proyecto. Las fases del ciclo de vida de un proyecto, incluyendo sus actividades básicas, se esquematizan de la siguiente forma:

1. Fases	Actividades	Nivel jerárquico
1. Definición	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar objetivos</li><li>• Elegir la estrategia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Institucional o alta gerencia</li></ul>
2. Inicio y planeación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Escribir especificaciones</li><li>• Desarrollar el calendario de trabajo</li><li>• Elaborar el presupuesto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estratégico o nivel medio</li></ul>
3. Puesta en práctica y	<ul style="list-style-type: none"><li>• Supervisar la ejecución</li><li>• Tomar acciones correctivas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Táctico o técnico</li></ul>

#### 4. Metodología para la Administración de Sistemas

seguimiento		
4. Terminación y entrega	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entregar el resultado</li><li>• Terminar los detalles administrativos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todos los niveles</li></ul>

En el avance del proyecto se presenta una notoria variación en cuanto a los niveles de tiempo y recursos requeridos. Notablemente se ve reflejada la importancia del tiempo requerido para las actividades involucradas en la fase de inicio y planeación, resaltando la exigencia de destinar la mayor cantidad de recursos (operativos y financieros) durante la fase de puesta en marcha y seguimiento. Teóricamente, la variación en los niveles de actividad debiera ser una tendencia natural durante todo el desarrollo del proyecto; sin embargo, en la mayoría de las veces se llega a caer en el error de comenzar el desarrollo de un proyecto directamente en la fase de puesta en marcha, incrementando al máximo el nivel de tiempo dedicado a las actividades, y en consecuencia se presentan errores que inciden directamente tanto en la calidad del producto final, como en el tiempo real de entrega del mismo.

En el nivel Institucional o Alta Gerencia se enmarca el entorno exterior, proporcionando la coordinación del proyecto relacionada con los acontecimientos e instituciones del exterior. Los personajes que intervienen dentro de éste nivel generalmente son los siguientes:

- Institución.
- Asesores financieros.
- Entidades gubernamentales.
- Grupos comunitarios.
- Administradores experimentados de proyectos.
- Ejecutivos de proyectos especiales.
- Ejecutivos de relaciones públicas.
- Asesores legales.

El nivel Estratégico proporciona tanto una manera de amortiguar las relaciones con el mundo exterior como guías para evitar los obstáculos externos; encuadrando el entorno interior. Sin embargo no existe ningún proyecto aislado de los sucesos externos.

El nivel Táctico proporciona los recursos técnicos.

Los niveles Institucional o Alta Gerencia y el Estratégico se relacionan de manera casi exclusiva con actividades que son comunes a los proyectos; tales como ingeniería, suministros, instalación, prueba y puesta en práctica.

El compromiso de cada uno de los niveles mencionados varía durante el avance de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

Durante la etapa de definición, los personajes pertenecientes a los niveles Institucional o Alta Gerencia y el Estratégico tienen que tomar decisiones críticas con respecto al desempeño técnico y a las ventajas corporativas que se obtendrán con la realización del proyecto; e inclusive, determinar si la propuesta del proyecto es aprobada.

Una vez que se ha tomado la decisión de seguir adelante, la carga de trabajo se pasa al grupo encargado del diseño y la planeación (niveles Estratégico y Táctico) en la etapa de inicio y planeación.

En la fase de puesta en práctica y seguimiento, la ingeniería alcanza un nivel de detalle. Tanto el administrador del proyecto (nivel Estratégico) como el equipo de desarrollo (nivel Táctico) realizan su máximo esfuerzo, mientras que a nivel institucional se desempeña un papel más reducido en la "supervisión".

Finalmente, durante la terminación y entrega, los tres niveles presentan un alto grado de actividad conforme se finaliza el trabajo de ingeniería (nivel Táctico), a menudo bajo intensa presión administrativa (nivel Estratégico), mientras que a nivel institucional es necesario un alto nivel de coordinación relacionada con las actividades de entrega del proyecto.

Las responsabilidades de estos niveles se enfocan en dos áreas importantes de actividad: los niveles Estratégico y Táctico en el trabajo técnico y en la administración de nivel medio dentro del proyecto, y el nivel Institucional en las actividades de la alta administración del proyecto y sus interrelaciones proyecto/mundo exterior.

##### **4.1.2 Consideraciones**

La administración de proyectos en el ámbito informático difiere de los tipos de administración tradicionales, al tener como principales características la de una duración limitada (un principio y un fin), un ciclo de vida diferente, y recursos materiales y humanos parciales a diferencia de las organizaciones permanentes en donde los recursos se utilizan en toda su extensión, y particularmente su producto es intangible.

Por lo que en la administración de proyectos informáticos deben considerarse los siguientes factores de éxito:

- Entorno del trabajo.
- Riesgos implícitos en el proceso.
- Recursos requeridos.
- Actividades que deberán realizarse.
- Costos que serán consumidos.
- El plan que deberá seguirse.

## **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

---

De tal manera que la meta principal de la administración de proyectos es el logro de los objetivos aprovechando los recursos materiales y humanos con todo éxito, utilizando las herramientas y conceptos de la administración.

La aplicación de una metodología de administración de proyectos abarca desde antes de iniciar el trabajo técnico, continúa a lo largo del ciclo de desarrollo del sistema, y concluye únicamente hasta que el sistema es abandonado.

El administrador del proyecto, se hará cargo de proporcionar a los líderes de proyecto una metodología para la planeación, organización, dirección y control de los proyectos que tengan a su cargo, también deberá proporcionarles las normatividades, los procedimientos y las herramientas a implantar y deberá de vigilar el cumplimiento de la metodología, de la normatividad así como proporcionar soporte, consultoría y analizar la información del seguimiento de avance de los proyectos.

El líder de proyecto es el responsable de planear y controlar las actividades del proyecto, por lo tanto es la persona clave y pivote del proyecto, pues al organizar las tareas, asignar los recursos, motivar al personal y reportar la situación del mismo a la gerencia, está trabajando para terminar el proyecto a tiempo y dentro del presupuesto.

### **4.1.3 Restricciones**

Por otra parte, como restricciones fundamentales de todo proyecto se encuentran las medidas de tiempo, costo y calidad, sin importar el tamaño o contenido del proyecto para lograr los objetivos en el tiempo y presupuesto contemplados siendo estas restricciones planeadas y controladas por los líderes de proyectos quienes se apoyan en las herramientas y técnicas de la administración de proyectos además de mantenerse en contacto con la gerencia administrativa, lugar de donde se generan los reportes para la alta gerencia y así corregir los problemas en el desarrollo.

### **4.1.4 La administración en los proyectos informáticos**

La administración implica la definición y planeación de las tareas que serán realizadas para el logro de los objetivos establecidos, mediante la organización y el control de los recursos disponibles a través de una correcta dirección y las actividades comprendidas en cada una de las fases del proceso administrativo son: planeación, organización, dirección y control en un flujo constante que se observa en la Figura 4.1.

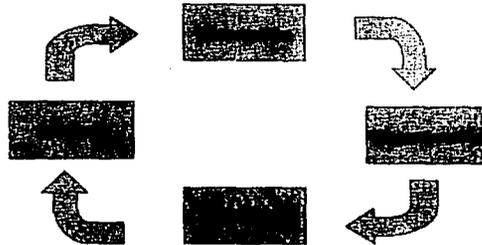


Figura 4.1

### Planeación

- Definición de los requerimientos.
- Búsqueda de alternativas de acción.
- Establecimiento de los objetivos cualitativos y cuantitativos a lograr.
- Determinación de los alcances que se tendrán en las actividades que se desea realizar.
- Planteamiento de la filosofía, las políticas y las técnicas a seguir.
- Elaboración de un programa, en donde se establece la secuencia de actividades específicas que habrán de realizarse, así como el tiempo requerido para desarrollar una actividad y lo que se tiene que obtener al final del tiempo asignado, mediante procedimientos que describen analíticamente los pasos a seguir.

Al efectuar las actividades anteriores deberán tomarse en cuenta los siguientes principios:

- Factibilidad. Los planes que se elaboren tienen que ser realizables y congruentes y se deben eliminar los factores que obstruyen el camino para llegar a la meta trazada.
- Objetividad y cuantificación (precisión). La planeación no debe ser arbitraria, debe estar fundamentada en la utilización de datos objetivos, tales como estadísticas, estudios de mercado, modelos matemáticos, etc.
- Flexibilidad. Se deberá poder enfrentar con facilidad situaciones imprevistas, con márgenes de holgura y colchones de seguridad previamente establecidos.

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

---

- **Unidad.** Los planes específicos deben ser elaborados conforme a un plan general de conciliación e ir dirigidos al logro de los propósitos y objetivos generales.

Para planear eficazmente es imprescindible valerse de herramientas que permitan optimizar los recursos y lograr resultados eficientes. La finalidad de las técnicas de la planeación es que al utilizarlas se tomen las decisiones más adecuadas de acuerdo con la situación específica del medio en donde actúe; la complejidad de éstas técnicas varía y su utilización dependerá de los recursos, tamaño y factores inherentes a cada uno de los proyectos.

#### **Organización**

En esta fase se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Integración de los recursos humanos, financieros y materiales necesarios.
- Estructuración de las actividades y tareas que permitirán lograr los objetivos previamente establecidos.
- Implantación de una división del trabajo consistente en la separación y delimitación de las actividades con el fin de realizar una función con la mayor precisión, eficiencia y el mínimo esfuerzo, dando lugar a la especialización y perfeccionamiento en el trabajo.

Al organizar se están estructurando ordenadamente las actividades humanas de manera que se facilite la combinación más eficiente de los recursos con que se cuenta para lograr los fines que se han establecido.

La organización es de carácter continuo, siendo el medio a través del cual se establece la mejor manera de lograr los objetivos. Mediante la organización se cuenta con los métodos que permiten obtener los siguientes beneficios en el desempeño de las actividades:

- Mejoras en la eficiencia.
- Reducción de los esfuerzos.
- Se evita la lentitud e ineficiencia en las actividades.
- Reducción de los costos e incremento en los resultados.
- Reducción o eliminación de la duplicidad de esfuerzos al delimitar funciones y responsabilidades.

#### **Dirección**

Se dirige y supervisa la puesta en práctica del grupo de funciones, para que los elementos integrados realicen lo planeado y así alcanzar los objetivos establecidos, mediante las siguientes actividades:

- Motivación

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

---

- Comunicación
- Supervisión
- Coordinación
- Cooperación

La importancia de la dirección radica en los siguientes puntos:

- Pone en marcha los lineamientos establecidos en la planeación y organización.
- Define la conducta más deseable de los integrantes del equipo de trabajo.
- Es determinante en la productividad de éstos y su calidad se refleja en el logro de los objetivos establecidos.
- Establece la comunicación necesaria.

Es la fase más dinámica y humanística, motivando al personal para el logro de los objetivos, promoviendo directamente la eficiencia, así como el establecimiento del modelo disciplinario.

#### **Control**

Es la medición periódica y constante de lo realizado contra lo planeado, con el fin de poder detectar oportunamente las desviaciones probables y así poder tomar las acciones correctivas correspondientes en el momento oportuno teniendo equilibrado todo el proceso de realización de actividades.

Mediante el establecimiento de estándares se facilita la medición de los resultados esperados, con las especificaciones determinadas.

Algunos de los tipos de estándares que se pueden establecer son los siguientes:

**Estadísticos.** Se elaboran con base en el análisis de datos de experiencias anteriores, ya sea del mismo proyecto o proyectos. Este tipo de estándares no son del todo confiables, pues en ocasiones la situación presente es otra con relación al pasado; por lo tanto al establecerse la información estadística debe ser complementada con el criterio.

**Estándares fijados por apreciación.** Son esencialmente juicios de valor resultado de las experiencias pasadas del administrador de proyectos.

**Estándares técnicamente elaborados.** Son aquellos que se fundamentan en un estudio objetivo y cuantitativo.

Existe un punto que reviste mayor importancia al momento de aplicar cualquier metodología: el aspecto humano, representado por el personal administrativo, de planteamiento y seguimiento y por el equipo de desarrollo; e inclusive, además, por el cliente y/o usuario final. Existen diversas razones por las cuales se concede

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

---

tal importancia a la consideración del factor humano en cualquier metodología de administración de proyectos; a saber:

- Los administradores deben entender a su personal como individuos y cómo interactúan entre ellos. Así pueden conocerse sus limitaciones para evitar plantearse objetivos irrealizables.
- Los sistemas de software son utilizados por personas. Al no considerar sus limitaciones y habilidades en el momento de definir el proyecto, entonces el producto final no será utilizado de la mejor manera, y no se cumplirán las expectativas del cliente/usuario final.
- En el desarrollo de proyectos de sistemas, un factor crítico de costos es la productividad de los programadores. Al comprender mejor los factores que influyen en la productividad, podrán identificarse posibles maneras de incrementarla, con la consiguiente reducción de tiempo y costos.

La administración de un proyecto de desarrollo de sistemas proporciona una visión más clara acerca del entorno del trabajo a realizar, los riesgos implícitos en el proceso, los recursos requeridos, las actividades que deberán realizarse, los costos que serán consumidos y el plan que deberá seguirse.

El ámbito de aplicación de una metodología de administración de proyectos abarca desde antes de iniciar el trabajo técnico, continúa a lo largo del ciclo de desarrollo del sistema, y concluye únicamente hasta que el sistema es abandonado.

Aún cuando la administración de un proyecto de desarrollo de sistemas es una actividad tan importante para el éxito del proyecto, la gran mayoría de los líderes de proyecto y desarrolladores no saben cómo administrar un proyecto o cómo trabajar dentro de límites establecidos.

Por otra parte, aunque es ampliamente aceptado el hecho de que tanto los aspectos tecnológicos como los administrativos son igualmente importantes en proyectos de desarrollo de sistemas, las mejoras en los métodos administrativos no han avanzado al paso de los avances tecnológicos. Entonces, los profesionales del desarrollo de software consideran que la administración en sí no es parte de su trabajo, y los profesionales de la administración no tienen el conocimiento técnico necesario para manejar los problemas de la ingeniería de software.

La situación actual del desarrollo de sistemas enfrenta diversos problemas que afectan directamente los resultados obtenidos en cada uno de los diversos proyectos emprendidos. Así, se puede distinguir claramente que existe una gran falta de precisión en las planeaciones y en las estimaciones de costos; y una calidad de los sistemas que en ocasiones no llega ni siquiera a niveles aceptables.

## **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

De todo lo anterior puede concluirse que, a pesar de contar con metodologías avanzadas para poder llevar a buen término un proyecto de desarrollo de sistemas, no se aplican principalmente por una resistencia al cambio. Es decir, a la aplicación de las nuevas metodologías que implican un cambio de mentalidad hacia la obtención de resultados de calidad.

### **4.2 Fases de la administración de sistemas o proyectos**

#### **4.2.1 Definición del proyecto**

Esta etapa inicia desde el momento en que el usuario plantea una necesidad determinada. Por su parte, el administrador del proyecto deberá concentrarse en la realización de las actividades que se establecen a continuación:

**Análisis de los requerimientos.** La primera actividad del administrador es analizar los requerimientos involucrando a quienes sean necesarios. Dependiendo del tipo de requerimiento se aplicarán las técnicas o metodologías propias según el área de acción, por ejemplo: desarrollo de sistemas, infraestructura, equipamiento, etc.

**Definición de objetivos.** Como resultado de la actividad anterior, se estará en posibilidades de definir con precisión qué es lo que realmente quiere el usuario, lo que se define como el objetivo, que se deberá alcanzar con el desarrollo del proyecto.

**Determinación de los alcances.** También deberán determinarse los alcances del proyecto, esto es definir los productos que se obtendrán, las limitaciones que se tendrán tanto en el desarrollo del proyecto como en los productos finales. Deberá evitarse incurrir en ambigüedades que pudieran crear falsas expectativas; es mejor especificar muy claramente lo que se abarca y lo que no.

**Identificación del ambiente.** Es de vital importancia identificar ampliamente el ámbito, tanto en el que se desarrollará el proyecto como en el que residirán los productos resultantes del mismo.

**Planteamiento de alternativas.** Al haber cubierto los aspectos anteriores se estará en posibilidad de plantear la alternativa o alternativas, mediante las que se muestre el enfoque de solución al requerimiento del usuario. Deberá cuidarse la forma de comunicar tales alternativas, tomando en cuenta la naturaleza del proyecto así como las preferencias del usuario, eligiéndose entre un planteamiento en forma gráfica o uno en forma textual.

**Definición del esquema general del proyecto.** De manera adicional, deberá definirse el esquema general del proyecto, considerando que al usuario le interesa saber, además de la solución, en cuánto tiempo la tendrá, cuanto le costará y que recursos se requieren emplear.

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

Elaboración de la propuesta. Todo lo anterior deberá integrarse en la propuesta que se le presente al usuario, teniendo gran importancia éste documento, ya que en él quedarán asentadas las bases del proyecto a desarrollar y será muy útil para cualquier aclaración que se requiera.

Obtención de la aprobación. Una vez presentada la propuesta al usuario, sólo deberá esperarse su decisión. Si ésta es positiva se deberá continuar con la siguiente etapa.

Todos los proyectos para el desarrollo de sistemas de software tienen como principal objetivo satisfacer los siguientes requerimientos:

- Las necesidades que el cliente ha externado.
- Las necesidades propias de la organización.
- Los planes de mercadotecnia.
- Las metas organizacionales.

En general, existen otras razones que motivan el desarrollo de tales proyectos. Principalmente están motivadas por la combinación de los siguientes objetivos:

Resolver un problema. Posiblemente existan actividades, procesos o funciones que actualmente no satisfacen, o quizá en un futuro no podrán satisfacer los estándares de desempeño o las expectativas; y para lo cual es necesario emprender una acción que resuelva las dificultades actuales y/o prevenga las dificultades futuras.

Aprovechar una oportunidad. En este caso, el desarrollo de un proyecto representa un cambio necesario que permitirá ampliar o mejorar el rendimiento económico de la empresa y su competitividad.

Dar respuesta a directivos. Existe también la necesidad de proporcionar información en respuesta a órdenes, solicitudes o mandatos originados por una autoridad legislativa o administrativa superior; en este caso, el desarrollo del proyecto es requerido principalmente para llevar a cabo tareas de manera distinta, efectuar cambios en la información o tal vez en el desempeño de los sistemas actuales.

Otro enfoque de las razones que motivan a las empresas a emprender proyectos para alcanzar sus objetivos es el que indica los siguientes factores:

Capacidad. Las actividades de la organización están influenciadas por la capacidad de ésta para procesar transacciones con rapidez y eficiencia. Un nuevo proyecto de desarrollo podría contribuir mejorando esta capacidad en tres formas:

- Aumento de la velocidad de procesamiento.

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

- El manejo de un volumen creciente de transacciones.
- Recuperación con rapidez de la información.

**Control.** Llevar a cabo los pasos de cómputo, incluidos los aritméticos, de manera correcta y siempre en la misma forma. Salvaguardar datos importantes y sensibles en una forma que sea accesible sólo al personal autorizado.

**Comunicación.** La falta de comunicación es una fuente común de dificultades que afectan tanto a clientes como a empleados. Sin embargo, los sistemas de información bien desarrollados amplían la comunicación y facilitan la integración de funciones individuales.

**Costo.** Muchas organizaciones han quedado fuera de la actividad comercial y otras tantas imposibilitadas para alcanzar el éxito por el poco control sobre los costos por el total desconocimiento de estos. Los sistemas de información juegan un papel importante tanto en la vigilancia como en la reducción de costos de operación.

Para poder realizar correctamente la definición del proyecto, es necesario tener un conocimiento amplio de su rango de aplicación y de su entorno.

El conocimiento anterior puede obtenerse mediante diversas técnicas, entre las que destacan las entrevistas con el cliente/usuario final, la observación de las actividades involucradas, y el desarrollo de pruebas de campo en el área correspondiente.

Al momento de iniciar la definición de un problema, deberá tenerse especial cuidado en no dejarse influir por los distintos puntos de vista, sesgos y prejuicios de los interesados en el proyecto. Si no se establece un control inicial sobre este grupo de prejuicios e intereses personales, podrá llegarse a una situación incontrolable; para evitar que esto suceda es necesario establecer las condiciones simultáneamente entre el personal administrativo del proyecto, el cliente y el personal comprendido en el mismo.

Una vez que ya se ha conformado el núcleo de grupo del proyecto, su primer trabajo consiste en dejar puntualizado el proyecto y llegar a un acuerdo entre sus miembros sobre la definición y alcance del mismo, así como las estrategias básicas para llevarlo a cabo.

##### **A) Estudio de factibilidad**

En la etapa de definición del proyecto es importante determinar si es factible su realización. Existen tres consideraciones relevantes que contempla un estudio de factibilidad, y se concentran en evaluar si el proyecto es factible técnica, económica y operacionalmente.

## 4. Metodología para la Administración de Sistemas

### • Factibilidad técnica

Las principales consideraciones técnicas que se contemplan durante el estudio de factibilidad son las siguientes:

- Disponibilidad de la tecnología necesaria para realizar lo que se pide.
- Capacidad técnica del equipo para soportar los datos requeridos por el sistema.
- Capacidad del sistema propuesto para ofrecer respuestas adecuadas a las peticiones sin importar el número y ubicación de los usuarios.
- Facilidad de crecimiento del sistema ya desarrollado.
- Existencia de garantías técnicas de exactitud, confiabilidad, facilidad de acceso y seguridad de los datos.

### • Factibilidad económica

Aún cuando la elaboración de un sistema sea técnicamente factible, además, los beneficios deberán igualar o superar los costos. Los aspectos económicos que permiten determinar la factibilidad económica de un proyecto son:

- Costo de efectuar labores de investigación del sistema.
- Costo del hardware y software necesarios para el futuro sistema.
- Beneficios económicos al reducir costos o errores costosos.
- Costo de no llevar a cabo la realización del proyecto.

### • Factibilidad operativa

La principal consideración en un estudio de factibilidad es que si el sistema será factible operativamente; es decir, que cuando ya se haya concluido su realización será realmente utilizado, o que no existan barreras para su implantación. En este punto es importante verificar que se cumpla con los siguientes aspectos:

- Apoyo suficiente al proyecto por parte de la administración y de los usuarios.
- Disponibilidad para cambiar métodos actualmente empleados.
- Posibilidad de que los usuarios participen en la planeación y el desarrollo del proyecto.
- Seguridad de que no se afectará la productividad o el control en otras áreas.

##### B) Guía de actividades para la definición del proyecto

- Estudiar, discutir y analizar. Es vital dedicar tiempo a estas actividades al inicio del proyecto. Así puede establecerse un entendimiento claro de con que se está trabajando; posiblemente sea necesario estudiar cómo algunos proyectos similares estructuraron sus enfoques o que información histórica pudiera existir en los legados de proyectos anteriores y que contribuya a la definición del proyecto actual. El fin de esta actividad es asegurarse de estar enfocando el problema correcto.
- Escribir la definición del proyecto. Cuando ya se tenga una seguridad de tener la situación bajo control, es necesario trabajar en una definición preliminar del proyecto que estará sujeta a revisiones según se vaya adquiriendo más información y experiencia.
- Fijar el objetivo del resultado final. Basándose principalmente en la definición preliminar, deberá establecerse el objetivo del resultado final.
- Enumerar lo imperativo y lo deseable. Posteriormente, debe enumerarse tanto lo imperativo como lo deseable que debieran estar presentes en los resultados finales. Es decir, enumerar los resultados que deben estar presentes para que se considere que el proyecto tuvo éxito, y enumerar los resultados que no son esenciales pero que añadirían calidad al resultado.
- Crear estrategias alternas. En este momento ya pueden crearse estrategias alternas que permitan llegar al objetivo. Para generar estas alternativas, conviene que el grupo de trabajo efectúe una sesión de ideas súbitas, que es un procedimiento de forma libre que aprovecha las posibilidades creadoras de un grupo de personas por medio de asociación de ideas. Dicha asociación trabaja como una corriente de dos direcciones: cuando un miembro del grupo expone una idea ésta estimula las ideas del resto, las que a su vez, hacen que se le ocurran más ideas al autor de la primera idea.
- Evaluar las alternativas. Después de haber generado las estrategias alternas es necesario evaluarlas. Debe tenerse la seguridad de que los criterios utilizados para la evaluación son realistas y que reflejan el objetivo del resultado final.
- Elegir un curso de acción. La evaluación permitirá elegir un curso de acción que se ajustará tanto a la definición del proyecto como al objetivo final.

## 4. Metodología para la Administración de Sistemas

### 4.2.2 Inicio y planeación del proyecto

Cuando ya se cuenta con la autorización del cliente, tiene lugar la etapa de inicio y planeación, la cual es muy importante, ya que es donde se establecen las bases para el control del proyecto y sobre todo para el éxito del mismo.

Por lo tanto el líder y el administrador del proyecto deberán responder a las siguientes preguntas:

- ¿ Qué hay que hacer ?
- ¿ Cuándo hay que hacerlo ?
- ¿ Quién lo hará ?
- ¿ Qué productos deben obtenerse ?

Con base en lo anterior podemos establecer que para la adecuada planeación del proyecto se deben cubrir entre otros los requisitos siguientes:

- Trabajo bien definido
- Duración definida
- Asignación de recursos humanos suficientes y calificados
- Resultados predeterminados

La forma en que se cubren tales requisitos y se da respuesta a las preguntas anteriores, es mediante la realización de las siguientes actividades:

- Estructurar el Proyecto. Esta actividad permite dar respuesta a la pregunta ¿ qué hay que hacer ?. Es tan importante estructurar adecuadamente el proyecto, que vale la pena señalar que la mayoría de las veces en que los proyectos fracasan y los planes de trabajo no se cumplen, es más frecuentemente por la omisión de actividades, que por otra causa.

Con base en los objetivos y alcances definidos para el proyecto, se puede aplicar una técnica de disgregación que permita ir dividiendo el proyecto en fracciones lógicas, que faciliten su manejo e ilustración, este proceso se debe realizar partiendo de lo general hasta llegar a lo particular, la idea es llegar a definir una estructura.

- Definir productos por tarea. Si se realiza una estructuración adecuada del proyecto, entonces se podrá responder a la pregunta ¿qué productos o resultados deben obtenerse?. Deberá tenerse muy claro que si una tarea no produce un producto o resultado, entonces no tiene razón de existir.
- Estimar la duración de las tareas. Al cliente le interesa conocer cuánto tardará en llegar al objetivo que desea alcanzar. Inicialmente no parece fácil poder determinarlo y de hecho no lo es, pero si se atiende la recomendación de

#### 4. Metodología para la Administración de Sistemas

---

estructurar el proyecto, entonces podrá estimarse con mayor facilidad y certeza la duración de las tareas y en consecuencia, la duración total del proyecto.

- Asignar recursos. Dado que lo planteado anteriormente permite determinar qué debe hacerse y qué se va a obtener, entonces se llega al momento de responder la pregunta de ¿quién lo hará?

Esta actividad tiene como finalidad que de acuerdo con los recursos disponibles, se asignen los más convenientes para la realización de cada tarea y si no se cuenta con ellos, por lo menos se estará en posibilidades de plantear la necesidad de su consecución.

Se debe tener cuidado de verificar la verdadera disponibilidad de los recursos, así como de sus compromisos futuros, tales como: cursos de capacitación, vacaciones, etc.

Se recomienda que preferentemente se asigne un solo responsable por tarea teniendo en cuenta que "lo que es de muchos, no es de nadie".

- Definir las precedencias. La única pregunta que queda por responder es ¿cuándo hay que hacerlo?. Con la realización de esta actividad puede responderse a esta pregunta, y consiste en identificar las vinculaciones de las tareas, para determinar qué tareas deben preceder a qué tareas.

Asimismo deberán tenerse en cuenta las restricciones o limitaciones que se establezcan con el cliente, es decir, deberá cuidarse si existe una fecha límite para la entrega de un determinado producto, resultado o bien de todo el proyecto.

Esta actividad junto con la estimación de la duración de las tareas, permitirá determinar con mayor exactitud la duración total del proyecto así como la fecha en que se planea terminarlo.

- Revisar el plan. Cuando ya se hayan realizado las actividades antes descritas, puede decirse que ya se tiene un primer plan de trabajo. En este momento es muy importante que de inmediato se proceda a la revisión del mismo, entrando en un proceso iterativo de refinamiento del plan de trabajo, para verificar que no se está omitiendo ninguna tarea y que los tiempos estimados son los adecuados.
- Obtener la aprobación. En el momento en que se ha llegado a la obtención de un plan definitivo, es conveniente que se someta a la consideración del cliente con la finalidad de que esté informado y pueda solicitarse su compromiso de apoyo para la realización de aquellas tareas que dependan de él.

## 4. Metodología para la Administración de Sistemas

### A) Planeación de un proyecto

La fase de planeación es una de las fases más delicadas e importantes en lo que se refiere al desarrollo de proyectos, si se realiza una planeación deficiente o nula, podría ocasionar grandes retrasos en programación, incremento de costos, poca calidad, y altos costos de mantenimiento en los desarrollos de los productos derivados del proyecto. Para evitar estos problemas se requiere de una planeación cuidadosa, tanto en el proceso de desarrollo, como en la operación del producto.

Aunque se dice que es imposible una planeación inicial, por la falta de información precisa sobre las metas del proyecto, necesidades del cliente y restricciones del producto no se conocen al comenzar el proyecto de desarrollo; sin embargo, es ahí donde radica su importancia, ya que en esta fase es donde se determinan los objetivos, necesidades y restricciones propias del proyecto. La dificultad de la planeación no debe desalentar tan importante actividad.

Un producto de programación se entiende mejor según se desarrolla el análisis, el diseño y la programación; sin embargo, no se debe esperar a contar con la suficiente información para iniciar una planeación preliminar. Se debe reconocer que los planes preliminares se modificarán según vayan evolucionando los productos; la planeación para el cambio es uno de los aspectos clave con los que se puede llevar a buen fin un proyecto.

La planeación es de suma importancia en la administración de proyectos, ello quiere decir que se debe enumerar detalladamente todo lo necesario para terminar el proyecto con éxito siguiendo las tres medidas vitales de la calidad, el tiempo y el costo.

#### Secuencia básica

- Establecer el objetivo del proyecto.
- Escoger una estrategia básica para lograr el objetivo.
- Dividir el proyecto en subunidades o pasos.
- Determinar el estándar de ejecución para cada subunidad.
- Determinar la secuencia apropiada para completar las subunidades y añadir esta información al programa del proyecto total.
- Designar el costo de cada subunidad y agregar los costos al presupuesto del proyecto.
- Designar la organización del personal necesario, incluyendo el número y clase de posición, con sus deberes y responsabilidades correspondientes.
- Determinar que adiestramiento es necesario para los miembros del grupo del proyecto.
- Desarrollar las políticas y procedimientos necesarios.

## **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

### **B) Planeación de la medida de calidad**

La planeación de la calidad requiere de atención a detalle. La meta de la planeación de la calidad es asegurar que el resultado del proyecto funcionará, esto es, que se hará lo que se supone se debe hacer. El plan de la calidad también establece los criterios de la ejecución con los cuales se comparará el proyecto una vez terminado.

Al planear la medida de la calidad, se deben incluir especificaciones para la calidad y clase de los materiales que se usarán, el estándar de ejecución que debe cumplirse y los medios para verificar la calidad.

Existen dos técnicas que facilitan la planeación de la calidad:

- Creación de una estructura de división de trabajo.

La estructura de la división del trabajo es el lugar para comenzar a planificar los tres parámetros de un proyecto: la calidad, el costo, y el tiempo; es una técnica que se basa en dividir un proyecto en subunidades o paquetes de trabajo. Como todos los elementos necesarios para completar un proyecto están identificados, se disminuye la posibilidad de olvidar o pasar por alto algún paso esencial.

La estructura de la división del trabajo típica se construye con dos o tres niveles de detalles, aunque para proyectos muy complicados quizá se requieran más niveles. Se deben comenzar por identificar las subdivisiones lógicas del proyecto, luego, dividir cada una de ellas. Según se construye la estructura de la división del trabajo, se debe contemplar que la meta es identificar una unidad de trabajo que sea discreta y que adelante el proyecto hacia su terminación.

- Especificaciones del proyecto.

Usando la estructura de la división del trabajo se pueden escribir las especificaciones para cada subunidad del proyecto. Las especificaciones incluyen todos los requisitos de importancia para cumplir con la medida de la calidad del proyecto, los recursos que se van a emplear, el estándar que hay que alcanzar, los ensayos que se harán, etc.

Se debe ser cuidadoso al escribir las especificaciones porque éstas se convierten en el factor de control en el cumplimiento del estándar de ejecución y afectan directamente tanto el presupuesto como la planeación misma del proyecto.

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

##### **C) Planeación de la medida del tiempo.**

El objetivo al planificar la medida del tiempo es determinar el tiempo más corto necesario para completar el proyecto. Se debe comenzar con la estructura de la división del trabajo y determinar el tiempo requerido para terminar cada subunidad. Después, determinar en que secuencia deben terminarse las subunidades y en cuáles se puede estar trabajando al mismo tiempo.

A partir de este análisis, se habrán determinado los tres elementos del tiempo más importantes:

- Duración de cada paso,
- Lo más pronto que puede comenzarse un paso.
- Lo más tarde que puede comenzarse un paso.

La planeación de la medida del tiempo sólo puede hacerse por aquellas personas que tengan experiencia en las mismas actividades o similares. Si no se sabe personalmente qué tiempo demorará alguna actividad, se deberá confiar en alguien que tenga la experiencia necesaria.

Muchos administradores de proyectos encuentran que es realista estimar los intervalos de tiempo como un promedio más bien que como una cantidad exacta. Otra manera de hacer frente a la falta de precisión Al estimar el tiempo, es usar un fórmula comúnmente aceptada para esa tarea, o, si se esta trabajando con un modelo matemático, se pueden determinar las probabilidades de que el trabajo se termine dentro del tiempo estimado, calculando una desviación estándar del tiempo estimado.

##### **D) Planeación de la medida del costo**

Existen muchas razones para hacer una planeación cuidadosa del costo del proyecto, por ejemplo, si se subestiman los costos, quizá el proyecto se pierda antes de poder comenzarlo, ya que no se está en una posición competitiva. Un buen plan comprende la identificación de las fuentes de suministros y materiales y esta investigación cuidadosa asegura que los costos son realistas. El objetivo principal de un buen presupuesto consiste en supervisar los gastos de un proyecto mientras se encuentra en progreso y evitar los gastos excesivos.

Las inexactitudes en el presupuesto siempre son inevitables, pero no deben ser consecuencia de un trabajo insuficiente en el plan original. El objetivo es ser tan realista como sea posible.

Es imposible estimar el costo de un proyecto mientras no se sepa el tiempo que durará, ya que el renglón más costoso será qué tiempo durarán las labores, por lo tanto, es necesario usar la estructura de la división del trabajo y la programación

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

del proyecto como puntos de partida y así desarrollar un buen presupuesto para el proyecto.

- **Componentes típicos del costo**

**Labor.** Salarios pagados a todo el personal trabajando directamente en el proyecto por el tiempo invertido.

**Gastos globales.** Costo de los impuestos sobre las nóminas y beneficios suplementarios para todos los que trabajan directamente en el proyecto por el tiempo invertido. Calculados generalmente como un porcentaje del costo de la labor directa.

**Materiales.** Costo de los elementos comprados para su uso en el proyecto.

**Suministros.** Costo de discos magnéticos, CD's, papel, cartuchos, *toners*, etc. usados en el proyecto.

**Alquiler de equipos.** Costo del alquiler de los equipos usados en el proyecto.

**Gastos administrativos y generales.** Costo de la administración y servicios de respaldo, por ejemplo, compras, contabilidad, secretarías, etc., por el tiempo dedicado al proyecto. Calculado generalmente como un porcentaje del costo del proyecto.

**Ganancia (si es aplicable).** En un proyecto, para obtener ganancias, la recompensa a la organización por haber terminado el proyecto con éxito. Calculada generalmente como un porcentaje del costo del proyecto.

Una vez identificados los componentes del costo y dividido el proyecto en subunidades, se debe crear un control para llevar la cuenta del costo del proyecto en total.

Obsérvese que estimar el costo de una subunidad se simplifica si se contrata a terceras partes; en este caso, el costo incluye poner la subunidad en oferta, elegir un contratista y luego usar el precio contratado como su costo.

- **Asignación de responsabilidades**

La determinación de quién debe ser responsable de terminar cada subunidad o paso de un proyecto, debe hacerse tan pronto como sea posible, de modo que todos puedan participar en la planeación, tanto de los calendarios de trabajo como de los presupuestos. Esta participación lleva a un mayor empeño por acabar el proyecto dentro de los límites de tiempo y dinero.

El número de personas comprendidas en un proyecto varía según su tamaño y alcance. No todos los proyectos tienen diferentes personas para cada una de las subunidades.

## **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

---

Para hacer el mejor uso posible de los recursos al decidir quien es el responsable de cada parte del proyecto. Es necesario ampliar los tramos de control para incluir a los subcontratistas y departamentos de servicios, así como a los miembros del grupo del proyecto.

### **4.2.3 Puesta en práctica y seguimiento del plan de proyecto.**

Al momento de contar con la autorización por parte del cliente o por parte de la persona a quien le corresponda dicha facultad, significa que deberá darse inicio a la etapa en la que se hace realidad el plan de trabajo para lograr el objetivo propuesto.

Debe considerarse que a partir de este punto, nos enfrentamos a lo inesperado, situaciones tales como: retraso en la llegada de equipos, enfermedades del personal clave, dificultades técnicas, etc. Por lo tanto el líder de proyecto debe dedicarse a dirigir la ejecución y el seguimiento de avance del proyecto. Para ello debe realizarse el proceso cíclico que se propone a continuación:

1. Plan original
2. Revisión de actividades del periodo
3. Registro de resultados reales
4. Detección de desviaciones
5. Cambios al proyecto
6. Plan actualizado
7. Informar avance del proyecto

Cuando ya se ha terminado la planeación del proyecto (o incluso antes) es el momento en el que se inician propiamente las actividades mencionadas en el plan de proyecto. Y es en ése momento en el que debe dar inicio la fase de seguimiento de la ejecución del proyecto, con el fin de supervisar el trabajo y asegurarse de que las actividades se efectúan dentro de los estándares propuestos, a tiempo y dentro del presupuesto.

Esta fase de la administración del proyecto básicamente implica que el personal administrativo del proyecto deberá:

- Efectuar un seguimiento del avance del proyecto.
- Realizar comparaciones de los avances actuales con los avances planeados.
- Revisar el apego a los estándares.
- Verificar que las actividades se efectúan dentro del presupuesto planeado.

Además, en caso de que se detecten desviaciones, deberán aplicar acciones correctivas e inclusive efectuar modificaciones al plan original; siempre informando

#### 4. Metodología para la Administración de Sistemas

mediante reportes o presentaciones de los cambios o de información relevante al cliente o usuario final.

El seguimiento de la ejecución del proyecto es una actividad que pertenece de manera continua a lo largo de todo el proyecto de desarrollo; inclusive durante las etapas de mantenimiento y liberación, ya que es cuando se requiere una verificación más estricta de los cambios en el código y en la configuración. Debido a que el seguimiento es propiamente una actividad administrativa y no una actividad técnica, es común que los administradores eviten el uso de mecanismos formales que los guíen de manera objetiva porque confían más en su experiencia y su juicio personal. Sin embargo, para poder obtener resultados verdaderamente confiables deberán, en la medida de lo posible, aplicar ciertos métodos formales y reglas adaptables para la revisión de las actividades y la detección de las desviaciones.

Los objetivos que se persiguen al aplicar métodos y reglas para el seguimiento de la ejecución del proyecto de software son:

- Enfocar los esfuerzos del equipo hacia actividades críticas o que eventualmente requieran más atención en una fase específica del ciclo de vida del desarrollo,
- Incrementar la eficiencia y la eficacia al conducir hacia la estrategia más eficiente posible, evitando reinventar todo de nuevo en proyectos posteriores,
- Evaluar la mayoría de las situaciones que pueden ocurrir durante el desarrollo del software,
- Indicar posibles maneras de enfrentarse con dificultades potenciales, previniendo así una calidad inferior a la requerida o el incumplimiento de algún proveedor de equipo.

A continuación se mencionan las etapas que se consideran de importancia para el seguimiento de la ejecución del proyecto y una explicación de lo que consiste cada una:

- **Evaluación inicial del plan original.** Comprende la fase inicial del proyecto y las siguientes actividades:
  - Aprobar el plan por parte del cliente.
  - Informar a los participantes en el proyecto del inicio del mismo y proporcionarles una copia del plan, sino de todo el plan sí de las actividades que le corresponden a cada participante.
  - Establecer la frecuencia con la que se llevará a cabo la revisión de las actividades del proyecto y la mecánica para hacerlo.
- **Revisión de actividades.** Esta etapa se efectúa durante el proceso de desarrollo y en ella se utiliza la revisión técnica formal de las partes o módulos

#### 4. Metodología para la Administración de Sistemas

---

de software que se hayan desarrollado hasta el momento. Se considera que es la etapa más importante para el seguimiento de la ejecución del proyecto, ya que permite conseguir los siguientes logros:

- Descubrir errores de funcionalidad, lógica o implementación en el software.
- Verificar que cumple con los requisitos establecidos inicialmente.
- Garantizar que se han aplicado correctamente los estándares de implementación.
- Obtener un producto de software desarrollado de manera más uniforme y de mejor calidad.
- Hacer más manejable un proyecto, al evitar que se salga de las manos el control de un producto que cada vez es más grande y más complejo, y por lo tanto más difícil la detección de errores.

Es importante aclarar que las revisiones se realizan de manera que no requieran de más de dos horas de trabajo por cada participante, tanto para su preparación como para la misma reunión de revisión.

Además, se puede efectuar la revisión de actividades por medio de reportes que indiquen la situación actual de las actividades, inclusive las que no tienen que ver directamente con la implementación de software (instalación de hardware, elaboración de manuales, capacitación, etc.).

- **Registro de resultados reales.** Posteriormente a la revisión de las actividades, deberán registrarse e integrarse los reportes e informes obtenidos. En ésta etapa es conveniente la utilización de una herramienta automatizada para control de proyectos que permita llevar a cabo esta labor más fácilmente. Además, la herramienta hace más sencilla la detección de desviaciones (que es la siguiente etapa) y la experimentación de los posibles efectos que tendrían diversas modificaciones al proyecto de manera hipotética.
- **Detección de desviaciones en las actividades.** Cuando ya se tienen los resultados reales de las actividades, se comparan contra los resultados planeados; esto es para determinar si el proyecto se desarrolla en el tiempo y costo establecidos o si por el contrario se está incurriendo en desviaciones.

En el caso de detectar desviaciones deberán tomarse las decisiones correspondientes para corregir la desviación mediante acciones correctivas.

Cuando las decisiones para corregir las desviaciones están fuera del alcance del equipo de desarrollo, entonces deberá informarse a los niveles jerárquicos superiores para que éstos puedan actuar en consecuencia. Esto incluye la influencia de factores externos (políticos, financieros, sociales, etc.) que de alguna manera afectan al plan de proyecto inicial, por lo que deberá evaluarse la necesidad de hacerle modificaciones.

#### 4. Metodología para la Administración de Sistemas

- **Modificaciones al plan de proyecto.** Como se explicó anteriormente, existe la posibilidad de que se presenten circunstancias especiales que afecten de manera evidente el plan de proyecto inicial. Tales circunstancias pueden ser cambios en los alcances del proyecto, reducción del presupuesto original, modificación de leyes o de factores externos, etc.

Es importante que en ésta etapa se realice una evaluación detallada del impacto que tendría la modificación, que puede ser con relación al tiempo, dinero o esfuerzo requeridos para alcanzar el nuevo objetivo.

- **Actualización del plan de proyecto.** Independientemente de que se hayan efectuado modificaciones o no al plan de proyecto, deberá contarse con el plan de trabajo completamente actualizado con la misma frecuencia que se determinó para la revisión de las actividades. De esta manera se reflejará inmediatamente la situación real del proyecto en términos de avance y desviaciones.
- **Informe de avances y cambios al proyecto.** Aunque todos los miembros del equipo del proyecto tienen probablemente alguna responsabilidad para producir documentación o reportes de avance, es el personal administrativo en quien recae principalmente la responsabilidad de presentar informes de avance del proyecto tanto al cliente como a la alta dirección. Los administradores del proyecto deberán ser capaces de escribir documentos concisos y coherentes que sintetizen las características más sobresalientes de otros reportes más detallados del proyecto. Además, deberán ser capaces de presentar esta información durante las revisiones de avance.

El control del proyecto significa llevar un seguimiento métrico del progreso y los avances mediante un sistema establecido previamente, que además permita efectuar acciones paralelas siempre que sea posible. Las ventajas de administrar bien un proyecto pueden resumirse, principalmente, en que la ejecución del mismo no variará de manera significativa con respecto del planteamiento inicial y un buen planteamiento inicial permite asegurar el éxito del proyecto en lo referente al cumplimiento de los plazos y a menores costos de ejecución.

La principal actividad que efectúa el administrador del proyecto durante la fase de la puesta en marcha y seguimiento es la de coordinar todos los elementos del proyecto. Lo anterior incluye un control continuo de las actividades para ver si se están ejecutando de acuerdo con el plan; brindar una retroalimentación a los que están trabajando en el proyecto; contratar los materiales, suministros y servicios y resolver las diferencias entre las personas comprendidas en el proyecto. Esta responsabilidad requiere diversidad de conocimientos y experiencias. Más adelante se mencionarán las herramientas y técnicas que son de utilidad para el administrador del proyecto durante la fase de la puesta en marcha y seguimiento.

#### 4. Metodología para la Administración de Sistemas

---

El seguimiento esencialmente se compone de tres pasos: establecer el estándar, supervisar la ejecución y realizar acciones correctivas.

##### A) Establecimiento del estándar

El estándar para el proyecto se fijó en las especificaciones detalladas del proyecto creadas durante la fase de inicio y planeación. El administrador del proyecto debe consultar constantemente estas especificaciones y estar seguro de que el grupo del proyecto también las consulta. Si el proyecto se desvía de sus especificaciones originales, no habrá garantía alguna de que el éxito previsto en los estudios de factibilidad llegue a convertirse en realidad; el sistema o resultado del proyecto no cumplirá con el estándar de ejecución.

Existe un cierto número de herramientas disponibles que ayudan al administrador a dar un seguimiento de la ejecución del proyecto y asegurarse de que se cumplan como es debido los parámetros definidos de calidad, tiempo y costo. Durante la etapa de inicio y planeación los diagramas de *Gantt* o *PERT*, entre otros son herramientas muy útiles para seguir de cerca cómo va la medida de tiempo del proyecto en relación con los planes.

##### B) Supervisión de la ejecución

El centro del proceso de control es la supervisión del trabajo en desarrollo; esta es la forma que se tiene para saber qué es lo que está sucediendo, cómo lo actual se compara con lo planeado. Con una supervisión efectiva se podrá saber si se requiere alguna acción correctiva y cuándo se necesita. Algunas formas corrientes de mantenerse al tanto del desarrollo del proyecto son:

**La inspección.** Probablemente es la forma más común de supervisar la ejecución de un proyecto y puede efectuarse tanto por inspectores adiestrados como por el administrador del proyecto. Se aplica mediante la observación de lo que está sucediendo en el área donde se está llevando a cabo el trabajo. La inspección es una manera efectiva de ver si se están cumpliendo las especificaciones del proyecto, y también de ver si hay gastos innecesarios o si no se cumplen las medidas de seguridad en el trabajo. Las inspecciones deben hacerse sin anuncio previo y sin tener un patrón de tiempo determinado; sin embargo, también deben ser francas y directas.

**Las revisiones periódicas del desarrollo.** Son las comunicaciones entre el administrador del proyecto y los responsables de los distintos módulos. Las revisiones periódicas pueden hacerse en grupo o individualmente y bien frente a frente o por teléfono; también pueden presentarse informes por escrito. Las revisiones periódicas ocurren habitualmente dentro de un calendario de trabajo fijo diaria o semanalmente; pero también pueden ocurrir al observarse algún problema en la ejecución o al terminarse algún paso importante en relación con el proyecto en total. Deben considerarse en la agenda de la reunión los siguientes temas:

#### 4. Metodología para la Administración de Sistemas

---

- Revisión del desarrollo efectuado contra los planes.
- Revisión de los problemas encontrados y cómo se han manejado.
- Revisión de los problemas anticipados con los planes propuestos para manejarlos.

Durante la revisión del desarrollo se trabaja para lograr los objetivos de conocer las condiciones de las operaciones e influenciar el curso de los eventos futuros, según sea necesario. Durante las conversaciones, se asumirán diversos papeles de acuerdo con la situación:

**Oyente.** Se debe escuchar mientras el interlocutor informa sobre el desarrollo, desviaciones del plan, problemas que se han encontrado y las soluciones propuestas. Deberá escucharse no solamente lo que dice, sino también cómo lo dice. Es conveniente ser receptivo al estado anímico de la persona, especialmente cuando es de exaltación, frustración o desaliento.

**Contribuyente:** En muchas de las revisiones periódicas el desarrollo efectuado está de acuerdo con lo planeado; pero en ciertas ocasiones se tendrán que enfrentar ciertos problemas. Cuando esto ocurre, se puede llegar a la solución dirigiendo a otra persona a tomar alguna acción determinada. El conocimiento y experiencia del administrador son muy útiles para adelantar el proyecto.

**Integrador:** Un papel muy importante del administrador de un proyecto es integrar los componentes del proyecto, haciéndolo un todo compatible. Deberán revisarse diversos asuntos de importancia, como verificar que no se hayan descuidado ciertos detalles, que no se estén haciendo trabajos duplicados, o que se ha colocado a las personas más capacitadas en los puestos apropiados.

**Líder:** Quizá el papel más importante que pueda tener el administrador de proyectos sea el de líder. Empleando todas las técnicas a su alcance, deberá mantener todo el trabajo del grupo orientado hacia el objetivo común de terminar el proyecto según las especificaciones, con puntualidad y dentro del presupuesto. Deberá ser capaz de confirmar y reconocer cuando se ha hecho una buena labor, corregir los malos trabajos realizados y mantener un alto nivel de entusiasmo e interés.

**Las comprobaciones.** Constituyen otra manera de certificar la calidad del proyecto. Generalmente, algunas pruebas se indican directamente en las especificaciones para confirmar si se está cumpliendo con el estándar de calidad. Algunas comprobaciones típicas son las pruebas de volumen o de resistencia.

**La auditoría.** Puede realizarse a lo largo de todo el tiempo de duración del proyecto, así como al concluirse, siendo algunas de las áreas comunes sujetas a una auditoría el mantenimiento de los libros de contabilidad, los procedimientos para efectuar las compras, las medidas de seguridad, los procedimientos de mantenimiento y la autoridad para efectuar pagos. Los auditores deben ser

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

expertos en el área del proyecto que se está revisando y, por lo general, no son miembros del grupo. Después de examinar cuidadosamente el área revisada se escribe un informe describiendo en detalle lo que se encontró y señalando las prácticas que se desvían de las políticas y los procedimientos establecidos.

Una supervisión eficiente considera más de una fuente de información; además de los datos originados manualmente o por computadora, la combinación de las inspecciones, las revisiones del desarrollo, las comprobaciones y la auditoría proporcionan toda la información necesaria para poder estar al día sobre el estado y condiciones del proyecto.

#### **C) Realización de acciones correctivas**

A medida que el proyecto va desarrollándose y se supervisa la ejecución, habrá veces en que lo realizado no estará de acuerdo con lo planeado, esto significa que hay que adoptar una acción correctiva.

Cuando la calidad no está de acuerdo con lo especificado, lo acostumbrado es volverlo a hacer de acuerdo con los planes; sin embargo, en algunos casos esto necesita examinarse más de cerca. Por ejemplo, si la actividad o el material exceden las especificaciones, quizá tengan que aceptarse. Si son insuficientes, tendrá que considerarse cuánto se desvían de lo especificado y si las deficiencias harán que el proyecto fracase al evaluarse su ejecución. Quizá la decisión final sea volver a hacer todo el trabajo, pero ésta no es una salida automática.

Cuando el proyecto comienza a retrasarse en relación con su calendario de actividades, existen tres alternativas que pueden corregir el problema. La primera es estudiar el trabajo que queda por hacer y decidir si en los próximos pasos a dar se puede recobrar el tiempo perdido. Si esto no es posible, deberá considerarse dar algún tipo de incentivo si el proyecto se completa a tiempo. Tal vez dicho incentivo estaría justificado si se compara este gasto con las posibles pérdidas causadas por una terminación tardía. Finalmente, debe considerarse emplear más recursos, esto también será más costoso, pero a lo mejor compensa las pérdidas causadas por la demora en la terminación.

Cuando el proyecto comienza a excederse del presupuesto, deben considerarse las actividades que quedan por hacer y si los gastos excesivos se pueden recuperar en lo que queda por hacer. Si esto no fuera posible, tendrá que considerarse una reducción en el alcance del proyecto u obtener más fondos para el proyecto.

El seguimiento es la actividad central durante la puesta en marcha de un proyecto. La herramienta de mayor importancia en este proceso es el plan que se desarrolló inicialmente para definir los tres parámetros del proyecto: las especificaciones (calidad), el calendario de trabajo (tiempo) y el presupuesto (costo). Estos forman el estándar con el cual hay que medir la ejecución.

## **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

### **4.2.4 Terminación del proyecto**

Esta última etapa es también muy importante y se debe efectuar con el fin de asegurar que el proyecto ha sido concluido satisfactoriamente, para ello se propone la realización de las siguientes actividades:

**Revisión de productos a entregar.** Esta actividad consiste en poner en práctica la función de administración de la calidad, esto es, se debe realizar la revisión de los productos que se van a entregar, para tener la seguridad de que se está cumpliendo con las expectativas del cliente, de acuerdo con los compromisos establecidos al inicio del proyecto.

**Aceptación de productos por el cliente.** Es muy importante que se formalice la entrega de productos al cliente, asegurando que quede constancia por escrito. También es conveniente señalar que no se debe esperar hasta el final para realizar esta actividad, ya que la terminación del proyecto inicia desde que se entrega el primer producto.

**Asegurar la terminación de todas las tareas y entrega de todos los productos.** Un producto está terminado, solo cuando todos sus productos, listados, procedimientos, reportes, instructivos, etc., han sido aceptados por el usuario y contamos con la constancia correspondiente por escrito.

La terminación de un proyecto debe ser total y definitiva, por lo tanto cambia la responsabilidad, es decir disminuye la del líder del proyecto y se incrementa la del usuario.

**Finiquitar compromisos con terceros.** Otros aspectos muy importantes son: el cierre del ejercicio del presupuesto del proyecto, para lo que se deberá revisar que no queden asuntos pendientes con proveedores y sus correspondientes contratos, así como la reasignación del personal y si procede el inventario de equipo que se hubiese adquirido.

**Preparar el acta de liberación del proyecto.** Cubierto lo anterior debe procederse a la elaboración del acta mediante la que se formalizará la terminación y entrega del proyecto.

**Formalizar la entrega del proyecto al cliente.** Se deberá llevar a cabo una reunión con el cliente, con la finalidad de firmar el acta de liberación del proyecto, constituyendo dicha acta en la constancia que demuestre que se ha terminado el trabajo. Asimismo deberá comunicarse la terminación a todas las áreas participantes incluyendo a la propia dirección, todo esto de acuerdo con los lineamientos que establezca el área encargada de la atención a clientes.

**Operación normal de los productos.** Es muy común que al término del proyecto, los productos resultantes pasen a formar parte de la operación recurrente del cliente, en este caso debemos estar al pendiente para cubrir cualquier situación de

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

falla que sea reportada por el cliente de acuerdo con las garantías que al respecto se le otorguen.

Durante la fase de terminación del proyecto se deben tomar en cuenta las siguientes actividades:

##### **A) Evaluación de los resultados del proyecto**

En forma conjunta con el cliente, se deberá coordinar la entrega de los productos derivados del proyecto, esto es, se deben transferir los recursos técnicos, materiales y productos desarrollados que fueron objeto del proyecto, incluyendo la documentación requerida para su correcta administración y operación.

Para llevar a cabo esta actividad, es necesario primero que nada, el recabar toda la información que se derivó del proyecto así como elaborar los manuales de operación y mantenimiento de cada uno de los productos.

El manual de operación por producto debe contener:

- Nombre
- Objetivo del manual
- Descripción clara del procedimiento de operación del producto.
- Especificación detallada.

El manual de mantenimiento debe contener:

- Nombre del manual.
- Objetivo.
- Descripción del mantenimiento.

Dichos manuales deben ser revisados y aprobados por el administrador del proyecto así como por las personas que intervinieron en el desarrollo de los productos a fin de corregir errores de redacción o bien complementarlos.

Una vez revisados y corregidos los manuales, entonces se procede a la entrega de los productos al cliente y se formaliza la entrega de los mismos mediante algún documento formal.

##### **B) Elaboración del plan de capacitación**

El objetivo de establecer un buen plan de capacitación de los nuevos productos, es transferir al cliente los conocimientos y/o habilidades requeridos para el uso de los productos resultado del proyecto.

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

De acuerdo a las necesidades del cliente, la capacitación debe incluir los niveles de:

- Operación
- Control
- Estrategia

Para poder dar una adecuada capacitación, lo primero que se debe contemplar es el conocer al grupo de personas que van a hacer uso de los nuevos productos, con esto se puede obtener información a fin de determinar el mejor plan de capacitación de acuerdo al nivel de operación de cada miembro.

Como segundo paso, se debe definir el programa de capacitación en el cual se determinará los módulos y temas que serán incluidos en el material de capacitación.

Una vez que se cuente con el material, este debe ser revisado y aprobado por el personal técnico que intervino en la elaboración del modulo, así como por el cliente, a fin de garantizar que es entendible y cumple con la descripción clara de todos los productos.

Una vez que se cuenta con el material de capacitación, se deben preparar láminas o material de exposición para facilitar el entendimiento de dicho material y es en ese momento cuando se puede convocar a las sesiones de capacitación.

Durante las sesiones de capacitación, se deben tener sesiones de evaluación a fin de garantizar que hayan sido bien entendidos todos los términos y especificaciones de cada producto. Asimismo, deben existir sesiones de prácticas y resolución de dudas.

Así como existe un plan de proyecto, también debe existir un plan de capacitación, el cual tiene una fecha de inicio y término. Esto es, la conclusión de la capacitación también debe formalizarse en miras de obtener la aceptación del grupo capacitado así como la del cliente.

#### **C) Transferencia de responsabilidades al cliente**

El objetivo de esta actividad es entregar la aplicación al nivel funcional correspondiente de la organización del cliente, que se encargará de operar, controlar y dirigir los productos derivados del sistema.

Para esta actividad, se debe elaborar un documento donde queden plasmados:

- Desempeño de los productos contra estándares (criterios de aceptación)
- Descripción de los puntos de control a observar a fin de operar en forma correcta cada producto.

#### **4. Metodología para la Administración de Sistemas**

---

Para llevar a cabo esta actividad, primero se debe definir a la unidad funcional responsable de la operación de los productos, hacer la medición contra los estándares planteados originalmente y por último elaborar un reporte de desempeño por cada producto.

Posteriormente, se debe convocar una reunión con el cliente y el área funcional responsable de los resultados de cada producto para hacer la entrega de la responsabilidad de los mismos. Esta entrega de responsabilidades también debe quedar formalizada en algún documento.

##### **E) Revisión de resultados**

El paso final de todo proyecto debe ser una revisión para evaluarlo, esta consiste en volver a revisar todo el proyecto para ver si se aprendió algo que pueda contribuir al éxito de proyectos futuros. La mejor forma de hacer esta revisión es por el núcleo central del grupo de trabajo del proyecto y, habitualmente, en una discusión conjunta.

Una vez que se han realizado las actividades anteriores, se puede decir que el proyecto ha llegado a su fin.

## **5. CASO PRÁCTICO: SISTEMA DE GESTIÓN DEL PROCESO FISCALIZADOR**

Las áreas donde se desarrollan y administran sistemas de información, primordialmente deben planear sus acciones, prioritariamente las de realizar un diagnóstico, incluyendo la descripción de la situación actual de la organización, así como establecer el plan de trabajo que permita aplicar el desarrollo del ciclo de vida de sistemas. Una organización puede ser grande y compleja por lo que es conveniente conocer él todo y después dividirlo en "n" proyectos o subsistemas que permitan de forma ordenada y planeada desarrollarlos.

En el desarrollo de los sistemas deben participar; el personal de las diferentes áreas de la empresa, considerando su ubicación geográfica y la tarea que desempeñan; los mandos medios y de supervisión; la alta gerencia que es la que toma las decisiones con respecto del futuro de los sistemas y los desarrolladores que pueden depender de una área de la misma organización o una mezcla entre ésta y alguna(s) compañía(s) de desarrollo de software que se haya(n) contratado para tal efecto.

El área en la cual me voy a basar es la correspondiente a Auditoría Fiscal, la cual en México se lleva a cabo en las Secretarías de Finanzas de los Gobiernos de los Estados y del Distrito Federal, todas autónomas entre sí, en el Servicio de Administración Tributaria (SAT) dependiente de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, así como en despachos de consultoría privados que les dan servicio a éstas o a empresas privadas que requieren sus servicios.

Las actividades que desarrollan estas áreas son, entre otras, la de vigilar el correcto cumplimiento de sus obligaciones fiscales a través de la revisión de las declaraciones de los contribuyentes y de los dictámenes de contador público registrado; visitas domiciliarias, auditorías, e imposición de multas y sanciones por infracciones, en todo lo concerniente a los impuestos, derechos, contribuciones de mejoras, aprovechamientos y accesorios de carácter federal, estatal o municipal, etc.

Cabe hacer mención que las Entidades Federativas y sus municipios son parte actuante de la Administración Tributaria Nacional, pues de ellas dependen también en forma esencial la mejoría en los sistemas de administración de los conceptos denominados ingresos coordinados, siendo algunos tan importantes como el impuesto al valor agregado. La entidad podrá realizar actos de comprobación del impuesto al valor agregado, del impuesto sobre la renta e impuesto al activo, sin la presencia de la SHCP, todo esto bajo un programa coordinado, que se denomina "fiscalización concurrente"; es decir el Gobierno Federal por conducto de los Estados de la República Mexicana, a través de un esfuerzo conjunto han instrumentado una concertación de colaboración administrativa entre la Federación y los Estados, lo cual ha hecho posible el incremento de los recursos a los tres niveles de gobierno, obedeciendo al Plan Nacional de Desarrollo el cual se

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

refiere a la mejora permanente entre la Federación y los Gobiernos Locales en materia fiscal, aprovechando las ventajas de cada nivel de Gobierno para realizar tareas de fiscalización e introducir incentivos que premien a los gobiernos a lograr un cumplimiento amplio y correcto de las obligaciones fiscales.

En este capítulo se describe de forma muy general, la administración de los proyectos, el diagnóstico y la solución recomendada, así como se describe el Sistema de Normatividad, como ejemplo de los diversos módulos del Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador.

### **5.1. Presentación**

Siendo las áreas de Auditoría Fiscal las encargadas de los asuntos relacionados con la fiscalización de los contribuyentes en el ámbito de su competencia, es necesario que cuenten con la infraestructura tecnológica y de sistemas que les permita la automatización de sus procesos. Por lo que se debe dar gran importancia al aspecto de desarrollo de sistemas, enlazándolo de manera estrecha con la planeación de la organización, dando atención a los requerimientos prioritarios y partiendo de una evaluación que permita sentar las bases de su desarrollo informático.

Es de considerar que el desarrollo de la función informática se ve afectado por los aspectos presupuestales, rotación y carencia de personal técnico especializado, sin que esto deba constituir un obstáculo, pero es importante considerarlo y medir su impacto.

Para cubrir las necesidades de modernización tecnológica, se debe lograr que todas las áreas de fiscalización cuenten con equipos suficientes que permitan incrementar la capacidad de procesamiento y almacenamiento, mejorando la eficiencia del personal y por ende de la organización.

Asimismo, y con el fin de apoyar a las diversas áreas que se dedican a la fiscalización, se debe llevar a cabo la instalación de herramientas de software adecuadas, para lograr eficientar la labor de los usuarios, automatizando sus funciones.

En virtud del vertiginoso avance tecnológico de las instituciones, es necesario reforzar y mantener su eficiencia, con el objeto de que permita una adecuación a los cambios administrativos que se presenten en el futuro.

Con el fin de planear, programar y controlar las acciones mencionadas, este capítulo contiene las directrices del plan de acción cuya instrumentación tiene como meta consolidar un Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador, que puede ser de utilidad a cualquier empresa, o institución que se dedique a estas tareas.

### **5.2 SITUACIÓN ACTUAL.**

#### **5.2.1 Sistemas de Información.**

A principios de la década de los 90's, como resultado de la planeación estratégica para el desarrollo de sistemas y de acuerdo a las políticas de desconcentración operativa, en la mayoría de las instituciones con arquitectura y sistemas en operación, se determinó llevar a cabo el desarrollo de los sistemas prioritarios bajo una plataforma de base de datos orientada al objeto. Esta plataforma permitió la homogeneización de las herramientas utilizadas para el desarrollo de sistemas y sentó las bases para poder construir un verdadero Sistema de Fiscalización.

El esquema de ingeniería de software que se da en estas instituciones es el controlar y dar seguimiento a todos los actos de fiscalización mediante aplicaciones que permitan capturar a todos los niveles requeridos, la labor que se realiza en las áreas de programación y operación de la fiscalización, contar con la información suficiente y necesaria para la planeación y la toma de decisiones de las diferentes instancias de autoridades fiscales.

Enseguida se presenta la situación general que prevalece para cada uno de los sistemas que se encuentran en operación o desarrollo, en estas instituciones, antes de desarrollar un verdadero sistema de gestión del proceso fiscalizador:

- **Dictamen.-** Aplicaciones que concentran la información de los dictámenes a nivel nacional, incluyendo el registro y actualización de los Contadores Públicos Registrados que dictaminan, el de despachos a los que pertenecen, así como el control de sus sanciones.
- **Normatividad.-** Instrumento que permite la consulta de Leyes, Normas y Lineamientos emitidos por el SAT y las Entidades Federativas y Gobierno del Distrito Federal, así como todas las demás leyes que de ellas emanan o son su soporte.
- **Operación Fiscalizadora de Auditorías.-** Control de los actos de fiscalización desde su inicio y hasta su conclusión. Sirviendo de apoyo en el desarrollo de las mismas.
- **Procedimientos Legales.-** Control de gestión de los asuntos de casos de Participación de los Trabajadores en las Utilidades, Autorización de Destrucción de Mercancías, Autorización sobre uso o goce de bienes.
- **Sistema Único de Información.-** Sistema que permite la captura de los informes de avance del Programa Operativo Anual de las Entidades Federativas, así como para facilitar su envío y concentración a Nivel Nacional.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

- Sistema de Control de Correspondencia.- Registra y permite darle el seguimiento a la correspondencia interna y externa de las áreas.
- Sistema de Tenencias.- Registra la información de automóviles y de sus propietarios, así como el respectivo cobro de impuestos.

Existen muchos otros pero estos son los más representativos.

### **5.3 Diagnóstico**

Para conocer las características de las actividades de fiscalización, se convocó a personal representativo, como Directores de Fiscalización, Subdirectores de programación que, en general lo único que se obtuvo, fue personal que no querían en sus áreas y que menos les afectaba en su desarrollo operativo. En muchas de las veces, se tuvo que cambiar la estrategia dirigiéndose personal técnico de sistemas, a las diferentes áreas seleccionadas.

Dentro de la misma área técnica de sistemas no se contaba con el personal suficiente ni capacitado, el mensaje es que se debe trabajar con lo que se tiene buscando obtener el máximo rendimiento.

Se encuentra un gran rechazo por parte del personal operativo ya que creen que con los sistemas los van a desplazar y en el peor de los casos ya no necesitar sus servicios.

Entre los Jefes del personal, hay de todos tipos, desde los que confían en los sistemas de información como solución a la problemática operativa, hasta los apáticos que no les interesa y muchos otros que se convierten en enemigos de la sistematización.

Hay que estar conscientes que cuando se desarrollan sistemas nos vamos a enfrentar con múltiples obstáculos, desde la carencia de presupuesto, de personal no calificado, hasta enemigos de los sistemas. Tenemos que volvernos excelentes vendedores para convencer a la alta gerencia de que se deben desarrollar sistemas, basados en la alta tecnología, evolución de la empresa y apego a la operación de la misma, para que ésta de todo el apoyo para llevar a feliz término el desarrollo de sistemas.

Finalmente, el diagnóstico integral se llevó a cabo dividiéndolo en los siguientes rubros: Planeación, sistematización, especialización – capacitación, disposiciones legales y normativas y fuerza fiscalizadora.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

### **5.3.1 Planeación**

Las Administraciones de Auditoría Fiscal carecen de información básica para planear y orientar sus funciones dentro de sus respectivas circunscripciones, ya que se considera indispensable que conozcan en detalle lo siguiente:

- Entorno Socioeconómico.- Estructura poblacional, actividad económica e incidencia del PIB.
- Padrón de Contribuyentes.- Información estadística por actividad, impuesto, obligaciones, etc.
- Recaudación.- Información del comportamiento recaudatorio por impuesto, concepto, administración, entidad, región, actividad, sector, etc.
- Cumplimiento voluntario.- Evaluar el impacto de cumplimiento forzoso.

### **5.3.2 Sistematización**

En materia de sistemas, en general las áreas de fiscalización no cuentan con un Sistema de Información que les permita cubrir sus necesidades básicas en forma integral, por lo que se tiene que apoyar de algunos procedimientos:

- a) Explotación de bases de datos de Recaudación y subproductos derivados de los mismos. Que no cuentan con el enfoque de Auditoría Fiscal.
- b) Sistemas y procesos internos.
  1. Se requieren numerosos procesos especiales, donde se identifican prospectos para ser auditados, generalmente desfasados en tiempo, lo que reduce su efectividad al momento de ser utilizados en el campo.
  2. En materia de procesamiento de declaraciones informativas que se presenta en el mes de febrero de cada año y contienen información de los principales clientes y proveedores de los contribuyentes que tiene la obligación de presentarlos. La captura, análisis y obtención de resultados es básico para detectar contribuyentes con omisiones de pagos de impuestos. Sin embargo los resultados no son satisfactorios por los siguientes motivos:
    - Las declaraciones informativas se presentan en febrero y se integran los archivos hasta noviembre o diciembre.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

- La calidad y la cantidad de la información son muy deficientes debido a que no se obliga a todos los contribuyentes a presentarla, sólo a un sector.
  - Las Entidades Federativas reciben estos productos después de que el SAT entrega a sus áreas.
3. En materia de dictámenes, los cruces internos de información a la fecha, resultan poco efectivos debido al conocimiento que de los mismos ya tiene la Contaduría Pública, por lo que son poco aprovechables para fines de fiscalización.
  4. No se cuenta con el recurso humano especializado en materia de investigación fiscal, por lo cual estas funciones se realizan o se asignan a personal que no tiene el perfil para desempeñarlas.

### **5.3.3 Especialización - Capacitación**

No se ha logrado implantar la especialización en las áreas de Auditoría Fiscal y se requiere en las siguientes:

- Planeación y Programación.
- Sectorización.
- Sistematización de Auditorías.
- Investigación Fiscal.
- Liquidación de Actas.

### **5.3.4 Disposiciones legales y normativas**

Las disposiciones legales y normativas frecuentemente dificultan o impiden la función fiscalizadora, por lo que es necesario que se mantenga una constante comunicación y retroalimentación sobre su aplicación entre contribuyentes y autoridades fiscalizadoras del país.

### **5.3.5 Fuerza fiscalizadora**

Debido a la carencia de sistemas de apoyo, las áreas de Auditoría deben asignar grandes cantidades de personal a funciones de planeación y programación, así como para supervisión, apoyo legal y administrativo, en lugar de dedicarse a la operación.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

### **5.4 Estrategia global**

A continuación se presenta la estrategia Global con la cual se pretende resolver la problemática descrita en el Diagnóstico General.

#### **5.4.1 Sistemas**

Creación de un Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador en el cual se contemplen de manera ordenada, todos los conceptos susceptibles de utilizar para apoyar los procesos de fiscalización, desde la planeación y programación, hasta el control y seguimiento de resultados, con lo cual se cubren los requerimientos en materia de planeación y sistematización.

De acuerdo a las características de conceptualización y diseño se operará bajo los siguientes criterios considerados básicos:

**Actividad Económica.-** Se podrá distinguir a cada contribuyente por actividad económica preponderante de tal forma que se podrán hacer agregaciones por rama, sector, etc. que se requiera.

**Obligación Fiscal.-** Se podrá distinguir a los contribuyentes de acuerdo a las obligaciones fiscales que tengan registradas y que a su vez están asociadas a los impuestos en los que contribuye habitualmente.

**Circunscripción.-** De acuerdo al domicilio fiscal registrado se podrá ubicar a los contribuyentes por circunscripción territorial, desde municipio, entidad, región o a nivel nacional.

**Calidad.-** Con los antecedentes de fiscalización y de recaudación se podrá crear la historia fiscal del contribuyente, de tal forma que se pueda conocer como ha cumplido con sus obligaciones de forma y fondo.

Finalmente cabe destacar que, será posible detectar la evasión entre sectores económicos, así como al interior de los mismos.

#### **5.4.2 Coordinación.**

Intensificar la coordinación en materia de fiscalización entre todas las áreas involucradas.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

### **5.4.3 Especialización-Capacitación.**

Desarrollar un programa de capacitación en el área de Auditoría Fiscal, que permita la especialización y el máximo rendimiento de sus recursos humanos.

### **5.4.4 Diseño de declaraciones y avisos.**

Las instituciones de fiscalización de todo el país deberán tener representación en el diseño de formas fiscales, a fin de que contengan la información necesaria para el desarrollo de sus funciones.

### **5.4.5 Disposiciones legales y normativas.**

A fin de identificar los problemas Legales y normativos que se deriven de la práctica de la función fiscalizadora, se deberán integrar especialistas en la materia, a fin de que promuevan las reformas necesarias a los instrumentos normativos o legales que procedan.

### **5.4.6 Reestructura de la fuerza fiscalizadora.**

Una vez que el sistema se encuentre operando integralmente y en todas sus fases, será necesario reestructurar la fuerza fiscalizadora actual, en donde se estima que podrán irse incorporando paulatinamente a la operación directa, personal que hoy día está dedicado a la planeación y programación, supervisión y otros apoyos.

## **5.5 Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

### **5.5.1 Objetivos:**

#### **Objetivo**

Considerar de manera ordenada todos los conceptos susceptibles de utilizar, para multiplicar la emisión de productos de apoyo directo a la fiscalización y combatir de manera frontal la evasión fiscal, incrementando con ello el cumplimiento voluntario de las obligaciones fiscales.

#### **Objetivos específicos:**

- Ampliar el universo de contribuyentes a fiscalizar.
- Incrementar la presencia fiscal.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

- Reducir la evasión y elusión fiscal.
- Incrementar la cobertura fiscalizadora, abarcando impuestos internos y externos.
- Abatir los costos de operación y análisis.
- Desarrollar y orientar la función fiscalizadora por zona geográfica.
- Ampliar a nivel nacional el desarrollo de los programas estatales y regionales.
- Incrementar la calidad de los resultados y minimizar los tiempos de las auditorías.
- Fortalecer la legalidad y presencia de la actuación de la autoridad, evitando incurrir en vicios formales y procedimentales.
- Combatir posibles conductas irregulares de los servidores públicos.

### **5.5.2 Alcance:**

En relación a su operatividad el alcance será a nivel municipal, estatal y regional, de acuerdo a la geografía de las áreas de fiscalización.

### **5.5.3 Diseño conceptual**

Como resultado del diagnóstico realizado con apoyo de los mandos medios y del personal técnico operativo y en base a las políticas de la Alta dirección se determinó crear el Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador considerando a todo el proceso de fiscalización, empezando donde nace la propuesta de fiscalización, la determinación de la Auditoría, su control y seguimiento, la evaluación y la retroalimentación; considerando tanto los impuestos internos como los de Comercio Exterior (externos) y obteniendo y explotando la información necesaria para la planeación y programación de las auditorías para toma de decisiones.

#### **□ Entorno socioeconómico**

Conocer información básica relativa a la población en general, la económicamente activa, las ramas y actividades económicas y su importancia, así como la incidencia del PIB.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

### **□ Registro Federal de Contribuyentes**

Identificar a los contribuyentes registrados por diversas clasificaciones, tales como, rama y actividad económica, por tipo de obligación fiscal, por impuesto, etc.

### **□ Comportamiento de la Recaudación**

Conocer el comportamiento de la recaudación en todas sus modalidades, tales como impuestos, rama, actividad económica, sus variaciones por períodos, recaudación bruta, neta, real, nominal y en general con todas las clasificaciones que se requieran, incluso los nombres de los contribuyentes que en mayor medida hayan afectado los resultados.

Saber los factores específicos de las variaciones en la recaudación, tales como devoluciones, compensaciones, crédito al salario, etc.

### **□ Control de renuentes**

Identificar y fiscalizar a los contribuyentes que no cumplieron con la obligación formal de presentar las declaraciones y pagos a que están obligados y que continúan renuentes, después de que Recaudación concluyó los procesos de vigilancia.

### **□ Indicadores de evasión**

Aprovechar la información contenida en las declaraciones y pagos presentados por los contribuyentes para elaborar indicadores de evasión fiscal, que permitan detectar comportamientos de los contribuyentes fuera de un estándar definido.

Analizar el comportamiento histórico de cada contribuyente por declaración o concepto en particular.

### **□ Detección de fuentes de ingreso**

Localizar diferencias entre la información proporcionada por los contribuyentes en sus declaraciones y pagos, y la reportada por personas distintas en declaraciones informativas, así como otras fuentes.

### **□ Dictamen Fiscal**

Identificar y controlar a los contribuyentes obligados a dictaminarse para efectos fiscales, así como aquellos que opten por este procedimiento, a fin de vigilar que cumplan con esta obligación.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

Requerir el pago de las diferencias de impuestos, reportados por el Contador Público Registrado que dictamina.

Verificar la consistencia de la información proporcionada en el Dictamen, para en su caso seleccionar a los sujetos de revisión de papeles de trabajo o profunda.

Validar la información del Dictamen, mediante cruzamientos con declaraciones originales y complementarias, así como de otras fuentes.

### **□ Comercio Exterior**

Detectar incumplimientos en los procesos de importación y exportación de bienes y servicios, que afecten a los impuestos internos, para lo cual es necesario utilizar información de los entes relacionados con el Comercio Exterior.

### **□ Inteligencia fiscal**

Conformar un grupo de investigadores especializados en materia fiscal.

Detectar omisiones derivadas de actos o actividades en los cuales no se deja ningún registro o huella que pueda servir de base para imputar diferencias de impuestos a favor del área fiscalizadora.

Todas las órdenes de investigación emanarán del sistema y retroalimentarán al mismo, por lo que no habrá discrecionalidad, a excepción de las denuncias.

### **□ Programación automática**

Seleccionar en forma automática a los contribuyentes que hayan reunido la mayor cantidad de indicadores de evasión o que resulten de mayor peso específico, a fin de que se inicien facultades de revisión.

Seleccionar en forma automática al personal de Auditoría que deberá llevar a cabo las revisiones, bajo criterios exactos de disponibilidad y de cargas de trabajo.

### **□ Auditoría computarizada**

Apoyar a los Auditores en todo tipo de revisiones de campo o de gabinete dotándolos, en sus equipos de cómputo, de software para la elaboración de actas, papeles de trabajo, procesos de archivos computarizados de las empresas, con conexión a la base de datos correspondiente.

Verificar y apoyar en forma directa a la supervisión y control de las auditorías que se desarrollen, para vigilar todos los trabajos realizados en campo y de

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

gabinete, permitiendo incluso controlar la hora de inicio y término de labores de cada Auditor.

### **□ Control y seguimiento**

Controlar y dar seguimiento a todo tipo de revisiones, desde su inicio hasta su conclusión, incluyendo los resultados.

Vigilar que los contribuyentes incumplidos que fueron revisados por Auditoría, en el futuro modifiquen sus hábitos de pago, por lo que se deberá establecer una vigilancia permanente hasta asegurarse de que no existen actitudes reincidentes.

### **□ Programa Operativo Anual (POA)**

Formular y dar a conocer el Programa Operativo Anual, así como su comportamiento mensual y acumulado.

### **□ Normatividad y consistencia legal**

Agrupar toda la normatividad de Fiscalización en un instrumento de consulta que esté en línea y pueda ser actualizado oportunamente por el personal operativo.

Conocer por parte de las Áreas Fiscalizadoras y las personas que directamente realizan las revisiones, el resultado de los medios de defensa interpuestos por los contribuyentes a fin de evitar incurrir en vicios y errores que puedan dejar sin efecto los actos de Fiscalización.

### **□ Evaluación de la operación**

Medir el desempeño del personal y de los procesos y donde corresponda dar seguimiento a las medidas correctivas.

### **5.5.4 Arquitectura**

El ambiente mediante el cual correrá la aplicación será en los servidores y equipos PC, considerando: Servidores *Intel*, manejador de base de datos orientados al objeto, así como 4GL como lenguaje de programación.

### **5.5.5 Seguridad**

La seguridad estará enfocada en ambientes restringidos para los usuarios, a saber serán las siguientes restricciones:

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

<b>Personal Operativo:</b>	Contará con acceso exclusivamente a la información correspondiente a su área de trabajo.
<b>Supervisores:</b>	Información de los recursos humanos que estén bajo su adscripción.
<b>Mandos medios:</b>	Acceso a la información de su jurisdicción.
<b>Alta Gerencia:</b>	Acceso a toda la información, tanto operativa como gerencial.

### **5.5.6 Beneficios**

A continuación se presentan los beneficios que se lograrían con la implementación del Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador:

- Certeza y oportunidad en la información fuente.
- Mayor efectividad y acertividad en la planeación, programación y desarrollo de los actos de fiscalización hasta su conclusión.
- Reducción de tiempos de ejecución de revisiones.
- Mayor presencia fiscal.
- Disminución de inventario de revisiones en proceso.
- Incremento en la productividad del personal.
- Mayor control de las obligaciones de los contribuyentes.
- Generación acertiva y oportuna de fuentes de programación.
- Eficientar el uso del equipo de cómputo.
- Certeza y calidad en los procedimientos de fiscalización.
- Mayor calidad en el cumplimiento de metas.
- Disminución de la impugnación de los actos de fiscalización.
- Agilizar la transmisión y disposición de la información.

### **5.5.7 Costo-Beneficio**

El personal administrativo, en su mayoría, se dedica a generar reportes solicitados por las diferentes instancias, con el sistema ya no se requerirá que el recurso humano dedique sus labores a elaborar dichos reportes, este personal podrá dedicarse a labores de operación obteniéndose mayor potencial para llevar a cabo un número mayor de actos de fiscalización, sin incrementar la plantilla de personal.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

Con lo anterior se tendrá una mayor presencia fiscal que permitirá tener un Programa Operativo Anual con metas que a la fecha sería imposible de cumplir, no solo por su cantidad sino por la calidad.

### **5.5.8 Análisis de riesgos**

El carecer de la infraestructura informática lo suficientemente robusta para el procesamiento y almacenamiento de la información, dará como consecuencia que se seguirá contando con información deficiente para planear y orientar sus funciones.

Si al sistema no se le construyen todos los componentes por falta de presupuesto, se tendrá parcialmente los elementos de fiscalización.

En cualquiera de los escenarios descritos, se afectaría la presencia fiscal.

### **5.5.9 Administración interna**

Como base para el desarrollo tecnológico y de sistemas de información es necesario contar con elementos de administración eficientes que permitan tener un óptimo control y seguimiento del avance de cada uno de los proyectos que se definan para el logro de los objetivos informáticos.

### **5.5.10 Elaboración del plan de contingencias**

Contar con un plan de contingencias, permitirá tener la seguridad de dar continuidad a los servicios a través de la recuperación de los recursos informáticos, información, procedimientos y en los casos en que se presenten eventualidades de carácter natural o humanas.

Para el desarrollo de este plan se requiere llevar a cabo el análisis de la interrelación de los elementos de los cuales se desprendería en un momento determinado, así como la identificación de las aplicaciones prioritarias para su recuperación, soporte a los equipos instalados, así como las acciones a seguir en los casos de suspensión prolongada de labores, interrupción de las comunicaciones, suministro de energía eléctrica y/o aire acondicionado por tiempo prolongado y/o por impedimentos de carácter natural o humano para ingresar a las diversas áreas.

### **5.5.11 Control de cambios**

La dinámica de desarrollo de la función informática, así como el crecimiento de las demandas de los usuarios para la automatización de sus funciones, requiere

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

contar con mecánicas que permitan un adecuado control de los cambios que se realizan, tanto a las versiones de sistemas operativos y programas, equipos de cómputo y de infraestructura, sistemas en desarrollo y en operación y documentos normativo administrativos, por lo cual se hace necesario llevar a cabo la elaboración e implementación de la normatividad y procedimientos necesarios para realizar este control, a fin de evitar problemáticas derivadas de cambios.

### **5.5.12 Capacitación técnica y servicios de apoyo**

La dinámica de la función informática, así como la demanda creciente de requerimientos de los usuarios relacionados a aspectos técnicos, ha provocado que las acciones se orienten hacia la asesoría y apoyo técnico en lo relacionado a equipos de cómputo y sistemas de información, por lo que se hace necesario establecer programas intensos de capacitación a todas las áreas que cuenten con una unidad informática.

## **5.6. Sistema de Normatividad**

Como sería imposible presentar el desarrollo de todos y cada uno de los 14 módulos del Sistema de Gestión, será el módulo de Normatividad el que será objeto de estudio y servirá de base para repasar someramente la metodología de desarrollo de sistemas, estudiada en esta tesis.

Como se vio en el diagnóstico, es importante agrupar toda la normatividad de Fiscalización en un instrumento de consulta que pueda ser actualizado oportunamente y consultado en línea por el personal operativo y que se mantenga una constante comunicación y retroalimentación sobre su aplicación y difusión entre usuarios, contribuyentes y autoridades fiscalizadoras del país, ya que las disposiciones legales y normativas frecuentemente dificultan o impiden la función fiscalizadora.

A continuación se presentará el ciclo de vida de este sistema normativo, sin antes describir brevemente su objetivo y a cada una de las áreas que lo generan:

### **5.6.1 Objetivo:**

Difundir la normatividad a través de la red, de manera ágil y oportuna facilitando su guarda y custodia, de la cual se mantendrá un control de accesos a la misma. Asimismo, permitirá elaborar consultas y respuestas en línea, que en materia normativa se refiera.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

### **5.6.2 Áreas que generan normatividad**

#### **Auditoría Fiscal**

Coadyuva con las áreas operativas, en el desahogo de sus revisiones, dotándolas de medios que permitan agilizarlas y concluir las en el tiempo establecido, mediante la emisión y dotación de manuales, instructivos, lineamientos normativos y formatos, así como mediante la atención de sus consultas.

Formula y actualiza manuales de procedimiento, atendiendo los cambios que sufran las disposiciones legales, las necesidades que la operación demande, según observaciones y retroalimentaciones recibidas de las áreas operativas.

Homogeneiza, reproduce y difunde la normatividad que liberan las diversas áreas normativas de esta Dirección General a las diversas regiones del país, según sea su ámbito de competencia.

Atiende consultas y retroalimentaciones derivadas de problemas que plantean las unidades operativas relacionadas con revisiones integrales, a renglones específicos o de gabinete.

#### **Comercio Exterior**

Establece las normas y programas para fiscalizar las actividades que desarrollan los agentes aduanales, sobre su operación y la información proporcionada por los mismos, que sirve de base para la programación de la revisión a importadores, mediante el cruce de la misma con otras fuentes de información.

Disponen las normas y estrategias para verificar y supervisar sistemáticamente la operación de los almacenes fiscalizados.

Determina la normatividad para implantar programas de fiscalización específicos para la industria maquiladora y PITEX (Programa de Importaciones Temporales en fomento a los artículos terminados).

Establece normas para detectar y verificar a los importadores que omiten el pago de las cuotas compensatorias y asegura el cumplimiento de sus obligaciones fiscales en esta materia, así como elabora el Manual de Fiscalización sobre Cuotas Compensatorias que se distribuye a nivel nacional.

Establece las normas para que las áreas operativas realicen la fiscalización en forma inmediata a empresas con problemas de valoración, detectadas durante despacho aduanero, previo el cruce de información con los bancos de datos que para tal efecto se integren.

Determina las normas y estrategias para que las áreas operativas apoyen la vigilancia que realiza Aduanas sobre las operaciones de carga y equipaje de las

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

aerolíneas Nacionales y Extranjeras para controlar las mismas, desde el momento que llegan a territorio nacional, evitando su desvío o extracción, eludiendo el trámite del despacho aduanero.

Fortalece los lineamientos para ejercer el control de los regímenes aduaneros derivado del mecanismo de selección aleatoria.

Establece normas y políticas para vigilar el debido cumplimiento de los puntos de control contenidos en el Manual de Operación Aduanera, a efecto de lograr que dicha operación se realice con el marco normativo.

### **Dictamen**

Respalda al área operativa con la emisión de la normatividad para la presentación y análisis de los dictámenes, así como los lineamientos para llevar a cabo la evaluación de la actuación profesional del contador público.

Difunde y promueve las políticas de revisión a nivel nacional, en materia de revisión del dictamen del contribuyente y la participación de los contadores públicos registrados.

Elabora la normatividad para la realización de los cruces de información del dictamen.

Actualiza la normatividad para la evaluación de la actuación profesional del contador público.

Formula propuestas de modificación a las reglas de presentación del dictamen fiscal.

Establece criterios de operación tanto a nivel local como de las entidades federativas, cuando llevan a cabo la revisión del dictamen en forma conjunta.

### **Sector Vehicular**

Establece las normas para controlar y vigilar el estricto cumplimiento de los regímenes aduaneros de importación temporal y definitiva de vehículos.

Formula los manuales de verificación de aeronaves y embarcaciones para las áreas locales; actualiza los de verificación de vehículos de procedencia extranjera en tránsito para las autoridades estatales y federales, así como los del usuario y normativo del sistema de control vehicular.

Para realizar la tarea de análisis de las áreas de normatividad fue necesario entrevistarse con los tres niveles que operan la organización; La alta gerencia que en este caso se refiere a Dirección General y de Área; personal de supervisión y

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

coordinación, en este caso subdirectores y por último; el nivel de operación que corresponde a jefes de departamento.

Para llevar a cabo un análisis completo es importante realizar un diagnóstico, mismo que se llevo a cabo cuando se definió el Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador, pero también es importante realizar uno a cada módulo del sistema, obviamente el Diagnostico General será el rector de cada uno de los diagnósticos correspondientes.

### **5.6.3 Estrategia**

La estrategia para la ejecución del proyecto considera las siguientes etapas:

Diagnóstico  
Propuesta  
Análisis  
Diseño  
Construcción  
Implantación

### **5.6.4 Alcances**

Las áreas que conforman el quehacer normativo son: Auditoría Fiscal, Dictámenes, Comercio exterior y Control Vehicular.

Los procesos involucrados son Elaborar Normatividad, Difundir Normatividad, Realizar Preguntas y Respuestas y Registrar Accesos.

El sistema correrá en la Intranet a nivel nacional y estará disponible a todos los usuarios que el área normativa determine tengan acceso.

### **5.6.5 Análisis**

A continuación se hará una breve descripción del análisis, donde se incluyen todas las entrevistas con los usuarios, el diseño y elaboración de los instrumentos de análisis así como la retroalimentación de los usuarios.

Se documentó la estructura organizacional del área, describiendo sus funciones, sus objetivos y se complemento con el organigrama para conocer lo que el área hace.

Se recopiló toda la información necesaria con el usuario relativa a los procesos que se llevan a cabo dentro del área, los documentos que se producen y las relaciones con otras áreas.

## 5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador

Del análisis de la información se desprenden los siguientes diagramas de contexto:

### Diagramas de Contexto

En la Figura 5.1 se puede observar que el sistema de normatividad cuenta con las entidades de Áreas Locales, Áreas Centrales, Personal Normativo y Áreas Externas.

**Áreas Locales.-** Corresponden al personal que se encuentra trabajando en todo el país, realizando actividades relacionadas con la fiscalización de los contribuyentes y requieren estar actualizados en cuestiones normativas. Requieren se les aclaren de inmediato las dudas normativas que resulten de la consulta día a día de la normatividad institucional.

**Áreas Centrales.-** Corresponden a las áreas normativas y de apoyo a las Áreas Locales que también requieren de la consulta normativa.

**Personal Normativo:** Es el que elabora la normatividad, la actualiza y retroalimenta al personal de las Áreas Locales en relación a dudas normativas. Pertenecen al Área normativa como es Auditoría Fiscal, Comercio Exterior, Dictamen y Sector vehicular.

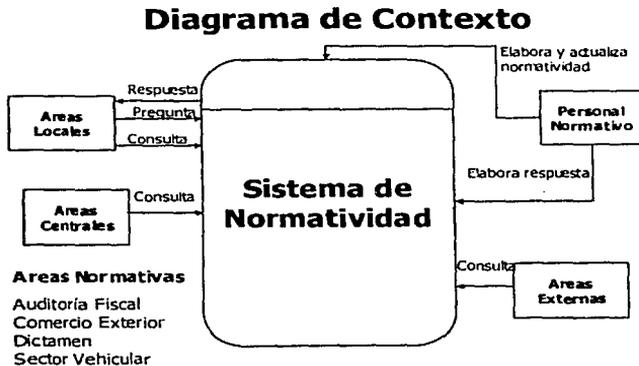


Figura 5.1

En la Figura 5.2 se observa el Diagrama de Contexto Cero del Sistema de Normatividad, que incluye las entidades anteriormente descritas, así como los cuatro procesos del que se integra el sistema: Elaborar Normatividad, Difundir Normatividad, Realizar Preguntas y Respuestas y Registrar Accesos.

## Diagrama 0. Sistema de Normatividad

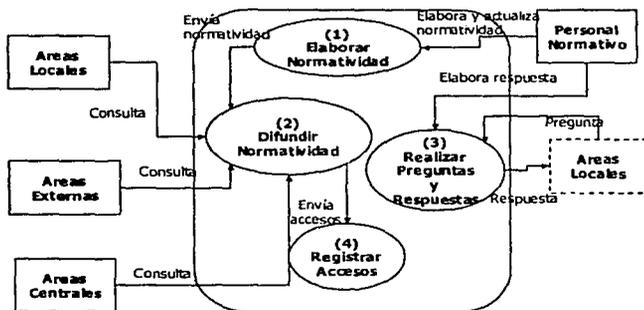


Figura 5.2

Para cada módulo se considerarán las consultas y reportes que sean necesarios, previa definición con los usuarios.

### Módulo 1.- Elaborar Normatividad.

Este proceso está compuesto por las siguientes actividades:

Los usuarios generan, mantienen y actualizan su normatividad en *WinWord*, misma que es introducida a un hipertexto para que pueda ser consultada por los usuarios, a través del Sistema de Normatividad. También permite que se correlacionen los documentos históricos con los vigentes. Como puede verse en la Fig. 5.3.

La normatividad que se genera corresponde a manuales, formatos, lineamientos e instructivos.

El lenguaje 4gl *SQLWindows* que se utiliza para programar la aplicación, y hace interfaz con el hipertexto para consultar la normatividad que se va a difundir a nivel nacional.

El hipertexto permite tener indexada a la normatividad al 100% y proporciona todo tipo de búsquedas ya sea por documento, por conjunto de documentos o por toda la colección.

El hipertexto está conformado de dos partes: en la primera, recibe la información de Word y la convierte mediante cierto procedimiento en 100 indexada y permite

## 5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador

realizar ligas entre un documento, así como entre dos o más documentos, en la segunda parte le aplica un proceso para volver inalterable la normatividad y pueda ser consultada por los usuarios.

### Sistema de Normatividad

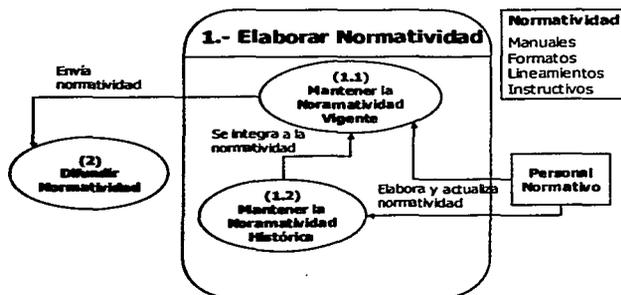


Figura 5.3

#### Módulo 2.- Difundir Normatividad.

Este proceso permite difundir a todos los usuarios del sistema, la normatividad oficial vigente, así como su histórico, proporcionar normatividad escrita en su totalidad o de acuerdo como el usuario la requiera. Permite tener un ahorro importante en la utilización de papel ya que no será necesario imprimir los manuales, y obviamente se prohibirá las copias de los mismos.

La normatividad que se difunde corresponde a manuales, formatos, lineamientos e instructivos.

Dentro de la consulta que se realice a los documentos históricos existirá el estatus de los mismos, considerando fechas de modificaciones con una breve descripción, así como el acceso a cada documento histórico, según sea el caso.

En la Figura 5.4 se puede observar el diagrama de contexto relativo al proceso de Difundir Normatividad.

## Sistema de Normatividad

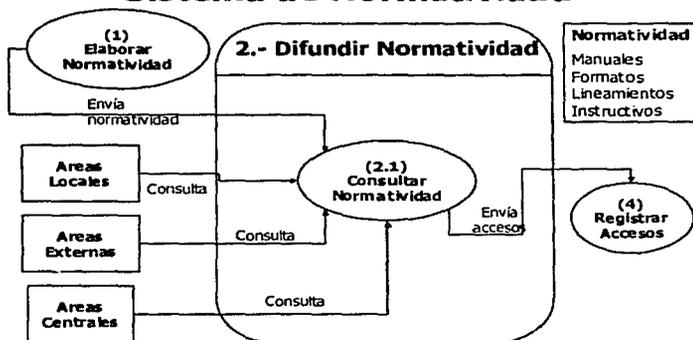


Figura 5.4

### Módulo 3.- Realizar Preguntas y Respuestas.

Los usuarios de las Áreas Locales que requieren la correcta interpretación de la normatividad que está a su disposición podrán; a través del sistema, vía correo electrónico, enviar sus preguntas o retroalimentaciones al personal normativo, para que éste a su vez por el mismo medio dé respuesta, como puede observarse en la Figura 5.5.

Por otra parte, todas las preguntas y respuestas que se hayan generado se clasificarán según el tema al que correspondan y estarán disponibles para su consulta, a través de la Intranet, sólo para aquellos usuarios que tengan los permisos de acceso correspondiente.

Este proceso permite asesorar a los usuarios en asuntos normativos, recibir retroalimentaciones que impactarán a la normatividad vigente, actualizándola y a su vez permitiendo al usuario conocer las preguntas y respuestas que las diversas áreas a nivel nacional están realizando, para que sea más pronta la respuesta y no se estén repitiendo constantemente las mismas preguntas.

### Sistema de Normatividad

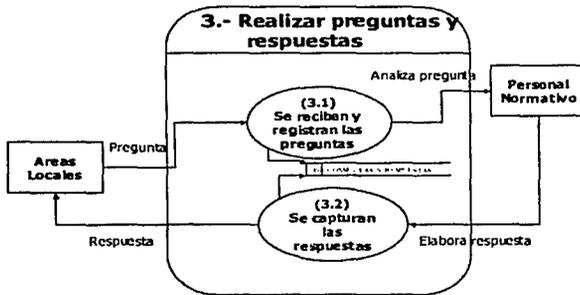


Figura 5.5

#### Módulo 4.- Registrar Accesos.

Por medio de este proceso la Alta Gerencia del Área Normativa podrá conocer: cuando, que y quienes consultan su normatividad y con que frecuencia, para toma de decisiones. Ver la figura 5.6 para conocer el proceso.

Cada vez que un usuario consulte la normatividad se le seguirá la pista y se registrarán todos sus movimientos, al mínimo detalle.

### Sistema de Normatividad

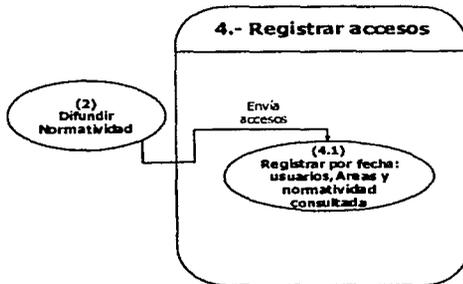


Figura 5.6

## 5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador

Además de los 4 módulos se incluirán, la seguridad del sistema, respaldo de la Base de Datos, ayuda en línea y la actualización de catálogos y de la normatividad que se estará difundiendo a nivel nacional (altas, bajas y cambios).

### Diagrama de flujo del sistema

Con el objeto de conocer el flujo de información del Sistema de normatividad se podrá observar en la Figura 5.7.

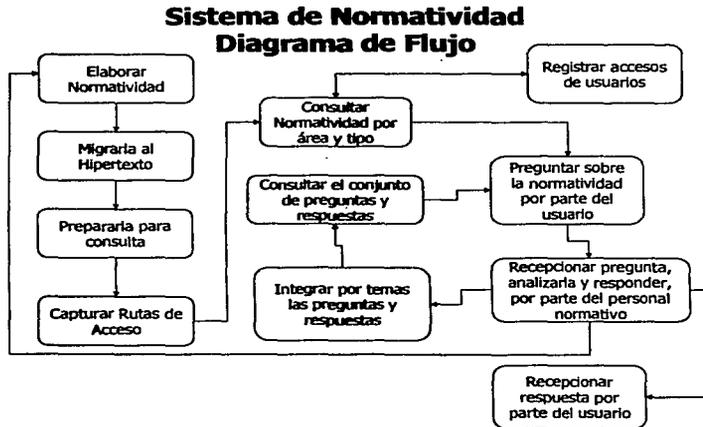


Figura 5.7

### Facilidades

Para garantizar el control del proyecto y establecer el enlace con el responsable del proyecto por parte del área normativa, el área de desarrollo de sistemas designó un responsable del proyecto, el cual estuvo disponible para cualquier aclaración u orientación que se requiriera durante el desarrollo de los trabajos.

Los trabajos de análisis, diseño y construcción se realizaron en el área de desarrollo de sistemas. Las tareas que requirieron una participación directa de personal normativo se realizaron en las instalaciones de ésta última.

El área normativa designó al personal responsable para atender al equipo de desarrollo de sistemas, durante la ejecución de las actividades que así lo requirieron, de conformidad con las fechas y compromisos que se establecieron en el plan de trabajo.

## 5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador

---

### Plataforma

La plataforma a utilizar será un servidor con Windows NT y estaciones de trabajo con Windows 98 conectadas en red y un Hipertexto que asegure la indexación al 100%. La aplicación estará disponible vía Intranet.

### Infraestructura requerida

#### Hardware

Se deberá contar con equipos de cómputo para todos los involucrados en el sistema. Estos equipos deberán contar como mínimo con un procesador de 500 Mhz y 64 MB de Memoria. Como es mínimo el tamaño de la aplicación no importa el tamaño del disco duro ya que ahora por lo menos vienen con discos duros de 20 GB.

Se requiere también de un servidor que tenga como mínimo 750 Mhz, 128 MB de memoria y 40 GB de disco duro. Este equipo deberá contar con un dispositivo de respaldo de energía (UPS).

Todos los equipos deberán estar conectados a través de una red de área local (LAN) con protocolo TCP/IP.

#### Software

Las estaciones de trabajo deberán tener instalado el sistema operativo Windows 98.

El servidor deberá tener *Windows NT 4.0* con el *Service Pack 6.0* y el *SQL Server versión 6.0*.

#### Prototipo

Después de haber realizado un análisis exhaustivo del quehacer y requerimientos, se determinó sistematizar acciones de normatividad para difundirlas, realizar seguimiento a todas las actualizaciones que sufra ésta, así como proporcionar un instrumento que permita la consulta de los usuarios con el personal normativo y por ende la retroalimentación de estos.

Se presentó el prototipo a la Alta Gerencia de Normatividad, así como a los mandos medios y al personal técnico normativo. Se obtuvieron mínimas observaciones que fueron incorporadas al análisis.

Cabe hacer mención que se obtuvieron mínimas observaciones, ya que presentamos el prototipo primero al personal técnico que lo retroalimentó, luego a los mandos medios que hicieron lo propio y como de inicio conocimos los requerimientos de la Alta Gerencia, se cubrió al máximo los requerimientos.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

### **5.6.6 Diseño**

Una vez que se concluyó la fase anterior con la presentación del prototipo e inclusión de la retroalimentación del usuario al mismo, se plasmó el diseño del sistema, se actualizó el Modelo-Entidad-Relación, así como toda la documentación del análisis y se preparó la información para la fase de construcción que sólo se guía con los documentos del diseño.

También se realizó una revisión de los criterios, los lineamientos y las convenciones existentes para el diseño y construcción de sistemas, a efecto de identificar por una parte los estándares establecidos que son aplicables al proyecto y por otra parte definir y formalizar en su caso los estándares requeridos para asegurar claridad y confiabilidad en el desarrollo de la aplicación.

A continuación se presenta una breve descripción de los productos más relevantes que se entregaron al usuario en esta fase, y que servirán de base para la construcción:

#### **Tablas del sistema y catálogos**

En base a los diagramas de contexto, una vez que se han diseñado hasta sus mínimas especificaciones, se obtuvieron las entidades de la base de datos, para cada una de ellas, se especificaron los tipos de datos, las llaves principales y secundarias, y se nombraron los campos o atributos.

Se definieron las entidades que sirven para las pistas de auditoría, los tipos de datos, las llaves principales y secundarias.

Finalmente, se obtuvo el modelo Entidad-Relación que se migró a la Base de Datos del Sistema de Normatividad.

#### **Estrategia de almacenamiento**

Se definió, en línea con una frecuencia semanal, para asegurar la integridad y protección de la información durante la operación normal, en la consulta de datos históricos y en caso de contingencia.

#### **Seguridad del sistema**

Se definieron los controles y procesos de validación de información del sistema, necesarios para que los módulos o subsistemas funcionen correctamente, para asegurar la veracidad, confiabilidad y seguridad de la información que se procese.

Para tal efecto, se consideraron 3 niveles de seguridad: a nivel de la red, a nivel de la base de datos y a nivel de la aplicación.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

A nivel de la red.- Los usuarios de acuerdo a su perfil se agrupan en grupos, siendo el grupo el que recibe los permisos y posteriormente se asignan los usuarios al grupo.

A nivel de la base de datos.- se definen en una entidad los usuarios que podrán tener acceso a los datos.

En los dos casos anteriores, las herramientas y opciones de seguridad son proporcionadas por el software (Sistema Operativo y Sistema Manejador de Base de Datos).

A nivel de la aplicación. La seguridad de la aplicación tiene dos niveles, 1) acceso a la aplicación y 2) rol. El nivel uno permite entrar al sistema, mientras que el nivel 2 sólo permite ejecutar las opciones que correspondan al Rol asignado al usuario (capturistas de normatividad, consulta a la normatividad y consulta a las pistas de auditoría).

Se cuenta con un módulo en el que se definen y se les pueda dar mantenimiento a los usuarios, así como a cada una de las opciones que de acuerdo a su rol y nivel de responsabilidad puede tener acceso dentro del sistema. Esto se representa en forma de matriz Procesos-Usuarios y es responsabilidad del administrador del sistema mantenerla actualizada.

Adicionalmente, se incluye en el sistema una bitácora, en la cual se registran cada una de las operaciones que cada usuario realiza en el sistema, indicando fecha y hora de la transacción. La bitácora sirve como una herramienta para la auditoría de sistemas.

### **Pantallas y reportes**

Se diseñaron las pantallas y los reportes que emitirá el sistema, distribuyendo la información para que sea lo más clara posible y asegurar un diseño amigable para el usuario.

### **Procedimientos operacionales y de control**

Se definieron los procedimientos de respaldo y restablecimiento del sistema en su operación normal y en caso de contingencia, así como los procedimientos de seguridad y de auditoría del sistema, para asegurar la integridad de la información de la aplicación.

La Base de Datos está centralizada y se tiene un respaldo espejo en el área de desarrollo de sistemas, misma que se encuentra en otro inmueble diferente al del usuario. Los procesos *batch* de actualización de la información del sistema se realizan los viernes en la noche; en casos excepcionales se puede realizar cualquier día siempre y cuando sea en la noche. Dado que el sistema reside en la

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

Intranet de la institución su operación a nivel red esta a cargo de los Administradores de la red WAN de la institución.

### **Sistemas de ayuda**

Como apoyo al uso de la aplicación, se diseñaron los formatos y contenidos de las ayudas al usuario, que permitirán auxiliario en la operación del sistema. Estas ayudas son en línea y previas a su utilización (tutorial).

El sistema tiene integrado la Ayuda para consulta de los usuarios que es el manual del usuario, tal y como se utiliza en cualquier aplicación de Windows.

### **Pruebas**

Se identificaron y definieron las pruebas que se efectuaron al sistema en general y a cada uno de sus componentes para garantizar que el sistema cumple con todos los requerimientos y produce los resultados que se esperan del mismo. En base a las salidas que requiere el usuario, se tienen preparadas para que se revisen hasta asegurar que se tienen incluidas todas, se prepararon pruebas para provocar fallas al sistema para asegurar se presenten el menor número de errores cuando se implante el sistema

### **Plan de implantación del sistema**

Se diseñó para implantar el sistema, considerando la captura de la información de la base de datos para su liberación a producción y la instalación de la aplicación desarrollada. De igual forma, se estableció el periodo de monitoreo durante el cual deberá operar la aplicación antes de su liberación. El personal del área de sistemas se encargará de incorporar la información a la base de datos, mientras este en desarrollo el sistema, tarea que se liberará al usuario junto con la liberación de la aplicación. Se mandará un *script* a los usuarios, vía correo electrónico, para que bajen la aplicación a sus equipos de cómputo. Por último se determinó que serían tres meses en los cuales se realizaría el monitoreo a la aplicación.

### **Plan de capacitación**

Se diseñó la capacitación para impartir a los usuarios que operarán la aplicación, para asegurar que estos obtengan el conocimiento y estén preparados para utilizarla cuando sea liberada a producción. Se capacitará al personal de normatividad en el manejo del hipertexto y en la captura de la normatividad a la base de datos (una semana). A los usuarios se solicitará un representante por entidad federativa y uno por cada área central que requiera la instalación del sistema (un día).

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

### **5.6.7 Construcción**

Para llevar a cabo la construcción del sistema, los programadores se basarán íntegramente en los documentos del diseño, tomarán la base de datos y las especificaciones de las ventanas y objetos ya definidos. Se incluirán los casos prueba y se comenzará con la construcción de los manuales que se requieren para la operación de un sistema. En esta etapa es muy importante contar con el visto bueno del área de Control de Calidad, sólo así se podrá pasar a la siguiente etapa que es la implantación del sistema.

A continuación se presenta una breve descripción de los productos más relevantes que se entregaron al usuario en esta fase:

#### **Casos de prueba**

Se elaboraron y documentaron los casos de prueba unitarios que sirvieron para verificar que los módulos de la aplicación trabajen correctamente, satisfaciendo todos los requerimientos y especificaciones. Se prepararon los casos requeridos para efectuar las pruebas de unidad y las pruebas de integración tanto de software, de hardware como de los módulos que conforman el sistema.

#### **Creación y revisión de la base de datos y las tablas**

Se creó la base de datos apegándose a las especificaciones y se revisó para asegurar que no tuviera errores y que las tablas fueron generadas adecuadamente.

Se verificó que las tablas no presenten duplicidad en campos y/o llaves, corrigiendo las situaciones detectadas y eliminando en su caso los campos que no tienen utilización.

#### **Programar los componentes de la aplicación**

Se generó el código para cada uno de los módulos apegándose a las especificaciones de codificación establecidas y se describió su funcionamiento.

#### **Probar los componentes de la aplicación**

Al término de la construcción de los módulos se ejecutaron los casos de prueba establecidos para asegurar la consistencia, y el correcto funcionamiento de los mismos. Cuando se encontró algún error se corrigió hasta que pasara las pruebas satisfactoriamente.

#### **Manual de operación**

Se elaboró el Manual de Operación del nuevo sistema, de acuerdo a los formatos, y estándares establecidos, describiendo los procesos operacionales.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

### **Manual del usuario**

Se elaboró el Manual del Usuario, donde se describe el funcionamiento del sistema, mostrando las pantallas y los reportes que emitirá, su estructura y la información que se solicita en cada una de las opciones de la aplicación.

### **Manual de entrenamiento**

Se elaboró el Manual de Entrenamiento, describiendo y ejemplificando cada una de las situaciones que se presentaron durante la operación de la aplicación para efectuar la capacitación del personal involucrado en el uso del nuevo sistema.

### **Manual de auditoría**

Se elaboró el Manual de Auditoría, describiendo los procesos y formatos que serán utilizados en las revisiones al nuevo sistema una vez que se encuentre en operación.

### **Ayudas en línea**

Se construyeron las ayudas en línea que pueden resolver problemas que se presentan directamente durante la operación del sistema sin tener que buscar en el material escrito.

### **Ejecutar los casos de prueba**

Se realizaron las pruebas de integración de software, hardware y de los módulos del sistema, para asegurar que el sistema se comporta correctamente y que está listo para las pruebas de aceptación con el usuario.

### **5.6.8 Implantación**

En esta etapa se probó exhaustivamente el sistema con la participación activa de los usuarios del área normativa, una vez que se obtuvo el visto bueno se llevo a cabo la capacitación a los usuarios con su representación a nivel nacional se entregaron los manuales y se aprobó la etapa. Finalmente el sistema estuvo a disposición de los usuarios vía Intranet y se monitorió por tres meses, dejando una línea telefónica para el servicio a los usuarios para resolver dudas. Cada seis meses, en base a las observaciones o retroalimentaciones que realizan los usuarios al sistema, se genera una nueva versión incluyéndolas cuando corresponda.

A continuación se presenta una breve descripción de los productos más relevantes que se entregaron al usuario en esta fase:

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

---

### **Ambiente de pruebas**

En esta tarea se preparó una representación del ambiente de producción, para que los resultados reflejaran lo que sucedería una vez que la aplicación hubiera sido instalada.

Se efectuaron las pruebas de aceptación con el usuario usando los casos de pruebas diseñados y aprobados previamente, y se documentaron los resultados obtenidos y las variaciones detectadas para su análisis.

### **Resultados de las pruebas**

Se analizaron los resultados de las pruebas y se reportaron los problemas para los casos que no cumplieron con lo esperado y se documentaron en un reporte con los formatos de pruebas diseñados, donde se detallaron los cambios necesarios para la aceptación de la aplicación.

Una vez completadas satisfactoriamente las pruebas de aceptación, se presentaron los resultados obtenidos y los cambios efectuados a la aplicación para obtener su aprobación.

### **Instalación de la aplicación**

Se realizaron los trabajos de instalación de la nueva aplicación y se supervisaron las diferentes acciones, elaborando los informes de seguimiento que permitieron comprobar la implantación exitosa del Sistema de Normatividad.

### **Carga inicial de datos**

Se llevó a cabo la preparación de las bases de datos para producción y la carga física de la base de datos.

### **Capacitación**

Se realizó la revisión del plan de entrenamiento a los usuarios del sistema.

Se realizó la capacitación a los usuarios y se supervisaron las diferentes acciones, elaborando los informes de seguimiento que permitieron comprobar los objetivos de entrenamiento establecidos.

### **Operación en producción**

Se establecieron los puntos de monitoreo y se supervisaron los trabajos del nuevo sistema en producción por un tiempo determinado, para conjuntar la información que permitió evaluar el rendimiento de la aplicación. Así mismo en el desarrollo de esta tarea, se solucionó la problemática que se presentó durante el inicio de operaciones.

## **5. Caso Práctico: Sistema de Gestión del Proceso Fiscalizador**

Se registró la información de los puntos de monitoreo de la operación en producción de sistema.

Se evaluó la información almacenada del monitoreo y se establecieron las acciones necesarias para refinarlo.

### **Aprobación**

Se efectuó la presentación de los productos elaborados en la fase y se obtuvo la aprobación formal de la Alta Gerencia del Área Normativa, concluyendo de esta manera con las actividades de la fase.

## CONCLUSIÓN

La planeación de las tareas de desarrollo de sistemas en una empresa o institución gubernamental es fundamental para la adecuada automatización de los procesos de las áreas operativas y administrativas de cualquier entidad que se esté sistematizando, por otra parte la evaluación efectiva de las fases del ciclo de vida, asegurará el cumplimiento del plan de trabajo establecido, así como la calidad de los productos que resulten de cada fase.

Un sistema de software podrá ser confiable y además podrá ser de alta calidad únicamente en la medida en que se aplique una serie de directrices a nivel organizacional enfocadas hacia un correcto desarrollo del proyecto y que permitan plasmar en diversos documentos las necesidades actuales de información y el bosquejo de planes futuros de la empresa.

Las partes claves para tener éxito en el desarrollo de sistemas son el análisis de requerimientos y el mantenimiento:

Por una parte, el análisis de requerimientos es la etapa crucial del desarrollo de sistemas, de no realizarse adecuadamente llevará al fracaso a cualquier sistema que se esté desarrollando, por lo que es muy importante la dirección del encargado del desarrollo de sistemas, para que tanto el personal técnico como los usuarios cumplan con la función que tienen encomendadas.

Por la otra, el mantenimiento de sistemas es parte integral del ciclo de vida, sin embargo en la práctica no recibe el mismo grado de atención como las otras fases. Esto está cambiando ya que la mayoría de las organizaciones se están esforzando para mantener operando, de la mejor forma posible, sus aplicaciones. Como el mantenimiento es una actividad muy cara es importante que se planee con el objeto de minimizar los costos y mantener el control para que todas las aplicaciones que se encuentren en línea estén operando razonablemente.

Es por esto que en esta tesis, en el caso práctico, se trató de ejemplificar una estrategia para sistematizar una dependencia que podría ser gubernamental pero también podría ser privada, comenzando con el diagnóstico y detallando de forma general cada una de las etapas del desarrollo de sistemas, haciendo énfasis en el análisis y diseño. Cabe hacer mención que esta estrategia da resultado y permite contar con sistemas de calidad.

En la actualidad, aún con la gran cantidad de metodologías establecidas por la Ingeniería de Software, siguen presentándose fallas y omisiones en las diferentes etapas de proyectos de desarrollo de sistemas, causando retrasos en la entrega, aumento excesivo de costos, baja calidad en el resultado final y altos costos en la fase de mantenimiento.

Finalmente, no es posible presentar una solución global o precisa a todos los problemas de la Ingeniería de software o presentar una solución única para resolverlos. Cada proyecto presenta distintos problemas en su desarrollo, los cuales involucran personas, equipo, usuarios del software y ambiente de la aplicación. Por lo que cada proyecto debe resolver el problema de la producción del software teniendo en cuenta las distintas metodologías y técnicas de desarrollo, pero sin descuidar el aspecto humano, del usuario del software y del ambiente para el cual se pretende desarrollar el software.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abzan1993** Abzan A. y Hguyenkim H. "*Measurement of the Maintenance Process from a Demand-Based Perspective*", *Journal of software Maintenance: Research and Practice*, Vol, 5, no. 2, 1993.
- Booch1998** Booch Grady, et al. *The Unified Modeling Language User Guide*, Adison-Wesley, 1998.
- Burch1992** Burch John G. y Grudnitski Gary. *Diseño de Sistemas de Información*, Grupo Noriega Editores, 1992.
- Cleland1990** Cleland D. I., King, W. R. *Manual para la Administración de Proyectos*, CECSA, 1990.
- Curtis1992** Curtis, B., Kellner, M. I. y Over, J. *Process modeling. Communications of the ACM*, 35 (9), 75-90. 1992.
- Downs1988** Downs, Clare, Coe,. *SSADM. Application ans Context*. Prentice-Hall. 1988.
- Elmasri97** Elmasri-Navathe. *Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos*, Addison Wesley, 1997.
- Fairley1993** Fairley Richard. *Ingeniería de Software*, McGraw-Hill, 1993.
- Hammer1994** Hammer Michael y Champy James. *Reingeniería*, Grupo Editorial Norma, Colombia, 1994.
- Kendall1992** Kendall Kenneth E. y Kendall Julie E. *Análisis y Diseño de Sistemas*, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1992.
- Lawrence1991** Lawrence Pfleeger Shari. *Software Engineering - The Production of Quality Software*, MacMillan, 1991.
- Levitt1986** Levitt Theodore. *Comercialización Creativa*, Compañía Editorial Continental, México, 1986, pág. 191.
- López1991** López-Fuensalida, Antonio. *Metodologías de Desarrollo*, Macrobit, 1991.
- Matheron1990** Matheron. Merise *Metodología de desarrollo de Sistemas*. Paraninfo. 1990.

- Morris1994** Morris Daniel. *Reingeniería: Cómo aplicarla con éxito en los negocios*, Mc Graw Hill, 1994, pág. 282.
- Pfleeger1998** Pfleeger S. L. *Software Engineering – Theory and Practice*, Prentice Hall, 1998.
- Pigoski1997** Pigoski T. M. *Practical Software Maintenance: Best Practices for Managing your software Investment*, Wiley, 1997.
- Pressman1995** Pressman Roger S. *Ingeniería del Software - Un Enfoque Práctico*, McGraw-Hill, 1995.
- Pressman1997** Pressman R. S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill, fourth edition, 1997.
- Pride1997** Pride William. *Marketing: Concepto y estrategias*, 9na edición, McGraw Hill, 1997, pág. 877.
- Senn1992** Senn, James A. *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*, McGraw-Hill, 1992.
- Silberschatz1998** Silberschatz Abraham, Korth Henry F y Sudershan, S. *Fundamentos de Bases de Datos*, McGraw Hill, 1998.
- Sinan1988** Sinan Si Alhir. *UML in a Nutshell : A Desktop Quick Reference*. O'Reilly & Associates, Inc., 1998.
- Sommerville1992** Sommerville Ian. *Software Engineering*, Addison Wesley, 1992.
- Takang1997** Takang A. y Grubb P. *Software Maintenance Concepts and Practice*, International Thomson Computer, Press, 1997.
- Trout1986** Trout, Jack. *Posicionamiento*, Mc Graw Hill, 1986, pág. 263.
- Cook1989** Cook Victor J. Jr., Larreche' Jean Claude, and Strong Edward C. *Readings in Marketing Strategy*, 2nd Fd., Scientific Press, Palo Alto, California. 1989.
- Yourdon1991** Yourdon Edward Nash. *Classics in Software Engineering*, Yourdon Press Computing Series, 1991.
- Yourdon1993** Yourdon Edward Nash. *Análisis estructurado moderno*, Prentice-Hall, 1993.