



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

**INGENIERIA DE SOFTWARE APOYADA EN  
CONCEPTOS DE CALIDAD TOTAL**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

POR

OSCAR RAUL HERNANDEZ REYNA  
CARLOS AUGUSTO MARROQUIN MARTINEZ

AL CONFERIRSELES EL TITULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

Guatemala, Junio de 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

R  
08  
T(3752)  
C. 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

HONORABLE TRIBUNAL DE HONOR

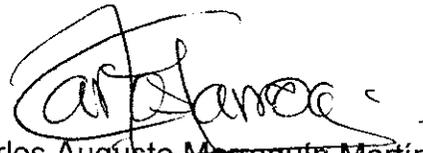
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presentamos a su consideración nuestro trabajo de tesis titulado:

**INGENIERIA DE SOFTWARE APOYADA EN  
CONCEPTOS DE CALIDAD TOTAL**

tema que nos fuera asignado por la coordinación de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 14 de mayo de 1994



Oscar Raul Hernandez Reyna



Carlos Augusto Marroquín Martínez

Guatemala, Junio de 1996



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
Vocal 1o.	Ing. Miguel Angel Sanchez Guerra
Vocal 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Vocal 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverria Mendez
Vocal 4o.	Br. Fernando Waldemar de León Contreras
Vocal 5o.	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL  
EXAMEN GENERAL PRIVADO

Oscar Raul Hernandez Reyna

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González.
EXAMINADOR	Ing. Sergio Silva Lorenzana
EXAMINADOR	Ing. Francisco Guevara Castillo
EXAMINADOR	Ing. Luis Emilio Barrundia Chavez
SECRETARIO	Ing. Edgar Aurelio Bravatti Castro

Carlos Augusto Marroquín Martínez

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González.
EXAMINADOR	Ing. Sergio Silva Lorenzana
EXAMINADOR	Ing. Francisco Guevara Castillo
EXAMINADOR	Ing. Mario Sosa Castillo.
SECRETARIO	Ing. Edgar Aurelio Bravatti Castro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 6 de junio de 1996

Ing.  
Calixto Monzón  
Ingeniería en Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Monzón:

Por este medio me permito informarle que he procedido a revisar el trabajo de tesis titulado **INGENIERIA DE SOFTWARE APOYADA EN CONCEPTOS DE CALIDAD TOTAL**, elaborada por los estudiantes Oscar Raúl Hernández Reyna y Carlos Augusto Marroquín Martínez y, a mi juicio, el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

atentamente,



Ing. Jorge Luis Alvarez  
Asesor de públicos y privados

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

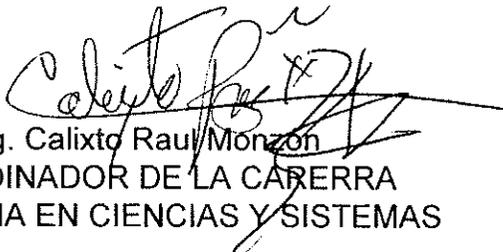


**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

EL coordinador de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, después de conocer el dictamen del asesor del trabajo de tesis de los estudiantes **Oscar Raúl Hernández Reyna** y **Carlos Augusto Marroquín Martínez**, titulado **Ingeniería de Software Apoyada en Conceptos de Calidad Total**, procede a la autorización del mismo.



Ing. Calixto Raul Monzon  
COORDINADOR DE LA CARRERA  
INGENIERIA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

Guatemala, 6 de junio de 1996



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 1 de febrero de 1,996

Ing. Calixto Raúl Monzón Pérez  
Escuela de Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria

Señor Director:

De acuerdo con la disposición de esa Dirección, he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado "INGENIERIA DE SOFTWARE APOYADA EN CONCEPTOS DE CALIDAD TOTAL", elaborada por los estudiantes Carlos Augusto Marroquín Martínez y Oscar Raúl Hernández Reyna, previo a optar el título de Ingeniero en Sistemas.

Considero que el trabajo presentado por los estudiantes Marroquín y Hernández cumple con las metas y objetivos establecidos y que será de mucha utilidad para los profesionales de Ingeniería en general, y en forma específica para los ingenieros que se dediquen a la Ingeniería de Software.

Por lo anteriormente expuesto, tanto los autores como la suscrita, nos responsabilizamos por el contenido del presente trabajo de tesis.

Atentamente,

Ing. Gilda Lizethe Sosa Castillo  
Colegiado No. 2891  
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de tesis de los estudiantes Oscar Raul Hernandez Reyna y Carlos Augusto Marroquín Martínez, titulado **INGENIERIA DE SOFTWARE APOYADA EN CONCEPTOS DE CALIDAD TOTAL**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck  
Decano de la Facultad de Ingeniería



Guatemala, junio de 1996

## **Dedicatoria**

Al esfuerzo de mi Madre,  
Por su apoyo incondicional en todo sentido y por  
haberme enseñado los principios básicos de  
la administración y relaciones humanas

A la memoria de mi Padre,  
Por haberme enseñado a seguir el camino  
del conocimiento

### **Agradecimiento Especial**

A Dios,  
Por darme la bendición de la vida y del saber

A Thelma y Ronny Girón  
Por el tiempo que han compartido conmigo, los consejos y la confianza que me han dado  
no se puede comparar con nada, gracias Ronny.

A Lissette  
Por el tiempo dedicado en la revisión de esta tesis

### **Agradecimiento**

A Guatemala  
Por ser todavía un país de oportunidades

A la Universidad de San Carlos de Guatemala  
Por ser una entidad de aprendizaje

A mis hermanos  
Sonia, Eric, Vilma y Jorge por su cariño, apoyo y confianza

A mi familia,  
Tíos, primos, y sobrinos por ser una familia unida e integrada

A mis amigos y compañeros  
Especialmente a Carlos por ser mi compañero de tesis, Luis Alberto Vettorazzi, Jorge  
Villeda, José Manuel Mendoza y Victor Hugo De León con quienes compartimos más  
que una profesión, una vida.

A la Familia Marroquín Martínez  
Por brindarme la oportunidad de ser parte de su familia y así finalizar este trabajo de  
tesis.

A todas las personas que me han ayudado y brindado su amistad

**Oscar Raúl Hernández Reyna**

## **ACTO QUE DEDICO A**

- Mis Padres Carlos Marroquín e Ileana de Marroquín, a mis hermanos Walter, Edwin y Marlene, a mis sobrinos Edwin y Andrea. A todos ellos gracias por estar siempre conmigo y por darme su apoyo en todos los momentos de mi vida.
- Mi esposa Iza González por apoyarme en todos los momentos de mi vida así como a incitarme a terminar este trabajo de tesis.
- Lic. Juan José Estrada Escudero, Ing. Estuardo Estrada Escudero y Sr. Juan José Estrada Rosa como un agradecimiento por su amistad, cariño y su apoyo en uno de los momentos más difíciles de mi vida así como por incitarme a realizar este trabajo de tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS**

Por darme el valor, fortaleza, entusiasmo, alegría y deseo de continuar mi vida y mi carrera

### **A mis amigos universitarios**

Gracias por su amistad, apoyo y colaboración que me dieron durante toda mi época universitaria, ya que sin eso, mi paso por la universidad hubiera sido solo una etapa sin importancia en mi vida.

### **A mis compañeros de OEG**

Por su ayuda y colaboración, especialmente a Alvaro Longo.

### **A Ing. Lisethe Sosa e Ing. Francisco Guevara**

Por su desinteresada colaboración y enseñanza, gracias a ellos este trabajo de tesis se pudo desarrollar.

### **A Raúl Hernández**

Por ayudarme a terminar mi carrera universitaria.

### **Y muy especialmente a**

A todas aquellas personas que de una u otra forma se vieron involucradas dentro de este trabajo, gracias por su colaboración.

**Carlos Augusto Marroquín Martínez**

## TABLA DE CONTENIDO

---

	Indice de Tablas y Figuras . . . . .	v
	Objetivos. . . . .	vii
	Introducción . . . . .	viii
1	Calidad total . . . . .	1
1.1	¿ Qué es calidad ? . . . . .	1
1.1.1	Primera etapa: control de calidad mediante la inspección . . . . .	2
1.1.2	Segunda etapa: el control estadístico de la calidad . . . . .	2
1.1.3	Tercera etapa: el aseguramiento de la calidad . . . . .	3
1.1.4	Cuarta etapa: la calidad como estrategia competitiva . . . . .	3
1.2	Conceptos fundamentales de control total de calidad . . . . .	3
1.2.1	La atención al proceso en orden de su mejoramiento . . . . .	4
1.2.2	El mejoramiento continuo . . . . .	5
1.2.3	La garantía de calidad . . . . .	7
1.3	Control total de calidad . . . . .	7
1.3.1	¿ Qué debe hacer la alta gerencia ? . . . . .	7
1.3.2	Cultura organizacional . . . . .	8
1.4	Catorce puntos, siete enfermedades mortales y algunos obstáculos . . . . .	10
1.4.1	Catorce puntos expuestos por Demming . . . . .	10
1.4.2	Siete enfermedades mortales del control total de calidad . . . . .	13
1.4.3	Obstáculos del control total de calidad . . . . .	14
1.5	Estructura necesaria para el control total de calidad . . . . .	15
1.5.1	Los organismos interfuncionales . . . . .	15
1.5.2	Las auditorías de calidad . . . . .	16
1.5.3	Los círculos de calidad . . . . .	16
1.6	Herramientas estadísticas . . . . .	16
1.6.1	Herramientas tradicionales . . . . .	17
1.6.2	Nuevas herramientas administrativas . . . . .	19
2	Ingeniería de software . . . . .	23
2.1	Antecedentes . . . . .	23
2.2	Ingeniería de software como solución al desarrollo de software . . . . .	24
2.3	Enfoque de la ingeniería de software . . . . .	25
2.4	Ingeniería de software : conjunto de metodologías, técnicas y herramientas . . . . .	28
2.4.1	El ciclo de vida del software . . . . .	28
2.4.2	Técnicas de análisis y desarrollo de software . . . . .	30
2.4.3	Lenguajes de cuarta generación . . . . .	30
2.4.4	La técnica de prototipos . . . . .	31
2.4.5	Herramientas CASE . . . . .	31

	2.4.6	Sistema de información administrativo (MIS : Management Information System) . . . . .	33
	2.5	Teoría de administración y la ingeniería de software . . . . .	35
	2.6	Factores de calidad y productividad . . . . .	37
3		Administración de proyectos . . . . .	42
	3.1	Administración . . . . .	42
	3.2	¿ Qué es administración de proyectos ? . . . . .	42
	3.3	Ciclo de vida de un proyecto . . . . .	44
	3.4	Planificación . . . . .	47
	3.4.1	Planificación estratégica . . . . .	48
	3.4.2	Planificación de un proyecto . . . . .	49
		3.4.2.1 Declaración del trabajo (SOW : Statement Of Work) . . . . .	50
		3.4.2.2 Especificaciones de trabajo del proyecto . . . . .	52
		3.4.2.3 Planificación de hitos (milestones) . . . . .	52
		3.4.2.4 Planificación de actividades (WBS : Work Breakdown Structure) . . . . .	53
	3.5	Desarrollo del plan de trabajo . . . . .	56
	3.5.1	Planes maestros . . . . .	57
	3.5.2	Planes detallados . . . . .	57
	3.5.3	Planificación total de un proyecto . . . . .	60
	3.6	Plan estratégico para proyectos de desarrollo de software . . . . .	60
	3.6.1	Definición del ambiente del sistema . . . . .	60
	3.6.2	Definición de los términos de referencia . . . . .	64
	3.6.3	Especificaciones del proyecto . . . . .	65
	3.6.4	Planificación de hitos (milestones) . . . . .	66
	3.6.5	Planificación de actividades . . . . .	66
	3.6.6	Contenido del plan estratégico . . . . .	67
4		Organización del factor humano para el desarrollo de proyectos . . . . .	71
	4.1	Piedras angulares en el desarrollo del factor humano . . . . .	71
	4.2	Gerente de proyectos . . . . .	73
	4.2.1	Atributos y responsabilidades . . . . .	73
	4.2.2	Gerencia dinámica de proyectos: un nuevo estilo de administración por objetivos . . . . .	74
	4.2.3	Perfil de un gerente de proyectos . . . . .	76
	4.2.4	Ética y profesionalismo de un gerente de proyectos . . . . .	79
	4.3	Autoridad y liderazgo del gerente de proyectos . . . . .	80
	4.3.1	Autoridad . . . . .	80
	4.3.2	Publicación y delegación de la autoridad . . . . .	81
	4.3.3	Liderazgo . . . . .	82
	4.3.4	Estilo de liderazgo . . . . .	83
	4.3.5	Diferencia entre liderazgo y gerencia . . . . .	85
	4.4	Estructura organizacional de un proyecto . . . . .	86
	4.4.1	Estructuras organizacionales . . . . .	86

4.4.2	La organización matricial . . . . .	87
4.4.3	Fallas y problemas organizacionales . . . . .	88
4.5	Integración del recurso humano . . . . .	90
4.5.1	Equipo de desarrollo . . . . .	91
4.5.1.1	Integración del equipo de desarrollo . . . . .	91
4.5.1.2	Selección de los recursos humanos del proyecto. . . . .	92
4.5.2	Grupos de trabajo . . . . .	93
4.5.2.1	La moral del grupo . . . . .	95
4.5.2.2	Diversas clases de grupos . . . . .	95
4.5.2.3	Cómo formar un grupo de trabajo democrático . . . . .	98
4.5.2.4	El trabajo en grupo y sus ventajas . . . . .	99
4.5.2.5	El grupo eficaz. . . . .	100
4.5.3	Círculos de calidad . . . . .	103
4.5.3.1	Como iniciar las actividades de un círculo de control de calidad . . . . .	104
4.5.3.2	Pasos necesarios para las actividades de los círculos de control de calidad . . . . .	104
4.5.4	Comunicaciones en el grupo . . . . .	106
4.5.4.1	La habilidad de escuchar . . . . .	107
4.5.4.2	Comunicación escrita . . . . .	108
4.5.4.3	Organizaciones y comunicaciones informales . . . . .	108
4.5.4.4	Comunicaciones no verbales . . . . .	109
4.5.5	Reuniones de trabajo . . . . .	109
4.5.5.1	Propósito de las reuniones de trabajo . . . . .	110
4.5.5.2	Manejo eficiente de las reuniones de trabajo . . . . .	110
4.5.6	Conflictos dentro del proyecto . . . . .	111
4.5.6.1	Ambiente de conflictos . . . . .	111
4.5.6.2	Presentación de conflictos . . . . .	112
4.5.6.3	Técnicas de manejo de conflictos . . . . .	114
4.5.6.4	Control de conflictos . . . . .	115
4.5.7	Educación y capacitación . . . . .	116
5	Control, evaluación y medición de un proyecto. . . . .	118
5.1	Introducción . . . . .	118
5.2	Herramientas para estimaciones y control de proyectos . . . . .	118
5.2.1	Evaluación de programas y revisión de técnicas . . . . .	119
5.2.2	Diagrama de barras o Gantt . . . . .	123
5.2.3	Métricos . . . . .	126
5.3	Estimaciones y cálculo de costos de un proyecto . . . . .	127
5.4	Administración del tiempo . . . . .	135
5.5	Control de avance y planes de contingencia. . . . .	138
5.6	Control de calidad . . . . .	146
5.6.1	Sistemas de calidad . . . . .	147

	5.6.1.1 Control de los diseños . . . . .	147
	5.6.1.2 Control de los materiales de compra . . . . .	148
	5.6.1.3 Control de calidad en la producción . . . . .	148
	5.6.1.4 Control del producto . . . . .	149
5.7	Calidad de los productos de software . . . . .	149
5.8	Normas ISO-9000-3 . . . . .	152
6	Presentación de una metodología de desarrollo de software . . . . .	176
6.1	Introducción . . . . .	176
6.2	Etapa de estrategia . . . . .	177
6.3	Etapa de análisis . . . . .	178
6.4	Etapa de diseño . . . . .	181
6.5	Etapa de construcción . . . . .	184
6.6	Etapa de documentación . . . . .	186
6.7	Etapa de capacitación y transición . . . . .	190
7	Conclusiones . . . . .	193
8	Recomendaciones . . . . .	195
9	Glosario . . . . .	197
10	Bibliografía . . . . .	200

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

---

- Figura 1.1.** Aumento de la productividad según el Dr. Demming  
Bibliografía 23, Página 32.
- Figura 1.2.** Círculo de Calidad del Dr. Demming  
Bibliografía 24, Página 51.
- Tabla 1.1.** Diferencias de las formas de administración  
Bibliografía 23, Página 73.
- 
- Figura 2.1.** El enfoque de la ingeniería de software para el desarrollo de sistemas  
Bibliografía 2, Página 10
- Figura 2.2.** Ciclo de vida del software con comunicación constante durante cada etapa
- Figura 2.3.** Utilización de herramientas CASE  
Bibliografía 2, Página 2-4
- Figura 2.4.** Arquitectura de Sistemas : Sistema de Información Administrativo (MIS)  
Bibliografía 2, Página 167
- Figura 2.5.** Un ejemplo de organización de la unidad de informática y gerencia
- 
- Figura 3.1.** Presentación general de la Administración de Proyectos  
Bibliografía 18, Página 5
- Figura 3.2.** Ejemplo de un Diagrama de Arbol (WBS)
- Figura 3.3.** Ejemplo de Diagrama Jerarquico de Funciones.
- 
- Figura 4.1.** Rango de comportamiento de acuerdo al liderazgo del jefe.
- Figura 4.2.** Intersección entre los recursos y actividades del proyecto  
Paquete de Actividades del proyecto.
- Figura 4.3.** Sociograma ideales de comunicación.
- Figura 4.4.** Intensidad de los conflictos durante el desarrollo de un proyecto.
- Tabla 4.1.** Factores principales del Gerente de proyectos según una encuesta realizada.
- Tabla 4.2.** Resumen de las características de un Gerente de proyectos.
- Tabla 4.3.** Código Etico de los Gerentes de Proyectos.
- Tabla 4.4.** Principales aspectos que deben considerarse en el desarrollo de una entrevista.
- 
- Figura 5.1.** Ejemplo de un diagrama PERT
- Figura 5.2.** Ejemplo de un diagrama GANTT
- Figura 5.3.** Diagrama de Interrelaciones GANTT  
Bibliografía 18 , página 701

- Figura 5.4.** Participación del personal involucrado durante el desarrollo del proyecto.
- Figura 5.5.** Seguimiento cuando el Rendimiento es fijo  
Bibliografía 18, página 845
- Figura 5.6.** Seguimiento cuando el Costo es fijo  
Bibliografía 18, página 848
- Figura 5.7.** Seguimiento cuando el Tiempo es fijo  
Bibliografía 18, página 845
- Figura 5.8.** Se muestra como varia la importancia relativa del rendimiento, costo y calendarios en el proyecto  
Bibliografía 18, página 853
- Figura 5.9.** Diferencias individuales entre los programadores  
Bibliografía 22, página 208
- Tabla 5.1.** Tabla comparativa de cálculo de costos.
- Tabla 5.2.** Ejemplo de una hoja de actividades planificadas diarias.
- Tabla 5.3.** Ejemplo de una hoja de actividades realizadas diarias.
- 
- Figura 6.1.** Como las técnicas de desarrollo de sistemas modelan el mundo real  
Bibliografía 3, página 1-7
- Figura 6.2.** Presentación general de la etapa de análisis  
Bibliografía 3, página 4-3
- Figura 6.3.** Presentación general de la etapa de diseño  
Bibliografía 3, página 5-3
- Tabla 6.1.** Contenido del Manual de Usuario
- Tabla 6.2.** Contenido del Manual de Técnico

## **OBJETIVOS**

---

### **GENERALES**

- a. Presentación de una metodología de desarrollo de productos de software estructurada y completamente definida.
- b. Unificar de una manera consistente y adecuada los conceptos de ingeniería de software y control total de calidad.
- c. Crear las bases necesarias para la elaboración de productos de software que sean altamente rentables para una organización.

### **ESPECIFICOS**

- a. Plantear una metodología de desarrollo orientada a “cero defectos” y que tenga como objetivo principal alcanzar productos de software que posean “garantía de calidad”, de acuerdo con los conceptos de calidad total.
- b. Considerar como parte vital del proceso de desarrollo de software la participación de las diferentes entidades organizacionales que existen alrededor de un proyecto de software, de forma que se logre el compromiso por la calidad, con lo cual la calidad deja de ser tarea de un grupo específico de personas y pasa a ser responsabilidad de todos.
- c. Manejar los conceptos de círculos de calidad para la integración del recurso humano en cada una de las etapas del ciclo de vida del software.
- d. Profundizar en el conocimiento y manejo de las herramientas y técnicas de ingeniería que provee la ingeniería de software para la planeación, administración y control de proyectos, para ser cada día más profesionales.
- e. Reconocer el verdadero concepto del enfoque de sistemas para el desarrollo y éxito de proyectos de software, considerando las variables internas, externas y todas las entidades que existen alrededor de los sistemas de información.
- f. Colaborar con el desarrollo de la investigación y desarrollo de temas administrativos y gerenciales de la Escuela de Ciencias y Sistemas.



## INTRODUCCION

---

En el corto y mediano plazo, todas las organizaciones comerciales y financieras alrededor del mundo deberán enfrentarse a una guerra económica por mantenerse dentro de un mercado competitivo y exigente. De todos es conocidos que el mercado económico mundial se hace cada día más difícil por diferentes razones; entre las razones más significativas se encuentran las altas escalas salariales que existe en el personal, el alto precio de la materia prima que se hace cada vez más escasa, los clientes cada vez más exigentes en los productos o servicios, la poca disponibilidad de recursos financieros y el grado de inflación acompañado por una recesión que ataca aún a los países desarrollados.

En el pasado, los anteriores problemas se podían manejar de diferentes maneras; la forma más común del control de los aspectos financieros se realizaba a través de los programas de reducción de costos, lo cual permitía a una empresa eliminar los gastos extras que podía tener dentro de su organización. Los principales puntos de reducción de costos se basaban en recortes de personal, planes de retiro y en general en reestructuraciones organizacionales.

Todo esto se basaba en que el costo del personal es mucho más inflacionario que el costo de mantenimiento de equipo e instalaciones en cualquier empresa, por lo que se empezaron a desarrollar los proyectos enfocados a mejorar la tecnología para aumentar la productividad de la empresa, sin aumentar la fuerza laboral humana.

Desafortunadamente para muchos empresarios actuales, la técnica de reducción de costos a través de recortes de personal tiene siempre sus limitaciones y existe siempre el riesgo de sacrificar los beneficios de la organización al prescindir de los servicios del factor humano, ya que en muchas de las actividades diarias de una empresa es necesario contar con la operación de una persona para que se presten los productos y servicios necesarios.

De esa cuenta, los problemas financieros de las organizaciones modernas se deben enfrentar no sólo con las técnicas de reducción de costos, sino también con un proceso definido para aumentar la productividad de la empresa.

Por otra parte, se ha encontrado que uno de los medios más importantes de aumentar notablemente la productividad de una empresa es el acceso y manejo de la información correcta en el tiempo exacto. Todo empresario conoce que la información representa tener control, poder y también la plataforma estratégica para tomar las decisiones adecuadas que beneficiarán a la organización y aumentarán directamente los ingresos de la misma.

Actualmente, no es posible para ninguna persona imaginarse como un banco, una empresa financiera o una línea aérea pueda trabajar sin la ayuda de un sistema de información computarizado. Existen millones de computadoras de todos los tipos y tamaños, en oficinas,

fábricas, escuelas, hogares, hospitales, bancos, tiendas de ventas, laboratorios. etc. Estas computadoras, como los automóviles y los aparatos eléctricos, influyen diariamente en la vida de cada persona.

Por todo el uso de información que se realiza actualmente a través de sistemas de computación, es indispensable que el software, como cualquier otro producto, cumpla con ciertas normas en su desarrollo para que sea confiable, rentable, productivo y sea considerado de alta calidad. Lastimosamente, la producción de software, en muchos casos es realizada por personas inexpertas o sin las herramientas adecuadas para proporcionar un buen resultado al final de un proyecto. Esto hace que exista una gran insatisfacción en el usuario final, ya que el producto de software que se les entrega no cumple con las expectativas que ellos esperaban y lo que es peor, lejos de proporcionar las herramientas necesarias para proveer productos o servicios eficientes para un aumento de la productividad de la organización, provocan una frustración organizacional, altos gastos de todo tipo, pérdidas innecesarias de tiempo y problemas laborales complejos.

En Guatemala, todavía existe el enfoque tradicional del desarrollo de software, en el cual no se consideran aspectos importantes que deben de tomarse en cuenta durante la vida de un proyecto. Dejando fuera actividades de administración de recursos, planes de contingencia, revisiones periódicas por parte del usuario final, aseguramiento de calidad, manejo de estándares, uso de estimadores adecuados, por mencionar algunas actividades importantes. Estas actividades garantizan en una buena parte que el producto de software que se está desarrollando cumplirá con las expectativas iniciales de los usuarios.

Con este trabajo de tesis, se brindan los conceptos generales de la ingeniería de software aplicados sobre la teoría de control total de calidad. De manera que integre el desarrollo de productos de software con el control de proyectos, calidad total y sobre todo al factor humano como un elemento indispensable, para que se logren crear los productos de software que cumplan con los requerimientos solicitados y sean las herramientas básicas para aumentar la productividad de una empresa.

Se planteará al final del presente trabajo una metodología que fusione los anteriores conceptos en cada una de las etapas del desarrollo de software, con lo cual se busca que al aplicarla se obtenga un producto de software que cumpla con las expectativas de los clientes y que posea una garantía de calidad. La metodología integrará adicionalmente tres factores muy importantes en el desarrollo de cualquier proyecto, como lo son: la logística del proyecto, el recurso humano y el nivel tecnológico actual.

Para el aseguramiento de la calidad, se desarrollará esta metodología de acuerdo a los estándares internacionales definidos en la norma ISO-9000-3, la cual describe las normas y reglas que se deben seguir en el desarrollo y distribución del software.

En el control de proyectos, se darán las técnicas necesarias tales como el uso de métricos, proyecciones, estimaciones y papelería necesaria para que cada una de las personas

involucradas en un proyecto pueda medir su trabajo. Basados en calidad total, se pretende desarrollar el concepto de una metodología orientada a objetivos, en la que cada una de las personas involucradas en el desarrollo del proyecto tenga definidas sus actividades y responsabilidades.

Finalmente, es importante mencionar que en la actualidad los nuevos profesionales de la informática están dejando afuera aspectos sobre administración, finanzas y gerencia, ya que el enfoque principal de las carreras de informática es en gran parte de carácter científico y tecnológico. La presente tesis cubre de manera general los aspectos que pudieran hacer falta para la formación de una carrera profesional de ingeniería de sistemas.

# CAPITULO 1

## CALIDAD TOTAL

---

*“Veo las cosas como son y me pregunto, ¿por qué?,  
pero también veo las cosas como podrían ser  
y me pregunto, ¿por qué no?”*

*Stephen Durant*

### 1.1 ¿Qué es calidad ?

La palabra calidad designa el conjunto de atributos o propiedades de un objeto que nos permite emitir un juicio de valor acerca de él. En este sentido, se puede hablar de calidad nula, buena o excelente en un objeto.

Cuando se dice que algo tiene calidad, esta expresión designa entonces un juicio positivo respecto a las características del objeto. El significado de la palabra calidad en este caso pasa a ser equivalente al significado de los términos excelencia y perfección.

Con el advenimiento de la era industrial, se dieron cambios en el proceso de producción, los cuales a su vez trajeron consigo cambios en la organización de la empresa. Como ya no era el caso de un operario que se dedicara a la elaboración de un artículo, fue necesario introducir en las fábricas procedimientos en forma masiva. Dichos procedimientos han ido evolucionando, sobre todo, durante estos últimos tiempos; ésto ha sido a su vez ocasión para que se pusieran de relieve determinados matices involucrados en el concepto de calidad.

En este proceso de evolución, se distinguen cuatro diferentes etapas:

1. cuando se cuida la calidad de los productos mediante un trabajo de inspección;
2. cuando se cae en la cuenta de que la atención a la calidad exige observaciones del proceso a fin de mejorarlo;
3. cuando se percibe además del mejoramiento del proceso la necesidad de asegurar el mejoramiento introducido, y
4. finalmente, la administración misma redefine su papel con el propósito de que la calidad del producto sea la estrategia a emplear para tener éxito frente a los competidores.

### **1.1.1 Primera etapa: Control de Calidad mediante la inspección**

Esta etapa coincide con el período en que comienza a tener mucha importancia la producción de artículos en serie. Ante esta situación, es necesario ver si el artículo al final de la línea de producción resulta apto o no para el uso que estaba destinado; para esto fue necesario la creación de un departamento especial al que se le denominó Control de Calidad.

La inspección tiene como propósito examinar de cerca y en forma crítica el trabajo para comprobar su calidad y detectar los errores; una vez que éstos han sido identificados, las personas especializadas en la materia deben encontrar la forma de corregirlos.

### **1.1.2 Segunda etapa: El Control Estadístico de la Calidad**

Este fue desarrollado gracias a los estudios realizados en Bell Telephone Laboratories por W. A. Shewart, Harold Dodge, Harry Roming, G. D. Edwards y Joseph Juran.

Se dice que un fenómeno se controla cuando, con base en experiencias anteriores, se puede predecir cómo el fenómeno va a variar en el futuro, al menos dentro de ciertos límites. Esta predicción significa que se puede establecer, en forma aproximada, la probabilidad con la que el fenómeno observado se va a dar dentro de ciertos límites.

Las técnicas de muestreo parten del hecho de en una producción masiva es imposible inspeccionar todos los productos para diferenciar los productos buenos de los malos. De ahí la necesidad de verificar un cierto número de artículos entresacados de un mismo lote de producción, para decidir, sobre esta base, si el lote es aceptable o no.

Sin embargo, esta forma de proceder incluye riesgos; debido a los defectos de unas cuantas muestras, se puede rechazar todo un lote de producción de calidad aceptable, así también se puede pasar como aceptable un lote que en realidad debería ser rechazado.

### **1.1.3 Tercera etapa: El aseguramiento de la calidad**

Esta etapa se caracteriza por la toma de conciencia por parte de los administradores del papel que les corresponde en el aseguramiento de la calidad, y establecer planes de acción preventivos en lo que a calidad se refiere. Es necesario que quede asegurado el mejoramiento de la calidad logrado a través del control estadístico, lo cual significa que hay que desarrollar profesionales dedicados al aseguramiento de la calidad y que más aún, hay que involucrar a todos en el logro de la calidad, lo que implica un compromiso mayor por parte de la administración.

Cuatro personas son las más relevantes en esta etapa: Edward Deming, Joseph Juran, Armand Feigenbaum y Philip Crosby. Deming pone en relieve la responsabilidad que la alta gerencia tiene en artículos defectuosos. Juran investiga los costos de la calidad. Feigenbaum, por su parte, concibe el sistema administrativo como coordinador en la compañía del compromiso de todos en orden al logro de la calidad. Crosby es el promotor del movimiento denominado cero defectos.

#### **1.1.4 Cuarta etapa: La calidad como estrategia competitiva**

Si en épocas anteriores se pensaba que la falta de calidad era perjudicial a la compañía, ahora se valora la calidad como la estrategia fundamental para alcanzar competitividad y, por consiguiente, como el valor más importante que debe presidir las actividades de la alta gerencia.

La calidad pasa a ser estrategia de competitividad en el momento en que la alta gerencia toma como punto de partida para su planeación estratégica los requerimientos del consumidor y la calidad de los productos de los competidores. Se trata de planear toda la actividad de la empresa de tal forma de entregar al consumidor artículos que respondan a sus requerimientos y que tengan una calidad superior a la que ofrecen los competidores. Esto, sin embargo, implica cambios profundos en la mentalidad de los administradores, en la cultura de la organización y en las estructuras de la empresa.

### **1.2 Conceptos fundamentales de Control Total de Calidad**

Por control total de calidad, en su acepción moderna, se entiende como “un sistema de procedimientos para producir en forma económica bienes y servicios que satisfagan los requerimientos del consumidor”. Para comprender mejor la definición dada, cabe destacar tres rasgos o factores importantes:

1. Un cambio de actitud

En lugar de hacer una inspección al término de la línea de producción para determinar los artículos que son buenos y los que son defectuosos, hay que atender al proceso de producción para mejorarlo.

2. Un nuevo punto de referencia

De nada sirve que los productos estén bien hechos, si no satisfacen las expectativas de los consumidores. Por eso, el punto de referencia para definir la calidad es el hecho de que los productos respondan a dichas expectativas.

3. Una nueva filosofía

Se debe emprender un proceso de constante mejoramiento para que la empresa se consolide en un mercado de gran competitividad, donde se le dé mucha importancia al ser humano y a su satisfacción como cliente interno de la empresa y colaborador principal que le agrega valor a los bienes y servicios que produce o genera la empresa.

### 1.2.1 La atención al proceso en orden a su mejoramiento

Por proceso se entiende el conjunto de acciones o pasos que se dan, con el fin de que determinados insumos interactúen entre sí, para obtener de esta interacción un determinado resultado. Se llaman factores causales a los insumos que interactúan entre sí; y característica de calidad al resultado de dicha interacción.

A partir de la definición anterior, más que recurrir a una inspección final se debe atender al proceso mismo, es decir, se deben detectar los defectos en cada etapa del proceso y tomar las acciones correctivas correspondientes para prevenirlos en las etapas siguientes. La nueva filosofía administrativa supone, pues, que la calidad es objeto de planificación y que se consigue como resultado de un mejoramiento de los procesos.

Generalmente se piensa que la calidad y la productividad son valores incompatibles, de manera que el mejoramiento de la calidad necesariamente supone una disminución en la productividad; como también, que el aumento de la productividad sólo se logra con una disminución de la calidad.

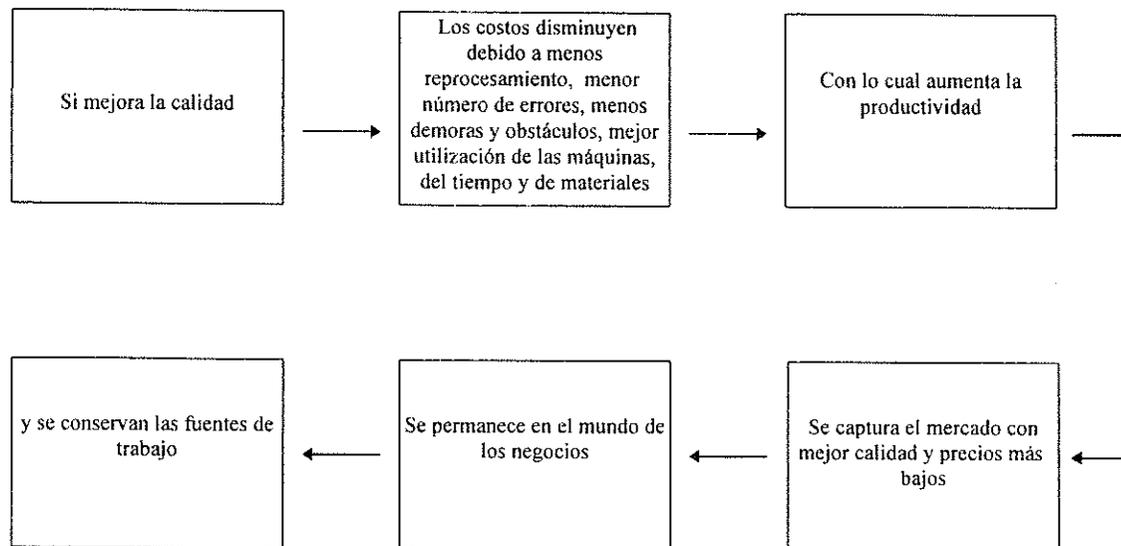
Mientras el sistema no sea modificado, el pensamiento anterior es exacto; ya que si una empresa es más exigente con respecto a la calidad, evidentemente serán menos los productos que cumplan con especificaciones más estrictas y se invertirá más en el retrabajo y se creará más desperdicio.

Sin embargo, si se mejora el proceso, sucede lo siguiente :

- Se reduce el número de productos defectuosos.
- Se optimiza el proceso de producción, y al aumentarse el volumen de producción baja el costo por unidad.
- Los productos son más homogéneos, con lo cual aumenta su calidad y éstos tienen mayor aceptación en el mercado.
- Se da un empleo mejor a la mano de obra, a la maquinaria, al tiempo y a los materiales.
- Los trabajadores se dan cuenta de que la gerencia pone lo que está de su parte para mejorar la calidad.

Todo lo anterior trae consigo un aumento en la productividad, porque se aprovechan al máximo los recursos de la empresa.

El Dr. Deming expresa esto de una forma esquemática como se presenta en la Figura 1.1.



**Figura 1.1.** Aumento de la productividad según el Dr. Deming

No es suficiente exigir más esfuerzo a los trabajadores, pues para que este esfuerzo sea verdaderamente efectivo, se necesita que esté orientado en la dirección correcta, es decir, se deben mejorar los procesos.

El mejoramiento del proceso consiste en reducir el grado de variación, para esto se necesita lo siguiente:

- Conocer cómo se comporta el proceso
- Identificar los factores a los que se debe dicha variación
- Empezar medidas para eliminar dichos factores
- Evaluar los resultados de las medidas adoptadas

### 1.2.2 El mejoramiento continuo

Por mejoramiento continuo se entiende la política de mejorar constantemente y en forma gradual el producto, estandarizando los resultados en cada mejoría lograda. Esta política hace posible alcanzar niveles cada vez más elevados de calidad partiendo de estándares establecidos.

Según Deming, para obtener la calidad que satisfaga a los clientes se debe hacer lo siguiente :

- Dar una interacción de las actividades de investigación de mercado, de diseño del producto, de fabricación y de ventas con el propósito de mejorar los niveles de calidad, y,
- repetir esta inspección en forma cíclica. Esta forma cíclica suele expresarse mediante un círculo denominado círculo de Deming o ciclo de calidad. (Figura 1.2)

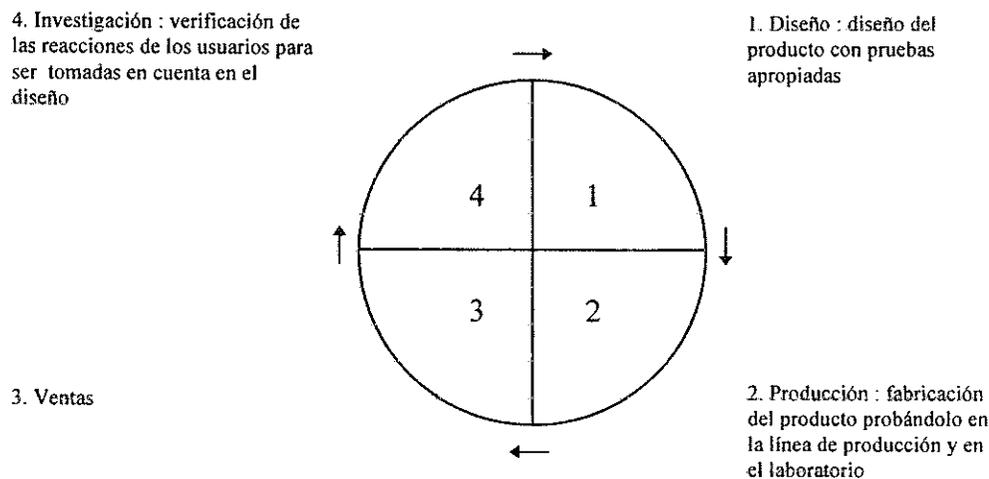


Figura 1.2. Círculo de Calidad del Dr. Demming

El círculo nace de un procedimiento en el que se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Se conocen las necesidades de los clientes.
- Se diseña el producto en tal forma que éste responda a dichas necesidades.
- El producto se manufactura de acuerdo con el diseño y se pone a prueba.
- Se hacen las modificaciones que han sido resultado de las pruebas hechas y el producto se ofrece al público.
- Se comprueba la reacción de los consumidores respecto al producto. Con base en estas reacciones, diseña de nuevo el producto repitiendo el ciclo a partir del paso 2, y así sucesivamente.

Este mejoramiento continuo de cada etapa del proceso sólo es posible si cada uno de los que intervienen en dicho proceso lleva a cabo en su propia actividad laboral el ciclo de

calidad. El mejoramiento continuo es el resultado, en último término, de esta aplicación del ciclo de calidad por parte de cada trabajador en su propia actividad laboral.

### **1.2.3 La garantía de calidad**

Por garantía de calidad se entiende la seguridad con que una empresa ofrece sus productos o servicios, de modo que el cliente pueda comprar el producto o hacer uso del servicio con la confianza que se dan las características ofrecidas, y que el mismo se pueda utilizar por un tiempo razonable en forma satisfactoria.

Cuando el trabajador de línea procede de acuerdo con el ciclo de calidad, la retroalimentación sobre el proceso es instantánea, lo cual permite que se puedan corregir inmediatamente las fallas del trabajo.

Hay que tener en cuenta que juntamente con esta retroalimentación inmediata, se da la retroalimentación que tiene como origen las reacciones de los consumidores. El mejoramiento del proceso se apoya, de esta manera, en una doble retroalimentación: la del responsable del proceso mismo y la que proviene de los consumidores.

## **1.3 Control Total de Calidad**

Se designa control total de calidad al sistema administrativo en el que quedan coordinados los esfuerzos de todos, administradores y trabajadores, en favor de la calidad del producto o servicio que presta la empresa.

Es necesario partir de una distinción muy importante: la alta gerencia es el organismo responsable del sistema, mientras que los demás trabajan dentro del sistema establecido por la alta gerencia aportando ideas para resolver los problemas y mejorar los procesos. Por tanto, es responsabilidad exclusiva de la alta gerencia organizar y administrar la empresa de tal forma que la institución, como sistema, quede orientada a la calidad.

Introducir y desarrollar el control total de calidad implica efectuar un cambio de mentalidad en el personal y asimilar los nuevos procedimientos implicados en este cambio; esto requiere de un período largo de tiempo. Adicionalmente, implica que la alta gerencia elija el tipo de organización que más convenga a la compañía, articule las metas y las estrategias y asegure su fiel cumplimiento, de tal forma que los trabajadores, proveedores y clientes sepan que esperar de la empresa.

### **1.3.1 ¿Qué debe hacer la alta gerencia ?**

El gerente debe realizar una serie de actividades en las cuales se sientan las bases del proceso de control total de calidad. A continuación, se presentan las tareas fundamentales de la alta gerencia :

- Estudiar el control total de calidad antes que cualquier otra persona en la compañía.
- Investigar cómo se ejecuta, para poder establecer políticas para definir las posiciones que adoptará la empresa en materia de control total de calidad. Estas políticas deben diseminarse por toda la organización y deben ser ejecutadas por todos los colaboradores, desde la alta gerencia hasta los trabajadores de línea. En todo caso, dichas políticas debe referirse a la racionalización de la administración, a la revitalización de la empresa y a la voluntad de fabricar artículos de la más alta calidad en el mundo.
- Reunir información relativa a la calidad y al control de calidad, y especificar las prioridades en esta materia en términos concretos.
- Fijar como política básica *primero la calidad*, comprometiéndose a que todo lo que se hace en la empresa se debe hacer con calidad y no únicamente los productos finales.
- Determinar las metas a largo plazo que se buscarán en lo referente a normas de calidad. Esto tiene que hacerse en términos concretos y con una perspectiva de cumplir con normas internacionales de calidad.

Finalmente, para poner en práctica el control total de calidad, se debe impartir educación adecuada en combinación con planes a largo plazo, tales como planes de colocación de personal y planes de organización. La educación por medio de seminarios formales ha de ser apenas la tercera o cuarta parte de la educación total. El resto se debe realizar en el trabajo cotidiano, donde el superior enseña a sus subalternos. La delegación de autoridad es otra forma de educación.

Los programas de educación y entrenamiento deben tener como propósito acostumbrar a la gente a la objetividad, a fin de no proceder con ideas preconcebidas. Sin conocer la totalidad del proceso, no se puede desempeñar adecuadamente el trabajo; desarrollar la habilidad de traducir los hechos a datos y éstos a gráficas mediante el uso de las técnicas estadísticas; y por último, deben proporcionarse criterios para interpretar adecuadamente las gráficas para una correcta toma de decisiones. Para el caso de las empresas de servicios se deben de fijar toda su atención en la mejora de los procesos.

### **1.3.2 Cultura organizacional**

Por cultura organizacional, se entiende el conjunto de valores y principios que determinan la forma de ser de una institución; factores que constituyen su fortaleza y por consiguiente son elementos decisivos de su productividad. Estos permiten que una institución logre sus objetivos; por eso se dice que cuando la administración tiene éxito en mejorar la cultura de la organización, la compañía se hace más productiva, más competitiva y por consiguiente, más redituable a largo plazo.

El principio fundamental de la cultura de una organización que ha optado por el control total de calidad se puede resumir en la expresión: la calidad es primero. Sólo cuando el criterio fundamental de actuación es la calidad, se puede hablar verdaderamente que la calidad ha pasado a ser estrategia de competitividad. Por consiguiente, el criterio fundamental de actuación de todo el sistema debe ser la satisfacción del cliente. La razón de ser de la empresa consiste en proporcionar a la sociedad productos y servicios adecuados.

Esto significa que los accionistas deben dejar de evaluar la eficiencia de una determinada administración teniendo como criterio fundamental los dividendos inmediatos. En el sistema administrativo del control de calidad, los accionistas se deben interesar más bien por el fortalecimiento de la empresa, por la permanencia de ésta a largo plazo en el mercado y, en esta forma, por los rendimientos futuros.

Cuando sólo se toman en cuenta los resultados, se enfatizan los controles, se piensa en recompensas financieras y se amenaza con castigos. En cambio, cuando también importan los esfuerzos que están detrás de los resultados, se apoya a la gente, se le orienta para realizar mejor su tarea, se le estimula económica y psicológicamente y se suprimen todos los factores de miedo que están presentes dondequiera y que se manifiestan de diferente manera.

El que la calidad sea primero significa que la administración se debe preocupar:

- Por la calidad de las personas, de quienes depende la calidad de los procesos y de los productos.
- Por la calidad del sistema administrativo, que está en estrecha relación con una actuación de calidad de las personas.
- Por la calidad del diseño tanto de productos como del proceso.
- Por la calidad del proceso mismo, que es el resultado de la calidad de las personas, del sistema y del diseño.
- Por la calidad del producto, a fin de responder constantemente a las nuevas exigencias de un mercado cada vez más competitivo.

A una administración de calidad no le interesan los resultados por los resultados mismos; le interesa analizar por qué los hay; por eso toma en cuenta el proceso que ha dado origen a dichos resultados, los conoce a fondo, conoce las diferentes fases que lo integran y lo que cada fase aporta al resultado final, y centra su atención en el mejoramiento de dicho proceso.

Una administración a la que sólo importan los resultados tiene una visión de corto alcance; en cambio, la administración que se interesa por estudiar cómo se ha llegado a dichos resultados tiene una visión de proyectada al futuro de la empresa. En la tabla 1.1, se transcribe a manera de resumen, los puntos más importantes que diferencian a una

administración orientada a los resultados, de aquella que está orientada predominantemente a las personas y los procesos.

La administración orientada a los resultados	La administración orientada a las personas, procesos y objetivos
<p><b>se preocupa por:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificar a la persona que cometió el error;</li> <li>• distribuir responsabilidades;</li> <li>• inculcar el cumplimiento de las ordenes de los superiores;</li> <li>• proporcionar metas numéricas de producción;</li> <li>• premiar realizaciones personales;</li> <li>• observar los niveles organizacionales;</li> <li>• dar órdenes</li> <li>• reclamar a cada quien que haga bien su trabajo.</li> </ul>	<p><b>se preocupa por:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificar en qué está el error;</li> <li>• estudiar el proceso para prevenir errores;</li> <li>• inculcar el cumplimiento de las exigencias de los clientes</li> <li>• proporcionar rutas para lograr la calidad;</li> <li>• premiar realizaciones de grupo;</li> <li>• remover barreras en grupos y personas;</li> <li>• establecer procedimientos</li> <li>• proporcionar la asesoría necesaria para que cada quien haga bien su trabajo.</li> </ul>

Tabla 1.1. Diferencias de las formas de administración

#### 1.4 Catorce puntos, siete enfermedades mortales y algunos obstáculos

Los aspectos más importantes de la cultura organizacional que es necesario introducir en la empresa que ha optado por el control total de calidad fueron expuestos por Deming en sus catorce puntos o acciones. Estas acciones representan una filosofía básica de administración que es compatible con los métodos estadísticos. Así como se define esta filosofía, Deming da las siete enfermedades mortales y los obstáculos que impiden la adaptación de la empresa a la nueva forma de administración.

##### 1.4.1 Catorce puntos expuestos por Deming

###### 1. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio.

Ser constante en el propósito significa innovación, investigación e instrucción, mejoramiento continuo del producto y del servicio, mantenimiento de los equipos, muebles, instalaciones, y nuevas ayudas para la producción tanto en las oficinas como en la planta.

###### 2. Adoptar la nueva filosofía.

La calidad debe convertirse en la nueva religión. Esta es una nueva era económica. La administración occidental debe darse cuenta, del nuevo desafío; debe aprender a cumplir su responsabilidad y ser líder en el cambio a efectuar; debe ser una transformación de la

gerencia en la que se aprende de la insatisfacción del cliente, ya que éstos no se quejan, sino simplemente cambian de proveedor.

### **3. No depender más de la inspección masiva.**

La inspección que se hizo con el ánimo de descubrir los productos malos y botarlos es demasiado tardía, ineficaz y costosa. Por una parte, no se puede encontrar a los malos, y no a todos. Por otra parte, cuesta demasiado. El resultado de tal inspección es desperdicio, degradación y reproceso, lo cual resulta costoso, es ineficaz y no mejora el proceso. La calidad no se produce por la inspección sino por el mejoramiento del proceso.

### **4. Acabar con la práctica de adjudicar contratos de compra basándose exclusivamente en el precio.**

En este tiempo, en que se requiere homogeneidad y confiabilidad, no es posible que el precio sea el criterio más importante sin atender a la calidad de lo que se adquiere. El precio del producto no tiene sentido si no se considera en relación con la calidad. Por consiguiente, no se debe preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino aquel que, con evidencia estadística juntamente con un precio competitivo, ofrezca mejor calidad.

### **5. Mejorar continuamente y por siempre el sistema de producción y de servicios.**

El mejoramiento no se logra de buenas a primeras. Hay que incorporar la calidad durante la etapa del diseño y el trabajo en equipo es esencial para el proceso. Una vez que los planes están en marcha, los cambios son costosos y causan demoras. Todo el mundo y todos los departamentos de la compañía deben convenir en implantar el mejoramiento continuo. Esto no debe limitarse a los sistemas de producción o servicios. Los departamentos de compras, transporte, ingeniería, mantenimiento, ventas, personal, capacitación y contabilidad, todos tienen un papel que desempeñar en conjunto.

### **6. Instituir la capacitación en el trabajo.**

Son muy frecuentes los casos de trabajadores que aprenden su oficio por medio de otros trabajadores o que se ven obligados a depender de instrucciones escritas en forma ininteligible. A menudo, es poca o ninguna la capacitación que han recibido. También sucede con frecuencia que los trabajadores no saben si han hecho correctamente su trabajo.

### **7. Instituir el liderazgo.**

La administración debe distinguirse por su capacidad de liderazgo. Debe convertirse en promotora del mejoramiento y hacer que las características de la calidad precedan a la elaboración del diseño del producto y su fabricación. Como líderes auténticos, los jefes

deben conocer el trabajo que supervisan, a fin de ayudar a su personal a mejorar su propio desempeño y lograr los objetivos propuestos.

### **8. Desterrar el temor.**

Ninguno puede dar lo mejor de sí cuando no se siente seguro y mientras no supera el miedo en cualquiera de sus manifestaciones: miedo de expresar sus propias ideas, de preguntar, etc. El miedo implica siempre una pérdida económica. Por eso, se debe crear un ambiente que propicie la seguridad en el desempeño personal. Este desaparece en la medida en que va mejorando la administración y los empleados actúan con mayor confianza.

### **9. Derribar las barreras que hay entre las áreas de staff.**

Aunque las personas trabajen sumamente bien en sus respectivos departamentos, si sus metas están en conflicto, pueden dañar a la compañía. Es mejor trabajar en equipo, trabajar para la compañía. La rivalidad y competencia profesional debe ser manejada con cuidado para evitar obstaculizar el trabajo de unos por el trabajo de otros.

### **10. Eliminar los slogans, las exhortaciones y las metas numéricas para la fuerza laboral.**

Los errores, en su mayoría, no provienen de los trabajadores, sino del sistema mismo; por eso, es muy frecuente que las amonestaciones generen frustraciones y resentimiento. Las metas numéricas sin un método para alcanzarlas son inútiles. Es totalmente imposible para cualquier persona o para cualquier grupo desempeñarse fuera de un sistema estable, por encima o por debajo del mismo. Si un sistema es inestable, cualquier cosa puede suceder. La tarea de la gerencia es tratar de estabilizar los sistemas.

### **11. Eliminar cuotas numéricas.**

Considere una cuota que se fija para la producción promedio de un grupo de trabajadores. La mitad estará por encima de dicha cuota y la otra mitad por debajo. La presión de los compañeros, hace que la mitad superior cumpla la tasa promedio, mientras que los que están por debajo no pueden alcanzarla. El resultado de lo anterior es la pérdida, el caos, el descontento y el cambio de personal. Por otra parte, una vez que los trabajadores han cumplido sus cuotas del día, dejan de trabajar y andan por ahí sin hacer mayor cosa hasta el final del turno.

### **12. Derribar las barreras que impiden el orgullo de hacer bien un trabajo.**

Nadie puede sentirse orgulloso de su trabajo si no sabe las condiciones que se necesitan para que su trabajo se considere bien hecho. Por eso, lo primero que un operario necesita es que le expliquen en qué consiste propiamente su trabajo. Es responsabilidad de

la administración proveer al empleado de la herramienta adecuada, pues el operario no sólo quiere emplear su tiempo, sino además, desea sentirse realizado con el trabajo que lleva a cabo.

### **13. Instituir un programa vigoroso de educación y reentrenamiento.**

El hecho de que una empresa tenga gente capacitada en su organización no es suficiente. Ella debe estar adquiriendo continuamente los nuevos conocimientos y las nuevas habilidades que se necesitan para manejar nuevos materiales y nuevos métodos. La educación y el reentrenamiento - que es una inversión en la gente - son necesarios para la planificación a largo plazo.

### **14. Tomar medidas para la transformación.**

La gerencia tendrá que organizarse como equipo para poner en marcha los otros trece puntos. Se necesitará un asesor estadístico. Todos los empleados de la compañía, incluyendo los gerentes, deben tener una idea precisa de cómo mejorar continuamente la calidad. La iniciativa debe venir de la alta gerencia.

## **1.4.2 Siete enfermedades mortales del control total de calidad**

### **1. Falta de constancia en el propósito.**

La falta de constancia significa la ruina para una compañía. Una compañía que no es constante en sus propósitos no piensa más allá de los próximos dividendos trimestrales y no tiene planes a largo plazo para continuar en el negocio. La dedicación a la nueva filosofía debe ser ampliamente difundida a lo largo y ancho de la empresa.

### **2. Énfasis en las utilidades a corto plazo.**

Las empresas actuales están controladas por magos financieros y abogados que alegremente manipulan cifras, pero no hacen cambios substanciales ni en la producción ni en la calidad. Están al servicio de los accionistas y están obligados a entregarles a éstos dividendos trimestrales cada vez mayores. El énfasis en las utilidades a corto plazo está alimentado por el temor a una adquisición hostil, o por el igualmente devastador sistema de apalancamiento para eliminar a un socio.

### **3. Evaluación del desempeño según el mérito o análisis anual.**

Las evaluaciones del desempeño estimulan el desempeño a corto plazo. Desestimulan la decisión de correr riesgos, fomentan el miedo, socavan el trabajo en equipo

y hacen que la gente se enfrente por las mismas recompensas. En un equipo, es difícil decir quién hizo qué cosa. El resultado es una compañía integrada por divas, por feudos en pugna. La gente trabaja para sí misma, no para la compañía.

#### **4. Movilidad de la alta gerencia.**

La movilidad de una compañía a otra crea divas que sirven para lograr resultados rápidos. La gente necesita tiempo para aprender a trabajar en grupos. La movilidad de la mano de obra es un problema casi igualmente grave. La causa principal es la falta de satisfacción con el trabajo.

#### **5. Manejar una compañía sólo basándose en cifras visibles (contando el dinero).**

Las cifras visibles son desde luego importantes, pero las cifras que no se conocen y no se pueden conocer son incluso más importantes. Es imposible, por ejemplo, medir el efecto que ejerce en las ventas un cliente satisfecho o los logros que se obtienen en beneficio de la calidad como resultado de la erradicación de las enfermedades mortales.

#### **6. Costos médicos excesivos.**

Los costos de médicos, medicinas y hospitales normalmente son altos e implican directamente tiempo en recuperación de una persona, lo cual se deriva la baja productividad en la empresa. El verdadero esfuerzo de costo y tiempo se debe dar en las medidas preventivas de cada persona. Los chequeos periódicos realizados en una forma ordenada colaboran como prevención más que como una corrección.

#### **7. Costos excesivos de garantía.**

El esfuerzo de costo se debe realizar desde el origen del producto y pasar por toda la línea de producción de forma que se tenga una garantía de la empresa que las cosas se han realizado correctamente en todo el proceso; esto implica que el costo de garantía se puede reducir debido a la calidad del producto elaborado.

### **1.4.3 Obstáculos del control total de calidad**

A continuación, se enumerarán algunos de los obstáculos que hacen que el sistema de control total de calidad no se logre implementar; éstos son:

- Descuido de la planificación y de la transformación a largo plazo.
- Dependencia del Departamento de Control de Calidad
- Achacarles a los trabajadores la culpa de todos los problemas

- Calidad por inspección
- Cumplir las especificaciones

## 1.5 Estructura necesaria para el Control Total de Calidad

En la medida en que se va estableciendo el sistema administrativo de control total de calidad, se siente la necesidad de crear estructuras y mecanismo especiales que apoyan la puesta en práctica de las metas de calidad y que vigilan su cumplimiento.

### 1.5.1 Los organismos interfuncionales

La puesta en práctica del control total de calidad sólo puede llevarse a cabo con un nuevo tipo de profesionales y trabajadores. Se trata de personas que deben ser expertas tanto en su área de trabajo, como en los problemas de calidad. Ambos, profesionales y trabajadores, deben saber trabajar en equipo, entender los problemas de los departamentos con los que se relaciona su actividad y trabajar en estrecha colaboración, a fin de llevar a la práctica las metas de calidad establecidas por la alta gerencia.

La misión específica de los organismos interfuncionales es coordinar el despliegue de las metas de calidad establecidas por la alta dirección; despliegue que se debe llevar a cabo en las diferentes etapas del proceso y en los diferentes niveles de mando. Este despliegue consiste en identificar las medidas o procedimientos, mediante los cuales dichas metas de calidad se pongan en práctica en un departamento específico y en un determinado nivel de mando, y verificar que las medidas o procedimientos establecidos se lleven a cabo.

Los organismos interfuncionales deben estar constituidos por personas pertenecientes a los diferentes departamentos. El número de sus integrantes debe ser reducido, a fin de que dichos organismos operen con flexibilidad.

Las ventajas de los organismos interfuncionales son las siguientes:

- Los funcionarios de la empresa ya no piensan de acuerdo con sus intereses seccionales estrechos, sino que se convierten en verdaderos gerentes con amplias perspectivas. Vienen a ser realmente directores de la empresa. Su modo de pensar se hace flexible y las personas tienden a ayudarse mutuamente.
- La garantía de calidad y el control de cantidades se realizan más eficazmente.
- Las inspecciones se efectúan a través de las divisiones, por lo cual hay poca necesidad de aumentar el número de divisiones y secciones.
- También los trabajadores de línea toman conciencia de la gerencia interfuncional; esto da por resultado mayor comunicación entre los departamentos y las divisiones.
- Quienes ocupan posiciones subalternas, pueden hacer llegar más fácilmente sus propuestas y recomendaciones a los niveles superiores.

### **1.5.2 Las auditorías de calidad**

Dos son las auditorías más importantes: la de calidad y la de control de calidad. La auditoría de calidad se lleva a cabo tomando, de tiempo en tiempo, muestras del producto, ya sea dentro de la empresa misma o dentro del mercado para ver si el producto satisface las necesidades del consumidor, para corregir los defectos del artículo, si los tiene, y para hacerlo más atractivo.

La auditoría de control de calidad está destinada a revisar la forma en que se lleva a cabo el control de calidad. Determina si el sistema administrativo de control de calidad está funcionando bien, y permite a la empresa tomar medidas preventivas para evitar que se repitan errores graves.

### **1.5.3 Los círculos de calidad**

El control de calidad tiene éxito en la medida en que cada uno de los trabajadores de línea asume su responsabilidad respecto al proceso. Ellos, en contacto directo con los hechos, conocen la situación concreta y son los que mejor pueden identificar las soluciones de los problemas.

Sin embargo, este desempeño será más eficaz si como grupo, estudian sus problemas y unidos buscan su propia superación. Esta es la idea que está en la base de los círculos de control de calidad.

El círculo de control de calidad está constituido por un grupo pequeño, que desarrolla actividades de control de calidad, voluntariamente, dentro de un mismo taller. Los integrantes de este pequeño grupo, como parte de las actividades de control de calidad en toda la empresa, se preocupan en forma continua por desarrollarse personalmente y en grupo y por llevar a cabo, con participación de todos los miembros, el control y mejoramiento dentro del taller utilizando las técnicas del control de calidad.

## **1.6 Herramientas estadísticas**

La experiencia que se ha tenido a través de los años en la puesta en práctica del control total de calidad ha mostrado la necesidad de usar determinadas herramientas que facilitan las tareas involucradas en dicho control.

Un grupo de estas herramientas son muy útiles para el análisis de datos; análisis que es básico, entre otras cosas, para llevar a cabo el control estadístico del proceso; razón por la cual, reciben el nombre de herramientas estadísticas, las principales son:

- Diagrama de Pareto

- Diagrama causa-efecto
- Histograma
- Estratificación
- Hojas de verificación
- Diagramas de dispersión
- Corridas y gráficas de control

Otras, las denominadas nuevas herramientas administrativas, sirven, sobre todo, para facilitar los procesos administrativos relacionados con los planes de acción. Unas sirven para sintetizar el pensamiento de personas con diferentes puntos de vista, lo que es frecuente en la resolución de problemas interdepartamentales o interfuncionales; otras ayudan a traducir las metas en procedimientos y medidas, a analizar datos y a presentar en forma gráfica los planes de acción. Estas nuevas herramientas son:

- Diagrama de afinidad
- Diagrama de relaciones
- Diagrama de árbol
- Matrices
- Diagrama de actividades
- Diagrama de flechas

A continuación, se realizará una descripción general de cada herramienta. La representación gráfica de cada herramienta puede encontrarse en la Bibliografía numeral 12.

### 1.6.1 Herramientas tradicionales

#### Diagrama de Pareto

Se utiliza con el propósito de visualizar rápidamente qué factores de un problema y qué causas o qué valores en una situación determinada son los más importantes y por consiguiente, cuáles de ellos hay que atender en forma prioritaria, a fin de solucionar el problema o mejorar la situación.

A finales de 1800, Wilfredo Pareto, economista italiano, observó que el 20% de la gente en el mundo controlaba el 80% de la riqueza. Tomando en cuenta esta observación, Pareto propuso el principio que lleva su nombre. Este principio afirma la vital influencia de unos pocos elementos o factores en comparación con la poca importancia que tiene la mayoría de ellos.

El diagrama de Pareto cumple su cometido, pues presenta de forma gráfica los principales factores que influyen en una determinada situación, mostrando los porcentajes

que corresponden a cada uno de estos factores, así como el porcentaje acumulativo. En esta forma, la gráfica facilita identificar sobre qué puntos se debe actuar en forma prioritaria.

### **Diagrama causa-efecto ("espina de pescado")**

Tiene como propósito expresar en forma gráfica el conjunto de factores causales que intervienen en una determinada característica de calidad. La relación que se da entre los factores causales y la característica de calidad se expresa por medio de una gráfica que está integrada por dos secciones:

1. La primera está constituida por una flecha principal hacia la que convergen otras flechas, consideradas como ramas del tronco principal, y sobre las que inciden nuevamente flechas más pequeñas, las subramas. En esta primera sección quedan pues, organizados, los factores causales.
2. La segunda está constituida por el nombre de la característica de calidad. La flecha principal de la primera sección apunta precisamente hacia este nombre, indicando con ello la relación causal que se da entre el conjunto de factores respecto a la característica de calidad.

### **Histograma**

El histograma ordena las muestras, tomadas de un conjunto, en tal forma que se vea de inmediato con qué frecuencia ocurren determinadas características que son objeto de observación. En el control estadístico de la calidad, el histograma se utiliza para visualizar el comportamiento del proceso con respecto a determinados límites.

El histograma se construye tomando como base un sistema de coordenadas. El eje horizontal se divide de acuerdo con las fronteras de clase. El eje vertical se gradúa para medir la frecuencia de las diferentes clases. Estas se presentan en forma de barra que se levantan sobre el eje horizontal.

### **Estratificación**

Es la herramienta estadística que clasifica los datos en grupos con características semejantes. A cada grupo se le denomina estrato. La clasificación se hace con el fin de identificar el grado de influencia de determinados factores o variables en el resultado de un proceso.

La situación que en concreto va a ser analizada determina los estratos que se van a utilizar. Por ejemplo, si se desea analizar el comportamiento de los operarios, éstos pueden estratificarse por edad, sexo, experiencia en el trabajo, capacitación recibida, etc. La forma más común de presentar la estratificación es el histograma.

## **Hojas de verificación**

En el control estadístico de la calidad, se hace uso con mucha frecuencia de las hojas de verificación, ya que es necesario comprobar constantemente si se han recabado los datos solicitados o si se han efectuado determinados trabajos.

El esquema general de estas hojas es el siguiente: en la parte superior se anotan los datos generales a los que se refieren las observaciones o verificaciones que se van a hacer; en la parte inferior, se transcribe el resultado de dichas observaciones y verificaciones.

## **Diagramas de dispersión**

Con el propósito de controlar mejor el proceso y, por consiguiente, de mejorarlo, resulta indispensable conocer la forma como se comportan entre sí algunas variables; esto es, si el comportamiento de unas influye en el de otras o no, y en qué grado. Los diagramas de dispersión muestran la existencia, o no de esta relación.

## **Corridas y gráficas de control**

Las corridas permiten evaluar el comportamiento del proceso a través del tiempo, medir la amplitud de su dispersión y observar su dirección y los cambios que experimenta. Estas se elaboran utilizando un sistema de coordenadas, cuyo eje horizontal indica el tiempo en el que quedan enmarcados los datos, mientras que el eje vertical sirve como escala para transcribir la medición efectuada. Los puntos de medición se unen mediante líneas rectas.

Las gráficas de control son herramientas estadísticas más complejas que permiten obtener un conocimiento mejor del comportamiento del proceso a través del tiempo, ya que en ella se transcriben tanto la tendencia central del proceso como la amplitud de su variación. Estas gráficas están formadas por dos corridas en paralelo: una de ellas, la que se coloca en la parte superior, se destina a graficar una medida de tendencia central, que puede ser la media aritmética o la mediana; la otra, colocada en la parte inferior, se destina a graficar estadísticos que miden el rango de dispersión con respecto a dicha medida central. Estos estadísticos pueden ser el rango muestral o la desviación estándar muestral.

### **1.6.2 Nuevas herramientas administrativas**

#### **Diagrama de afinidad**

Sirve para sintetizar un conjunto más o menos numeroso de opiniones, pues las agrupa en pocos apartados o rubros. La forma de elaborar un diagrama de afinidad es la siguiente:

1. Cada una de las opiniones particulares se escribe en una única ficha.

2. Se agrupan las fichas que expresan la misma opinión aunque con diferentes palabras.
3. Se escribe en una ficha, de mayor tamaño que las anteriores, la síntesis de las fichas que expresan opiniones semejantes sobre el mismo tema.
4. Se escribe en una ficha de tamaño un poco mayor que las fichas de los consensos, las fichas anteriores, la síntesis de ellas, llegando a los pensamientos más generales que no pueden sintetizarse en una superior.

### **Diagrama de relaciones**

El diagrama presenta en visión de conjunto qué causas están en relación con determinados efectos y cómo se relacionan entre sí conjuntos de causas y efectos. El procedimiento para elaborar este diagrama es el siguiente:

1. Se enuncia el problema en forma clara y objetiva. Este enunciado se pone por escrito.
2. Se hace un listado de las diferentes causas que intervienen en el problema; cada causa se escribe encerrándola en un círculo.
3. Se identifica el resultado que corresponde a cada una de estas causas; cada resultado se escribe encerrándolo en un círculo.
4. Se relaciona la causa con su correspondiente resultado mediante una flecha que parte del círculo de la causa hacia el círculo del resultado.
5. Cuando un determinado resultado es a su vez causa de otro resultado (lo cual es muy frecuente), se hace partir una flecha del círculo del resultado hacia el resultado correspondiente.
6. Cuando se han identificado qué causas hay que atender de una manera especial a fin de disminuir su influencia en el problema, los círculos de dichas causas y las flechas que los unen se dibujan con líneas gruesas para resaltar su importancia.

### **Diagrama del árbol**

Este diagrama es el resultado de la organización sistemática de metas y de los medios correspondientes para el logro de dichas metas. El diagrama del árbol sirve para presentar en forma organizada el conjunto de medidas con las que se alcanza un determinado propósito. El procedimiento para elaborar este diagrama es el siguiente:

1. Se enuncia, con la mayor claridad posible, la meta que se va a alcanzar. Dicho enunciado se pone por escrito.
2. Se identifican los medios que directamente conducen a dicha meta y se ponen por escrito, en tal forma, que quede expresado que con dichos medios se logra la meta.

3. Debido a que los medios identificados en el paso anterior se convierten a su vez en una meta que se va a alcanzar, se identifican los medios mediante los cuales se alcanza dicha meta, y así sucesivamente.

### **Matrices**

Las matrices facilitan la identificación de la relación que eventualmente pueda existir entre factores de un problema, pues son esquemas que permiten relacionar, mediante un sistema de columnas e hileras, los diferentes elementos o factores del problema que se analiza. El análisis se hace con el fin de identificar las medidas más convenientes que se van a tomar para solucionar el caso que se estudia. La matriz se forma de la siguiente forma:

1. Se identifican los dos aspectos a relacionar entre sí y se escriben en el ángulo superior izquierdo del diagrama, separados por una línea diagonal.
2. Se desarrolla en rubros cada uno de dichos aspectos. Los títulos de los rubros mediante los cuales se desarrolla el aspecto colocado debajo de la diagonal pasan a ser los encabezados de la primera columna; mientras que los títulos de los rubros mediante los cuales se desarrolla el aspecto colocado arriba de la diagonal pasan a ser los encabezados de la primera hilera.
3. Se procede en seguida a llenar cada uno de los espacios de la matriz con los datos correspondientes.

### **Diagrama de actividades**

El diagrama de actividades es muy útil para visualizar que problemas pueden surgir en la realización de un determinado programa de acción; con qué medidas se pueden prevenir dichos problemas; y, en caso de que éstos se den, cuál es la mejor forma de resolverlos. El procedimiento para elaborar el diagrama es el siguiente:

1. Se identifica la identidad, a partir de la cual se inicia un determinado proceso
2. Se detallan las actividades siguientes y se transcriben, una después de otra, siguiendo el orden lógico que rige su sucesión.
3. Se identifican las actividades en las que pueden surgir alternativas, debido a que la realización de la acción depende de la decisión de otras personas o de que se den determinadas circunstancias.
4. Se complementan los procesos laterales surgidos por la posibilidad de alguna alternativa, enumerando la serie de actividades que en dichos casos es necesario llevar a cabo.

### **Diagrama de flechas**

Este diagrama sirve para visualizar el tiempo durante el cual deben llevarse a cabo las diferentes actividades que requiere el desarrollo de un plan. El diagrama de flechas se

elabora con base en una matriz que conjuga las diferentes actividades que se van a realizar y los plazos durante los cuales deben llevarse a cabo dichas actividades.

## CAPITULO 2

# INGENIERIA DE SOFTWARE

---

*"En una época de cambio radical, el futuro pertenece a los que siguen aprendiendo. Los que ya aprendieron se encuentran equipados para vivir en un mundo que ya no existe."*

*Eric Hoffer*

### 2.1 Antecedentes

Desde la década de 1960, la necesidad de enfoques sistemáticos para el desarrollo y mantenimiento de productos de software para computadoras digitales era patente. La aparición de computadoras de tercera generación permitía en ese entonces la programación en un computador de tareas o actividades catalogadas como repetitivas y ordenadas.

Por tal demanda, se desarrollaron técnicas de programación y actividades de tiempo compartido, las cuales aportaron los medios para crear sistemas computacionales interactivos, de multiusuario, en línea y en tiempo real. Surgieron así nuevas aplicaciones como reservaciones aéreas, bancos de información, control de procesos en la industria, dirección de equipos militares, entre los más principales.

Aunque muchos de los sistemas anteriores fueron desarrollados y puestos en marcha correctamente; muchos otros sistemas que fueron requeridos por usuarios o empresas nunca fueron desarrollados.

Adicionalmente, si se realiza un análisis más detallado de los proyectos desarrollados y puestos en marcha, se pueden notar los siguientes aspectos en el desarrollo de muchos de ellos:

- Desarrollo con sobrecosto del presupuesto.
- Entrega tardía del proyecto.
- Poca confiabilidad del producto final.
- Ineficiencia en pruebas exhaustivas.
- Poca aceptación del sistema por parte del usuario.

Conforme las computadoras crecieron haciéndose más complejas, resultó obvio que la demanda por los productos de software creció en mayor cantidad que la capacidad de producir y mantener dichos productos.

Así también, de acuerdo con la experiencia que se adquiría, se determinó que para desarrollar productos de programación, las necesidades y limitaciones del usuario deben estar determinadas y explícitamente establecidas; el producto debe diseñarse considerando tanto a los programadores como a los usuarios, y a quienes les den mantenimiento; el código fuente debe programarse con cuidado y probarse exhaustivamente; debe prepararse la documentación de apoyo, como los principios de operación, el manual de usuario, las instrucciones de instalación, las guías de entrenamiento y los manuales de documentación. Las tareas de mantenimiento de software incluyen solicitudes de análisis de cambio, rediseño y modificación del código objeto, pruebas completas de la versión modificada, actualización de la documentación para mostrar dichos cambios, así como la distribución de la nueva versión en los lugares apropiados.

## 2.2 Ingeniería de Software como solución al desarrollo de software

Para considerar el creciente problema de la tecnología de software, se convocó en 1968 la primera reunión de trabajo en Garmisch, Alemania Oriental. A partir de esta sesión, se estimuló el interés general hacia los aspectos técnicos y administrativos utilizados en el desarrollo y mantenimiento de productos de software (NAU76). El término en inglés **Software Engineering** (Ingeniería de productos de programación, o sólo Ingeniería de Software) fue utilizado en la sesión de Garmisch y en las siguientes sesiones de trabajo que discutieron la importancia de crear una disciplina formal para el desarrollo de productos de software.

Como se mencionó anteriormente, desde 1968 se ha diversificado la utilización de las computadoras y se ha hecho más compleja y crítica para la sociedad moderna; como resultado de esto, el campo de ingeniería de productos de programación ha evolucionado para convertirse en una disciplina tecnológica de importancia.

Se entiende que la ingeniería de software incluye la aplicación práctica del conocimiento científico en el diseño y construcción de programas para computadoras y la documentación asociada requerida para desarrollarlos, operarlos y mantenerlos.

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

En este trabajo de tesis, se utiliza la siguiente definición:

**La Ingeniería de Software es la disciplina tecnológica y administrativa dedicada a la producción sistemática de productos de programación, que son desarrollados y modificados a tiempo y dentro de un presupuesto definido.**

Las metas primordiales de esta nueva disciplina tecnológica son mejorar la calidad de estos productos y aumentar la productividad y satisfacción profesional de los ingenieros en esta disciplina, así como entregar un producto que sea bien desarrollado para satisfacción de los usuarios.

La ingeniería de software es una disciplina pragmática que confía en las ciencias de la computación para obtener los fundamentos científicos de la misma manera que las ramas de la ingeniería tradicional, como las ingenierías eléctrica y química se valen de la física y la química, ya que esta ingeniería tiene alto consumo de recursos humanos requiere tanto de habilidades técnicas y de un adecuado control administrativo. La ciencia de la administración asigna los fundamentos para la administración de proyectos.

Los sistemas computacionales deben ser desarrollados y mantenidos en tiempo y dentro de un régimen de estimación de costos; la economía, por su parte, brinda los fundamentos para la estimación de recursos y control de costos.

El quehacer de la ingeniería de software se desarrolla dentro del contexto organizacional de una empresa, por lo que se necesita un alto grado de comunicación entre los clientes, administradores, ingenieros de programación, ingenieros de computación y demás técnicos; así, resulta importante que el ingeniero de programación cuente con habilidades de expresión oral y escrita, además de buena comunicación interpersonal.

### **2.3 Enfoque de la Ingeniería de Software**

La diferencia principal entre el enfoque de la ingeniería de software y los enfoques tradicionales se encuentra en la integración entre las diferentes etapas o fases que se deben realizar en el desarrollo de proyectos de software. Gráficamente la ingeniería de software se puede representar de manera general en la Figura 2.1.

Un alto porcentaje de los enfoques tradicionales de desarrollo de software utilizan técnicas y metodologías comerciales que trabajan en forma independiente entre ellas. Estas herramientas "empacadas" tienen la tendencia a solucionar parcialmente el desarrollo de proyectos de software y difícilmente permiten integración con otras herramientas.

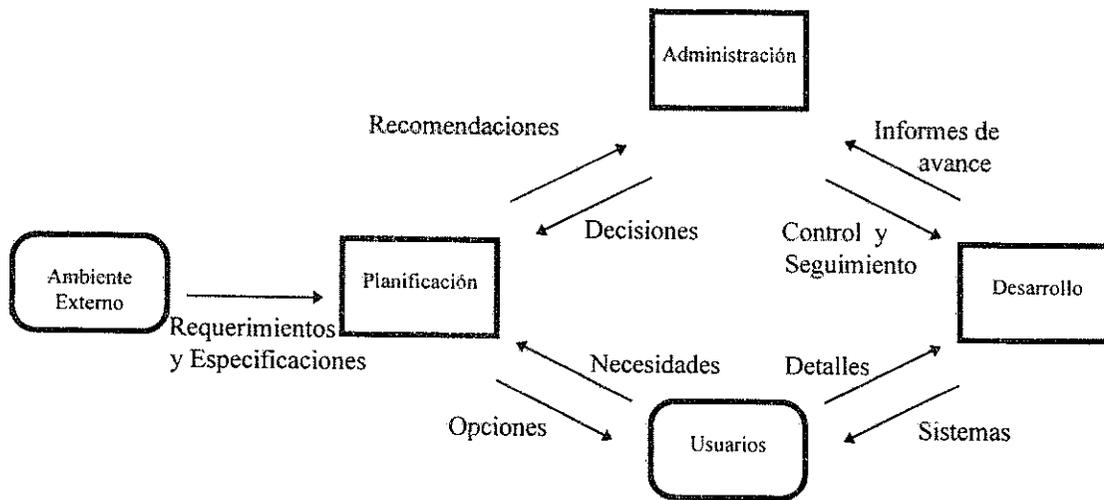


Figura 2.1. El enfoque de la ingeniería de software para el desarrollo de sistemas

Así también, la ingeniería de software difiere de la programación tradicional en que se utilizan técnicas de ingeniería para especificar, diseñar, programar, validar y mantener los productos dentro del tiempo y el presupuesto establecidos para el proyecto; además esta ingeniería se preocupa por aspectos administrativos que se encuentran fuera del dominio normal de la programación.

Debido a que la ingeniería de software se preocupa del desarrollo y mantenimiento de productos de tecnología moderna, es necesario utilizar técnicas de resolución de problemas comunes a todas las ramas de la ingeniería; estas técnicas sientan las bases de la planeación y administración de proyectos, análisis de sistemas, diseño metódico, fabricación cuidadosa, validación profunda y mantenimiento continuo del producto. Para efectuar esto, se requiere de la aplicación de una notación adecuada, así como de herramientas y técnicas en cada área; además, los ingenieros deben equilibrar en forma práctica los principios básicos con los aspectos económicos y las preocupaciones sociales cuando resuelven problemas y desarrollan productos tecnológicos.

Los conceptos de las ciencias de la computación y administración de la economía y de la comunicación están combinados dentro del marco de la resolución de problemas; el producto de esto recibe el nombre de ingeniería de software.

La ingeniería de software comparte, junto con las otras ramas de la ingeniería, el enfoque pragmático para el desarrollo y mantenimiento de artefactos tecnológicos; existen, sin embargo diferencias significativas entre esta ingeniería y las otras; la fuente principal de

estas diferencias es la falta de leyes físicas para la programación, la intangibilidad del producto y lo oculto de las interfaces entre los diversos módulos de programación.

Los programas son intangibles, puesto que no tienen masa, volumen, color, olor, es decir, carecen de propiedades físicas; el código fuente es únicamente una **imagen estática** de un programa de computadora, y aunque los efectos producidos por el programa suelen ser visibles; el programa en sí, no lo es.

El software no se deteriora a través del tiempo como sucede con la computadora; las descomposturas en él son causadas por error de diseño o de programación y no por degradación. Debido a que el programa es intangible, deben tomarse medidas especiales para determinar su situación durante el desarrollo; así, es fácil que un individuo optimista diga que el producto se encuentra 95% completo, pero difícil para un ingeniero de programación o para su jefe asentar el progreso real del producto y definir las zonas de problemas, utilizando su intuición. La ingeniería de software propone varios métodos para visualizar mejor este tipo de productos.

En un sentido real, el ingeniero de programación crea modelos de situaciones físicas en un programa, la correspondencia entre el modelo y la realidad modelada se ha considerado como la distancia entre el problema y la solución computacional del problema. Un principio fundamental de la ingeniería de programación es diseñar productos que minimicen la distancia intelectual entre el problema y la solución; empero, la variedad de enfoques en el desarrollo de programas es limitada únicamente por la creatividad e ingenio del programador; no siempre se encuentra con claridad el enfoque que minimice esta distancia, e incluso diferentes enfoques minimizan distintas dimensiones de la distancia. Este análisis no trata de decir que la programación es completamente apropiada o que no existen principios fundamentales en esta rama de la ingeniería; sin embargo, dichos principios y guías deberán contemplarse para cada situación en particular.

La oscuridad en las interfaces de los diversos módulos de programación distingue también a esta ingeniería; un principio fundamental para el manejo de la complejidad es la descomposición de un gran sistema en subsistemas de menor tamaño que sean manejables con interfaces claramente definidas. La filosofía "divide y vencerás" suele utilizarse tanto en ingeniería como en arquitectura y otras disciplinas que incurren en el análisis y síntesis de artefactos complejos; en la ingeniería de software, las unidades básicas se suelen denominar como módulos.

Finalmente, durante los últimos años, se han dado avances significativos en todas las áreas de la ingeniería de software:

- Desarrollo de técnicas de análisis para determinar los requisitos; proliferaron los enfoques metodológicos para el diseño de programas, y las notaciones diversas.

- Nacimiento de nuevas técnicas de programación, así como nuevos lenguajes de programación; se han examinado técnicas para la validación de programas y se han instituido controles de calidad; se han desarrollado técnicas formales para la verificación de programas.
- Mejoramiento de los procedimientos de mantenimiento de programas.

También las técnicas de administración se han adaptado especialmente para la ingeniería de software; además, se han explotado técnicas de dinámica de grupos y comunicación de proyectos; han evolucionado las técnicas cuantitativas para la estimación de costos y la confiabilidad de los productos; se han descubierto los principios fundamentales de análisis, diseño, programación y pruebas. Se han desarrollado herramientas automáticas de desarrollo para mejorar la calidad de los programas, la productividad de los programadores, el control y la administración de un proyecto. Han surgido nuevas revistas técnicas y también se han realizado conferencias internacionales constantemente sobre este tema.

Todo lo anterior no implica que los problemas de la ingeniería de software estén resueltos; todo lo contrario, el nivel de actividad de esta rama ha encontrado problemas que todavía se encuentran pendientes de resolver.

El avance de la tecnología no se detendrá por muchos años; el factor humano es cada vez más importante dentro de cada institución y proyecto, los costos se reducen y la demanda aumenta, la competitividad en el mercado es cada vez más estrecha y la productividad de cada empresa es exigida al máximo; éstos son los principales motivos por los cuales la ingeniería de software no puede conformarse con los logros obtenidos hasta ahora.

## **2.4 Ingeniería de Software: conjunto de metodologías, técnicas y herramientas**

Prácticamente, en la actualidad se encuentran disponibles todos los elementos esenciales de ingeniería para que sean utilizados por la ingeniería de software. Sin embargo, el verdadero problema radica en poder utilizar cada uno de estos elementos y hacerlo participe de un conjunto ordenado y sincronizado para alcanzar un objetivo en común.

A continuación, se presenta un resumen de los elementos que deben ser agrupados en la ingeniería de software para que sean funcionales y útiles en el proceso de desarrollo de productos de software.

### **2.4.1 El ciclo de vida del software**

El proceso de la ingeniería de software es orientado hacia proyectos. Un proyecto de desarrollo tiene definidos exactamente un inicio y un final, así como una secuencia de actividades entre estos dos extremos, lo cual resulta en un sistema completo.

Las actividades o etapas que se realizan entre el inicio y el final de un proyecto generan productos o servicios intermedios que son utilizados por las etapas subsiguientes. En la última de las etapas de un proyecto, se ha recolectado toda la información necesaria para crear el producto final. Esta serie de etapas de transformación de información en productos y servicios es llamado el Ciclo de Vida del Software (CVS). Desde un punto de vista general, el CVS puede ser definido en siete etapas:

- Definición de requerimientos
- Requerimientos de software y hardware
- Diseño lógico
- Diseño físico
- Codificación y depuración
- Pruebas y operaciones iniciales
- Producción y mantenimiento

Cada una de estas etapas interactúan entre sí y debe existir una comunicación constante entre ellas de manera que se pueda validar y verificar la información que se obtiene y genera en cada etapa. En la Figura 2.2., se nota la interacción constante de cada etapa del Ciclo de Vida.

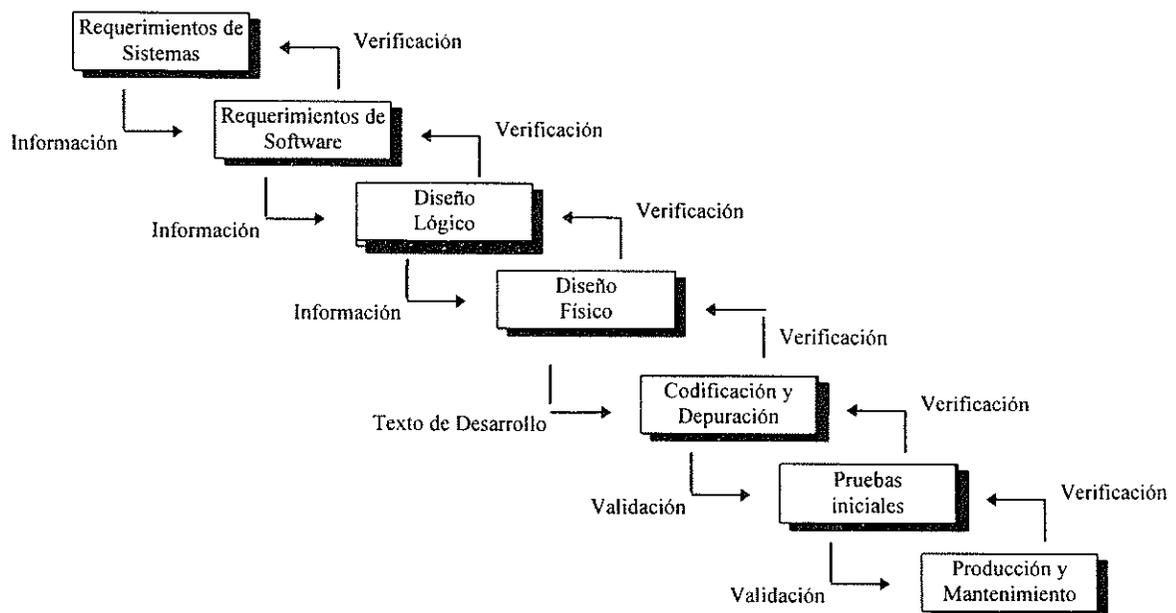


Figura 2.2. Ciclo del Vida del Software con comunicación constante durante cada etapa

### 2.4.2 Técnicas de análisis y desarrollo de software

Existen diferentes técnicas de desarrollo de software que son utilizadas para cada una de las etapas del Ciclo de Vida del Software, las cuales son utilizadas para la definición de requerimientos, diseño lógico del sistema, modelación de datos y diseño del software. Las técnicas gráficas más utilizadas en el ambiente comercial actualmente son las de Yourdon, Orr y Gane & Sarson. Se pueden mencionar, entre otras, a las técnicas de especificación de requerimientos como PSL/PSA.

En resumen, se pueden mencionar las siguiente técnicas de diseño de la ingeniería de software:

- Técnicas de diagramas de flujo
- Técnicas de estructuración y modelación de datos
- Técnicas gráficas y lingüísticas
- Planificación de Actividades (WBS: Work-Breakdown-Structure)

### 2.4.3 Lenguajes de cuarta generación

Los lenguajes de cuarta generación (4GL's) son simplemente lenguajes de programación de muy alto nivel que proveen al programador la habilidad para ejecutar instrucciones muy complejas con pocos comandos. Por eso, la utilización de 4GL's hace que la creación de programas pueda ser de una forma rápida. En muchos casos, el conjunto de comandos que debe memorizar un programador es bastante reducido, por lo que el aprendizaje de estos lenguajes de programación es fácilmente asimilado. Así también, los 4GL's utilizan en ocasiones "editores sensibles de sintaxis", lo cual hace que los errores de sintaxis cometidos por el programador pueden ser detectados casi inmediatamente.

En términos generales los lenguajes de cuarta generación poseen las siguientes características:

- Fáciles de aprender
- Reducen el tiempo de programación

Así también, han recibido los siguientes argumentos en su contra:

- Algunas veces son lentos en ejecución
- No se encuentran completamente integrados a las herramientas tradicionales de programación

Los 4GL's tienen una completa participación en la etapa de desarrollo y programación de los productos de software, sin embargo, participan poco o nada, en la etapa de recopilación y análisis de información.

#### 2.4.4 La técnica de prototipos

Con la aparición de los 4GL's, el tiempo de programación o diseño de la implementación fue reducido notablemente, por lo cual, la creación de modelos de la realidad se convirtió en una notable herramienta para validar y dar una muestra a los usuarios de lo que sería el producto final; esto dió paso para que naciera la técnica de prototipos. Esta técnica se puede definir como un proceso que construye un modelo que representa la funcionalidad de un producto de software.

De alguna manera, esta técnica puede estar en contraste con la técnica estructurada de análisis, diagramas de flujo y principios de estructuración de datos, debido a su independencia de creación de programas sin haber finalizado formalmente una etapa de investigación. Sin embargo, los prototipos permiten a los programadores revisar los modelos creados con los usuarios finales para verificar los esquemas, datos y la funcionalidad del producto que se está desarrollando con la ventaja de observar las entradas y salidas de datos.

Los principales tipos de prototipos son los siguientes:

- Prototipos "throwaway"
- Prototipos rápidos y sucios
- Prototipos orientados a diseño detallado

La técnica de prototipos y los lenguajes de cuarta generación son complementarios, en el sentido en que ambos pueden contribuir para alcanzar el producto final requerido por el proceso de la ingeniería de software y beneficiar al proyecto en desarrollo.

#### 2.4.5 Herramientas CASE

Como se definió anteriormente, la ingeniería de software es la aplicación de los principios de ingeniería para el desarrollo de productos de software, con los siguientes objetivos:

- Aumentar la productividad de los ingenieros de software
- Aumentar la calidad de los productos de software
- Alcanzar mayor control sobre el desarrollo de proyectos

Las herramientas CASE (Computer Aided Systems Engineering) son la automatización de las técnicas de ingeniería para los procedimientos de la ingeniería de software, es decir, son la automatización de los procesos definidos por la ingeniería de software.

Los elementos esenciales de las herramientas CASE son:

- Procedimientos: estas herramientas se basan principalmente en una definida y disciplinada metodología de un ciclo de vida del software.
- Métodos: técnicas estándares de análisis, diseño y programación para la generación de los productos intermedios que se obtienen de cada una de las etapas del Ciclo de vida del software.

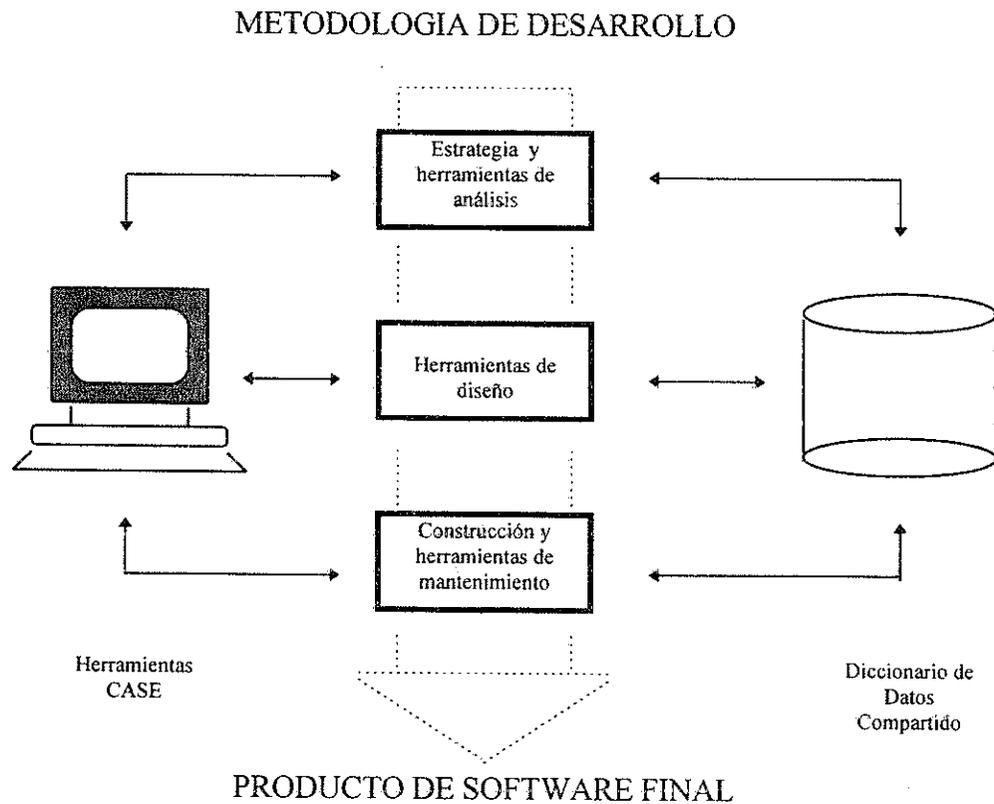


Figura 2.3. Utilización de Herramientas CASE

- Integración: se cuenta con herramientas automatizadas para la siguientes actividades:
  - Estimación y planeación de proyectos.
  - Control y seguimiento de proyectos.
  - Creación y modificación de productos intermedios.
  - Administración y manejo de la información obtenida en el análisis.

- Modelación de la información para el diseño del sistema.
- Análisis y verificación del diseño.
- Construcción del esquema de la base de datos.
- Generación de código fuente.
- Utilización de información en programas fuente para retroalimentar el diccionario de datos.
- Medios de control para verificar calidad y consistencia entre las etapas del ciclo de vida del software.

A pesar que muchas de las herramientas CASE para cada uno de los elementos esenciales descritos anteriormente se encuentran disponibles actualmente por diferentes proveedores de software, la diferencia de calidad entre cada uno de ellos se encuentra en la verdadera integración, flexibilidad y facilidad de implementación en un ambiente de desarrollo. Por tal razón, la ingeniería de software no puede depender completamente de este tipo de herramientas. La participación de las herramientas CASE en el ciclo de vida del software puede verse en la Figura 2.3.

#### **2.4.6 Sistema de Información Administrativo (MIS: Management Information System)**

La ingeniería de software no es una técnica; es básicamente un enfoque administrativo y tecnológico para seleccionar las técnicas y metodologías apropiadas para la implementación de un proyecto de software, sin perder la integración y la consistencia entre las diferentes técnicas o metodologías; este enfoque es compatible con la filosofía de la calidad total, como se pretende mostrar en esta tesis. La ingeniería de software pretende integrar cada componente que participa en el área estratégica, táctica y operativa como un macro-sistema coordinado y consistente para el desarrollo de un proyecto.

El mecanismo para alcanzar esta integración se conoce como Sistema de Información Administrativo (MIS: Management Information Systems), el cual se muestra en la Figura 2.4.

Prácticamente, todas las empresas utilizan el MIS para colaborar a la administración en la planificación, distribución, seguimiento y control de las funciones internas. En algunos casos, los MIS son procedimientos manuales para capturar y organizar datos para preparar informes y resúmenes; en otros casos, los MIS se refieren a sistemas automatizados para colaborar con el sistema de administración por medio del control exacto de la información en tiempo real y proveer de la información necesaria cuando es requerida.

Independientemente del MIS que se está utilizando, automatizado o manual, todos ellos tienen un aspecto en común: los MIS son planificados, organizados y con procedimientos definidos.

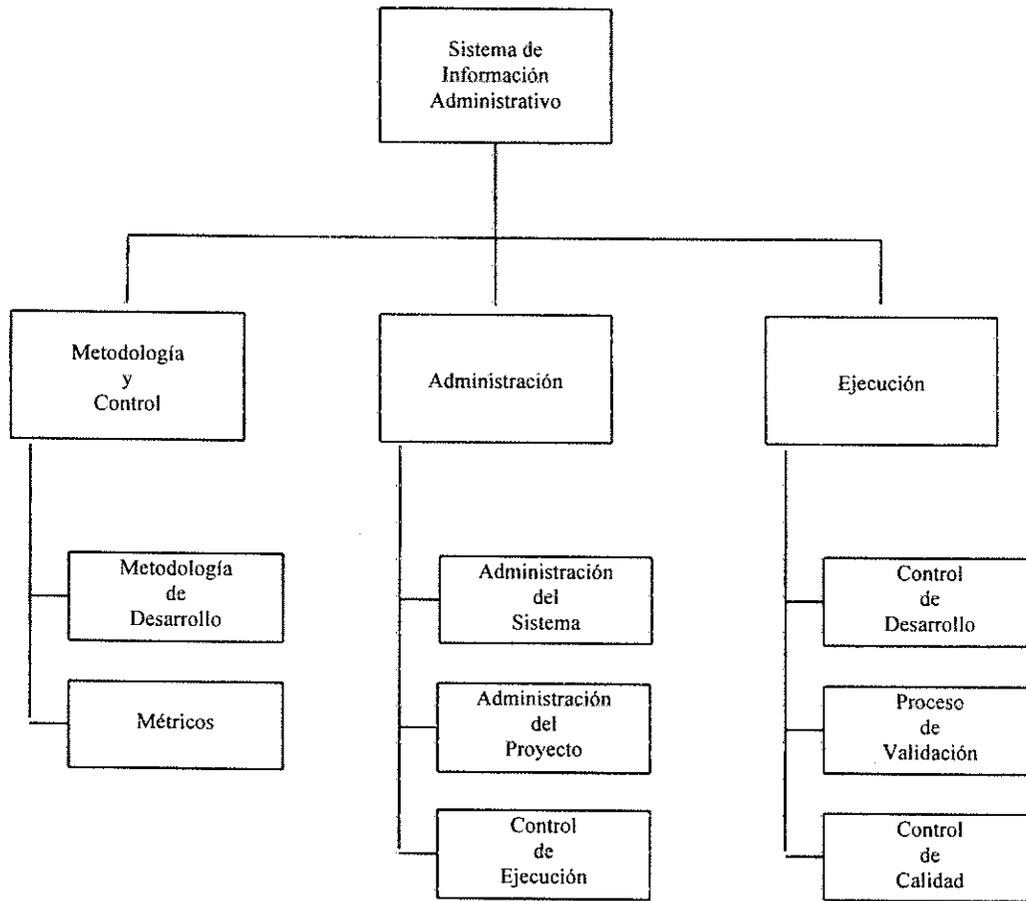


Figura 2.4. Arquitectura de Sistemas: Sistema de Información Administrativo (MIS)

La arquitectura de un MIS puede dividirse en tres componentes descritos a continuación:

- Metodología y control

Es el proceso de desarrollar las actividades para la implementación estratégica del proyecto, así también para la administración táctica de los proyectos de software y de los planes de desarrollo de proyectos.

- Administración

Es el proceso de definición de requerimientos de los proyectos de software, determinación de estimaciones de tiempos y costos, creación de la estructura básica

de los proyectos, definición de las técnicas y metodologías de análisis, diseño, y distribución de recursos.

- Ejecución

Es el proceso de creación, validación y manejo del desarrollo de los proyectos de software, así como de los productos intermedios y finales que se elaboren en el ciclo de vida del software.

## 2.5 Teoría de administración y la ingeniería de software

La implementación de los procesos de la ingeniería de software requiere que se haga una estructuración lógica de la administración del desarrollo de productos de software para poder incorporar e integrar las disciplinas de la ingeniería. Para desarrollar esta estructuración lógica, se debe examinar inicialmente el papel que juega la administración como tal.

A principios del siglo XX, el francés Henri Fayol, de una tradicional universidad de administración, describió las funciones de una eficiente administración como la planeación, organización, integración, dirección y control.

Una eficiente administración debe examinar cada proceso para asegurarse que el trabajo se realiza de acuerdo a lo planificado. Debe existir retroalimentación en cada nivel de proceso para analizar e interpretar los resultados y generar los controles o instrucciones necesarios para modificar dicho proceso si es necesario. Es importante que exista la función de administración en cada nivel y se debe aplicar de acuerdo con las actividades que se encuentren en estudio.

La ingeniería de software define que las cinco funciones de administración se deben aplicar básicamente en los siguientes tres niveles:

- Administración a nivel estratégico

Se refiere a la definición de los proyectos a largo plazo de la empresa; generalmente se realiza una planificación para los siguientes 3 ó 5 años, así también se determinan los recursos globales que serán necesarios para alcanzar dichos proyectos. Este nivel de administración determina la estructura orgánica de la empresa, obtiene los recursos necesarios para cumplir con los proyectos, dirige las actividades de acuerdo con las prioridades que se establecen y determina el presupuesto y distribución de recursos.

- Administración a nivel táctico

Es responsable del desarrollo de los planes de acción para llevar a cabo los proyectos definidos por el nivel de administración anterior, por medio de la determinación de objetivos. Este nivel de administración normalmente realiza ajustes a la distribución de recursos y presupuesto definidos anteriormente para hacer más exactos los planes de cada proyecto.

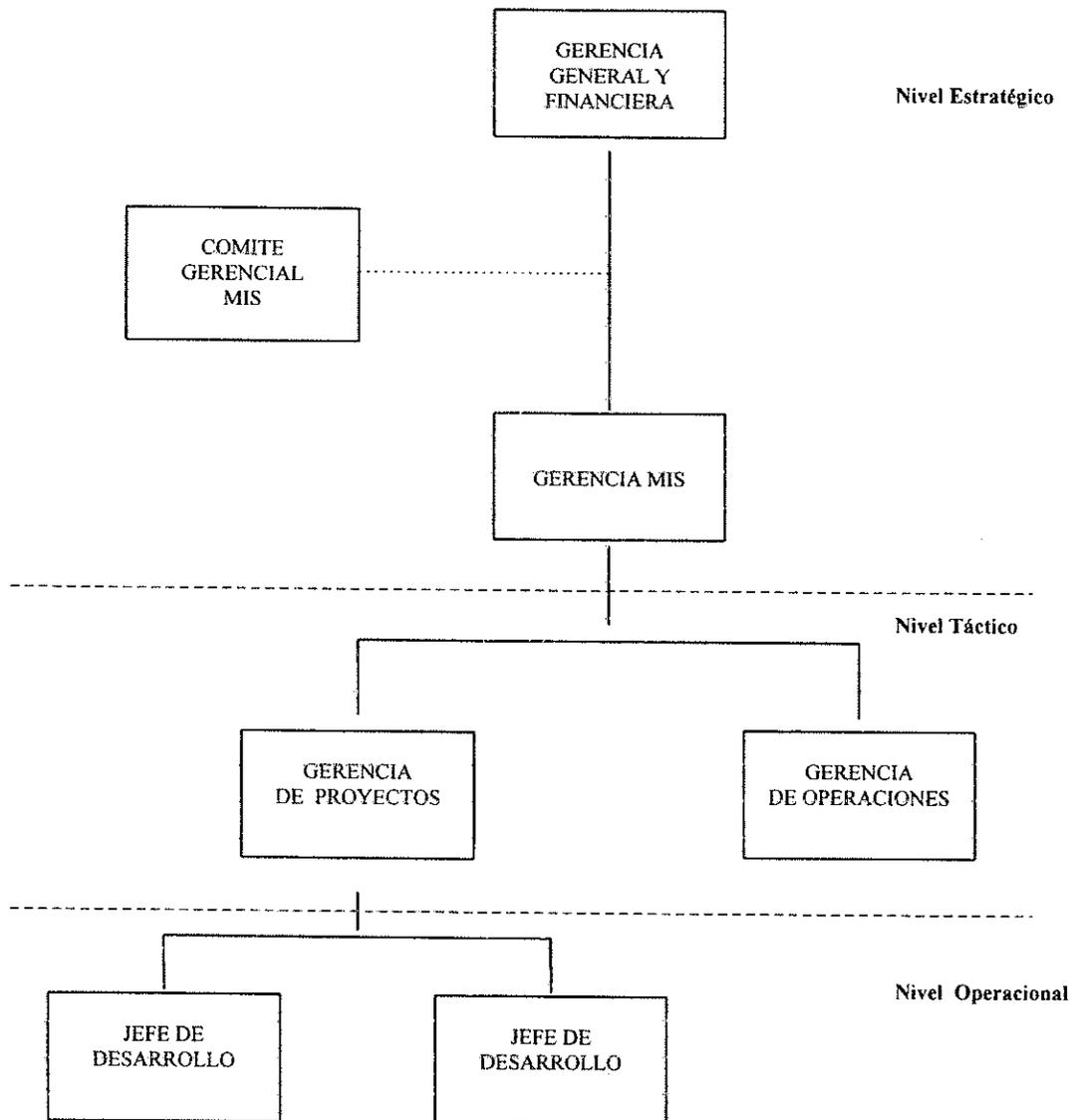


Figura 2.5. Un ejemplo de organización de la unidad de informática y gerencia

- **Administración a nivel operativo**

Es responsable de la ejecución de los planes de acción por objetivos establecidos por el nivel de administración anterior. Este nivel de administración realiza la implementación de los proyectos, desarrolla planes de corto plazo para el "día a día" de los proyectos, controla los procesos de transformación de la información y trabaja con los recursos y presupuestos definidos por la administración del nivel táctico.

Es indispensable que exista una constante comunicación vertical en ambas vías entre los 3 niveles definidos anteriormente. Cada nivel de administración debe comunicarse por medios formales e informales, con el objetivo de alcanzar la integración entre cada uno. Adicionalmente, cada nivel debe participar de alguna manera con el siguiente para trasladar la información adecuadamente sin tropiezos o ambigüedades.

En la Figura 2.5, se presenta un ejemplo de una estructura orgánica, en la cual se identifican los niveles de administración que se describieron en los párrafos anteriores.

## **2.6 Factores de calidad y productividad**

El desarrollo y mantenimiento de programas son tareas muy complejas. A quienes han escrito sólo pequeños programas para uso personal o como tareas escolares puede dificultárseles entender la importancia de un desarrollo sistemático. El grado de formalidad y la cantidad de tiempo asignada varía de acuerdo con el tamaño y complejidad del producto que se desarrollará; sin embargo, las actividades sistemáticas son necesarias. Existe una diferencia enorme entre escribir un pequeño programa para uso propio y el desarrollo y mantenimiento de un producto de programación.

El desarrollo y mantenimiento de productos de alta calidad requiere de habilidades técnicas y gerenciales comparables con las de las otras ramas de la ingeniería.

La calidad del producto y la productividad del programador puede elevarse al mejorar los procesos necesarios para el desarrollo y mantenimiento de los productos. Los principales factores que influyen la calidad y productividad se describen en forma general a continuación:

### **Capacidad individual**

La producción y mantenimiento de productos de programación son tareas laboriosas, por lo que la productividad y la calidad son funciones directas de la capacidad y esfuerzo individuales. Existen dos aspectos en la capacidad: la competencia global del individuo y su familiaridad con el área particular de aplicación; en algunos casos programadores que se muestran competentes en el procesamiento de datos, suelen no serlo

en áreas científicas, y de igual forma, en algunos casos, un buen programador científico en el área de aplicación puede implicar baja productividad y poca calidad; por ello es importante evaluar a cada persona dentro del proyecto, con el fin de descubrir sus cualidades y debilidades para poder asignarlo al área donde podrá ser más productivo.

### **Comunicación en el grupo**

Muchas de las recientes innovaciones de la ingeniería de software, como la revisión de diseños, recorridos estructurados y los ejercicios de lectura de código, tienen como propósito lograr que los programas sean más sociables, lo cual mejora la comunicación entre los programadores. Esto se debe a que por tradición se considera que la programación es una actividad individual y privada, de modo que muchos programadores tienen poco contacto social y prefieren trabajar en forma aislada.

### **Complejidad del producto**

El esfuerzo requerido para desarrollar y mantener un producto de programación es una función no lineal del tamaño del producto y su complejidad. Un producto del doble de tamaño o doblemente difícil que otro producto, usando cualquier métrica diferente del esfuerzo, puede requerir diez o tal vez 100 veces más esfuerzo para obtener el producto. La falla de no permitir un escalamiento no lineal en tamaño y complejidad es una de las primeras razones para una mala estimación de costos y tiempos en muchos proyectos de programación.

### **Notaciones apropiadas**

En la ingeniería de software, como en otras disciplinas, los esquemas de representación son de fundamental importancia. Una buena notación puede aclarar las relaciones e interacciones de importancia, mientras que las notaciones deficientes complican e interfieren con la buena práctica de la disciplina de la ingeniería de software. Es decir, los documentos deben ser lo suficientemente claros, explícitos y concretos para evitar ambigüedades o malas interpretaciones.

### **Enfoques sistemáticos**

En cada campo del conocimiento, existen ciertos procedimientos y técnicas aceptadas, la existencia de estas prácticas normales es una de las características que distinguen a una disciplina profesional, como la ingeniería de software. Sin embargo, sería injusto esperar que un único enfoque fuese capaz de cubrir adecuadamente todas las posibilidades en el desarrollo y mantenimiento de la programación; en estos momentos, la experiencia del programador puede determinar cuál de los diversos enfoques puede utilizarse en cada ocasión. No existe un método que sustituya la habilidad para resolver

problemas específicos ni existe sustitución para la creatividad e innovación; aunque no debe confundirse con el empirismo e improvisación.

### **Control de cambios**

Los efectos devastadores de cambiar constantemente los requisitos del producto pueden verse minimizados, mediante la planeación para el cambio y la formalización de los mecanismos de éste; así, la planeación de un proyecto de programación deberá incluir los planes para el control de cambios.

### **Nivel tecnológico**

El nivel tecnológico se refiere al conjunto de características del equipo y los programas disponibles para el desarrollo, uso y mantenimiento del producto. La estabilidad y disponibilidad del ambiente computacional influyen notablemente en la productividad y la calidad del producto.

### **Nivel de confiabilidad**

Todo producto de programación debe poseer un nivel elemental de confiabilidad; sin embargo, la alta confiabilidad sólo se consigue con gran cuidado en el análisis, diseño, programación, pruebas y mantenimiento del producto de programación.

### **Captación del problema**

En un proyecto de programación, un asunto común de difícil solución es la incompreensión de la verdadera naturaleza del problema; existen diversos factores que contribuyen en esta falta de conocimiento. Por lo general, es el cliente quien no entiende realmente la naturaleza del problema, además de no entender las capacidades y limitaciones de la computación; la mayoría de los clientes, y en general toda la gente, no han sido educados para pensar en términos lógicos y algorítmicos e incluso, en ocasiones, desconocen sus verdaderas necesidades.

### **Tiempo disponible**

Aunque pareciera que un proyecto de programación que requiere de un esfuerzo de seis meses-programador pueda ser completado por un programador en seis meses o seis programadores en un mes, los proyectos de programación son sensibles no sólo al total de esfuerzo requerido, sino también al número de personas comprendidas. El uso de seis programadores durante un mes probablemente sea menos eficiente que utilizar uno durante seis meses, y esto se debe a que la curva de aprendizaje para el grupo de seis programadores afectará notablemente al proyecto. Por otro lado, el uso de dos programadores durante tres

meses puede resultar más eficiente que usar sólo uno, debido a la retroalimentación que cada programador reciba del otro.

La determinación del nivel óptimo de personal y el tiempo requerido para desarrollar las diferentes actividades en un proyecto de programación es un aspecto importante en la estimación global de costos y recursos.

### **Especialización requerida**

No es necesario que todos los ingenieros posean todas las habilidades necesarias o conocimientos de computación; pero los miembros del equipo de desarrollo deben poseer las habilidades y conocimientos requeridos para el tipo de proyecto que se encuentren desarrollando. El gerente de proyectos tiene que estimar las habilidades de los diferentes integrantes para utilizar en forma óptima los talentos individuales.

### **Facilidades y recursos**

Los estudios acerca de los factores motivadores de los programadores demuestran que los factores relacionados con el trabajo, como buen acceso a la máquina y un lugar silencioso para laborar, resultan ser más importantes para el programador promedio que los factores relacionados con la clase, como estacionamiento privado o acceso a baños particulares. La mayoría de los programadores sienten que los aspectos positivos de su trabajo son las tareas que representen un reto a su variedad, y las oportunidades de crecer profesionalmente, mientras que los aspectos negativos son la ineptitud administrativa, políticas de la compañía y la burocracia organizacional.

### **Entrenamiento adecuado**

La programación de un producto es sólo un aspecto de la ingeniería de software; sin embargo, ésta es la única fase del desarrollo y mantenimiento de un producto que se enseña en muchas escuelas. Algunas instituciones ofrecen cursos de los temas de análisis, diseño, pruebas, mantenimiento y técnicas de la administración de un proyecto. Es pues, muy importante, realizar el entrenamiento y actualización necesario para los profesionales de esta disciplina.

### **Habilidades gerenciales**

Los proyectos de programación son, por lo común, supervisados por gerentes que tienen poco conocimiento acerca de la ingeniería de software. Es indispensable que la gerencia de proyectos sea realizada por un ingeniero de software con el debido entrenamiento y con las habilidades propias de un gerente.

### **Metas apropiadas**

La meta principal de la ingeniería de software es el desarrollo de productos de programación que cumplan con los requisitos del uso deseado; idealmente, todo producto de programación debe proporcionar niveles óptimos de generalidad, eficiencia y confiabilidad. Se deben obtener un punto medio entre la productividad y los factores de calidad, mediante el mantenimiento dentro de las metas y requisitos establecidos para el producto durante la etapa de planeación.

### **Expectativas crecientes**

El problema de mayor persistencia en la ingeniería de software es del crecimiento constante de las expectativas del producto. Existen dos aspectos interrelacionados al respecto: primero, está la preocupación de que tanta funcionalidad, confiabilidad y desempeño puede obtenerse con un esfuerzo determinado; en segundo lugar, se halla el aspecto relacionado con la limitantes de la tecnología de programación. Existe un progreso constante en el desarrollo de herramientas y técnicas para mejorar la calidad y productividad de un programador, sin embargo, la diversidad, el tamaño y la complejidad de las aplicaciones crecen con más rapidez que nuestra capacidad de manejar tan creciente demanda.

## CAPITULO 3

# ADMINISTRACION DE PROYECTOS

---

*“Solamente poseo una lámpara para guiar mis pasos,  
esa es la lámpara de la experiencia.  
No conozco otra manera de juzgar el futuro,  
más que por el pasado.”*

*Patrick Henry*

### 3.1 Administración

Revisando la historia, se puede observar que a finales de los años 50 se encuentran los primeros indicios de la administración de empresas y administración de proyectos. En esa época, la administración de empresas y proyectos dió sus primeros frutos en industrias de construcción, empresas comerciales y en proyectos militares.

Actualmente, se entiende por administración de empresas como:

**El proceso de planificar, organizar, ejecutar y controlar un conjunto de actividades con el objeto de coordinar un grupo de personas y recursos tecnológicos esenciales para alcanzar de una manera eficiente un objetivo.**

Los elementos o actividades de este proceso son referidas como funciones administrativas y deben ser ejecutadas por todas las personas involucradas en el control y desarrollo de una empresa o proyecto; en esta parte es donde la participación del factor humano en el desarrollo de un proyecto llega a ser determinante y decisiva para el éxito o fracaso del mismo.

Al igual que una empresa comercial o financiera, un proyecto de desarrollo de software debe poseer una administración eficaz para cumplir con los objetivos fijados y las metas establecidas.

### 3.2 ¿Qué es administración de proyectos?

Para entender qué es administración de proyectos, se debe empezar con la definición de proyecto.

Un proyecto es una serie de actividades y tareas que:

- Tiene un objetivo específico que ha de ser completado dentro de ciertas especificaciones.

- Tiene definida una fecha de inicio y fin.
- Consume recursos.
- Tiene limitaciones.

Como parte de un plan de acción, el proyecto indica los medios necesarios para su realización y la adecuación de esos medios a los resultados que se persiguen. El análisis de estas cuestiones se hace en los proyectos no sólo desde el punto de vista económico, sino también técnico y financiero, administrativo e institucional.

La administración de proyectos, por otro lado, envuelve la planificación del proyecto, así como el monitoreo del mismo e incluye lo siguiente:

- Planificación del proyecto:
  - Definición de los requerimientos
  - Definición de la cantidad de trabajo
  - Definición de los recursos necesarios
- Monitoreo del proyecto:
  - Control del progreso
  - Comparación del estado actual contra el programado
  - Análisis del impacto
  - Correcciones

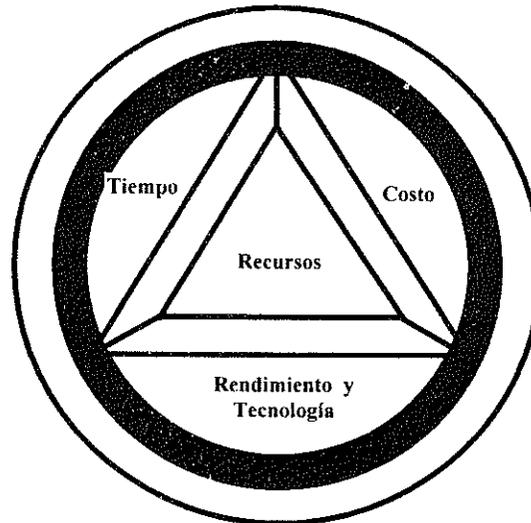
Una administración exitosa de proyectos debe alcanzar los siguientes objetivos:

- Estar y terminar dentro del tiempo planificado.
- Estar dentro del presupuesto.
- Estar a cierto nivel tecnológico y rendimiento.
- Utilizar efectivamente y eficientemente los recursos.
- Tener aceptación del cliente/usuario.
- No cambiar la misión de la empresa.

La siguiente es una definición formal de administración de proyectos:

**La administración de proyectos es el arte de planificar, organizar, dirigir y controlar los recursos de una compañía para que los objetivos establecidos se completen y alcancen las metas y objetivos de la empresa.**

La Figura 3.1. muestra gráficamente la administración de proyectos. El objetivo de esta gráfica es mostrar que la administración de proyectos está diseñada para administrar o controlar los recursos de una compañía en una actividad dada, dentro del tiempo, dentro de los costos y dentro de un rendimiento específico y todo esto, con una buena relación y aceptación de los clientes o usuarios.

**Relación y Aceptación de los clientes o usuarios**

**Figura 3.1.** Presentación general de la Administración de Proyectos

### 3.3 Ciclo de vida de un proyecto

Cada programa, proyecto o producto tiene que completar ciertas fases para ser desarrollado. Un claro entendimiento de estas fases permite a los administradores y ejecutivos un mejor control de los recursos para poder alcanzar las metas deseadas. Las etapas de desarrollo son conocidas como el ciclo de vida, y se compone de las fases siguientes:

- Presentación conceptual
- Definición del proyecto
- Producción, elaboración o desarrollo
- Operación y puesta en marcha
- Revisión y evaluación del proyecto

La primera fase es la conceptual, e incluye la evaluación preliminar de la idea. Lo más importante de esta fase es el análisis preliminar de riesgo e impacto en el tiempo, costo y rendimiento de los requerimientos, con el impacto potencial de los recursos de la empresa. En esta fase, se debe realizar lo siguiente:

- Determinar las necesidades existentes o potenciales deficiencias de los sistemas existentes.
- Establecer los conceptos del sistema que proveerán las estrategias iniciales para eliminar las deficiencias potenciales o existentes.
- Determinar la factibilidad tecnológica, económica y ambiental del sistema.
- Examinar las alternativas para cumplir los objetivos del sistema.
- Proveer respuestas a las siguientes preguntas básicas:
  - ¿Cuánto costará el sistema?
  - ¿Cuándo estará listo el sistema?
  - ¿Qué hará el sistema?
  - ¿Cómo se integrará el sistema con los sistemas existentes?
- Identificar los recursos humanos y no humanos requeridos para soportar el sistema.
- Seleccionar el diseño inicial del sistema que alcanzará los objetivos previstos.
- Determinar los interfaces iniciales del sistema.
- Establecer la organización del sistema.

En la siguiente fase se realiza la definición del proyecto; ésta básicamente revisa los elementos evaluados en la fase anterior. En esta fase, se requiere una firme identificación de los recursos requeridos con el establecimiento real de tiempos, costo y ejecución para cada actividad. Esta fase incluye la preparación inicial de toda la documentación necesaria que servirá de apoyo al sistema. Los puntos que se deben realizar en esta fase son:

- Firme identificación de los recursos humanos y no humanos.
- Preparación final de los requerimientos de ejecución del sistema.
- Preparación de los planes detallados para la realización del sistema.
- Determinación real de los costos, tiempos, etc.
- Identificar aquellas áreas donde existe un alto riesgo y que aún no se encuentran completamente definidas y determinación de planes para una futura exploración de dichas áreas.
- Definición de interfaces internos y externos al sistema.
- Determinación de subsistemas necesarios de apoyo.
- Identificación y preparación inicial de los documentos requeridos que serán de apoyo en el desarrollo del sistema, tales como políticas, procedimientos, descripción de trabajos, presupuestos, cartas, memoranda, etc.

La tercera fase es la de producción y es predominantemente una fase de construcción, revisión y una estandarización final de los esfuerzos para que la operación inicie. También toda la documentación debe estar completa en esta fase; los puntos que deben desarrollarse son:

- Actualización de los planes detallados concebidos y definidos en las fases anteriores.
- Identificación y administración de los recursos requeridos para facilitar el proceso de construcción y elaboración de cada etapa del proyecto.
- Verificación de las especificaciones de producción del sistema.
- Inicio de la producción, construcción e instalación.
- Preparación final y entrega de documentos.
- Revisión final del rendimiento del sistema, con lo cual se puede determinar si cumple con los objetivos iniciales.
- Desarrollo de manuales técnicos y de usuario para describir como se opera el sistema.
- Desarrollo de planes para la fase de operación.

La cuarta fase es la de operación, e integra el producto o servicio desarrollado en el proyecto dentro de la organización existente. Las etapas de esta fase son las siguientes:

- Uso del sistema por el usuario o cliente.
- Integración del servicio o proyecto con los sistemas u organizaciones existentes.
- Evaluación técnica, social y económica del proyecto bajo las condiciones actuales de operación.
- Proveer retroalimentación a los planificadores de nuevos sistemas.
- Evaluación de suficiencia de los sistemas de soporte.

La última fase, la fase de revisión y evaluación, incluye la distribución de recursos. La pregunta a contestar en esta fase es ¿dónde se deben reasignar los recursos utilizados? Esta fase evalúa el esfuerzo total del sistema y sirve como entrada para la fase conceptual de nuevos proyectos y sistemas. Las etapas son las siguientes:

- Definición de etapas del sistema.
- Desarrollo de planes nuevos y de pruebas intensivas.
- Transferencia de recursos a otros sistemas.
- Desarrollo de “lecciones aprendidas del sistema” que deben incluir:
  - Evaluación del cliente.
  - Principales problemas encontrados en su solución.
  - Avances tecnológicos.
  - Avances en el conocimiento relativos al departamento de objetivos estratégicos.
  - Técnicas nuevas y utilizadas.
  - Recomendaciones para futuras investigaciones y desarrollo.
  - Recomendaciones para la administración de futuros programas, incluyendo interfases con consultores asociados.

### 3.4 Planificación

La planificación, generalmente, puede ser descrita como la función de seleccionar los objetivos de la empresa y establecer las políticas, procedimientos y programas necesarios para alcanzarlos. La planificación de un proyecto debe ser **sistemática**, suficientemente **flexible** para poder manejar actividades únicas, **disciplinada** a través de revisiones y controles, y capaz de aceptar entradas **multifuncionales**.

Uno de los objetivos principales de la planificación de un proyecto es una completa definición de todas las tareas a realizar, lo anterior es necesario debido a lo siguiente :

- Gran parte del trabajo puede ser planeado.
- Gran parte del trabajo se conoce mejor.

Planificar es determinar qué se necesita hacer, por quién se hará y cuándo se realizará para alcanzar las responsabilidades asignadas. Existen nueve componentes principales que se deben de definir y desarrollar en la fase de planificación para poder desarrollar adecuadamente esta tarea, los cuales son:

- **Objetivos:** una meta o cuota que se desea alcanzar en cierto tiempo.
- **Políticas:** una guía general para la toma de decisiones y acciones individuales.
- **Logística:** las estrategias que se van a seguir y las principales acciones que se tomarán para poder alcanzar o exceder los objetivos en el período de tiempo previsto.
- **Plan:** muestra cuando las actividades grupales o individuales deben empezar y terminar.
- **Presupuesto:** planea los gastos requeridos para alcanzar o exceder los objetivos.
- **Contingencias:** una proyección de lo que puede pasar en cierto tiempo y como preveerlos.
- **Organizar:** designa el número y tipo de posiciones, junto con las responsabilidades y obligaciones requeridas para alcanzar o exceder los objetivos.
- **Procedimientos:** metodología detallada para el uso de las políticas y ejecución de las actividades.
- **Estándares:** medidas o tiempos de ejecución aceptables o adecuados en la realización de actividades individuales o de grupo.

Como se puede ver, inicialmente se debe tener una idea clara de lo que se desea hacer, para que así se puedan definir las políticas, estrategias y las acciones que se deben tomar para poder desarrollar el trabajo. Teniendo esto entonces, se deben definir cada una de las actividades y tareas que se deben desarrollar por el equipo de trabajo, tomando en

cuenta las acciones y estrategias definidas anteriormente. Al completar el plan de trabajo se debe desarrollar el presupuesto necesario para ponerlo en marcha. Dentro de las actividades de un Jefe de proyecto esta la de poder proyectar y estimar ciertas situaciones, las cuales, si llegan a suceder, no deben de tomar de sorpresa al equipo de trabajo. Teniendo esta base entonces, se debe organizar al equipo de trabajo para que desarrolle de la mejor forma el proyecto. Otro factor importante es la definición de políticas y procedimientos que se van a seguir, ya que de esta forma se puede tener un buen control de las personas y del trabajo que se está desarrollando, ya que cada quien dentro del equipo sabrá qué hacer en cada una de las situaciones que se presenten, y por último se deben definir los estándares en los cuales se debe desarrollar el proyecto.

### 3.4.1 Planificación estratégica

La planificación estratégica es algo que debe ser desarrollado por la gerencia y no para ellos; debe incluir las autoridades, responsabilidades y roles del personal de la etapa de planificación. Es muy importante que la alta gerencia mantenga una cercana relación con el equipo que trabaja en el proyecto, especialmente durante la fase de planificación. El proceso de la planificación empieza con el análisis del ambiente, subdividido en interno, externo y competitivo, como se muestra a continuación:

- Ambiente interno
  - Habilidades gerenciales
  - Recursos
  - Niveles de salarios
  - Leyes de trabajo y contratos
  - Institucionalidad y cultura de la empresa
  - Proyección de ventas
- Ambiente externo
  - Legal
  - Político
  - Social y cultural
  - Económico
  - Tecnológico
- Ambiente competitivo
  - Características industriales
  - Metas y requerimientos de la compañía
  - Historial competitivo
  - Competencia actual
  - Planificación de competitividad
    - Retorno de la inversión
    - Participación del mercado
    - Tamaño y variedad de los productos
    - Recursos

Una vez identificadas las variables de ambiente, el proceso de planificación continúa con lo siguiente:

- Identificación de fortalezas y debilidades de la compañía
- Entender los principios y valores de la alta gerencia
- Identificación de oportunidades
- Definición del producto
- Identificación de los límites competitivos
- Establecimiento de metas, objetivos y estándares
- Identificación de recursos

Obtener completamente todas las variables estratégicas, en este momento no es sencillo. Las variables internas se obtienen con el personal que interviene en la planificación y con el personal de la organización. Las variables externas se obtienen con la alta gerencia. Esto también ayuda a que se establezcan los canales de comunicación entre la alta gerencia y el personal del proyecto..

La identificación de las variables estratégicas son necesarias para establecer prioridades, selectividad entre las alternativas, anticipación a los imprevistos y para entender las limitaciones del proyecto. De esta forma, se tiene una definición completa de las necesidades de la empresa, así como el ambiente en el que se debe desarrollar el proyecto.

### **3.4.2 Planificación de un proyecto**

Un control exitoso de proyectos debe utilizar técnicas efectivas de planificación. El primer paso en la planificación total del programa y entender los objetivos del proyecto. Los objetivos son generalmente dependientes, es decir, se encuentran interrelacionados implícita y explícitamente. Muchas veces no se pueden satisfacer todos los objetivos, si es así, la gerencia debe priorizar los objetivos. Una vez los objetivos están definidos, se deben responder estas cuatro preguntas:

- ¿Cuáles son los principales elementos de trabajo requeridos para satisfacer los objetivos, y cómo se interrelacionan?
- ¿Cuáles son las divisiones funcionales que asumirán las responsabilidades para alcanzar los objetivos y los elementos de trabajo?
- ¿Están los recursos corporativos y organizacionales disponibles?
- ¿Cuál es el flujo de información requerida en el proyecto?

Una planificación efectiva del proyecto no puede estar completa a menos que toda la información necesaria esté disponible al inicio del proyecto. Esta información puede ser encontrada en los siguientes documentos :

- La declaración del trabajo (SOW : Statement Of Work)
- Las especificaciones del proyecto
- Planificación de hitos (milestones)
- Planificación de actividades (WBS : Work breakdown structure)

#### **3.4.2.1 Declaración del Trabajo (SOW : Statement Of Work)**

La declaración del trabajo es una descripción narrativa del trabajo requerido por el proyecto. La complejidad del SOW es determinada por los requerimientos de la gerencia, los clientes y/o usuarios y de los grupos de trabajo. Se encuentra en algunos casos dos tipos de SOW, el propuesto y el contractual. Es muy importante que los clientes y el contratista entiendan el SOW, es decir, cuál es el trabajo que se va a realizar, qué es lo que se propone entregar, los costos básicos, etc. La preparación del SOW no es fácil y debe estar libre de malas interpretaciones; se debe cuidar de no cometer errores en la definición de cada actividad del SOW; a continuación, se muestran algunas de las causas de elaboración de un mal SOW :

- Mezclar tareas, especificaciones e instrucciones especiales.
- Usar un lenguaje impreciso, tales como: mínimo, óptimo, aproximadamente, etc.
- No especificar orden, estructura o camino.
- Gran variedad en el tamaño de las tareas.
- Gran variedad en la forma en que se describen las tareas.
- Falla en la revisiones por terceras personas.

Los siguientes puntos se deben tomar en cuenta al momento de preparar la documentación del SOW:

- El administrador o el gerente del proyecto debe revisar los documentos que autorizan el proyecto y definen sus objetivos; también debe revisar los contratos y dirigir en esta etapa de desarrollo.
- El gerente del proyecto debe preparar el equipo que desarrollará el SOW con personas expertas en las áreas técnicas que están involucradas y representantes de las gerencias financieras, producción, logística, operación y las demás áreas que de una u otra forma se verán involucradas en el proyecto.
- El SOW debe prepararse con anticipación para permitir la completa coordinación del proyecto, y así asegurarse que todos los requerimientos serán incluidos.

Básicamente el SOW deben contener:

- Una clara y precisa descripción de tareas, de manera que puedan ser comprendidas por todo el personal. Un buen SOW detalla todos los productos

y servicios deseados, ya que éste afecta grandemente los contratos porque define el tipo de trabajo a desarrollar.

- Debe estar libre de ambigüedades y definir claramente las responsabilidades de las partes que trabajarán en el proyecto.
- Limitar el uso de abreviaturas o acrónimos; si se utilizan, se debe detallar una lista al inicio del documento. Si se utiliza un término en el documento que no ha sido definido, se debe definir y utilizar algún medio estándar de abreviatura o acrónimo.
- Definición de procedimientos que se van a seguir en ciertas situaciones del proyecto, es decir, se deben definir los planes de contingencia necesarios para los casos en los que no se pueden tomar decisiones al inicio; se deben establecer los procedimientos que se van a seguir al momento que se debe tomar una decisión.
- Descripción de los requerimientos con suficiente claridad y detalle, no sólo por cuestiones legales, sino por aplicaciones prácticas. Se debe definir además el esfuerzo necesario, límites, que debe realizarse para cada uno de los requerimientos; de esta forma se podrá tener un mejor control.
- Se debe evitar agregar material o requerimientos ajenos a la planificación, ya que éstos darán costos innecesarios; ejemplo de esto son documentos que fluirán en el transcurso del proyecto y que no son de utilidad trabajarlos al momento de desarrollar esta etapa, es mejor que este tipo de casos los defina en un documento aparte en el momento apropiada como podría ser la definición de la planificación de actividades o WBS.

Una vez terminado el SOW, el gerente de proyectos debería ser capaz de responder las siguientes preguntas:

- ¿Es el SOW suficientemente específico para que el contratista pueda hacer una tabulación y un sumario de la fuerza de trabajo y de los recursos necesarios para completar cada tarea del SOW?
- ¿Están las especificaciones bien claras que se diferencian de la información general?
- ¿Se especifica el tiempo requerido por cada uno de los elementos a entregar, se indica los días de trabajo, etc.?
- ¿Están todos los requerimientos de seguridad adecuadamente cubiertos?
- ¿Se ha eliminado todo el material ajeno al documento para evitar sobrecostos?
- ¿Se han eliminado todas las ambigüedades y se han quitado todas las palabras que no dejen claramente especificado lo que se quiere?

Mientras se está desarrollando el SOW, el gerente del proyecto debe tener reuniones con las personas que lo están desarrollando para hacer revisiones preliminares del documento y así asegurar que este de acuerdo con lo que se realizará en el proyecto, una vez terminado el documento se debe revisar por todas las personas que están

relacionadas con el proyecto tales como, clientes, usuarios, jefes de desarrollo, con lo cual se asegura que el proyecto está claramente definido y comprendido por todos.

### **3.4.2.2 Especificaciones de trabajo del proyecto**

En esta parte, se especifican las horas de trabajo, horario, calendario, equipo y materiales necesarios para poder estimar el precio de la propuesta del proyecto. Es decir, se detalla el calendario laboral del personal con las restricciones de tiempo que se puedan tener, por otra parte, se detalla también el material y herramientas necesarias para que el personal pueda cumplir con el trabajo asignado durante el proyecto. Es importante incluir en esta parte todo el medio ambiente y forma de trabajo en el cual se desarrollará el proyecto y así tener la preparación necesaria para el mismo.

Cuando existen cambios en las especificaciones de trabajo, se pueden causar efectos de retraso y aumento de costos dentro del proyecto.

Cada proyecto tiene un comportamiento único, sin embargo, es posible utilizar las mismas especificaciones de trabajo para la mayoría de ellos. En algunos casos, por la naturaleza de los proyectos, no es posible utilizar las especificaciones tradicionales de trabajo. Es en estos casos en que el gerente de proyectos deberá crear las especificaciones necesarias para un proyecto en particular y utilizar su experiencia para crearlas; estas nuevas especificaciones podrían ser horarios, personal, tecnología, entre las más significativas.

### **3.4.2.3 Planificación de Hitos (Milestones)**

El documento sobre la planificación de hitos contiene información tal como:

- Fecha de inicio del proyecto
- Fecha final del proyecto
- Otros hitos importantes para control
- Funciones elementales (reportes, informes o documentos a entregar)

Si se conocen exactamente, es importante incluir las fechas de inicio y fin del proyecto. Los otros hitos importantes tales como reuniones de revisiones, entrega de prototipos, metas logradas, pruebas, etc., deben ser identificados.

Las funciones elementales (documentación) regularmente se pasan por alto, sin embargo, existen dos razones para incluirlas en el reporte. La primera, permite a los gerentes o encargados de proyecto reconocer y asignar a las personas con habilidad de escritura. La segunda, la generación de estos documentos requiere horas de trabajo para escribir, transcribir, editar, graficar y reproducir. Al considerar estas funciones

elementales, se permite costear el manejo de información, y así revisar el flujo de información y no generar más documentos de los necesarios.

#### **3.4.2.4 Planificación de actividades (WBS : Work Breakdown Structure)**

El cumplimiento satisfactorio del contrato y los objetivos corporativos requiere de un plan que defina todo el esfuerzo requerido, el cual debe contener :

- Una asignación de responsabilidades.
- Una identificación especial de los elementos organizacionales.
- Establecer cronogramas y presupuestos para el cumplimiento del trabajo.

Este plan debe estar acorde a las políticas de la empresa, así como con el presupuesto de la misma antes de que los esfuerzos contractuales inicien.

Después de la definición de los requerimientos, el paso más importante en el proceso de planificación es el desarrollo de la planificación de actividades (WBS).

La WBS es uno de los elementos más importantes y sirve de base para muchas actividades dentro del proyecto, ya que provee un marco común desde el cual:

- El programa completo debe ser descrito a través de todos sus elementos.
- La planificación debe ser desarrollada.
- Costos y presupuestos deben ser establecidos.
- Tiempo, costos y rendimiento deben ser controlados.
- Los objetivos deben ser enlazados a los recursos de la compañía en una forma lógica.
- Procedimientos para la programación y reportes de estados deben establecerse.
- Construcción de redes y planes de control deben iniciarse.
- La asignación de responsabilidades debe establecerse.

El WBS actúa como un vehículo que rompe el trabajo en pequeños elementos, lo que dan una mayor probabilidad de ser contabilizados. La estructura más común es la de seis niveles; esta estructura es la siguiente:

1. Programa
2. Proyectos
3. Tareas
4. Sub tareas
5. Trabajos
6. Nivel de esfuerzo

Los primeros tres niveles son normalmente especificaciones dadas por los clientes. El nivel 1 es utilizado para la autorización y la liberación del trabajo; los presupuestos se preparan en el nivel 2 y los planes se preparan en el nivel 3. Las características que deben tener estos niveles son:

- Reflejan el esfuerzo integrado y no debe estar relacionado a un departamento en especial.
- La suma de todos los elementos en un nivel deben ser la suma de todo el trabajo en el nivel inferior.
- El WBS debe acompañarse por una descripción de la extensión del esfuerzo necesario en cada tarea.

Los tres niveles siguientes son dados por el contratista, ya que representan la metodología y los recursos con los que él cuenta o dispone.

Por otra parte, la razón principal para realizar las subdivisiones es el control, por lo que el WBS sirve de base para:

- La matriz de responsabilidades
- Programación
- Costeo
- Análisis de riesgos
- Estructuras organizacionales
- Coordinación de objetivos
- Control

Para formar el WBS cada tarea debería:

- Tener claramente definidas las fechas de inicio y fin.
- Ser usadas como una herramienta de comunicación en las cuales los resultados puedan ser comparados con las expectativas.
- Ser estimada en duración "total" de tiempo, no solamente cuando inicia y termina.
- Ser descrita en una manera procedural.
- Ser claramente distinguibles de las demás tareas asignadas.
- Especificar un presupuesto en término de dinero, fuerza de trabajo, y otras unidades de medida.
- Limitar el trabajo a desarrollar en períodos relativamente cortos de tiempo para minimizar el esfuerzo del trabajo en proceso.

La preparación del WBS no es fácil. El WBS es una herramienta de comunicación que provee información detallada a los diferentes niveles de administración. La siguiente es una lista de criterios que se deben desarrollar al momento de realizar el WBS:

- El WBS y la descripción del trabajo deben ser fáciles de entender.
- Todos los planes deben basarse y utilizar el WBS.
- No se debe hacer esfuerzo en la división arbitraria de las tareas a su nivel más bajo. El costo del nivel más bajo en algunas ocasiones es ridículo en comparación de otros esfuerzos.
- Es importante hacer un buen esfuerzo en la creación de un WBS adecuado al proyecto que se está trabajando.
- El WBS puede actuar como una lista discreta y tangible de hitos (milestones), para que todo el personal del proyecto conozca cuando éstos se han alcanzado.
- El WBS se debe desarrollar a través de la subdivisión del esfuerzo total dentro de subelementos lógicos y discretos.
- Se debe determinar si el WBS satisface las pruebas de ingeniería y manufactura y los requerimientos de planificación y programación incluyendo costos recurrentes y no recurrentes.
- Se debe determinar si el WBS provee una subdivisión lógica de todo el trabajo del proyecto.
- Se deben establecer y asignar responsabilidades para todos los esfuerzos identificados en los diferentes departamentos y organizaciones del proyecto.
- El WBS debe cubrir todo el esfuerzo medible, es decir, niveles de esfuerzo, ubicación del esfuerzo y subcontratos.

El WBS puede ser dividido en pequeños objetivos conforme se desciende en los niveles de cada actividad del proyecto. El objeto de esto es el de dar un mejor conocimiento y claridad a las personas que trabajan en estos niveles y así alcanzar los objetivos previstos.

En los proyectos en los cuales el trabajo es estructurado, entendible, fácil de identificar y dentro de las capacidades de las personas, existe un alto grado de confianza que los objetivos generales serán alcanzados a un bajo costo. Así también, se reduce el ausentismo, falta de colaboración y sube la moral dentro del grupo de trabajo.

El WBS se puede representar gráficamente como un árbol o acorde al flujo lógico de las divisiones, como se muestra en el ejemplo de la Figura 3.2.

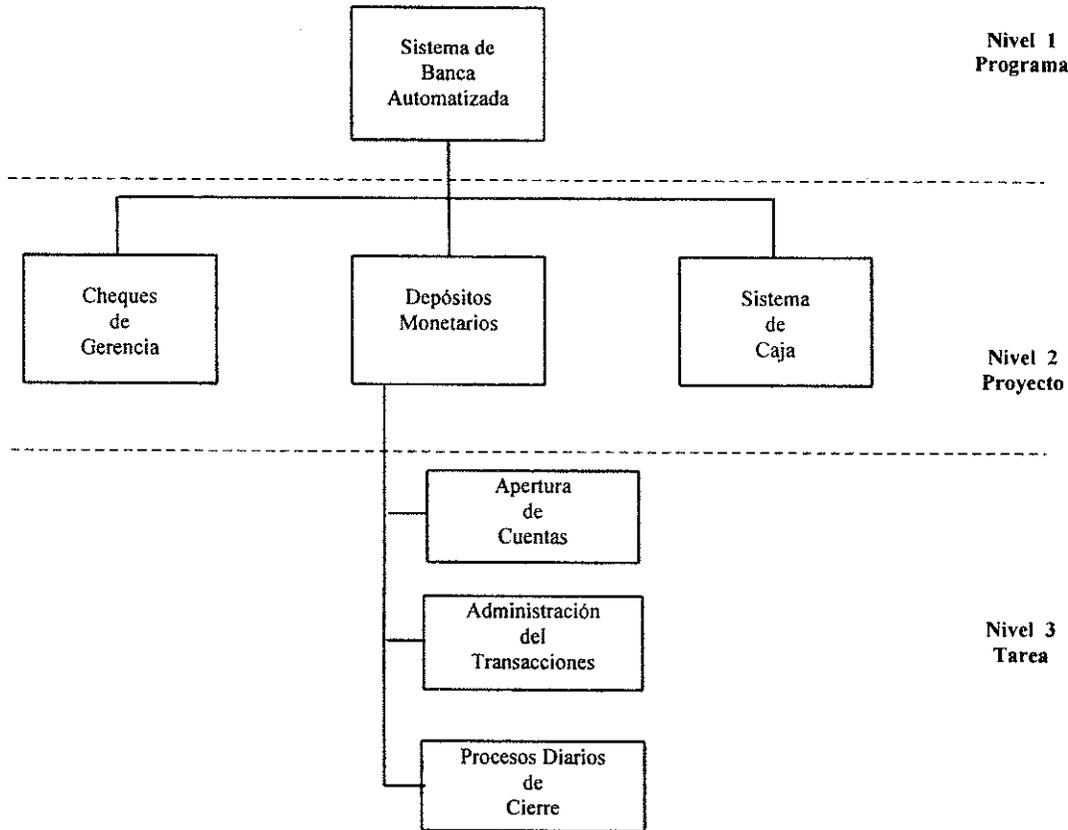


Figura 3.2. Ejemplo de un Diagrama de Árbol (WBS)

### 3.5 Desarrollo del plan de trabajo

Una vez comprendidos todos los aspectos presentados en las secciones anteriores, se tienen todos los elementos necesarios para el desarrollo de los planes de trabajo. Estos son de suma importancia, ya que son la base para la distribución de los recursos requeridos, para el seguimiento del desarrollo del proyecto y control del mismo.

En la mayoría de los casos, es recomendable el desarrollo de planes de trabajo de alto y bajo nivel. De acuerdo con el tamaño del proyecto, se podrán crear diferentes niveles o representaciones de los planes de trabajo. Para la alta gerencia, es importante ver la totalidad del proyecto y las interrelaciones de los procesos más importantes, sin ver detalladamente todas las tareas que estos procesos realizan, por el contrario, para los supervisores o la baja gerencia es importante examinar detalladamente la parte del proyecto que les corresponde y las actividades que se relacionan con ellos, no así todos los demás procesos.

Se tiene que tener presente que para un proyecto debe existir un solo plan de trabajo total, es decir, todas las divisiones o subplanes detallados que se realicen con el plan de trabajo total deben estar regidos dentro de las condiciones establecidas en el nivel más alto. El objetivo principal de los planes de trabajo detallados es coordinar actividades con el plan maestro y así poder completar el proyecto en el mejor tiempo, el menor costo y el menor riesgo. Por supuesto que estos objetivos deben ser consistentes por fechas fijas, restricciones económicas, recursos limitados establecidos por la alta gerencia en el plan de trabajo total.

### 3.5.1 Planes maestros

En el plan maestro se describe cada uno de los objetivos de lo que se hará, cuántas unidades se desarrollarán y cuándo se elaborarán. Los planes maestros consideran los recursos totales del proyecto, es decir: materiales, mano de obra, equipo, financiamiento, etc.; los objetivos que se desarrollaran en un plan maestro son:

- Dar a la alta gerencia formas o medios para autorizar y controlar niveles de mano de obra, inversiones, flujo de efectivo, etc.
- Ayudar a la coordinación del trabajo entre los diferentes departamentos que se encuentran involucrados en el desarrollo del proyecto a través de objetivos comunes.
- Dar el material necesario y establecer las bases para la planificación detallada.

### 3.5.2 Planes detallados

El éxito de un proyecto dependen en un alto porcentaje de la documentación y planificación en forma de planes, ya que éstos sirven de guía para el ciclo de vida de un programa o un proyecto. Los planes detallados sirven como forma de trabajo para proveer lo siguiente:

- Colaboran para eliminar conflictos entre jefes y administradores de áreas.
- Proveen herramientas estándares de comunicación durante el ciclo de vida del proyecto.
- Proveen herramientas para poder encontrar inconsistencias dentro del proyecto.
- Proveen identificación de las áreas de riesgo y problemas anticipadamente, con lo que se evitan sorpresas y retrasos.
- Contienen toda la planificación descrita en el SOW y WBS.

Los requerimientos de información para el desarrollo de los planes dependen del tamaño y de la integración de los recursos y actividades. Todos los niveles de la organización deben participar en el desarrollo de los mismos, los niveles altos de la

organización proporcionan información resumizada, mientras que los niveles bajos dan información detallada.

Estos planes deben identificar cómo los recursos de la compañía deben ser integrados, así como son, una forma estándar desde la cual puede ser medido el desarrollo del proyecto, no solamente por el cliente, sino también por los jefes y administradores del mismo.

Los planes detallados son más que un conjunto de instrucciones, ya que se hacen con el objeto de eliminar o conocer de antemano los puntos críticos. Estos planes son aprobados por los clientes y los desarrolladores con el fin de encontrar o determinar la información sobre las actividades que se van a realizar que se encuentren erróneas o mal interpretadas.

La forma de realizar los planes depende muchos de los desarrolladores; regularmente los planes de trabajo se subdividen o tienen cuatro partes principales, las que pueden ser:

- Introducción
- Sumario y conclusiones
- Sección administrativa
- Sección técnica

### **Introducción**

La parte introductoria contiene la definición del programa o proyecto y las partes principales que lo componen, se debe indicar que el programa o proyecto es continuación de otro o posee características similares; esto debe ser indicado a través de una pequeña descripción.

### **Sumario y conclusiones**

La sección de sumario y conclusiones identifica las metas y los objetivos del programa o proyecto e incluye la forma en que se alcanzará el éxito, así como la forma en que se atacarán los problemas que se encuentren en el desarrollo del mismo. Esta sección debe incluir, además, la programación general o maestra de cómo se desarrollaran las actividades o subproyectos. Esta programación debe mostrar lo siguiente:

- Un apropiado sistema de calendarización (diagramas de barras, diagrama de milestones, etc).
- Lista de actividades a nivel de proyectos.
- Las posibles interrelaciones entre las actividades (puede acompañarse de diagramas de redes, de rutas críticas, diagramas de gantt o diagrama pert).

- Tiempo estimado de las actividades.

Con esta sección, el cliente puede ver de una forma general el programa completo sin necesidad de entrar a la información técnica, por lo que es muy útil para la alta gerencia de los clientes o usuarios.

### **Sección administrativa**

La sección de administración contiene procedimientos, calendarios y diagramas como los siguientes:

- Personal asignado al proyecto. Generalmente se indican las personas que forman los diferentes equipos de trabajo, así como cierto personal de la oficina que podrían interactuar con los clientes.
- Fuerza de trabajo, planificaciones y entrenamientos; esto se hace con el objeto de asegurarle al cliente que existe personal calificado para el desarrollo de las diferentes actividades.
- Diagrama de responsabilidades para identificarle al cliente las relaciones de autoridad que existen en el programa.

Esta sección se puede omitir si existe relación laboral con el cliente, ya que éste conoce al personal y la forma en que está organizada la empresa.

### **Sección técnica**

Finalmente, la sección técnica requiere actualización constante durante el desarrollo del programa. Los siguientes elementos deben estar incluidos en esta sección:

- Detalle de los calendarios y diagramas utilizados en el programa, incluir estimaciones de costo y tiempo.
- Una lista de las pruebas que van a ser realizadas por cada una de las actividades.
- Procedimientos que se realizarán para las pruebas.
- Identificación de materiales y especificaciones de material.
- Identificación de los riesgos asociados con las especificaciones técnicas requeridas.

Los planes, como se definen aquí, contienen una descripción de todas las fases del programa o proyecto. Este debe ser distribuido a cada uno de los miembros del programa o proyecto, con el fin de que cada persona involucrada en el mismo esté enterada de cómo y cuándo se realizará cada actividad y así poder prepararse desde el inicio y poder realizar un trabajo bien orientado. Nuevamente en esta sección los diagramas de redes, GANTT o PERT pueden ser útiles para representar el detalle de los calendarios.

### 3.5.3 Planificación total de un proyecto

La diferencia entre una adecuada e inadecuada administración de proyectos se puede describir en una palabra: planificación. Desafortunadamente, las personas tienen una pobre definición de que es lo que lleva o envuelve la planificación de un proyecto. La planificación de un proyecto se necesita para:

- Desarrollo de presupuestos
- Desarrollo de calendarios
- La administración de proyecto
- Estilos de liderazgos
- Manejo de conflictos

Los dos primeros puntos incluyen la parte cuantitativa del proyecto, el tercer punto lleva el desarrollo de los diagramas de responsabilidades; por su parte, los estilos de liderazgos se refieren a cómo las influencias interpersonales se pueden dar y cómo la administración de proyecto debe usarlas y el manejo de conflictos es importante, ya que se pueden predecir o pronosticar los posibles conflictos y la forma en la cual serán solucionados.

### 3.6 Plan estratégico para proyectos de desarrollo de software

Como cualquier proyecto, el desarrollo de software necesita de un plan estratégico desde el cual se define la arquitectura de la organización de la empresa. Es decir, la arquitectura de un sistema incluye la definición de las variables de ambiente de la misma y el plan de trabajo que sirve de base para el desarrollo, control y administración de cada uno de los elementos que están involucrados en el desarrollo del sistema.

El desarrollo del plan estratégico debe incluir las siguientes etapas:

#### 3.6.1 Definición del ambiente del sistema

En esta fase, se definen inicialmente las variables internas; éstas son las que se encuentran directamente relacionadas con el proyecto y con base en éstas, se iniciará el trabajo de planificación. Entre las principales variables internas se destacan:

1. Las habilidades o perfiles de las personas que formarán el equipo de trabajo; esto se debe llevar a cabo con base en el tipo de proyecto que se está realizando para tratar de tener personal especializado en cada uno de los puestos de trabajo. Se deben tomar en cuenta todas las habilidades necesarias en cada uno de los puestos y no únicamente las habilidades técnicas; también se deben definir las responsabilidades y obligaciones, ya que es importante definir qué se espera de cada uno de ellos; con esto se espera que cada persona

realice su trabajo correctamente. En el siguiente capítulo, se presentan aspectos relacionados con la integración del recurso humano y de grupos de trabajo para el desarrollo de proyectos. Conforme la gerencia de proyectos va completando los proyectos, debe ir formando una base de datos de las diferentes personas con las que ha trabajado, lo cual servirá para actualizar los perfiles ideales para proyecto futuros.

2. En cuanto a los recursos básicos que serán utilizados en el desarrollo del proyecto, en este momento no es posible definirlos todos; sin embargo, se debe tratar de detallar la mayor cantidad de recursos, no sólo los recursos de hardware y software sino todos los necesarios para el desarrollo del proyecto, ya que servirá de base para el costeo y presupuestación del proyecto.
3. Definir cuál será la escala salarial para cada uno de los puestos de trabajos, que se hace en conjunto con los perfiles de puestos. Esto es esencial en el momento de la contratación del personal, ya que al realizar las entrevistas y selección de personal se tienen todos los elementos necesarios para la elección de las personas que se van a contratar.

Las variables externas son aquellos factores externos que de una u otra forma afectan el desarrollo del proyecto , entre las principales se encuentran :

1. Aspectos legales, políticos, sociales e institucionales que se deben tener en cuenta en el momento de realizar los contratos, así como en procedimientos, formas y reportes que tendrá el proyecto. Cada una de estas variables deben analizarse y conocerse para evitar contratiempos y en algunos casos pérdidas sustanciales de dinero y tiempo.
2. Los aspectos económicos, son mucha importancia, ya que se debe conocer la situación económica del país, de la empresa y de los encargados del desarrollo del proyecto de manera que se presente una propuesta basada en la realidad financiera y así poder desarrollar un producto que este acorde a los alcances y límites de la empresa que contrata los servicios. Por otra parte, la empresa de desarrollo debe contar con la infraestructura económica necesaria para soportar la inversión de recursos.
3. Aspectos tecnológicos de software y hardware que se encuentren disponibles en el medio o con posibilidad de ser adquiridos con el objeto de presentar la mejor alternativa al cliente y que logre cubrir todas sus expectativas y necesidades tecnológicas.

Por último, se deben identificar las variables de competitividad; en ellas se identifica la factibilidad del proyecto y se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Metas y requerimientos de la compañía; esto es con el objeto de identificar hacia dónde va la empresa y cuáles son sus necesidades presentes y futuras, ya que el proyecto que se va a desarrollar, de alguna manera debe ayudar a alcanzar dichas metas tomando en cuenta los requerimientos del cliente. Si el sistema no colabora con la empresa para que alcance sus metas, aunque cumpla con los requerimientos, no tendrá importancia dentro de la misma y el proyecto en general será un fracaso.
2. Historial competitivo y competencia actual, lo cual se hace con el fin de identificar y tratar de hacer que el producto que se desarrolla ayude a la empresa a mantenerse en el mercado y si es posible ganar una mayor participación del mismo. En el caso de productos de software, básicamente, desde el punto de vista del cliente, es un mejor servicio y desde el punto de vista de los usuarios, es una herramienta de trabajo más eficiente; todo esto dará la satisfacción del cliente que es lo que al final influye en la adquisición de una mejor representación en el mercado y un crecimiento de la empresa.
3. El retorno de la inversión proporciona una cifra porcentual (I) que indica la ganancia relativa lograda con los diferentes empleos del capital. Las formulaciones del valor anual (VA) y el valor presente (VP) son la base para el cálculo del retorno de la inversión o tasa de retorno.

La tasa de retorno puede calcularse igualando a cero, ya sea los valores anual o presente de los flujos de efectivo y encontrando la tasa de interés que permita la igualdad, es decir, se debe encontrar el interés (I) de manera que

$$VP(\text{Ingresos}) - VP(\text{Desembolsos}) = 0$$

La forma en que se calcula el valor presente es la siguiente:

$$VP = \text{Valor esperado} * 1/(1+I)^N$$

donde VP = valor presente de un valor esperado o ahorro en N períodos a una tasa de interés (I)

Cuando se trata de una sola proposición para un proyecto de reducción de costos, como son los proyectos de software, los ingresos toman la forma de ahorros netos y los desembolsos la inversión inicial. El (I) encontrado nos da el porcentaje de la ganancia relativa en N períodos; ésta debe ser comparada

con lo que la empresa pretende ganar con la adquisición del sistema o lo que dejaría de percibir si no se hace.

Una vez definido el ambiente en el cual se desarrollará el sistema, el proceso continúa con los siguientes pasos:

1. Identificar fortalezas y debilidades de la compañía, con el fin de que el sistema que se va a desarrollar ayude al fortalecimiento de las debilidades que han sido encontradas y a la vez apoye aquellas fortalezas con que cuenta la empresa; también deben identificarse las oportunidades y debilidades, aunque sean factores externos de la empresa, con el objeto de tener claro cuáles son las posibilidades de la empresa y cuáles los riesgos que se pueden correr. Esto se conoce normalmente como FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). Lo anterior se debe a que uno de los objetivos de sistematizar los procesos de un empresa es el de tener un mejor control, servicio y eficiencia por lo que al desarrollar un sistema se debe tener presente y orientar el desarrollo del sistema en beneficio de la empresa.
2. Hay que entender los principios y valores de la alta gerencia, para que el producto y servicio que se creará no entre en conflicto con la cultura organizacional ya establecida, para no ocasionar problemas y rechazos, así como cambios drásticos en la misma. Al orientar el producto con estos principios y valores, se logrará que el cliente tenga desde un principio una buena aceptación y por consiguiente, el producto final será de su agrado y se tendrá un cliente satisfecho con el servicio y el producto entregado.
3. Definir a nivel macro el producto que se va a entregar para que se puedan definir las metas, objetivos y estándares que servirán de guía en el desarrollo de la planificación del sistema.
4. Por último, se deben identificar los recursos mínimos con los que se debe iniciar el proyecto.

Al concluir esta fase, se tendrá una buena visión de lo que es la empresa, hacia dónde va y qué es lo que necesita para poder llegar a cumplir los objetivos del proyecto. A la vez, esto sirve para que el equipo de desarrollo establezca sus metas, objetivos y estándares, ya que estos deben estar muy interrelacionados con los de la empresa. El siguiente paso es la definición del producto que se desarrollará y así se tendrán todos los elementos necesarios para llevar a cabo el plan inicial de trabajo, a través del cual se hacen los contratos y estimaciones iniciales del proyecto.

### 3.6.2 Definición de los términos de referencia

Como se definió anteriormente, en esta etapa se da una descripción narrativa del sistema que se va a desarrollar, ya que con base en este documento se desarrolla el plan de trabajo y sirve de base para la realización de los contratos, por lo que debe ser muy claro y específico. Este documento debe tener los siguientes puntos:

1. **Objetivos del proyecto.** Definir los objetivos que se desean alcanzar con el sistema que se va a desarrollar, se debe recordar que estos objetivos deben estar acordes a los objetivos de la empresa. Estos objetivos serán las bases en las cuales se construirá el sistema, y serán de gran utilidad en el control del mismo, ya que sirven para el establecimiento de políticas y procedimientos que se van a seguir en el transcurso del proyecto, algo muy importante en esta etapa es que se debe tener en cuenta que los objetivos también deben estar orientados al cumplimiento de estándares internacionales, tales como los descritos en la norma ISO-9000-3, que es la que establece las reglas generales para la aplicación de la norma ISO-9001 al desarrollar, suministrar y dar mantenimiento de soporte lógico; esta norma se describe más adelante, con lo que se logrará un producto de calidad que puede competir con productos similares a nivel internacional.
2. **Descripción detallada del sistema** que se va a desarrollar indicando todos los productos y servicios que serán entregados, para que puedan ser comparados con los requerimientos del cliente. Esta descripción debe ser lo más clara y libre de ambigüedades, incluyendo los alcances del proyecto; de esta forma queda bien definido qué es lo que se entregará y así no tener ninguna complicación al final del mismo. Otro punto importante es que el usuario revise este documento cuidadosamente, ya que éstas son las características del producto final y será de gran utilidad para el control de calidad. Este punto debe definir también el esfuerzo, tiempo y recursos necesarios para el desarrollo de cada una de las tareas aquí definidas. Todo esto se debe dar en un lenguaje simple, tratando al máximo de no incluir términos técnicos y, si es necesario utilizarlos, incluir un glosario, con el fin de que cualquier persona que lo lea entienda claramente lo que en él se detalla.
3. **La descripción de los requerimientos del sistema** debe incluir todos los requerimientos, ya sea a nivel de software, hardware y de operación; con esto se asegura que el producto que se entrega cumpla con todos los requisitos deseados. Se debe tener un mayor cuidado con los requerimientos de seguridad y de operación, ya que son de gran importancia para el usuario y en la mayoría de los casos esto es determinante en la aceptación del producto.

4. Descripción de las responsabilidades de todos los que trabajan en el proyecto, para dejar claro desde el principio qué es lo que se espera de cada una de ellas y así empezar a definir la estructura organizacional del proyecto.
5. Descripción de metodologías y estándares en las reuniones de trabajo, así como la papelería que se debe desarrollar y llevar a cada una de las reuniones, con el objeto de no generar mayor información de la que se necesita, así como facilitar el manejo de los datos recolectados en cada una de las reuniones, ya que al tener estándares definidos, cualquier persona que la maneje conocerá el formato del documento y así podrá interpretarla de una mejor forma.
6. Descripción de procedimientos y políticas que se van a seguir en las diferentes situaciones que se dan en la vida del proyecto, con el fin de tener mecanismos definidos desde el principio, y así definir las alternativas y pasos a seguir en situaciones críticas; normalmente el desarrollo de esta parte es llamado el Plan de Contingencia. Con esta parte, se tiene un mejor control y a la vez se evitará el retraso del proyecto.

Como se dijo anteriormente, este documento es muy importante; por ello se debe definir muy claramente y de una forma muy sencilla, así como el llevar un orden lógico y seguimiento en las ideas que se están describiendo.

### **3.6.3 Especificaciones de costos y tiempos del proyecto**

En esta sección, se debe incluir la información necesaria para la realización de las estimaciones del presupuesto y cálculos de tiempo y costos para el desarrollo del sistema, y a la vez estimar de una mejor forma el precio del mismo. Esta fase debe desarrollar lo siguiente:

1. Definición de horas de trabajo en el proyecto o calendario de trabajo, indicando todos los días que no se trabajarán, tales como asuetos laborales, feriados, etc., lo cual es muy importante, ya que se toma como referencia al momento de planificar fechas de entrega y para las estimaciones de los tiempos de desarrollo de cada uno de los productos que se van a desarrollar. Luego de definir los días hábiles y días de trabajo, es importante definir el horario de trabajo de cada uno de los miembros del equipo de desarrollo.
2. Descripción detallada del equipo que se va a utilizar en el proyecto, así como el material necesario en la vida del mismo; se debe recordar que toda esta información es muy importante en el momento de realizar los presupuestos y costear el proyecto, ya que muchas veces no se incluyen algunos aspectos necesarios y al final el presupuesto no es suficiente para el desarrollo del sistema.

### 3.6.4 Planificación de hitos (milestones)

Es importante definir desde un principio las fechas y procesos que se deben cumplir o realizar en un tiempo específico, por lo que es necesario establecerlas para tenerlas consideradas en el momento de realizar los planes de trabajo. Básicamente se debe planificar lo siguiente:

1. Fecha de inicio del proyecto
2. Fecha final del proyecto, si se conoce
3. Fechas de revisiones y entregas parciales
4. Fechas de reuniones y entrevistas a usuarios
5. Otras fechas importantes

### 3.6.5 Planificación de actividades

Esta fase sirve de base para la planificación, el costeo y asignación de responsabilidades, es decir, es la parte más importante y sirve en gran parte de base para la elaboración del plan de trabajo y las estimaciones referentes a tiempo, dinero y esfuerzo. También se definen todos los elementos necesarios para poder desarrollar todos los documentos necesarios para el control de calidad y el control del proyecto, para asegurar desde el principio el éxito del proyecto y la satisfacción del cliente, ya que desde un principio se está monitoreando el proyecto y no solamente al final del mismo. En esta etapa, se debe hacer lo siguiente:

1. Desarrollar un diagrama jerárquico de funciones; este diagrama rompe cada uno de los procesos en procesos más simples hasta llegar a procesos elementales. Esto es muy importante, ya que al realizarlo, se tienen claramente definidas todas las tareas que se deben desarrollar para poder completar el sistema que se va a entregar. Existen varias formas de desarrollarlo, pero la más común y la más sencilla es la que se presenta en el ejemplo de la Figura 3.3.

Cada uno de los cuadros representa una tarea que se va a desarrollar y se indica a través de un nombre sencillo que identifique claramente la tarea. Es importante tener en este diagrama todas las tareas, procedimientos y funciones que se deben desarrollar y no únicamente las que se refieren a programación, ya que las documentaciones, revisiones y entregas parciales, si no se consideran, son factores que hacen que la planificación no se realice correctamente y al final se incurren en retrasos e incrementos en costos y recursos.

2. Una vez detalladas todas las tareas, se procede a estimar el tiempo o el esfuerzo necesario para desarrollar cada una de las mismas descritas en el

diagrama; al tener esta información, es más fácil definir las fechas de inicio y fin, tomando en cuenta el calendario de trabajo definido anteriormente.

3. Describir también los recursos necesarios para el desarrollo de cada una de las tareas del diagrama; esto es importante para el cálculo de costos y para el desarrollo del presupuesto inicial.
4. Por último, definir la secuencia en que cada una de estas tareas se deben realizar, así como las interrelaciones que existen entre cada uno de los eventos que se definieron. Se debe recordar que esta fase del plan estratégico es realizado a alto nivel, ya que en la siguiente fase, la fase de análisis, es en la que se debe realizar un bajo nivel de cada tarea.

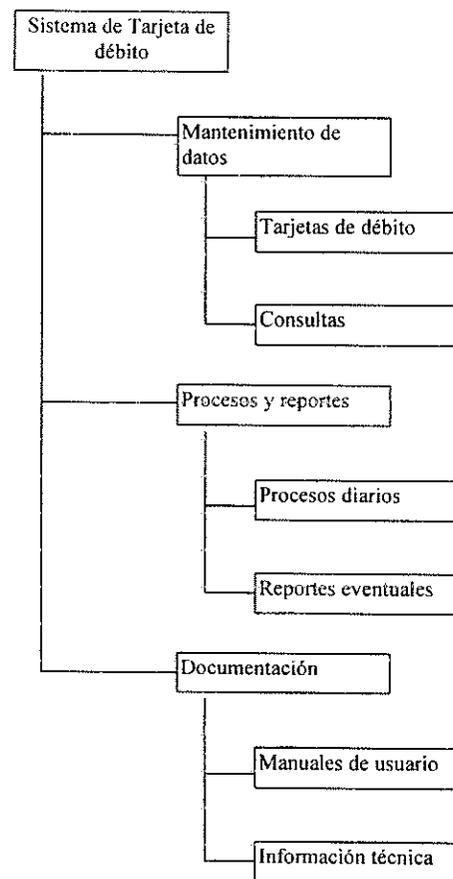


Figura 3.3. Ejemplo de un diagrama jerárquico de funciones

### 3.6.6 Contenido del plan estratégico

Al finalizar todas las actividades descritas en las secciones anteriores, se debe elaborar el informe escrito del Plan Estratégico del Proyecto, en el cual se incluye toda la

información recopilada, así como las estimaciones y propuestas que se harán para el desarrollo del sistema que se va a entregar.

Para finalizar este capítulo, se presenta a continuación el contenido detallado del documento del plan estratégico:

1. Introducción, alcances y objetivos
  - 1.1. Antecedentes
  - 1.2. Estudio de factibilidad
  - 1.3. Marco y situación actual del medio ambiente
  - 1.4. Cómo utilizar este documento
  - 1.5. Términos de referencia
    - 1.5.1. Alcances
    - 1.5.2. Objetivos
    - 1.5.3. Productos
    - 1.5.4. Exclusiones
    - 1.5.5. Recursos
    - 1.5.6. Medios de control
  - 1.6. Variaciones posibles en los términos de referencia
  - 1.7. Restricciones y bases de inicio del proyecto
  - 1.8. Metodología de trabajo
2. Modelaje y arquitectura de la empresa
  - 2.1. Antecedentes de la empresa
    - 2.1.1. Naturaleza de la empresa
    - 2.1.2. Aspectos de operación, problemas y necesidades
    - 2.1.3. FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)
    - 2.1.4. Restricciones
      - 2.1.4.1. Variables externas
      - 2.1.4.2. Variables internas
      - 2.1.4.3. Aspectos técnicos
      - 2.1.4.4. Limitaciones de tiempo
  - 2.2. Objetivos y metas de la empresa
    - 2.2.1. Alcances
    - 2.2.2. Objetivos
    - 2.2.3. Factores críticos de la empresa
    - 2.2.4. Indicadores y medidas de rendimiento
  - 2.3. Modelo de funciones de alto nivel
  - 2.4. Modelo de datos de alto nivel

3. Estrategia para el sistema de información
  - 3.1. Presentación del sistema de información
    - 3.1.1. Prioridades de desarrollo
    - 3.1.2. Dependencias lógicas
    - 3.1.3. Implicaciones y efectos en la empresa
    - 3.1.4. Recomendaciones sobre la metodología de desarrollo
    - 3.1.5. Plataformas de hardware y software
    - 3.1.6. Requerimientos de comunicaciones y transferencia de datos
    - 3.1.7. Aplicaciones de software
    - 3.1.8. Consideraciones de desarrollo y producción
      - 3.1.8.1. Control de cambios
      - 3.1.8.2. Seguridad
      - 3.1.8.3. Control de actividades
  - 3.2. Plan de desarrollo propuesto
    - 3.2.1. Etapas de desarrollo
    - 3.2.2. Cronograma de actividades de alto y medio nivel
    - 3.2.3. Aspectos de transición
    - 3.2.4. Requerimientos organizacionales
  - 3.3. Administración del proyecto
    - 3.3.1. Control por etapas
    - 3.3.2. Participación de los usuarios
    - 3.3.3. Políticas de desarrollo
    - 3.3.4. Planes de contingencia
    - 3.3.5. Recursos disponibles y necesarios
  - 3.4. Posibilidades futuras
  - 3.5. Soluciones tácticas inmediatas
4. Costos y beneficios
  - 4.1. Beneficios
    - 4.1.1. Identificación de beneficios
    - 4.1.2. Cuantificación de beneficios
  - 4.2. Detalle de Costos
    - 4.2.1. Estimación de los costos
    - 4.2.2. Calendarización de desembolsos
      - 4.2.2.1. Capital
      - 4.2.2.2. Ganancias
      - 4.2.2.3. Costos sobre licencias de software
  - 4.3. Resumen de costos y beneficios
    - 4.3.1. Implementación completa del proyecto
    - 4.3.2. Alternativas
      - 4.3.2.1. Reducción de alcances y objetivos

4.3.2.2.Reducción de recursos

4.3.2.3.Mantener la situación actual

5. Resumen administrativo y gerencial

- 5.1. Identificación de problemas
- 5.2. Recomendaciones generales
- 5.3. Resumen de costos y beneficios
- 5.4. Decisiones gerenciales y administrativas requeridas
- 5.5. Limitaciones y restricciones
- 5.6. Conclusiones

## CAPITULO 4

# ORGANIZACION DEL FACTOR HUMANO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS

---

*“El hombre no está hecho para trabajar aislado. Lleva en sí el instinto comunitario. Necesita unirse a los demás, compartir sus sentimientos, complementarse con los otros. Este hecho instintivo o adquirido de tendencia a unirse con sus semejantes, hace que se formen los grupos humanos.”*

*Anónimo*

### 4.1 Piedras angulares en el desarrollo del factor humano

Desarrollar un proyecto dentro de las restricciones de tiempo, costo y recursos es un reto que requiere las mejores habilidades de conocimiento, actitud y experiencia del personal que se encuentre involucrado en el mismo. Los aspectos básicos que deben ser considerados por la gerencia de proyectos y deben ser transmitidos a todo el personal son: creatividad, innovación, calidad y productividad.

En muchas ocasiones, la gerencia de proyectos no reconoce o valora muchas de las cualidades más importantes del personal que trabaja en el proyecto, entre las cuales se encuentra la creatividad y la innovación de ideas. En la actualidad, existen aparentemente nuevos enfoques de administración y trabajo en equipo; estos enfoques incluyen la calidad en el ciclo de vida del proyecto, círculos de calidad, toma de decisiones en grupo y otras técnicas similares de participación del personal. Sin embargo, estos nuevos enfoques son conceptos que ya existían y que se les ha dado nuevos nombres.

No existe nada nuevo en reconocer que cada uno de las personas que se encuentran involucradas en el proyecto son los mejores elementos que existen para resolver los problemas que ocurren en el mismo proyecto. Desde este punto de vista, la gerencia de proyectos puede hacer que las capacidades de la organización se vean altamente incrementadas.

La creatividad y la innovación son herramientas para mejorar los productos y los servicios que se generen en la organización del proyecto, y pueden ser encontradas en los diferentes niveles profesionales, en diferentes personalidades y con diferentes niveles de experiencia. Si el gerente de proyectos crea el ambiente apropiado y la filosofía correcta que estimule, aprecie, construya y reconozca la creatividad y la innovación, entonces se podrá encontrar un grupo de personas unido como una fuerza que beneficiará directamente los resultados del proyecto.

Como aspectos básicos, se presentan a continuación la definición de lo que se consideran las piedras angulares de la organización del recurso humano en el desarrollo de un proyecto.

**a. Creatividad**

Es la habilidad de ver o encontrar la oportunidad de construir algo que previamente no existía y representa una nueva ventaja en la forma de desarrollar una actividad. El propósito de la creatividad dentro del ambiente de la administración de proyectos es de crear nuevas y mejores estrategias para realizar un mejor trabajo. El gerente de proyectos debe tener la capacidad de ser flexible en algunas actividades y permitir algunos cambios que sean necesarios durante el ciclo de vida del proyecto. Es decir, el gerente de proyectos debe tener la habilidad y el conocimiento amplio para tomar las decisiones correctas en el tiempo correcto.

**b. Innovación**

La invención e innovación se derivan de la creatividad; la invención incluye directamente la creación de nuevas tecnologías o diferentes combinaciones; la adición de nuevos elementos puede ser considerada como una invención. La innovación es el proceso comercial de la invención. De esa forma, la administración de proyectos es una manera de innovación, debido a que un proyecto generalmente es orientado a crear un sistema automatizado o mejorar un sistema que previamente ya existía.

**c. Calidad**

Basado en la definición de calidad que se presentó en el primer capítulo de este trabajo de tesis, se debe considerar que la calidad en la administración de proyectos es un aspecto clave durante todo el ciclo de vida del proyecto, lo cual se refleja directamente en las actividades diarias de diseño, desarrollo, construcción, documentación, servicio y relaciones interpersonales. Con la definición de una política de calidad por parte de la administración de proyectos, se tiene una de las mejoras maneras de contar con un proyecto en tiempo, con objetivos cumplidos y con el presupuesto estimado.

**d. Productividad**

Existen muchas definiciones de productividad; a continuación se presentarán dos de las más significativas:

“La productividad se obtiene según la cantidad de trabajo dividida las horas hombre trabajadas.”

“La productividad es la medida en que los componentes del producto final cumplan con los objetivos establecidos.”

Se puede decir que productividad, en el desarrollo de software, se obtendrá con el mejor producto, es decir, un producto de calidad, con un alto grado de confiabilidad y con el menor de los costos y esfuerzo.

Una de las mejores formas de aumentar la productividad en el desarrollo de proyectos consiste en hacer participar al equipo de trabajo en la misma administración de todo el proyecto. Es decir, el personal debe participar en las actividades de planificación, organización, motivación, dirección y control.

Los cuatro aspectos anteriores representan básicamente las claves sobre las cuales se deberán basar todos los puntos contenidos en este capítulo. De acuerdo al grado de experiencia que se tenga en la gerencia de proyecto y a la manera en que pueda combinarlos correctamente en el desarrollo de un proyecto, podrá obtener los resultados esperados.

Estos son los elementos básicos para la administración y gerencia de proyectos.

## **4.2 Gerente de proyectos**

La administración de proyectos es una actividad que debe ser realizada directamente por la Gerencia de Proyectos. En la mayoría de casos, la Gerencia de Proyectos es un puesto asignado a una sola persona, en la cual recae la responsabilidad completa del proyecto. En proyectos muy grandes, y de acuerdo al tipo e importancia del proyecto, éstos se pueden dividir en sub-proyectos. Cada uno de los sub-proyectos estarían a cargo de Jefes de Proyectos.

### **4.2.1 Atributos y responsabilidades**

Para iniciar la definición de atributos y responsabilidades de la gerencia de proyectos, se debe mencionar que existen tres atributos elementales que debe poseer la persona que posee el puesto de Gerente de Proyectos:

- **Conocimiento:** es indispensable conocer la teoría de administración de proyectos y la aplicación adecuada de acuerdo con el tipo de organización para la cual se está trabajando.
- **Habilidad:** se debe poseer la facilidad de coordinar la tecnología, procesos, recursos y metodología utilizada para asegurar el éxito del proyecto.
- **Actitudes propias:** el gerente de proyectos debe tener un conjunto de valores éticos y profesionales que facilitarán la administración y liderazgo del proyecto.

Un gerente de proyectos alcanza los objetivos trabajando con el equipo de desarrollo y los recursos tecnológicos existentes. El gerente de proyectos no realiza las actividades por el mismo, ya que él administra y coordina las tareas del personal técnico y del resto del equipo para llevar a cabo cada tarea.

En muchas ocasiones, la administración de proyectos es un proceso principalmente humano que involucra una serie de acciones que llevarán al proyecto a cumplir con las metas establecidas; se le conoce como un proceso humano debido a que las acciones que se ejecutan por la gerencia de proyectos se encuentran principalmente relacionadas con personal.

En las siguientes líneas, se presenta una lista de actividades que propias a cargo de la gerencia de proyectos:

- Estructurar un plan de trabajo; lograr su aceptación y la participación requerida; los objetivos deben ser medibles.
- Organizar el personal y otros recursos de acuerdo con los objetivos, costos y estrategias del proyecto.
- Identificar y utilizar la información necesaria para la administración del proyecto.
- Tomar el liderazgo y autoridad sobre el personal del proyecto.
- Realizar evaluaciones periódicas de los resultados del proyecto y reasignar o redireccionar los recursos necesarios para continuar con los objetivos establecidos al inicio.
- Mantener informada y comprometida a la Gerencia General o Junta Directiva de la organización sobre la situación y avance del proyecto, de manera que se pueda verificar la forma en que éste pueda trabajar eficientemente con el resto de la empresa.
- Manejar y satisfacer las necesidades y requerimientos de los usuarios.
- Mantener actitud del equipo de trabajo sobre estándares de trabajo, comportamiento, manejo del tiempo, imagen profesional y calidad de los productos desarrollados.
- Utilizar las herramientas y técnicas adecuadas para la administración del proyecto.
- Cuidar de la influencia del medio ambiente cultural en que se desarrolle el proyecto para mantener al personal motivado y se puedan producir resultados.

#### **4.2.2 Gerencia dinámica de proyectos : un nuevo estilo de administración por objetivos**

A diferencia de la gerencia de proyectos tradicional, se presenta el concepto de gerencia dinámica, la cual es un estilo de administración participativa enfocada a alcanzar

los objetivos, lo que constituye la espina dorsal del sistema de administración de calidad total.

La gerencia dinámica debe conjugar perfectamente las esperanzas y deseos de los jefes, con la satisfacción de las necesidades morales de los trabajadores relativas a la inclusión, el reconocimiento, la oportunidad y la seguridad. En otras palabras, la administración por objetivos cumple con las características de una administración orientada a las personas y al proceso que se mencionó en la sección 1.3.2.

La gerencia dinámica se apoya en cuatro puntos fundamentales:

- Una nueva manera de definir la misión de cada puesto; se integra cada misión por la función básica del puesto y los planes para su mejoramiento y se expresa en términos cuantitativos lo que debe lograrse; el propio trabajador participa en la elaboración de los planes, en la evaluación de los resultados y en la definición de las actividades para mejorar.
- La negociación entre jefe y trabajador para asegurar el acuerdo de la función básica y de los planes para mejorar cada actividad de dicha función y así individualizar la misión de la empresa.
- El compromiso por parte del trabajador, tanto de cumplir los programas, como de alcanzar las metas acordadas, de acuerdo con los estándares de desempeño. Este compromiso debe incluir cualidades gerenciales de comunicación, sinceridad, disciplina y confianza.
- La renovación del ciclo, que consiste en la frecuente revisión del estado de avance en el cumplimiento de los acuerdos, detección de desviaciones o atrasos, determinación de las causas, análisis de las posibles acciones y la aprobación de los nuevos planes.

Este estilo de administración implica que los jefes y los trabajadores tomen el tiempo necesario para la comunicación entre ellos. Cada jefe deberá reunir a sus colaboradores inmediatos para proporcionar toda la información necesaria, para analizar las metas del componente, intercambiar ideas y tomar acuerdos que afectan al grupo como tal. Este es un trabajo de grupo en el que no deben discutirse los planes de cada individuo en forma detallada; tampoco deben discutirse los resultados individuales de cada trabajador. Esto se discute aparte. El gerente de proyectos debe reunirse con cada uno de sus colaboradores inmediatos, para negociar tanto la función básica como los planes para su mejoramiento, para revisar el grado de cumplimiento, renovar los planes, evaluar el desempeño y planear la actividades del resto de los trabajadores.

Es a través de este contacto frecuente entre el gerente y cada uno de sus colaboradores, que el gerente asegura por un lado, que cada trabajador cumpla constantemente su misión y que se tomen acciones oportunas para resolver los problemas que se presenten, y por el otro lado, asegura la alta satisfacción del trabajador, dándole

oportunidad de sugerir sus propias metas, elegir sus cursos de acción y aun de calificarse su grado de desempeño para planear su propio desarrollo.

Todo lo anterior representa la mejor manera de ejercitar el principio de inclusión, pero además adquiere los elementos necesarios para dar a cada uno, una adecuada dosis de reconocimiento, oportunidad de progreso y seguridad.

De acuerdo con lo anterior, es importante reconocer que en torno al gerente de proyectos, existe un grupo natural, formado por el propio gerente y todos su colaboradores inmediatos. El gerente de proyectos forma un grupo de gerentes de 2do. nivel que forman su propio staff. Cada uno de los gerentes de 2do. nivel forma un grupo con la personas que reportan a ellos y así sucesivamente hasta incluir a los trabajadores del último nivel jerárquico. Esto asegura una completa delegación de responsabilidad y un adecuado control de resultados.

#### **4.2.3 Perfil de un gerente de proyectos**

No existe un perfil único para ser un gerente de proyectos exitoso. Entre los aspectos más importantes, el éxito de un proyecto depende de las cualidades personales del gerente, de las cualidades del equipo de desarrollo y del proyecto mismo.

A través de investigar, recolectar y analizar experiencias de proyectos de diferentes índoles se han podido encontrar algunos factores que pueden ser determinantes para formar el perfil del gerente de proyectos. Dentro de una encuesta de aproximadamente 300 gerentes de proyectos de pequeño y mediano tamaño, se encontraron y se calificaron de 1 a 100 ciertas habilidades básicas para la adecuada conducción de un proyecto, las cuales se presentan en la Tabla 4.1.

Las habilidades de comunicación se identificaron como elementos esenciales para ser un exitoso gerente de proyectos, las cuales obtuvieron un 84% de importancia. La capacidad de convencer, persuadir y vender ideas son características de un buen gerente de proyectos. También se incluyen las cualidades de escuchar, analizar y recibir información.

Las habilidades de organizar y planificar tuvieron un 75% de importancia. Se incluyen las cualidades de planificar, identificar y definir de objetivos, identificar dependencias y prioridades, así también la habilidad de mantener el proyecto en el camino hacia los objetivos. Se enfocó la diferencia entre un gerente y un buen gerente de proyectos, la cual radica en que el gerente normal resuelve eficientemente los problemas, sin embargo, el buen gerente de proyectos no sólo resuelve eficientemente los problemas, sino también tiene la capacidad de identificar una situación en el proyecto que puede llegar a causar un problema. Es decir, que de acuerdo con su capacidad de organización y planificación es capaz de anticiparse a los problemas o amenazas de fracaso.

La importancia de integrar un grupo de desarrollo eficiente tuvo una importancia del 72%. Las cualidades de motivación, integración, reconocimiento de necesidades del personal fueron identificadas como las más importantes.

<p><b>1. Capacidades de Comunicación (84%)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuchar, analizar y comprender</li> <li>• Ser vendedor de ideas</li> <li>• Aclarar conceptos</li> <li>• Persuadir y convencer</li> </ul> <p><b>2. Habilidad de Organización (75%)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación</li> <li>• Definición de objetivos</li> <li>• Control y seguimiento de actividades</li> </ul> <p><b>3. Manejo de Grupos (72%)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empatía</li> <li>• Motivación y participación</li> <li>• Cooperación</li> <li>• Manejo de Conflictos</li> </ul> <p><b>4. Liderazgo (68%)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líder neto, ejemplo ante el grupo</li> <li>• Enérgico</li> <li>• Visión completa del proyecto</li> <li>• Delegación y distribución</li> <li>• Actitud Positiva y motivante</li> <li>• Control de Autoridad y Responsabilidad</li> </ul> <p><b>5. Control y Administración dinámica del Proyecto (59%)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad sin perder el control</li> <li>• Creatividad e innovación</li> <li>• Paciencia y perspicacia</li> <li>• Persistencia</li> <li>• Calidad y responsabilidad</li> </ul> <p><b>6. Habilidades Técnicas (46%)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en las herramientas de hardware y software</li> <li>• Conocimiento de las aplicaciones</li> <li>• Renovador de procedimientos y nuevas herramientas</li> </ul>
---

**Tabla 4.1.** Factores principales del Gerente de Proyectos según una encuesta realizada

Las habilidades de liderazgo fueron calificadas con un 68% de importancia. Se identificaron las cualidades de entusiasta, decidido, positivo y con la confianza completa del y hacia el grupo. Así también, la capacidad de guiar y ser el líder del grupo a través del proyecto, es decir, la capacidad de "ver el bosque completo a través de los árboles".

Como siempre ha sido, el único aspecto constante dentro de un proyecto es el cambio. Por tal razón, las habilidades de flexibilidad, creatividad, paciencia y persistencia del gerente dentro de un proyecto fueron calificadas con un 59% de importancia.

El último grupo de habilidades requeridas para un gerente de proyectos fue considerado como la experiencia y el conocimiento de tecnología. Este grupo de habilidades fue calificado con un 46% de importancia. El gerente de proyectos no necesita ser un experto en la tecnología que se utiliza y por otra parte el gerente de proyectos debe estar cuidadoso de no caer en cualquiera de los extremos de la competencia tecnológica:

- El gerente conservador, es decir, no utiliza la nueva tecnología por temor de no conocerla.
- El gerente innovador constantemente se encuentra utilizando nueva tecnología que no necesariamente es útil para el proyecto, lo cual hace que un atraso por la constante actualización (re-entrenamiento, nuevas pruebas, alto costo, etc.)

Como resultado de lo anterior, en la Tabla 4.2., se presentan las principales cualidades que debe poseer un gerente de proyectos.

#### **1. Liderazgo**

- Poseer liderazgo neto y tener la dirección clara del proyecto
- Participación en la solución de problemas técnicos de programación o desarrollo
- Liderazgo en la toma de decisiones
- Definición clara de las metas y objetivos del proyecto
- Unificación de los intereses particulares de los grupos de trabajo del proyecto
- Delegación precisa y clara de actividades y autoridad
- Publicación de la autoridad y las decisiones tomadas

#### **2. Experiencia en la tecnología**

- Conocimiento y comprensión de las herramientas de hardware y software utilizadas en el diseño, desarrollo, producción e implementación del proyecto
- Conocimiento y experiencia en el tipo de aplicación de la que se trata el proyecto, así como el mercado competitivo, ventajas, desventajas y requerimientos del cliente.
- Administración y distribución correcta de las herramientas y recursos
- Comunicación

#### **3. Manejo de Personal**

- Creación de equipos de trabajo disciplinados
- Motivar y hacer participar al personal
- Manejo de conflictos
- Medios de comunicación efectivos por vía formal, informal, escrita, verbal, etc., con todos los niveles organizacionales
- Crear un ambiente en el cual el trabajo en grupo sea un factor común

#### **4. Habilidades Administrativas**

- Planificación general y detallada del proyecto
- Distribución adecuada de recursos
- Compromiso con los objetivos
- Establecer los puntos de control y seguimiento
- Establecer los procedimientos operativos y de trabajo
- Crear los medios y procedimientos de mantenimiento de los programas
- Crear los mecanismos de control y auditoría de sistemas
- Uso efectivo de las herramientas de administración
- Planificación adecuada de la fuerza laboral del personal

**5. Habilidades de Organización**

- Comprensión completa del funcionamiento de la empresa y la participación del proyecto
- Crear equipos de trabajo multifuncionales
- Trabajo en equipo con la gerencia y la junta directiva de la empresa
- Conocimiento de la relación organizativa con otras empresas
- Crear una organización adecuada para soportar el trabajo del proyecto

**6. Habilidades Empresariales**

- Visión global de la empresa y la misión de la institución
- Manejar el proyecto como un negocio de productos y servicios
- Compromiso con los objetivos financieros
- Persistencia en el proyecto y en nuevos productos

Tabla 4.2. Resumen de las características de un Gerente de Proyectos

**4.2.4 Ética y profesionalismo de un gerente de proyectos**

La gerencia de un proyecto define que la persona en ese cargo debe poseer los principios de ética y profesionalismo que se requiere para garantizar el éxito del proyecto dentro de un marco justo, legal y honesto. De acuerdo con esto, el Instituto de Administración de Proyectos desarrolló y publicó el Código Ético para gerentes de proyectos el cual se presenta en la Tabla 4.3.

**PREFACIO**

Debido a la naturaleza de su profesión, los gerentes de proyecto afectan la calidad de vida de muchas personas de la sociedad, por lo cual, es de suma importancia que los gerentes de proyecto desarrollen su trabajo éticamente de forma de ganar y mantener la confidencialidad de los miembros del equipo de trabajo, colegas, trabajadores, empresas, clientes y público en general.

**ARTICULO I:** Los gerentes de proyecto deben mantener una conducta y comportamiento profesional en su manera de ser:

- A. Reconocer la responsabilidad de sus acciones.
- B. Responsabilizarse de proyectos y aceptar responsabilidades si y sólo si califica por medio de entrenamiento y experiencia propia.
- C. Mantener sus habilidades profesionales actualizadas y reconocer la importancia de la autosuperación y desarrollo constante.
- D. Mantener la integridad y el prestigio de la profesión por medio de una conducta apropiada y digna.
- E. Distribuir este código a sus colegas y compañeros de trabajo para ejercer la profesión de acuerdo al código.
- F. Colaborar con los colegios profesionales activamente y motivar a sus colegas a la participación dinámica.
- G. Respetar y obedecer las leyes del país en el cual desarrolla su profesión.

**ARTICULO II:** Los gerentes de proyecto deben hacer en su trabajo lo siguiente:

- A. Mantener el liderazgo necesario para promover la mejor productividad y mantener los costos dentro de los términos razonables.
- B. Aplicar técnicas y herramientas modernas de administración para asegurar la calidad, costo y tiempo establecido dentro de los objetivos.
- C. Dar un tratamiento justo e imparcial a todo el personal del equipo de desarrollo, colegas, compañeros de trabajo, independientemente de su raza, religión, sexo o nacionalidad.

- D. Dar protección al personal sobre posibles daños físicos y mentales.
  - E. Proveer condiciones adecuadas de trabajo al personal de trabajo, así como brindar oportunidades de desarrollo profesional y personal.
  - F. Buscar, aceptar y ofrecer críticas honestas y constructivas sobre el trabajo del proyecto. Reconocer y otorgar el crédito y mérito adecuado sobre el trabajo de los demás.
  - G. Colaborar con el personal del proyecto, compañeros y colegas en el desarrollo profesional.
- ARTICULO III:** Los gerentes de proyecto deben mantener sus relaciones personales con sus trabajadores y sus clientes de la siguiente forma:
- A. Actuar como persona de confianza con sus trabajadores y clientes en los aspectos profesionales y del proyecto.
  - B. Mantener la información de la empresa, procesos técnicos y datos de los clientes, en completa confidencialidad.
  - C. Mantener informados a los trabajadores, clientes, sociedades, colegios profesionales u otras empresas con las cuales existan relaciones de negocios de cualquier circunstancia que pueda afectar los intereses establecidos entre ambos.
  - D. No dar o recibir, directa o indirectamente, cualquier regalo, gratificación, pago o servicio adicional a lo establecido en los salarios o contratos legales con los clientes o proveedores con los cuales exista una relación de negocios.
  - E. Mantener la honestidad y realidad en los informes de avance, costo, tiempo y calidad del trabajo.
- ARTICULO IV:** Los gerentes de proyecto deben cumplir plenamente sus responsabilidades con la sociedad de la siguiente manera:
- A. Proteger la seguridad, salud y bienestar del público y manifestar su posición en contra de los abusos en estas áreas que afecten los intereses comunes de la sociedad.
  - B. Difundir el conocimiento sobre la administración de proyectos para que la sociedad reconozca y valore el trabajo realizado.

**Tabla 4.3.** Código ético de los gerentes de proyectos

### 4.3 Autoridad y liderazgo del gerente de proyectos

La forma en que dirigen los gerentes obviamente es importante para el trabajador y para la organización considerada en su conjunto. Constituye una gran diferencia si el gerente le dice a su trabajador que hace un trabajo sobresaliente y que merece un aumento, o le dice que es incompetente y que debería ser despedido. La forma en que se comporta el gerente respecto a sus subordinados afecta a la rotación de trabajadores, a su satisfacción y desde luego, a su rendimiento.

#### 4.3.1 Autoridad

La autoridad es un elemento esencial para coordinar y direccionar el esfuerzo de un grupo de personas o un equipo de trabajo. La autoridad realizada por una persona proviene de acuerdo con la posición jerárquica en la que se encuentre dentro de la organización de la empresa.

El gerente de proyectos debe realizar un tipo de autoridad especial en la administración del proyecto. Normalmente, el gerente de proyectos tiene a su cargo un

grupo pequeño de personas, las cuales son personas técnicas especializadas en un área de trabajo. Esto significa que el gerente de proyectos debe mantenerse en las posiciones de técnico especializado y supervisor de desarrollo, es decir, desde los detalles específicos hasta los conceptos generales.

Sin embargo, la verdadera posición del gerente de proyectos debe ser la de planificar, organizar, motivar y controlar, y así de delegar los aspectos técnicos específicos del proyecto al equipo de desarrollo. El gerente de proyectos debe tener el conocimiento y experiencia sobre los aspectos técnicos utilizados en el proyecto y verificar su uso correcto por los técnicos encargados de las tareas específicas.

En forma resumida, se presenta a continuación cuál debe ser la autoridad del gerente de proyectos:

"El gerente de proyectos tiene la autoridad delegada de la gerencia general o de la junta directiva de la organización para dirigir y coordinar todas las actividades del proyecto, podrá tomar las decisiones que considere pertinentes y utilizar los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto. El representa a la organización para las negociaciones con los clientes y proveedores internos o externos. El personal del proyecto deberá reportar al gerente de proyectos y será él quien asignará y revisará las asignaciones de tareas de cada uno de los miembros del equipo de desarrollo. El gerente de proyectos tiene la influencia necesaria para promociones y aumentos de salario de cada uno de los miembros del equipo de desarrollo. De existir algún conflicto con la administración o políticas de la organización, éste deberá ser resuelto por la gerencia general."

#### **4.3.2 Publicación y delegación de la autoridad**

El gerente del proyecto debe poseer la suficiente autoridad sobre el equipo de desarrollo de forma que se puedan lograr los objetivos establecidos. A pesar de que la autoridad del gerente de proyectos depende mucho de las habilidades personales del mismo (experiencia, don de mando, conocimiento, etc.), puede reforzar su autoridad por medio de documentación y publicaciones en las cuales se presente el "modus operandi" del proyecto y de la administración del mismo.

Por medio de la publicación de manuales de trabajo, documentos de estándares, metodología del proyecto y reglas de comportamiento en general, se puede establecer la autoridad del gerente de proyectos sobre el equipo de trabajo.

Por otra parte, uno de los problemas principales con el que se puede enfrentar un gerente de proyectos es la "devolución de la autoridad", es decir, que la devolución de la autoridad sucede delega cierta autoridad sobre un miembro del equipo de desarrollo y éste no la acepta o la rechaza directa o indirectamente.

Esta devolución de autoridad puede suceder en las siguientes situaciones:

- El gerente de proyectos no ha sido lo suficientemente claro en establecer los resultados esperados al miembro del equipo.
- El miembro del equipo no posee la suficiente confianza o experiencia, desea evitar ser criticado, o no posee la información necesaria para realizar el trabajo.
- El miembro del equipo no considera que el proyecto sea de importancia, no cumple con lo establecido, o simplemente está en desacuerdo con la metodología del gerente de proyectos.

Al realizar la delegación de autoridad, se debe considerar lo siguiente:

- Se debe delegar la suficiente autoridad para cumplir con las actividades asignadas; esto evitará los casos de la responsabilidad impotente, es decir, no poseer los medios suficientes para cumplir con la actividad asignada.
- La autoridad es posible delegarla; la responsabilidad no se delega. Cada miembro del equipo es completamente responsable de su puesto.
- Se debe cuidar de no realizar mezcla de niveles jerárquicos dentro de la organización.

### 4.3.3 Liderazgo

El concepto de liderazgo se inició con la misma actividad de organización y administración. Las empresas actuales han sido dirigidas por varios tipos de líderes con mayor o menor efectividad de acuerdo con los resultados obtenidos.

Desde entonces, se han creado muchas definiciones de liderazgo; para efectos del presente trabajo de tesis, se puede decir lo siguiente "El líder de un proyecto es la persona que guía y direcciona las actividades del proyecto hacia un objetivo definido en el tiempo y costo estimado, las cualidades principales de un líder son la inteligencia, carisma, energía, de mando, compromiso, conocimiento y confianza."

De una manera más amplia, se sabe que en cada proyecto existen líderes de todos tamaños, formas y disposiciones, sin embargo, todos parecen compartir las siguientes características:

- Visión guiadora; el líder tiene la idea clara de qué es lo que quiere hacer y la fortaleza de perseverar a pesar de los contratiempos, problemas y fracasos.
- Compromiso; el líder quiere lo que hace y no hace lo que quiere.
- Integridad; que está englobada en tres partes esenciales: conocimiento de sí mismo, sinceridad y madurez.
- Confianza; el líder con sus acciones genera la confianza necesaria en sus colaboradores para que realicen sus actividades.

- Investigador, el líder se interesa por mejorar los procedimientos y formas de hacer las cosas, experimenta, ensaya y reconoce las fallas propias y colectivas para aprender de las mismas.
- Es un conocedor de las posibilidades humanas por lo que se preocupa e interesa de desarrollarlas. Con su actitud, no sólo invitan a los demás a seguirlo, sino que también les dan a entender que está detrás de ellos, apoyándolos en sus trabajos e iniciativas.

Es importante notar que el liderazgo no es un atributo otorgado; es una característica intrínseca a cada persona, por lo cual el liderazgo puede ser llevado por cualquier persona dentro del grupo. Esto es un reto para el gerente de proyectos, ya que debe cuidar que los líderes que crezcan en el equipo de desarrollo trabajen en una forma positiva y constructiva para el proyecto. No quiere decir que el gerente de proyectos evite el crecimiento o formación de líderes, sino todo lo contrario, debe colaborar con el desarrollo personal de cada persona de manera que la delegación y distribución de tareas sea más fácil. Lo anterior se debe a que el éxito de un proyecto depende en gran parte del impacto acumulado de las fuerzas de liderazgo en todos los niveles.

Los más recientes estudios de liderazgo se han enfocado al comportamiento del líder y del grupo al cual se trata de dirigir. Se encontró que existen cuatro variables principales que deben de ser consideradas en el liderazgo de un proyecto, las cuales son:

- a. Las características del líder.
- b. Las actitudes, necesidades y características propias del grupo.
- c. Las características del proyecto, tales como los objetivos, la organización propietaria, ideología y fines del mismo.
- d. La sociedad y cultura que rodean al proyecto.

Como una conclusión de los factores anteriores, un líder exitoso debe cuidar del ambiente que lo rodea, de las personas a las que dirige; debe ser flexible pero consistente. El líder debe estar atento de la forma en que su comportamiento o liderazgo afecta el comportamiento de los demás, ya que debido a que él pretende en alguna manera cambiar el comportamiento del equipo de desarrollo, puede requerirse que en un momento dado, el líder deba cambiar también su propio comportamiento.

#### **4.3.4 Estilo de liderazgo**

Adicionalmente a las definiciones de liderazgo y las características de un líder, una parte importante del liderazgo es el "estilo" con el cual se ejerce el mismo dentro de un grupo. Básicamente se pueden encontrar dos tipos de liderazgo:

- a. Liderazgo orientado a personal, este tipo de liderazgo normalmente se conoce como democrático, participativo, por medio de consenso del grupo, considerado

y accesible a opiniones y críticas. Este tipo de liderazgo tiene tendencia a aumentar la motivación e integración de los grupos de desarrollo, pero no necesariamente aumenta la productividad del proyecto.

- b. Liderazgo orientado a objetivos, descrito este liderazgo como estructurado, autocrático, calendarizado, estricto, dominante y socialmente alejado. Este tipo de liderazgo tiene la tendencia de aumentar la productividad de un proyecto, pero puede desmotivar o no cumplir con las satisfacciones personales del grupo de trabajo.

Con cualquiera de los estilos anteriores, se debe agregar que el liderazgo exitoso normalmente está acompañado de un grupo de desarrollo exitoso. Así también, el líder con éxito normalmente ha participado en un grupo de desarrollo con éxito. Por esto, en los próximos años en que la administración de proyectos sea más competitiva no se puede aspirar a ser un líder exitoso, si no se ha participado en proyectos exitosos.

En la Figura 4.1. se muestra lo siguiente:

- En el extremo izquierdo, se presenta el liderazgo orientado a objetivos.
- En el extremo derecho, se presenta el liderazgo orientado a personal.
- En la línea horizontal, se presentan las actividades de liderazgo.
- La línea diagonal presenta el grado en que se aplican las actividades de liderazgo de acuerdo con el estilo de liderazgo.

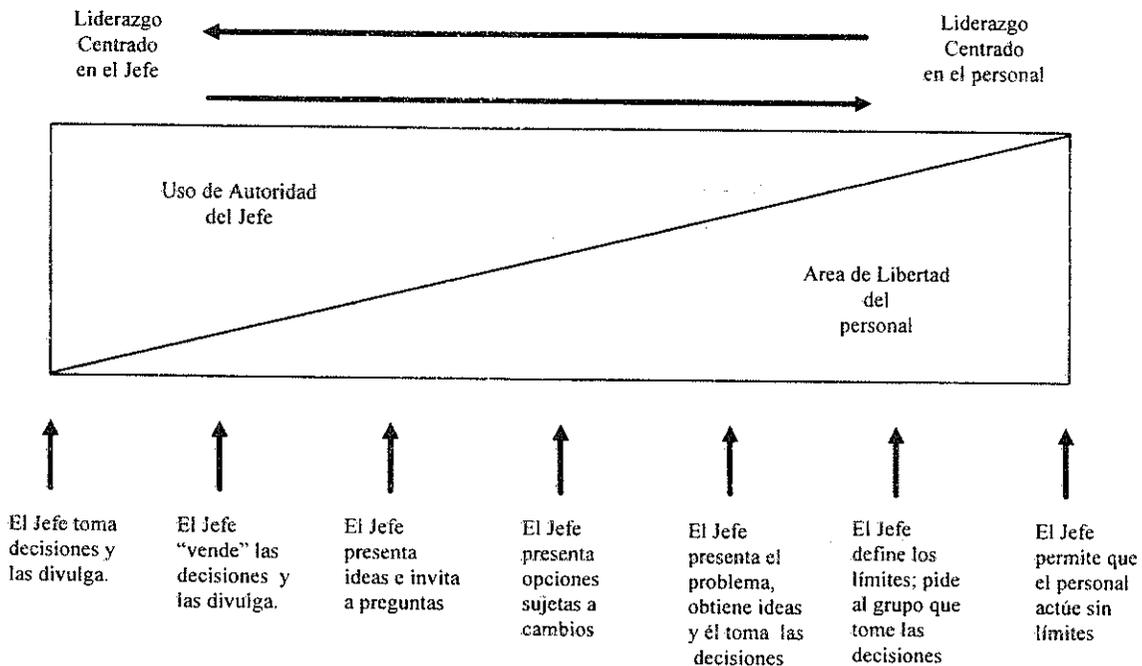


Figura 4.1. Rango de comportamiento de acuerdo al liderazgo del jefe

### 4.3.5 Diferencia entre liderazgo y gerencia

¿Cuál es la diferencia entre liderazgo y gerencia? La gerencia de proyectos es considerada como la planificación, organización y administración de recursos disponibles para alcanzar los objetivos planteados. Por su parte, el liderazgo representa el título de la persona que guía, dirige, coordina y controla las acciones de un grupo de personas. Ambos conceptos fueron presentados y detallados en la páginas anteriores.

La diferencia existente entre liderazgo y gerencia se puede presentar en lo siguiente: el liderazgo es un componente indispensable de la gerencia, los gerentes de proyecto no sólo deben administrar el proyecto, sino también deben aprender a ser líderes exitosos dentro del equipo de desarrollo; un sistema administrativo de control total de calidad se caracteriza por una gerencia de liderazgo. Ninguno de los dos conceptos podría funcionar correctamente en la gerencia de un proyecto si se tratan de aplicar por separado.

Los gerentes líderes son quienes hacen las actividades que son las correctas, las adecuadas, las que se deben hacer. Por eso, los gerentes del sistema administrativo de control total de calidad están siempre preocupados por hacer lo que se debe hacer y para lo cual están constantemente revisando el desarrollo del proyecto.

En contraposición con los gerentes líderes, se encuentran los que son simplemente gerentes, quienes se preocupan por hacer bien las actividades, sin reflexionar si éstas son las correctas o no. Con gerentes de proyectos no líderes, los proyectos se detienen en el tiempo, se anquilosan, dejan de innovar y van poco a poco perdiendo su posición competitiva. Como líderes, los responsables del sistema de control de calidad son personas visionarias, que saben con claridad hacia donde conducir la organización y que trazan el mapa general que conduce al proyecto a sus objetivos.

Los gerentes líderes son consistentes en el propósito de alcanzar sus objetivos y se ganan la confianza de los demás, confianza que es un elemento fundamental de la cultura organizacional del sistema de control total de calidad.

Los efectos de un auténtico liderazgo se deja sentir en la organización de un proyecto; las principales manifestaciones de la existencia de liderazgo son las siguientes:

- El personal se siente importante, las personas son conscientes de que de ellas depende el éxito del proyecto. Saben que su actividad tiene significado e importancia.
- El personal se desarrolla y tiene espíritu de superación. Los líderes saben apreciar las habilidades de sus colaboradores y fomentan su desarrollo personal y profesional.
- El personal se integra realmente en un grupo de trabajo.

## 4.4 Estructura organizacional de un proyecto

Las estructuras organizacionales de una empresa típica actualmente, difieren mucho de sus antecesoras de hace unos 20 años atrás. Las nuevas estructuras organizacionales, el impacto de la informática, la desregularización de productos y la competencia a nivel mundial ha generado una serie de cambios radicales en la manera de administración de la mayoría de empresas.

### 4.4.1 Estructuras organizacionales

Si se considera un proyecto como una empresa, se puede afirmar lo siguiente: la estructura organizacional de un proyecto es reconocido como un grupo de personas que trabajan coordinadas para un propósito específico. El personal es asignado en actividades específicas del proyecto; esta organización es temporal por naturaleza y es elaborada de acuerdo al propósito u objetivo establecido, lo cual difiere de las organizaciones tradicionales que se basan en la funcionalidad de otra empresa, un proceso, una línea de productos o algún otro mecanismo estándar.

Existen básicamente dos tipos de estructura organizacional que se puede tener en un proyecto:

- a. En un extremo, la organización estricta de un proyecto, en la cual el gerente de proyecto maneja la organización como una empresa de un sólo producto. La principal ventaja de esta organización radica en la independencia de toda la organización y la línea directa de mando entre el gerente del proyecto y el equipo de desarrollo, lo cual facilita la toma de decisiones y colabora en aumentar la productividad. La principal desventaja es el alto costo de tener un equipo de personas especializado y la duplicidad de esfuerzos administrativos.
- b. En el otro extremo, la organización tradicional de un proyecto empresa, en la cual se consideran todos los aspectos generales de la empresa para la que se trabaja. Es decir, el equipo de desarrollo pertenece a la organización completa, con sus reglamentos, normas y procedimientos. En contraposición al inciso anterior, los costos de la organización de este tipo se reducen notablemente, sin embargo, la toma de decisiones puede ser afectada por la institucionalidad de la organización.

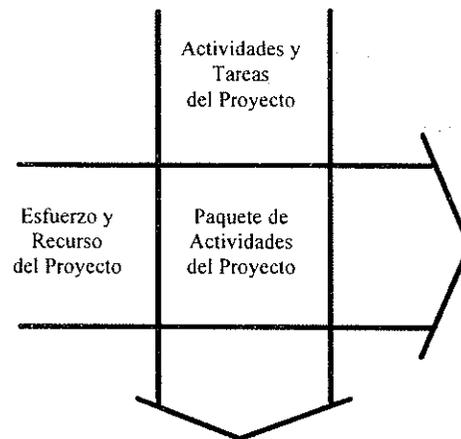
Como un ejemplo, se puede mencionar que en la actualidad muchas de las entidades financieras de Guatemala han decidido, en su mayoría, optar por estructuras similares al primer tipo de estructura organizacional con el fin de descentralizar procesos y aumentar la productividad. En el marco de producción de una empresa, este tipo de estructuras son conocidas como empresas de servicios.

#### 4.4.2 La organización matricial

La parte fundamental de la estructura organizacional de un proyecto se encuentra en la flexibilidad que ésta pueda proporcionar a lo largo de la vida del proyecto. La estructura organizacional debe ser construida de acuerdo con el proyecto y a su comportamiento dentro del ciclo de vida; conforme se avance en el desarrollo de las actividades, la estructura organizacional debe responder y brindar los recursos necesarios para cada una de las tareas.

Una de las estructuras que cumplen en alto porcentaje con lo propuesto en el párrafo anterior es la conocida estructura matricial, la cual no es más que una mezcla entre la estructura extrema de un proyecto y la estructura tradicional de una empresa. El grado de mezcla entre un extremo y el otro debe ser determinado por los requerimientos exactos de cada proyecto.

En su forma más elemental, se presenta la estructura organizacional en la Figura 4.2.; en esta gráfica se puede notar que la flecha horizontal representa el recurso humano y en la flecha vertical representa la función del proyecto. En el cruce existente entre ambas flechas, se presenta el "paquete de actividades del proyecto".



**Figura 4.2.** Intersección entre los recursos y actividades del proyecto:  
Paquete de Actividades del Proyecto

El desarrollo de un proyecto requiere que el total de actividades sea dividido desde la parte más alta hasta llegar a las funciones más elementales (software, hardware, servicios). Un grupo de funciones elementales se le llama "paquete de actividades del proyecto", las cuales son fácilmente asignadas directamente a una persona o un profesional. La persona que recibe el paquete de funciones elementales se responsabiliza de realizar estas actividades y cumplir con los objetivos que se pretenden alcanzar, que involucra tiempo, costo, y rendimiento.

La premisa en la que se basa la estructura organizacional de matriz es que los objetivos pueden ser alcanzados de una mejor forma, siempre y cuando los recursos del proyecto sean enfocados directamente hacia ellos, sin utilizar las estructuras tradicionales de organización y asignación de tareas. La estructura matricial puede cambiar de acuerdo con los nuevos proyectos que se realicen y de acuerdo con el ciclo de vida de un proyecto. Por otra parte, es posible optimizar el uso de recursos de esta manera, ya que un profesional puede ser fácilmente asignado a nuevas tareas o proyectos para evitar tener una estructura burocrática muy grande.

Se puede concluir, de acuerdo con lo anterior, que la clave para tener éxito en el uso de la estructura organizacional matricial es la definición exacta de una estructura de trabajo dividida del proyecto ( WBS: Work Breakdown Structure); a partir del WBS, se puede entonces dar paso a la creación de una organización matricial adecuada para que tome cada actividad del WBS para analizarla, estudiarla y ejecutarla de la mejor a manera, según los objetivos establecidos.

#### **4.4.3 Fallas y problemas organizacionales**

Para muchas organizaciones, la administración de personal se ha convertido en un verdadero problema, que ha puesto un obstáculo para el desarrollo y productividad de la empresa. En muchas ocasiones, las actitudes, necesidades y satisfacciones de cada elemento de la empresa se han visto con desdén y no le han dado la importancia necesaria como unidad de producción. Todo esto ha redundado en la aparición de entidades tales como sindicatos de trabajadores, que tienen como ideal velar por el derechos y condiciones laborales.

Como respuesta al convulsionado manejo de los seres humanos, los departamentos de personal se han especializado en la psicología humana y se han creado las unidades de recursos humanos. Estas unidades tienen como objetivo principal colaborar con la administración, manejo, especificación de actividades descripción de puestos, condiciones laborales de cada uno de los trabajadores de una empresa.

Aunque los puntos presentados en los párrafos anteriores quedan fuera del alcance de este trabajo de tesis por lo extenso del tema, es importante mencionarlos como marco de referencia sobre los problemas en el manejo y administración del recurso humano. A continuación, se presentan las principales fallas organizacionales con las que un gerente de proyectos se puede encontrar:

- Sub-Staff

El proyecto no posee el suficiente recurso humano para cumplir con los objetivos planteados, por lo que existe una sobrecarga de trabajo y puede llegar a causar

desmotivación y hasta abandono del proyecto de parte del personal.

- Sobre-Staff

Existe más personal del necesario dentro de la organización del proyecto, lo cual causa problemas de administración y manejo de mayor número de personas con tiempo de ocio, así también recarga los costos del proyecto.

- Gerencia de proyectos sobrecargada

El gerente de proyectos posee demasiada responsabilidad por lo que no tiene el tiempo para realizar cada actividad correctamente, en realidad no existe una delegación de autoridad.

- El gerente de proyectos es un "tecnócrata"

El gerente de proyectos no posee las cualidades o habilidades de gerencia, administración o liderazgo, por lo que no es capaz de manejar al equipo de desarrollo, a pesar de tener los conocimientos suficientes sobre la tecnología que se utiliza.

- Distribución de responsabilidades es ambigua

Los recursos y funciones no han sido distribuidos correctamente por lo que se pueden dar cualquiera de los siguientes casos: duplicar esfuerzos en algunas tareas o en no aplicar esfuerzo alguno en otras.

- Recursos necesarios no se encuentran disponibles

La sincronización de actividades con recursos es un elemento indispensable en el desarrollo del proyecto; si no existe la coordinación entre recursos y personal puede causar desperdicio de horas/hombre de trabajo y puede ser una limitante para alcanzar los objetivos del proyecto.

- La "Torre de Babel"

La comunicación entre los diferentes miembros del equipo de desarrollo no debe dejarse por un lado, los problemas de comunicación pueden retrasar el proyecto y causar inconformismo dentro del personal. Se debe tratar que el personal posea un nivel cultural, tecnológico y social similar para evitar los problemas de comunicación. Así también la gerencia de proyectos debe identificar y establecer los medios de una comunicación efectiva.

- La curva de aprendizaje rota

En muchos proyectos, es común que las actividades se desarrollen sobre un cronograma de actividades demasiado exigente, lo cual trae problemas para las personas que poseen poca experiencia, ya que el gerente de proyectos exige los resultados no importando los medios que se utilicen para alcanzarlos. Es decir, las personas se preocupan únicamente por obtener los resultados no importando si para esto deben desperdiciar recursos, hacer programas sin estructuración, no utilizar una metodología de desarrollo, olvidarse completamente de la documentación, etc. Bajo las condiciones anteriores, el personal no recibe entrenamiento alguno y las actividades se realizan bajo un empirismo total, ya que no se dió el tiempo necesario para educar al personal y así utilizar los métodos adecuados.

- El proyecto con segunda intención

Este problema se puede dar cuando en alguno de los miembros del equipo de desarrollo existen intereses personales en el proyecto, los cuales pueden ser bienes económicos, posición, poder, influencias, capacitación personal, etc., es decir, que el proyecto es utilizado como un "trampolín".

- Responsabilidad impotente

La responsabilidad impotente se da cuando una persona debe realizar determinadas actividades, pero no posee los recursos o la autoridad suficiente para llevarlas a cabo. Este problema se puede dar en cualquiera de los niveles de la organización incluyendo al gerente de proyectos.

- Toma de Decisiones

El proceso de toma de decisiones es un aspecto crítico para resolver las diferentes situaciones que se dan durante la vida de un proyecto. Debe existir un proceso dinámico y congruente para evitar los retrasos por causas burocráticas en la toma de decisiones.

#### **4.5 Integración del recurso humano**

La administración exitosa de proyectos, independientemente de la estructura organizacional, tiene un grado de eficiencia tan alto como el del personal involucrado y los líderes que realizan las funciones claves. La administración de proyectos no es una labor de una sola persona, esto requiere un grupo de individuos dedicados a alcanzar un objetivo específico. Normalmente se incluye: un gerente de proyectos, un asistente del gerente de proyectos y un grupo de trabajo.

### 4.5.1 Equipo de desarrollo

Para poder alcanzar los objetivos y metas del proyecto, es necesario que se realice una serie de actividades en forma oportuna, eficaz y coordinada. Es decir, es necesario que se contrate un grupo de personas para que se encarguen de la realización de las diferentes actividades que son indispensables para el logro de las metas establecidas, tanto a corto, a medio y a largo plazo durante el ciclo de vida del proyecto.

Se debe tener completamente claro, que toda persona que se contrata en un proyecto, es para que se encargue de lograr algo importante. Es decir, toda persona dentro de una organización tiene una misión. Nadie ha sido contratado porque sí, ni para que se encargue de hacer actividades innecesarias o poco importantes.

También es conveniente entender que ahora decimos que algo es importante, solamente cuando es necesario o indispensable para el logro de los objetivos del proyecto. Y que su importancia es mayor o menor según el grado en que contribuye al logro de las metas.

#### 4.5.1.1 Integración del equipo de desarrollo

En muchas ocasiones, el gerente de proyectos, debido a las presiones de tiempo y costo del proyecto, se apresura demasiado en realizar la integración del personal que realizará las actividades del proyecto. Aunque el gerente de proyectos considere que la prioridad del proyecto sea de selección y contratación de personal, no es posible realizar un adecuado proceso de selección y contratación de personal calificado sin antes definir los pilares básicos sobre los cuales recaerá la administración del proyecto.

Por otra parte, durante la integración del equipo de desarrollo es normal que exista un ambiente de incertidumbre y ansiedad dentro del personal nuevo del proyecto. Esto se puede deber a diferentes causas; entre las principales se pueden dar las siguientes:

- Algunas personas puede que nunca hayan trabajado con un gerente de proyectos, por lo que el estilo de liderazgo y autoridad puede ser un efecto diferente en su forma de trabajo.
- Las personas con experiencia esperan para determinar si el tipo de trabajo del proyecto realmente coincide y es aceptado para sus intereses profesionales y personales.
- La carga e intensidad del trabajo no puede ser predecido o estimado para el personal que es nuevo, ya que no conocen los planes completos del proyecto.

Sin embargo, la solución para todos los aspectos anteriores durante la formación del equipo de desarrollo se encuentran ampliamente definidos, es decir, las herramientas para describir sistemáticamente la organización del recurso humano dentro de un proyecto se

encuentran dentro de los conceptos básicos de la administración, los cuales son principalmente los siguientes:

- Organización del proyecto

La documentación sobre la organización del proyecto debe describir ampliamente la misión del proyecto, el alcance, responsabilidades, autoridades, estructura organizacional, interfaces y jefaturas inmediatas dentro del proyecto.

- Organigrama del proyecto

A pesar de la documentación que exista sobre el proyecto, es indispensable contar con un organigrama del personal que se encuentra involucrado dentro del proyecto, de manera que sea claramente visible la ubicación de cada persona.

- Perfil y función de cada puesto

Se debe contar con la descripción detallada del perfil de las personas que se deben contratar para cubrir los puestos definidos dentro del organigrama. Así también, se debe contar con la totalidad de funciones que deberá realizar cada persona que se contrate, de forma que cada persona contratada tenga conocimiento de lo que se espera de él.

- Matriz de responsabilidades

La matriz de responsabilidades deberá presentar en una forma resumida las funciones de puestos vrs. actividades.

#### **4.5.1.2 Selección de los recursos humanos del proyecto**

La selección de los recursos humanos del proyecto es una de las actividades de mayor importancia durante la fase de creación de un proyecto. Debido a la necesidad de reducir tiempos y costos dentro del proyecto, esta actividad no siempre se realiza de forma adecuada; como se mencionó anteriormente, la solución básica se encuentra en los principios fundamentales de la administración.

Por lo tanto, únicamente cuando la organización del proyecto ha sido definida, se puede iniciar con el proceso de evaluación, selección y reclutamiento de personal.

Como una guía general, se presenta la Tabla 4.4. de la siguiente página, la cual contiene los aspectos fundamentales sobre los cuales se debe basar una entrevista de trabajo para ocupar uno de los puestos dentro de la organización del proyecto.

- 1. Información para el candidato sobre la responsabilidad del puesto**
  - ¿Cuáles son los objetivos del proyecto ?
  - ¿Quiénes son los involucrados y la función de cada uno ?
  - ¿Cuál es la estructura organizacional del proyecto y sus relaciones con la empresa o con otros proyectos ?
  - ¿Cuál es la importancia del proyecto para toda la organización o para el departamento, incluyendo los efectos a corto, mediano y largo plazo?
  - ¿Por qué el equipo de desarrollo fue seleccionado y asignado al proyecto ?
  - ¿Cuál es la función que desarrollará el candidato específicamente ?
  - ¿Cuáles son las responsabilidades y expectativas generales del equipo de desarrollo ?
  - ¿Cuáles son las ganancias, remuneraciones o premios si el proyecto es terminado a tiempo ?
  - Abiertamente describir los problemas y limitaciones que se encontrarán en el desarrollo del proyecto
  - ¿Cuáles son las “reglas del juego” que se utilizarán para el control y administración del proyecto?
  - ¿Cuáles son los retos y méritos que tiene el proyecto ?
  - ¿Por qué el concepto de grupo de trabajo tiene importancia en el proyecto y como debería trabajar ?
- 2. Determinar habilidades y experiencia del candidato**
  - Ampliar la experiencia similar que pueda poseer, desde lo específico hasta lo más general
  - Determinar las aptitudes más relevantes para el ambiente del proyecto: tecnología, herramientas y técnicas de ingeniería, relación con usuarios, mercadeo de productos y conocimiento sobre el tipo de aplicación del proyecto
  - Determinar las aptitudes de administración, liderazgo, control, planificación y trabajo en grupo. Ejemplo: Se debe utilizar situaciones reales de un proyecto: “¿ Cómo manejaría Usted esta situación ...?”, hacer esto con cada punto importante según el puesto.
- 3. Determinar la compatibilidad de habilidades e intereses**
  - ¿Cuáles son los objetivos e intereses profesionales del candidato ?
  - ¿Cómo el candidato puede trabajar con otras personas, usuarios, profesionales, etc. ?
  - ¿Cómo el candidato podría trabajar compartiendo autoridad, trabajar para dos proyectos o trabajar con una organización matricial con poca o sin autoridad formal ?
  - ¿Qué sugerencias tiene el candidato para alcanzar el éxito en un proyecto ?
- 4. Promocionar el trabajo en grupo**
  - Explicar las ventajas competitivas que brinda el trabajo en grupo, aspectos financieros, profesionales, reconocimiento, retos y puntos de partida para el desarrollo personal.
- 5. Negociación de condiciones de trabajo y compromisos**
  - Revisión de aspiraciones financieras del candidato
  - Negociación de condiciones del candidato para integrarse al proyecto: salario, contrato, transferencia y criterios para medir rendimiento.
  - Obtener el compromiso personal del candidato para cumplir con los objetivos del proyecto
  - Condiciones y tiempos finales para la integración al proyecto.

Tabla 4.4. Principales aspectos que deben considerarse en el desarrollo de una entrevista

#### 4.5.2 Grupos de trabajo

Se llama grupo a una asociación de dos o más personas identificables unidas entre sí por determinados vínculos, que tengan conciencia del grupo, se comuniquen entre sí y

tengan metas, objetivos o ideales comunes. Por lo cual, para que exista un grupo se requiere:

- Dos o más personas identificables.
- Una relación o vínculo entre ellas, de carácter duradero, no accidental ni pasajero.
- Que entre sus integrantes haya conciencia de grupo y de su cometido.
- Un objetivo común.
- Una organización de trabajo.
- Alguna reglamentación de la acción y la relaciones grupales.

Como referencia adicional y para evitar confundir el término de grupo de personas con el término de masa de personas se debe conocer cuando se habla de psicología de grupos y de psicología de masas.

Es un hecho que las masas ejercen una extraordinaria presión psicológica sobre los individuos. Estos dentro de la masa sienten y obran de modo inesperado. Las condiciones que se requieren para que exista una masa son:

- Un gran número de personas.
- Un objetivo que atraiga la atención de todos.
- Ciertos modos análogos de pensar y de sentir respecto al objetivo.
- Mutua influencia entre los individuos.

Partiendo de la diferencia presentada entre grupos y masas, los elementos básicos que componen el grupo son los siguientes:

- Los integrantes del grupo.

No hay individuos iguales, y por lo mismo no hay grupos iguales. Para que se forme el grupo deben integrarse las diferencias individuales dentro de un espíritu de cuerpo o de equipo. Cada miembro del grupo tiene sus tendencias y problemas personales y no está vinculado al grupo con la misma fuerza. De ahí la necesidad de crear una mística y una cohesión básica entre ellos. Sin embargo, a diferencia de las masas, esta cohesión no diluye al individuo, no lo sacrifica convirtiéndolo en un número. Su personalidad es tenida en cuenta y desarrollada dentro del actuar colectivo.

- El líder

Es aquel individuo que piensa y descubre con mayor rapidez y perfección que los demás las ideas y los modos de obrar; o en ocasiones, aquel designado por la organización como jefe del grupo. Sucede, así, muchas veces que el líder del grupo

sea formalmente uno, e informalmente otro. Los aspectos de liderazgo fueron presentados en las primeras secciones de este mismo capítulo.

- Los objetivos grupales

Son un factor primordial, todo grupo debe tener un objetivo en común para que funcione correctamente. Este es un vínculo de unión entre sus miembros y la razón de ser del grupo. Los objetivos deben funcionar dentro del grupo de la siguiente forma:

- Unifican la acción y encauzan los esfuerzos
- Dan mística al grupo; generan motivación, sentimiento de identidad, satisfacción por el logro de las esperanzas grupales.
- Deben ser claramente percibidos, conocida su manera de lograrlos, asequibles a corto o largo alcance, establecidos en consenso por el grupo. El tiempo trabajado por los integrantes del grupo definiendo sus objetivos; no es tiempo perdido pues ayuda a imprimir impulso a su ejecución.
- Deben replantearse periódicamente, de acuerdo con la etapa del ciclo de vida del proyecto.
- Deben enunciarse y determinar quiénes los van a realizar, cómo se van a llevar a cabo y cuál es su campo de acción.
- Deben ser compatibles con la organización en general.
- Deben ser modulares, es decir, conducir a objetivos más altos.
- Deben ser aceptados por el grupo.

#### 4.5.2.1 La moral del grupo

La moral del grupo consiste en el entusiasmo y la efectividad en la acción grupal. La moral de un grupo está manifestada por:

- Las buenas relaciones interpersonales
- El interés por el logro de objetivos comunes
- El buen funcionamiento de la autoridad formal
- La confianza en el logro de los objetivos y en la aptitud de los medios para conseguirlos
- Cooperación y espíritu de participación en las decisiones
- Tolerancia en las dificultades: cuando un grupo funciona bien, las dificultades exteriores tienden a unirlos aún más.

#### 4.5.2.2 Diversas clases de grupos

Dentro de un proyecto, los grupos pueden dividirse, según un sin número de criterios, en grupos de: acción, reflexión, defensa de los propios intereses; primarios y

secundarios; de estudio y de ejecución; formales e informales. A continuación se dividen los grupos, en función de su liderazgo, de la siguiente forma:

- El grupo estrictamente autocrático.

Está centrado en la autoridad del jefe. El jefe de grupo cree que la producción es directamente proporcional a la vigilancia. El personal del equipo de desarrollo son simples ejecutores de sus órdenes. La disciplina es la norma suprema. Al trabajador se le paga; eso es suficiente. Su deber es obedecer, cumplir órdenes, sin hacer preguntas ni dar opiniones. El no tiene autoridad ni capacidad de juicio. Al equipo se le trata de manera grosera, sin ayudarlo psicológicamente.

Las reacciones y la baja moral de este grupo se manifiesta particularmente en los siguientes fenómenos:

- Faltas colectivas y frecuentes al trabajo.
- Competencia interna entre el personal.
- Evasión de toda responsabilidad
- Baja de la producción en ausencia del jefe.
- Frustración del personal al no lograr mediante el trabajo la satisfacción de las necesidades básicas de su personalidad. El individuo, en efecto, se siente dominado, no autónomo. Su esfuerzo personal no es tomado en cuenta; todo se atribuye al jefe, contra los compañeros o contra el trabajo, o a falta de interés y a la apatía por la labor o la institución.
- Inseguridad. El individuo siente desconfianza en sus propias capacidades. El futuro se presenta incierto.
- Imposibilidad de iniciativa y de mejora personal.
- Tensión nerviosa y egocentrismo.

- El grupo autocrático y paternalista

Dentro de este grupo ya existe interés por el personal, pero todo gira alrededor del jefe, quien se preocupa por formar un grupo familiar, como instrumento para afianzar la propia autoridad. La iniciativa de los trabajadores es muy reducida. Todo depende del jefe; pero el método de dependencia es muy sutil. La benevolencia del jefe tiene un fin: obtener dependencia y lealtad de sus trabajadores.

Las reacciones de este grupo son las siguientes: los trabajadores se sienten más cómodos y estimados en su trabajo, pero falta la iniciativa individual o colectiva. Se evitan las responsabilidades. La producción se mantiene a alto nivel siempre que el jefe esté presente; pero hay latente inconformidad y rebeldía en caso de exceso de trabajo. El personal ingenuo simpatiza con su jefe, no así aquellos que descubren las verdaderas intenciones de éste. El grupo es demasiado sumiso y dependiente.

Si bien el personal logra satisfacer en parte sus necesidades de pertenencia y logro personal, esto se realiza a costa de la autonomía. La frustración es más lenta. Se presenta más bien cierta regresión hacia el infantilismo. En lugar de progresar hacia mayor responsabilidad, el personal retrocede hacia mayor dependencia e incapacidad.

- El grupo anárquico o liberal

El jefe de este grupo, probablemente por su incapacidad, se mantiene alejado de los trabajadores y dimite a toda decisión. El grupo camina sin rumbo y en desorden. No se ven claros sus objetivos. No se resuelven los problemas. Puede también creerse, en él, que ser buen jefe consiste en dejar hacer, sin orden ni disciplina.

Este es el grupo que manifiesta mayor pobreza de ánimo y más baja producción. El trabajo es mediocre y se ve poco interés por mejorarlo. Hay descontento y conflicto entre el personal y se culpan unos a otros de lo que sucede. Prácticamente no existe el trabajo colectivo. Nadie sabe qué hacer ni qué esperar. No hay aspiraciones ni motivación, pues existe gran inseguridad.

- El grupo democrático

Las características fundamentales de este grupo son las siguientes:

- Las metas y objetivos, así como los medios de realización, son establecidos por el grupo.
- Todos los integrantes se sienten libres de intervenir y corresponsables en los éxitos y fracasos.
- En las decisiones prevalece el consenso del grupo; los opositores tienen libertad para manifestar sus puntos de vista.
- Las ideas o iniciativas, una vez aceptadas, son del grupo; no de quien las presenta.
- El líder está al servicio del grupo, no sobre él.
- Las decisiones sobre planificación, asignación de tareas y programación son siempre compartidas con el grupo.
- Se tiene el cuidado de fomentar la participación y de insistir en el sentido de responsabilidad.
- Cada trabajador procura entender claramente su trabajo y obtener satisfacción de él.
- Se emplea el elogio y se valoran las sugerencias.

Se ha comprobado que el grupo democrático es aquel que despliega mayor entusiasmo por el trabajo. La moral en él es muy alta. Existe el entusiasmo,

comprensión y la responsabilidad. Es decir, se satisfacen las necesidades fundamentales de la persona humana, las cuales son:

- Libertad de acción. Cada persona desea poder actuar con suficiente margen de iniciativa para sentirse creador. Pero también necesita objetivos claros y definidos. Por ese motivo, una libertad completa, como en el grupo anárquico, conduce a la frustración.
- Pertenencia a un grupo. La persona anhela sentir que su trabajo es útil y está relacionado con el de otros.
- Seguridad. Consiste esencialmente en un sentido de confianza en las propias capacidades, que la hace de enfrentarse a situaciones nuevas. La autocracia genera dependencia; la democracia hace surgir la responsabilidad.
- Éxito. El individuo necesita ver que sus esfuerzos culminan con el logro de un objetivo. En el grupo autocrático quien tiene éxito o fracasa es el jefe, pues el trabajador es un simple ejecutor de órdenes. El grupo democrático, fomentando la participación, hace que el individuo se sienta corresponsable en éxitos y fracasos. El individuo desea realizar alguna tarea, responder por algo.
- Relación. El ser humano busca relaciones con los demás: afecto, comprensión, respeto, sentimiento de ser útil y digno de confianza; de ser objeto de ayuda y de consejo.
- Reconocimiento. El hombre busca prestigio, ser alguien, ser considerado importante. En el grupo democrático, el individuo adquiere prestigio por sus méritos, ideas y realizaciones.
- Experiencias nuevas. La persona humana gusta de ver gente nueva, de encontrarse ante situaciones y realizaciones nuevas; desempeñar nuevas responsabilidades, nuevos papeles; participar en algo importante e interesante.

#### 4.5.2.3 Cómo formar un grupo de trabajo democrático

Para integrar un grupo de trabajo democrático el papel del gerente o jefe de proyecto es esencial, el cual debe realizar los siguientes pasos básicos para lograr formarlo:

- Ventilar los problemas con el grupo, con sinceridad, sin adoptar actitudes defensivas.
- Organizar reuniones periódicas, en las cuales el grupo exprese sus ideas y organice sus actividades. Estas reuniones deben hacerse con regularidad y adecuada preparación. No deben reducirse a mera palabrería sin conclusiones concretas.

- Que las decisiones sean tomadas por el grupo, con la supervisión del jefe de grupo, el cual deberá mostrar al grupo sus limitaciones haciendo que el grupo sea más realista y se responsabilice.
- Tender a objetivos definidos: sin ellos no son posibles la unidad y la corresponsabilidad. Sin sentido de dirección no hay conciencia de progreso y éxito.
- Normas de trabajo establecidas por mutuo acuerdo: son garantía del éxito, la coordinación y la eficiencia.
- Amplia posibilidad de responsabilidad. El jefe será cada vez menos necesario como director, propulsor y motivador, pues el grupo debe asumir sus propias responsabilidades.

#### 4.5.2.4 El trabajo en grupo y sus ventajas

Se entiende por trabajo en grupo la participación activa en la discusión y solución de un problema por parte de varias personas que unen en forma conjunta sus conocimientos, experiencias y capacidades para el logro de soluciones válidas y aceptadas por todos. El trabajo en grupo trae consigo las siguientes ventajas:

- Aprovecha mejor las cualidades de las personas y los medios disponibles.
- Hace posible soluciones mejores y más eficaces.
- Abre nuevas perspectivas a los participantes, aumentando su capacidad de reflexión.
- Estimula a todos para alcanzar una mayor eficiencia y preparación.
- Encauza las energías latentes hacia fines productivos.
- Facilita la comprensión de las situaciones y las actitudes de los diversos miembros.
- Da oportunidad de colaborar activamente en el funcionamiento de la empresa.
- Favorece la mutua comprensión al fomentar la costumbre de ver los problemas desde el punto de vista de los demás.
- Se cambia el concepto de jefatura. No hay dependientes sino colaboradores; lo que vale en el jefe no es su puesto sino sus capacidades, su competencia y su personalidad.
- No todas las situaciones pueden resolverse por medio de órdenes o conferencias.
- Cuando es necesario un cambio de política o se requiere imaginación creadora, o la decisión necesita la adhesión de muchos o el cambio de comportamiento de algunos, no hay medio mejor que la discusión en el grupo.

Sin embargo, el gerente de proyecto debe cuidar que el trabajo en grupo no degenera en pérdida de tiempo, por lo que se debe evitar los siguientes:

- Discutir en grupo aquello que puede resolverse mejor de otra manera.
- La realización de reuniones demasiado frecuentes y no preparadas.

- Dejarse dominar por el más hábil maniobrador, que no siempre es el mejor. No siempre tres cabezas piensan mejor que una.
- Formar grupos demasiado numerosos y sin organización.
- El tema de las reuniones no interese a la mayoría.
- La discusión sea vaga, sin hechos, ni conclusiones y sin análisis.
- La falta de actitud positiva hacia el trabajo en grupo, debido a que siempre se haya recurrido a la decisión autoritaria.
- La falta de buen ambiente físico y psicológico.

No conviene desprestigiar las primeras reuniones: debe llegarse a algo práctico; para ello es conveniente comenzar con reuniones sencillas y de carácter informativo. Sólo después se recurrirá a reuniones más complicadas, en cuanto a solución de problemas. El jefe de grupo debe saber que habrá crisis, y debe estar listo para superarlas. Debe prepararse socialmente el ambiente.

#### **4.5.2.5 El grupo eficaz**

La eficacia de un grupo se mide por el logro de metas, tanto de objetos como de satisfacciones y experiencias. Por lo tanto, siendo diferentes las necesidades de los individuos, un grupo puede ser eficiente para alguno de sus miembros e ineficiente para otros. La eficacia de un grupo se da en función de diversas variables que pueden ser independientes, intermedias y dependientes.

Las variables independientes pueden ser estructurales, ambientales y de tarea. Son variables independientes estructurales las siguientes: tamaño del grupo, homogeneidad, características personales, jerarquía, comunicación y organización. Son variables independientes ambientales las siguientes: lugar físico sociológico y cultural; función del grupo dentro de la organización; relaciones entre los grupos de la comunidad. Las variables independientes de tarea se refiere a la naturaleza y complejidad del trabajo que se va a realizar.

Las variables intermedias son una especie de nexo entre las variables independientes y dependientes. Son aquellas que condicionan prácticamente la influencia de las variables independientes, tales como el estilo de mando, la motivación, las relaciones humanas y la participación. De la interrelación de estas variables surgen las variables dependientes, como la productividad, y la satisfacción.

Con base en estas nociones, se pueden afirmar los siguientes principios:

1. La eficacia de un grupo depende de las variables estructurales. Entre ellas se subrayan las siguientes:

- a. El tamaño del grupo. La eficacia de un grupo no es directamente proporcional al número de sus integrantes, ya que su cohesión y motivación no aumentan proporcionalmente. Se puede afirmar lo siguiente:
- Los grupos pequeños son más coherentes que los grandes.
  - La satisfacción es mayor en los grupos pequeños. Las discusiones entre pocos son más eficaces, más activas y menos frustrantes. Se ha demostrado que en una empresa organizada en grupos pequeños y semiautónomos es menor el ausentismo laboral y son mayores las satisfacciones.
  - En los grupos pequeños la comunicación es mayor. En cambio en los grupos amplios; ésta tiende a centralizarse en una persona o en un subgrupo. La inhibición aumenta a medida que aumenta el grupo, bloqueando la participación.
  - Cuanto más grande es un grupo, el liderazgo tiende a ser más autocrático, con las consecuencias del mismo.
  - La productividad laboral tiende a aumentar en las organizaciones descentralizadas.

Sin embargo, el tamaño óptimo de un grupo es función de la complejidad de la tarea, de la homogeneidad-heterogeneidad de sus miembros, etc. Cuanto más compleja es la tarea mejor es un grupo pequeño; cuanto más homogéneo el grupo, puede ser más grande.

- b. La composición del grupo. Es claro que las características individuales influyen en la eficacia del grupo. Una reunión de incompetentes es incompetente. La madurez, la adaptabilidad y la aceptación del prójimo son factores positivos, mientras la suspicacia, la frialdad y la intolerancia son factores negativos.
- c. La homogeneidad de las personas en sus valores e interés da origen a grupos más estables y satisfechos en labores que exigen comprensión personal. Sin embargo, cuando se trata de trabajos complejos y problemáticos la heterogeneidad bien organizada es más productiva.
- d. La compatibilidad es un factor muy importante, ya que evita la pérdida de energías en la solución de problemas interpersonales. Por ese motivo cuando se eligen comisiones para una tarea, deben tenerse en cuenta las simpatías personales. A medida que la complejidad de la tarea aumenta, el efecto de la compatibilidad entre los miembros del grupo sobre el rendimiento se hace mayor.

- e. Los canales de comunicación. Las formas ideales de comunicación son el círculo y la rueda, como lo muestran los sociogramas de la Figura 4. 3

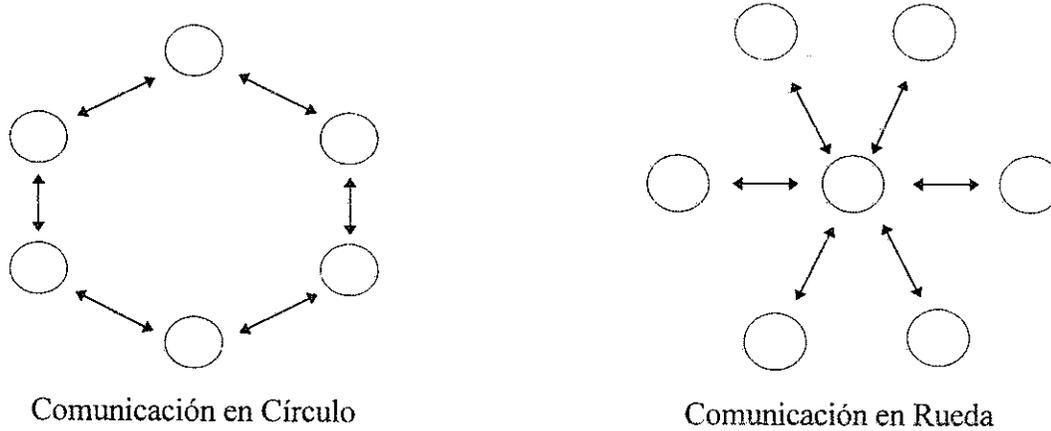


Figura 4.3. Sociogramas ideales de comunicación

Varios experimentos han demostrado que la rueda resulta mejor para los problemas fáciles y el círculo para problemas difíciles. En efecto, en la solución de problemas difíciles con el sistema de rueda, el jefe se satura y se quemara.

Cuanto mayor es la conexión de la red, mayor es la satisfacción. Un individuo está tanto más satisfecho cuanto mayores redes de comunicación tiene.

2. La eficacia de un grupo depende en parte de las variables ambientales. Entre ellas se subrayan las siguientes:
  - a. Lugar físico: en las reuniones, el ambiente físico tiene gran influencia.
  - b. El ambiente sociocultural. La falta de educación o entrenamiento para trabajar en grupo, los resabios culturales, etc., dificultan la comunicación y la colaboración.
  - c. La función del grupo dentro de la organización. Un grupo sin objetivos claros, definidos y alcanzables no funciona.
  - d. La relación con otros grupos. De no existir ésta, las decisiones del grupo o su trabajo se tornará ineficaz dentro del contexto de la empresa o de la comunidad.

La eficacia de un grupo depende en parte de la naturaleza y la complejidad de la tarea por realizar. No todos los trabajos son siempre aptos para realizarse en grupo. De la complejidad de la tarea, deberá depender el tamaño del grupo, su organización, su homogeneidad, etc. Generalmente el grupo resulta muy eficaz

cuando hay diferentes soluciones posibles y cuando se requiere muchos conocimientos, información y puntos de vista.

3. La eficacia de un grupo se halla en parte determinada por la naturaleza de las interacciones entre los miembros. Entre ellas se subrayan las siguientes:
  - a. La clase de liderazgo: autocrático, paternalista, anárquico o democrático. La demasiada vigilancia, el autoritarismo o el desorden influyen en la eficacia de una organización.
  - b. La motivación. Cuando la empresa tiene un objetivo común hay mayor participación, interés, coordinación, comunicación, comprensión de los problemas, satisfacción y productividad.
  - c. Las relaciones humanas. Son muy importantes; sin embargo, no lo son todo. La amistad puede ser eficiente o ineficiente. Un grupo puede fomentar momentáneas satisfacciones pero sin eficiencia colectiva. Una amistad promueve comunicación, pero cuando es muy íntima puede alejar las metas grupales.

### 4.5.3 Círculos de calidad

Desde el punto de vista de Control Total de Calidad, los grupos de trabajo dentro de una organización reciben el nombre de Círculos de Calidad. En la sección anterior se presentó una serie de aspectos fundamentales sobre el manejo de grupos en términos generales; a continuación se describen otros aspectos básicos que se basan en los conceptos del Control Total de Calidad.

El control de calidad del trabajo que realiza cada persona dentro del proyecto tiene éxito en la medida en que cada uno de los mismos asume su responsabilidad respecto a sus tareas específicas. Cada miembro del equipo de desarrollo tiene el contacto directo con los hechos, conocen la situación concreta y son los que mejor pueden identificar las soluciones a los problemas.

El círculo de control de calidad está constituido por un grupo pequeño, que desarrolla actividades de control de calidad, voluntariamente, dentro de un mismo proyecto. Los integrantes de este pequeño grupo, como parte de las actividades de control de calidad en toda la empresa, se preocupan en forma continua por desarrollarse personalmente y en el grupo por llevar a cabo, con participación de todos los miembros, el control y mejoramiento dentro del taller utilizando las técnicas del control de calidad.

Tres son las ideas básicas de los círculos de control de calidad:

- Contribuir al mejoramiento y desarrollo del proyecto.

- Promover el respeto que es debido a la persona humana y procurar que tanto el lugar como el ambiente de trabajo resulten agradables, al grado de que valga la pena desempeñar en ese medio la actividad laboral.
- Contribuir al ejercicio de las habilidades que las personas poseen y al desarrollo de otras capacidades que están latentes en ellas.

#### **4.5.3.1 Como iniciar las actividades de un círculo de control de calidad**

Uno de los requisitos para iniciar las actividades de círculos de control de calidad en un proyecto es que la empresa completa de desarrollo de software implante el control total de calidad, ya que dichas actividades son parte del sistema de dicho control y no pueden llevarse a cabo independientemente de él. Sin el compromiso por parte de la empresa hacia el control total de calidad, los círculos no tendrán aliciente para continuar durante mucho tiempo esforzándose por la calidad.

Para promover un círculo de control de calidad en una empresa u oficina, hay que escoger la división que asuma la responsabilidad de impulsar las actividades de los círculos y la persona que ha de dirigirlos. La división que haya sido seleccionada tiene jurisdicción sobre todas las actividades relacionadas con los círculos, incluyendo el plan general de toda la empresa.

El éxito o fracaso de las actividades de los círculos depende, entre otros factores, del compromiso de la alta gerencia, del entusiasmo colectivo en toda la empresa por este tipo de actividades y de la aptitud de la persona elegida para promover el control de calidad. Es importante, pues, seleccionar inteligentemente a la persona a la que se le va a encargar esta función.

Las actividades de los círculos son el reflejo del trabajo de los gerentes de los niveles medio y alto. Un gerente general que muestre entusiasmo por el control de calidad puede estar seguro en un alto porcentaje del éxito de estos círculos. Por el contrario, la falta de interés de un jefe de grupo puede resultar muy perjudicial para las actividades de los círculos establecidos en dicha división.

#### **4.5.3.2 Pasos necesarios para las actividades de los círculos de control de calidad**

En cuanto a los pasos necesarios para iniciar las actividades de los círculos, se consideran apropiados los siguientes:

- a. Los gerentes de proyecto, los jefes de división y los de sección, y todos los responsables por el control de calidad, deben ser los primeros que empiecen a estudiar las actividades del control de calidad y de los círculos de calidad.

- b. Deben asistir a las conferencias de los círculos de control de calidad y visitar industrias y empresas similares donde se esté aplicando el sistema. Estas mismas oportunidades se deben dar a los supervisores y a los futuros dirigentes de círculos.
- c. Escójase a la persona que se encargará de promover las actividades de los círculos de control de calidad en la empresa. Esta persona debe estudiar el proceso de calidad total y preparar un texto simplificado para la capacitación de dirigentes y miembros de los círculos de calidad total.
- d. La empresa debe iniciar en seguida la capacitación dirigentes de círculos y darles adiestramiento en control de calidad y en las actividades de los círculos. No se deben enseñar conceptos demasiado difíciles. El plan de estudio debe limitarse a los principios básicos de las actividades de los círculos de control de calidad, cómo debe enfocar la calidad y la garantía de calidad, el control y cómo mejorarlo, y cómo enfocar los métodos estadísticos. En cuanto a las siete herramientas del control de calidad, bastará con el diagrama de causa y efecto, la gráfica de Pareto, el histograma, la hoja de verificación y el principio de estratificación. Todo lo demás se puede ir enseñando cuando las actividades de los círculos de control de calidad ya se encuentren más avanzadas.
- e. Los dirigentes deben estar capacitados para poder organizar los círculos de control de calidad. El número de personas en cada círculo no debe de pasar de diez miembros. Los mejores grupos están constituidos de tres a seis personas. Cuando el número es demasiado grande, en el grupo no existe una adecuada comunicación entre sus miembros.
- f. Al principio, los jefes de grupo suelen ser los más indicados para actuar como dirigentes de los círculos; pero a medida que las actividades progresan, es mejor que la posición de liderazgo sea electiva, independientemente de la posición que las personas ocupen en la compañía. Cuando se inicie un círculo con un gran número de participantes, divídanse en grupos más pequeños, como subgrupos o minigrupos. En cuanto al liderazgo, el coordinador debe asegurarse de que haya un sistema adecuado de rotación.
- g. En seguida, los dirigentes enseñan a los miembros lo que han aprendido. Tienen que dedicar tiempo a esto y utilizar en sus explicaciones los datos y problemas que existen en su lugar inmediato de trabajo. Si es necesario, la persona que promueve el control de calidad en toda la empresa de desarrollo puede ayudar en este proceso educativo, pero el mejor método sigue siendo que el dirigente enseñe a su propio grupo. Enseñar es aprender, y con la misma experiencia de enseñar a los miembros el dirigente aprenderá mucho más.

- h. Una vez que han estudiado y han adquirido una comprensión básica del control de calidad, los miembros proceden a escoger un programa común que les toque de cerca en su lugar de trabajo como tema para su investigación. Este es el principio de las actividades de un círculo de control de calidad. El dirigente y los miembros escogerán el tema de común acuerdo, en íntima consulta entre sí pero sin interferencia de afuera. Al principio no siempre les es fácil saber qué están haciendo. A veces se necesita consultar a los superiores o al promotor de control de calidad en la empresa acerca del tema que se va a investigar. Pero la guía será la actuación voluntaria y la independencia. Una advertencia: al superior se le debe informar en cuanto al tema elegido. Los trabajadores deben estar en capacidad de identificar los problemas que hay en su propio lugar de trabajo, sin necesidad de que otros se los vengán a señalar. Esta es la razón de la insistencia en la voluntariedad y en la independencia. Una vez que las actividades del círculo de control de calidad estén bien encaminadas, se hace más fácil identificar los problemas.

#### 4.5.4 Comunicaciones en el grupo

La definición de un diccionario sobre el término comunicaciones se encuentra como el proceso por el cual la información es intercambiada entre dos o más individuos por medio de un sistema común de símbolos, señales o comportamiento.

En el ambiente de desarrollo de proyectos, el proceso de comunicaciones es un proceso más complicado del que parece para la mayoría de personas involucradas en el mundo de la informática; así también, el grado de importancia que posee el proceso de comunicaciones es muchas veces subestimado.

En el desarrollo de proyectos, la importancia de las comunicaciones se denota en lo siguiente:

"Un alto porcentaje de fricciones, frustraciones e ineficiencias en el trabajo diario se encuentra en un mal sistema de comunicaciones. En la mayoría de los casos el mal entendimiento, falta de información en las instrucciones causa un conjunto de problemas en cadena. "

La mayor parte de los especialistas en la materia están de acuerdo en que cuanto más alto es el nivel del trabajador, más importante es la labor de comunicación, lo cual es causa del incremento en el número de actividades, la mayor relación con personal y el aumento de la esfera de influencia del ejecutivo.

Los elementos que participan en el proceso de comunicación son:

- Origen: el generador de la información.

- Codificador: los símbolos escritos u orales utilizados para enviar el mensaje.
- Información: el mensaje que se espera enviar.
- Canal: el medio por el cual viaja la información.
- Decodificador: interpretación del mensaje por el receptor.
- Receptor: destino final de la información enviada.
- Retroalimentación: información utilizada para determinar la fidelidad del mensaje.
- Ruido: cualquier aspecto que distorsione, distraiga, malinterprete o interfiera con el proceso de comunicación.

El gerente de proyecto debe estar familiarizado con cada uno de los anteriores elementos y que el proceso de comunicación se encuentra en cada una de las actividades de planificación, organización, motivación, dirección y control; sin el uso adecuado de las comunicaciones interpersonales todas estas actividades de la administración y gerencia de proyectos no serán efectivas.

A continuación, se presenta otros factores que son fundamentales dentro del proceso de comunicación interpersonal.

#### **4.5.4.1 La habilidad de escuchar**

Dentro del marco del desarrollo de un proyecto, cada persona considera que escucha, sin embargo, habiendo aprendido a escuchar selectivamente siempre se corre el riesgo de escuchar sólo lo que se quiere oír y lo que es peor, lo que se quiere oír no siempre es lo mejor para los objetivos del proyecto.

Es posible mejorar la habilidad de escuchar aprendiendo algunas razones de por qué se escucha mal y haciendo un esfuerzo por escuchar de otra manera. Existen algunas malas costumbres que trabajan en contra del buen escuchar de cualquier persona:

- Dejar que la mente vague; la mayor parte de la gente puede pensar más rápidamente de lo que una persona puede hablar.
- Tratar de memorizar puntos aislados.
- Sordera emocional causada por algún prejuicio contra alguna palabra, persona, movimiento, etc.
- Supersensibilidad al escuchar, tendencia a rechazar y refutar antes de escuchar todo lo dicho.
- Eliminar la información complicada o directa a la persona.
- Dejar de lado prematuramente un tema.
- Fingir estar atento y escuchando.

#### 4.5.4.2 Comunicación escrita

Para la gerencia de proyectos, la comunicación escrita incluye: propuestas, reportes, planes, políticas, metodologías, procedimientos, cartas, memos y otros medios de información impresa.

Escribir efectivamente es un arte y una habilidad que debe ser practicada durante todo el proyecto. Parte de una adecuada comunicación es la habilidad de escribir y debe ser altamente desarrollada. Un documento correctamente escrito refleja el conocimiento que tenga el escritor sobre la materia.

Un documento correctamente escrito depende de una adecuada preparación, basada en la selección, análisis y organización de las ideas requeridas para comunicar el mensaje que se desea hacer llegar al receptor. Existen varias recomendaciones sobre la manera de escribir correctamente; a continuación se presentan algunas ideas que son básicas para la elaboración de documentos:

- Analizar cuidadosamente las ideas que se desean escribir.
- Establecer el propósito básico del documento.
- Coleccionar y analizar la información cualitativa y cuantitativa de los hechos sobre el mensaje.
- Organizar la información en un orden lógico.
- Preparar una primera versión del documento para revisión.
- Revisar el documento de acuerdo con una adecuada gramática, puntuación, escritura, ortografía, formato, numeración y abreviaturas, así como el uso adecuado de frases y palabras.

#### 4.5.4.3 Organizaciones y comunicaciones informales

Las comunicaciones informales tienen su origen en las organizaciones informales. La necesidad de las organizaciones informales, así como las formales radican en las necesidades sociales y psicológicas de los seres humanos, así como del sentimiento de pertenencia dentro de una organización. Las personas integran grupos informales de trabajo por el contacto social, cultura, afinidades personales, gustos, etc.

Por esto, el gerente de proyectos debe considerar los siguientes aspectos sobre las organizaciones y comunicaciones informales dentro del proyecto:

- Aceptar las organizaciones y comunicaciones informales como un hecho, y reconocer el beneficio para el proyecto que puede obtener de información obtenida por medios informales.
- Identificar los grupos informales, así como sus líderes y tratar de establecer comunicación con ellos.

- Utilizar a los líderes informales como una prueba para los nuevos enfoques técnicos, ideas, estrategias, acciones, reorganizaciones y otros aspectos en los que se requiera la aceptación del equipo de desarrollo para su éxito.
- Reconocer que el ambiente cultural del proyecto es reflejado por las actitudes y comportamiento de los grupos informales. En la medida de lo posible, el gerente de proyectos debe trabajar con los grupos informales para apoyar indirectamente los objetivos del proyecto.

#### **4.5.4.4 Comunicaciones no verbales**

Una parte de las comunicaciones que frecuentemente es ignorada se refiere a los mensajes que cada persona puede enviar por medio de acciones no verbales.

Es un poco difícil catalogar las comunicaciones no verbales como formales o informales, debido a que esto depende del contexto general en que se encuentre la persona. Sin embargo, se pueden catalogar las comunicaciones no verbales así:

- Físicas: es la manera individual en cada persona, incluye expresión facial, tono de voz, sensibilidad y movimientos corporales.
- Habilidades: expresiones creativas, físicas y mentales.
- Símbolos: religión, situación económica y objetos personales.

El gerente de proyectos y los jefes de grupo deben estar atentos a las comunicaciones no verbales; por la observación de estas señales de comunicación, un líder puede determinar si tiene aceptación o no dentro de un grupo.

El equipo de desarrollo expresa sus actitudes a través de comunicaciones no verbales. Si el jefe del grupo y cada miembro del equipo observan con cuidado y prestan atención a la gesticulación en las comunicaciones, las oportunidades de tener un grupo abierto y honesto aumentan para controlar y manejar mejor los problemas y conflictos.

Sin embargo, se deben mencionar que las comunicaciones no verbales son únicamente un auxiliar de las comunicaciones formales y nunca deben tomarse como base única para la toma de decisiones o para explicar el motivo de un conflicto.

#### **4.5.5 Reuniones de trabajo**

La efectividad de las reuniones de avance del proyecto está directamente determinada por la habilidad que tenga el gerente o jefe de proyecto para comunicarse con el resto del equipo de desarrollo. Muchas veces las reuniones de avance son mal llevadas y mal concebidas, especialmente si éstas son propiciadas por una persona externa al desarrollo del proyecto. Sin embargo, se debe recordar que los aspectos importantes del proyecto pueden ser resueltos por medio de reuniones de trabajo con el personal

involucrado. Es responsabilidad del gerente de proyectos guiar estas reuniones en los niveles y momentos adecuados.

#### **4.5.5.1 Propósito de las reuniones de trabajo**

Los objetivos principales de realizar reuniones de trabajo son los siguientes:

- Definir los alcances y particularidades del proyecto.
- Revisar, actualizar y agregar el conocimiento adecuado del desarrollo del proyecto de acuerdo a la experiencia que se toma de cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto.
- Cada miembro del equipo de desarrollo puede conocer la forma en que participa su trabajo dentro del contexto general.
- Permite la participación de cada uno de los miembros en la planificación, toma de decisiones y organización del trabajo.

#### **4.5.5.2 Manejo eficiente de las reuniones de trabajo**

Una reunión de trabajo puede ser muy efectiva y productiva. Es una manera eficiente de compartir información, obtener retroalimentación inmediata y resolver dudas o aspectos que el equipo de desarrollo no tenga completamente claros. Las reuniones de trabajo pueden ahorrar mucho tiempo en la elaboración de memos, cartas de respuesta y la oportunidad de anticiparse a problemas o conflictos.

La persona a cargo de la reunión tiene la responsabilidad de planificar y organizar la misma de manera de crear el ambiente apropiado. El ambiente de trabajo y el compromiso establecido por los participantes tiene un alto impacto en los resultados que se obtengan de la reunión. El líder de la reunión debe guiar, estimular, clarificar, controlar, resumir y evaluar los resultados obtenidos en términos de los objetivos de la reunión, teniendo en cuenta la responsabilidad completa del proyecto.

Una reunión, incluyendo una conferencia con una sola persona, puede ser vista como una actividad que puede ser administrada, planificada y controlada. Por eso una planificación y organización de una reunión, debe incluir los siguientes aspectos:

- Determinar los objetivos o los resultados esperados de la reunión.
- Preparar una agenda de trabajo.
- Selección e invitación de los participantes.
- Determinar el tiempo y lugar de la reunión.
- Considerar aspectos de protocolo, tales como presentaciones, introducción, notificaciones o avisos varios.
- Preparación y distribución del material relacionado con los aspectos que van a ser tratados en la reunión.

Las reuniones de trabajo son esenciales en el proceso de administración de proyectos. Dependiendo de como sean manejadas, éstas pueden mejorar o empeorar las comunicaciones en el grupo, promover o disminuir la colaboración interpersonal y motivar o desmotivar al personal. El valor de una reunión de trabajo radica en que debe ser una piedra angular dentro del desarrollo del proyecto, así como dentro de la evaluación y revisión del progreso periódico del mismo.

#### **4.5.6 Conflictos dentro del proyecto**

No importando la adecuada planificación y administración que se haya establecido desde el inicio del proyecto, los gerentes del mismo deben estar preparados para encontrarse en un ambiente caracterizado por cambios rápidos y constantes. Este ambiente de cambios dentro del proyecto pueden derivarse debido a redefinición de los objetivos, redefinición de funciones del jefe y del gerente de proyecto debido a nuevas prioridades y otras causas de peso dentro del mismo desarrollo del proyecto. El éxito o fracaso de un gerente de proyecto es muchas veces medido por la habilidad de controlar los cambios.

##### **4.5.6.1 Ambiente de conflictos**

A diferencia del jefe de grupo que debe trabajar en un ambiente estable y predecible, el gerente de proyectos debe estar atento a los cambios estratégicos que deben realizarse para cumplir con los objetivos del mismo por medio de la unificación de las diferentes disciplinas que se encuentran involucradas en el mismo, es decir, debe tener la capacidad de controlar personal, costos, beneficios y tecnología.

Debido a esto, los conflictos son inevitables durante el desarrollo de un proyecto. Esto es algo frecuente y natural dentro de un proyecto, las diferencias organizacionales, el comportamiento individual de los miembros del equipo de desarrollo, las diferencias entre la forma de ver los objetivos entre el gerente de proyecto y los jefes de grupo y la falta de tiempo para establecer la correcta comunicación entre grupos, hacen que los conflictos ocurran en diferentes situaciones.

Dentro de un proyecto, se cumplirán inevitablemente las siguientes características:

- Existe una gran variedad de conflictos.
- Cada conflicto, aunque sea parecido a un conflicto anterior, puede tomar diferente intensidad dentro del ciclo de vida de desarrollo del proyecto.

Por lo cual, no existe un método que sea suficientemente amplio para cubrir o resolver cada conflicto. Frecuentemente, los conflictos envuelven los siguientes aspectos:

- Recursos humanos
- Ambiente y equipo de trabajo

- Costo, rendimiento y beneficio
- Opiniones técnicas y auditoría
- Prioridades
- Procedimientos operativos y administrativos
- Cronogramas de trabajo
- Responsabilidades
- Problemas personales y de personalidad

Cada uno de los anteriores aspectos puede variar en su intensidad en el ciclo de vida del proyecto. Esta intensidad está dada en función de:

- Etapa dentro del proyecto, rutas críticas y limitaciones de la misma etapa del proyecto.
- Estimación parcial del proyecto, es decir, considerar tiempo y rendimiento pero no el costo.
- La persona envuelta en el conflicto.

Sin embargo, la aparición y control de los diferentes conflictos de un proyecto pueden ser planificados y administrados como una actividad más.

Por ejemplo, es común que existan conflictos entre personas que no saben qué se espera de ellas y el alcance de sus responsabilidades; a través de documentación, y de reuniones de trabajo se puede proporcionar la información y la guía sobre las funciones de cada uno de ellos. La resolución de conflictos implica directamente la colaboración de los miembros del equipo de desarrollo; sin esto, la desconfianza y el exceso de documentación aumentará dentro del proyecto.

#### **4.5.6.2 Presentación de conflictos**

En muchos casos, los conflictos no son representativos y producen resultados beneficiosos para el proyecto. Estos conflictos no representativos deben permitir continuar con las actividades del proyecto, siempre y cuando se mantenga la armonía, control y se obtengan los resultados esperados de cada actividad. Como ejemplo, se puede dar el conflicto no representativo entre dos programadores que pretenden resolver el mismo problema de dos maneras diferentes, lo cual motiva la investigación, desarrollo y rendimiento del proyecto.

Los conflictos se presentan de manera diferente dependiendo de la estructura organizacional. En una organización tradicional, los conflictos deben ser evitados; en una organización matricial (como la de un proyecto); los conflictos son parte del cambio y son inevitables. En la estructura tradicional, los conflictos pueden ser resultado de personas maliciosas y egoístas; en la organización matricial, los conflictos se pueden dar por la nueva estructura del sistema y las diferentes relaciones entre sus componentes. En una

manera general, se puede resumir que en la estructura tradicional los conflictos son negativos; en la estructura matricial los conflictos son positivos.

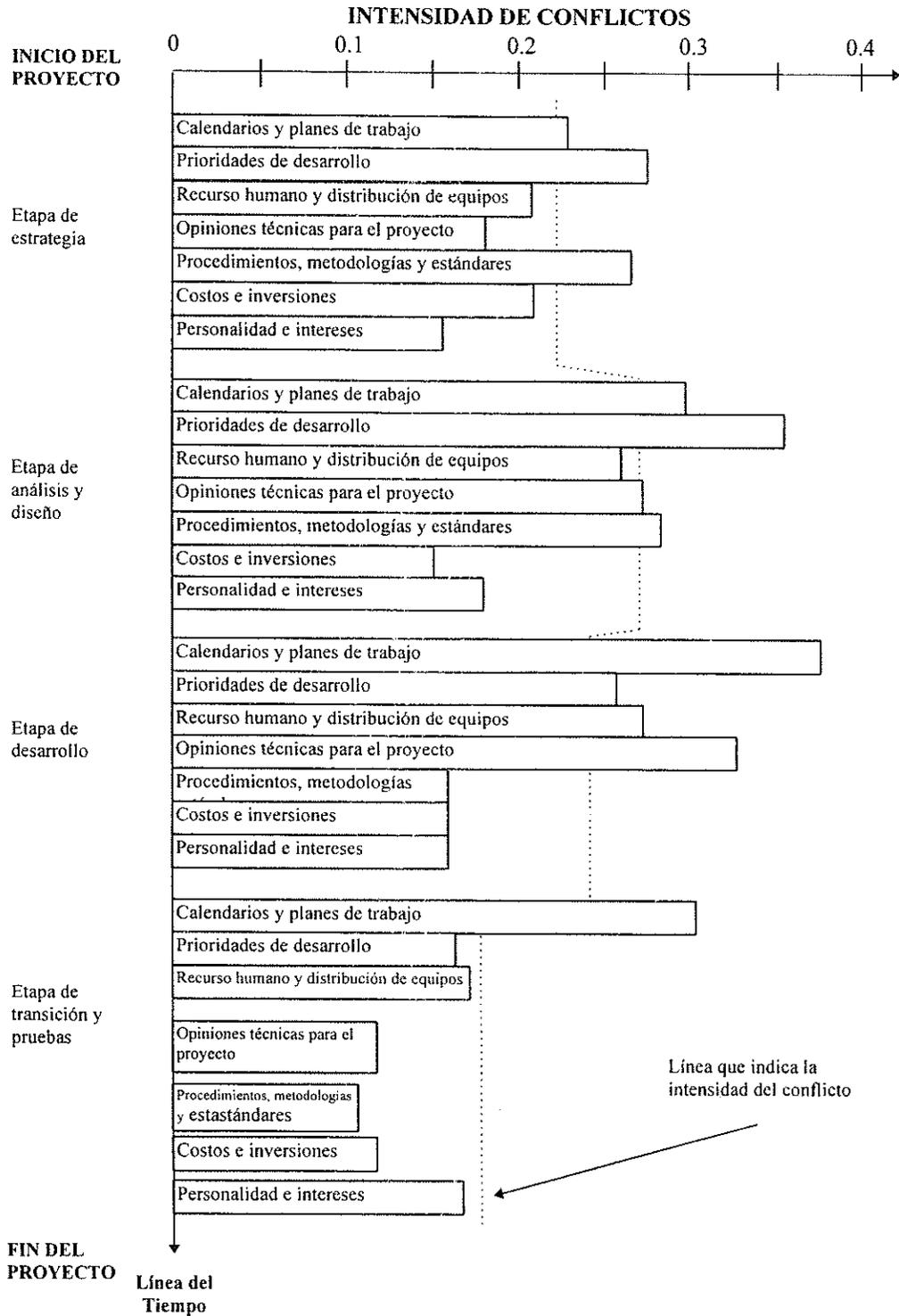


Figura 4.4. Intensidad de los conflictos durante el desarrollo de un proyecto

Sin embargo, el gerente de proyecto debe cuidar la magnitud de los conflictos; debe anticiparse a su aparición, entender su composición y origen, de acuerdo con la siguiente definición:

"Un conflicto es definido como el comportamiento de un individuo, un grupo o una organización que impide o restringe (al menos temporalmente) al proyecto para alcanzar los objetivos establecidos. A pesar que un conflicto, puede impedir alcanzar los objetivos del proyecto temporalmente, las consecuencias de su resolución pueden ser beneficiosas si esta resolución produce información nueva que puede llegar a mejorar el proceso de toma de decisiones, administración y planificación. En contraste, un conflicto se convierte negativo, si el resultado de su solución implica una toma de decisiones apresurada, retraso en la planificación general, un gasto de esfuerzos y recursos innecesario que afectan a partes no involucradas en el conflicto, o una desintegración del equipo de desarrollo."

En la Figura 4.4., se presenta la intensidad de los principales conflictos durante las principales etapas del ciclo de vida de un proyecto. Esto es importante conocerlo por parte del gerente de proyectos debido a la anticipación y reconocimiento de conflictos que debe existir para definir la estrategias necesarias y aplicarlas en el momento en que se presenten.

#### 4.5.6.3 Técnicas de manejo de conflictos

Un alto número de estudios indican que los gerentes de proyecto utilizan diferentes tipos de técnicas para la resolución de conflictos. Sin embargo, las técnicas más utilizadas pueden ser resumidas en las siguientes:

- Ceder

Técnica en la cual el conflicto es tan leve que no representa amenaza para los objetivos del proyecto, por lo una de las partes involucradas accede con los requerimientos de la parte contraria.

- Suavizar

Esta técnica implica que se deben eliminar todos los aspectos externos que no tengan relación con el conflicto y luego se presentan los hechos concretos para llegar a un acuerdo entre las partes. Normalmente la resolución es bien aceptada por cada uno de los involucrados.

- Comprometer

En principio, se definen las responsabilidades, limitaciones y alcances de cada partes involucradas de manera de establecer el compromiso de cada uno. De acuerdo

con esto, se reconstruyen los hechos del conflicto y se encuentra la solución al conflicto. Normalmente, esta técnica se caracteriza por una actitud de dar y recibir.

- Forzar

Básicamente, esta técnica de resolución de conflictos radica en la autoridad del gerente de proyecto o del jefe de grupo. Es decir, el nivel superior al conflicto toma una decisión y se la hace saber a las partes involucradas para que tomen las acciones debidas. Esta técnica se caracteriza por competitividad en las partes involucradas y en un ambiente de ganadores y perdedores.

- Confrontar

Esta técnica implica hacer una confrontación entre las partes involucradas en el conflicto; esto puede llegar a ser una discusión que debe ser controlada inteligentemente por el gerente de proyectos para evitar peores consecuencias. El objetivo de la confrontación es aclarar dudas, malas interpretaciones y definir una estrategia que se debe seguir.

#### 4.5.6.4 Control de conflictos

El gerente de proyectos debe reconocer que los conflictos son parte de un proyecto y que se deben desarrollar procedimientos y técnicas para enfrentarlos y resolverlos. Si el gerente de proyectos no toma las medidas necesarias, él mismo puede fácilmente empeorar la situación de un conflicto por no saber cómo controlarlo. Una vez que un conflicto suceda, el gerente de proyectos debe considerar ciertos aspectos para resolverlo, principalmente se deben considerar los siguientes:

- Estudiar el problema y obtener toda la información necesaria.
- Desarrollar una forma de enfocar el problema o metodología de solución.
- Crear el ambiente y los medios necesarios para alcanzar la solución.

A través de crear el ambiente adecuado, el gerente de proyectos hace el compromiso de participar él mismo y los involucrados en la solución del mismo. Así también, se deben establecer claramente los objetivos, la credibilidad y alcance de las reuniones necesarias para resolverlo.

En las reuniones de discusión de conflictos, el gerente de proyectos debe cuidar que se realicen las actividades en una serie de pasos lógicos, los cuales pueden ser:

- Crear un ambiente adecuado dentro de la reunión.
- Presentar y analizar los puntos de vista de cada involucrado.
- Presentación de los hechos.

- Definición del problema.
- Recolección y distribución de la información sobre el conflicto a todos los involucrados.
- Definición de las prioridades correctas.
- Definición de la solución: personas involucradas, compromisos, condiciones, tiempos y recursos.
- Desarrollar el plan de acción.
- Implantar el plan de acción.
- Revisión periódica de la solución

Para llevar a cabo con éxito las reuniones de solución de conflictos, el gerente de proyectos debe mantener ciertas actitudes y posturas que lo ayuden a mantener el control de las mismas. Dentro de las cualidades que debe tener el gerente de proyectos, se encuentran las siguientes:

- Inspirar confianza.
- Entender el problema completamente y luego evaluarlo.
- Mantener la reunión bajo control.
- Escuchar a todos los involucrados.
- Mantener la actitud de dar y recibir.
- Reconocer las ventajas y desventajas de cada opinión, incluyendo la propia.
- Colaborar con el proceso de comunicación.

#### **4.5.7 Educación y capacitación**

El proceso de educación y capacitación debe realizarse principalmente en el inicio del proyecto, durante las diferentes etapas del mismo, y se deberán realizar las diferentes actualizaciones o modificaciones que se consideren pertinentes para no afectar la calendarización de las actividades definidas en el principio.

Sin embargo, es necesario establecer las diferencias entre los conceptos de educación y capacitación, ya que por la naturaleza de los proyectos de desarrollo de software, no solamente se debe capacitar al personal sino también se debe dar una educación profesional sobre conceptos de análisis y diseño de sistemas de información.

Es muy común que la gerencia de proyectos por limitaciones de presupuesto envíe al personal a recibir capacitación sobre las nuevas herramientas de desarrollo de una base de datos, y se olvide completamente del refuerzo de educación que debe recibir el mismo personal sobre análisis, diseño, modelación de datos, etc.

A continuación, se presentan las diferencias básicas que se deben considerar en el proceso de capacitación y educación:

- La educación emplea un método inductivo, tentativo y dinámico; el método de capacitación es deductivo, rígido y estático.
- La técnica empleada en la educación es amplia y se orienta a la comprensión, generación y profundización de ideas; la técnica de capacitación se orienta a la memorización de hechos, estableciendo parámetros que llevan a un análisis superficial.
- Las actividades desarrolladas en la educación son experimentales, activas, motivan el cuestionamiento, siguen un proceso y generan estrategias; la capacitación es mecánica, pasiva, irreflexiva, restringida a un contenido y produce solamente una táctica.
- La educación se basa en una filosofía alternativa orientada a la exploración y el descubrimiento del contexto; la capacitación se basa en dogmas, predicciones y metas establecidas de carácter reactivo.
- La educación pretende que la persona sea abierta, imaginativa, flexible al cambio, sugerente y reflexiva, con capacidad de síntesis; la capacitación logra personas preparadas para una actividad específica, a corto plazo, basadas en reglas.

## CAPITULO 5

# CONTROL, EVALUACION Y MEDICION DE UN PROYECTO

---

*"Yo poseo seis honestos servidores;  
sus nombres son Qué, Cómo, Cuándo,  
Dónde, Quién y Por qué.  
Ellos me han enseñado todo lo que sé."*

*Rudyard Kipling*

### 5.1 Introducción

Uno de los problemas más grandes con los que se enfrenta un gerente de proyectos es el predecir si un proyecto será exitoso. La mayoría de gerentes orientados a metas únicamente toman el tiempo, costo y rendimiento como parámetros independientes para medir el éxito, pero éstos no identifican si el proyecto está correctamente administrado, ni tampoco verifican que el producto o servicio que se está entregando es de entera satisfacción del cliente y que cumpla con estándares o normas locales o internacionales de calidad.

Se puede decir entonces, que el éxito de un proyecto está medido por las acciones o comportamientos de tres grupos: el equipo de desarrollo, nuestra empresa y la empresa cliente, ya que el proyecto involucra a estas tres grandes partes. En este capítulo, se muestran algunas técnicas utilizadas para el control, evaluación y medición de un proyecto, con el objeto que el producto o servicio del proyecto sea de alta calidad y además cumpla con normas y estándares que garantizarán en alguna medida la satisfacción de todas las personas que están involucradas con el servicio o producto que se va a realizar.

### 5.2 Herramientas para estimaciones y control de proyectos

Controlar es el proceso de monitorear, evaluar y comparar los resultados planeados con los resultados actuales para determinar el estado del costo del proyecto, calendarios y los objetivos técnicos de rendimiento y aplicar acciones correctivas en caso de ser necesario para lograr las metas y objetivos propuestos. Su objetivo principal no es determinar únicamente qué es lo que está pasando, ya que su objetivo también es predecir qué puede ocurrir en el futuro si las condiciones presentes persisten y si debe existir algún cambio en la administración del proyecto. Básicamente, el control se basa en estándares definidos en la fase de planificación y además en algunos estándares internacionales que buscan mantener los objetivos y la calidad del trabajo como primera prioridad. En este

capítulo, se mencionarán algunos estándares internacionales para productos de desarrollo de software.

### 5.2.1 Evaluación de programas y revisión de técnicas

Los administradores de proyectos se encuentran continuamente buscando nuevas y mejores técnicas o métodos para la presentación de información técnica y de costos a sus clientes. Las técnicas más recientes son la evaluación de programas y revisión de técnicas PERT, (PERT : Program Evaluation and Review Technique), el método del camino crítico (CPM : Critical Path Method) y algunas variaciones de éstos.

El método más conocido y utilizado es el PERT, el cual tiene las siguientes características:

- Este sirve de base para la planificación y estimación, ya que da la habilidad de planificar la mejor utilización de los recursos para alcanzar las metas dentro de las limitaciones de tiempo y costo.
- Ayuda a los administradores a resolver ciertas dudas dentro del proyecto, tales como que si existen retrasos en algunas actividades del proyecto, cuáles son los elementos cruciales dentro del sistemas, además provee información para evaluar opciones de desarrollo.
- Utiliza redes de análisis de tiempo como método base para la determinación de la fuerza de trabajo, materiales y capital requerido, así como una base para la revisión de progreso.
- Da una estructura básica para reportar información.

El PERT es básicamente una herramienta administrativa para la planificación y el control, ya que en él se encuentran los elementos principales de un proyecto (eventos) junto con sus correspondientes interrelaciones. Uno de los propósitos de construir un PERT es el determinar cuánto tiempo se necesita para completar un proyecto. PERT, sin embargo, utiliza el tiempo esperado como un común denominador para analizar esos elementos que directamente influyen en el éxito de un proyecto, llamados tiempo, costo y rendimiento.

La construcción de la red requiere de dos entradas. La primera, una selección sobre el evento para ver si representará el inicio o el fin de una actividad; regularmente se toma el fin de la actividad. El siguiente paso es definir la secuencia de los eventos, la cual relaciona cada evento con su inmediato predecesor. La Figura 5.1 muestra una típica red PERT

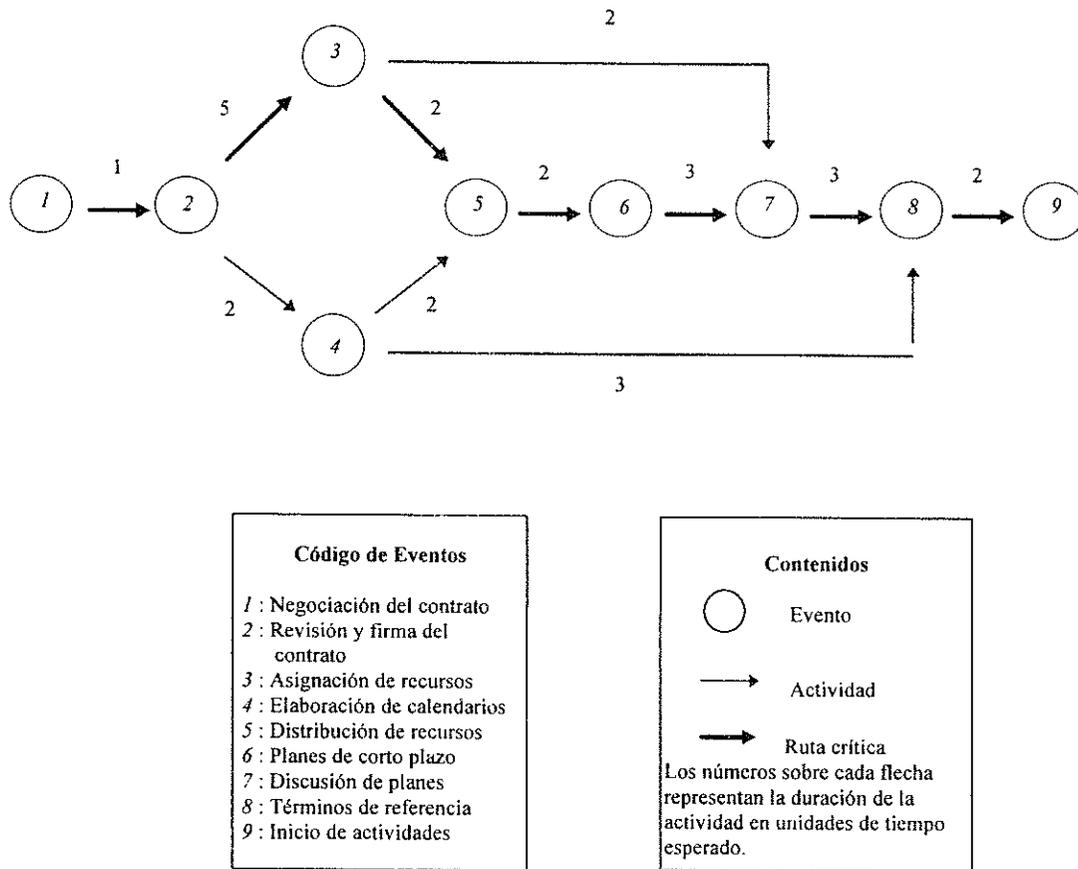


Figura 5.1. Ejemplo de un diagrama PERT

Las reglas que se utilizan para la construcción del diagrama de redes PERT son las siguientes:

*Regla 1:* cada actividad está representada por una sola flecha en la red.

*Regla 2:* dos actividades diferentes no pueden identificarse por el mismo evento terminal y de comienzo. Una situación como ésta se da con actividades concurrentes, para solucionar esto se agrega una actividad ficticia que sirve de paso intermedio; dicha actividad no consume ningún tipo de recurso y se utiliza también para establecer un orden lógico entre las actividades.

*Regla 3:* a fin de asegurar la relación de precedencia correcta en el diagrama de flechas, las siguientes preguntas deben responderse cuando se agrega cada actividad a la red:

- ¿Qué actividad debe terminarse inmediatamente antes de que esta actividad pueda comenzar?
- ¿Qué actividad debe seguir a esta actividad?
- ¿Qué actividad debe efectuarse concurrentemente con esta actividad?

El diagrama de flechas constituye el primer paso, debido a la integración de las diferentes actividades, la determinación de los tiempos de inicio y terminación requieren cálculos especiales. El resultado final es clasificar las actividades como críticas y no críticas. Se dice que una actividad es crítica cuando una demora en su comienzo, provoca una demora en la fecha de terminación del proyecto. Una actividad no es crítica, si un retraso en el comienzo no afecta la fecha de terminación del proyecto. La línea gruesa representa la ruta o camino crítico, el cual es establecido por el mayor tiempo utilizado por el total de los eventos del sistema. La ruta crítica es vital para el control exitoso de proyectos, ya que da la siguiente información:

- No existe ningún tiempo ocioso en cualquiera de los eventos que se encuentran dentro de la ruta crítica; cualquier variación en el tiempo de un evento resultará como una variación en el tiempo del proyecto, a menos que exista otra variación de tiempo, dentro de la ruta crítica, que compense la anterior.
- Los eventos dentro de este camino son los más críticos del proyecto, por lo que la gerencia debe prestarles la mayor atención con el objeto de mejorar el control y administración del proyecto.

Usando una red PERT se pueden obtener las fechas más tempranas posibles en las cuales se espera que un evento ocurra, o que una actividad inicie o termine; sin un análisis de este tipo también se pueden obtener los datos, pero esta es la forma más sencilla.

### 5.2.1.1 Tiempo de holgura

Dentro de la red, existe únicamente un camino que es el más largo; todos los demás deben ser iguales o menores a éste. Sin embargo, existen actividades que pueden terminarse antes de que se necesiten. La diferencia de tiempo entre la fecha programada de terminación y la fecha requerida para alcanzar la ruta crítica se conoce como tiempo de holgura. También se define, como se dijo anteriormente, como la diferencia entre la última fecha permitida y la fecha más temprana esperada, es decir:

$$\text{Holgura} = T_L - T_E$$

Donde

$T_L$  = La fecha más tardía en la cual una actividad puede terminar sin afectar la fecha de terminación del proyecto (tiempo pesimista).

$T_E$  = La fecha más temprana en la que una actividad puede terminar (tiempo optimista).

Este tiempo se debe calcular para cada actividad dentro de la red, identificando cada uno de los tiempos. Recuerde que para la ruta crítica este tiempo es cero. Para redes muy complejas, la identificación de los tiempos más tempranos de terminación se identifica viajando en la red del inicio al fin y los tiempos tardíos los encuentra viajando en la red del final al inicio.

Estos dos tiempos se utilizan para determinar la probabilidad de éxito de la programación, ya que se pueden comparar los tiempos estimados con el tiempo real.

Determinar el tiempo entre dos actividades requiere de una buena estimación de los gerentes o jefes de proyectos; en la mayoría de los casos, se hace con base en datos históricos y a experiencias pasadas. Obviamente, muchas de las actividades son no repetitivas; en este caso, los gerentes deben realizar sus estimaciones con base en tres tiempos de completación:

- Tiempo más optimista de completación: este tiempo asume o supone que todo sucederá acorde a lo planeado y con una mínima cantidad de dificultades. Esto ocurre muy poco en lo proyectos ya que casi siempre existen retrasos y problemas.
- Tiempo más pesimista de terminación: este tiempo asume que todo lo que se trabaja está fuera de lo planificado y con el máximo de las dificultades. Esto ocurre si no se desarrolla una buena planificación; de lo contrario se pueden minimizar las mismas.
- Tiempo aproximado de terminación: este es el tiempo, en la mente de gerente, en que debería realizarse la actividad.

El tiempo esperado entre dos actividades se encuentra con la siguiente expresión:

$$t_e = \frac{T_E + 4m + T_L}{6}$$

donde

$t_e$  = tiempo esperado  
 $T_E$  = tiempo más optimista  
 $T_L$  = tiempo más pesimista  
 $m$  = tiempo aproximado.

Esta fórmula asume lo siguiente: primero, utiliza la desviación estándar ( $\sigma$ ), como un sexto del rango de tiempo requerido. Esta hipótesis se hace con base a la teoría de probabilidad, en donde los puntos finales de la curva están a tres desviaciones estándar de

la media. Y segundo, la distribución de probabilidades del tiempo requerido para una actividad se expresa como una distribución beta.

Para calcular el tiempo total del proyecto, la desviación estándar de cada actividad debe calcularse, ésta se encuentra de la siguiente forma:

$$\sigma_{te} = \frac{T_L - T_E}{6}$$

La desviación estándar total de camino se calcula por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones de cada actividad de la ruta crítica. De la teoría de probabilidades, se sabe que el 68% de completar el proyecto se obtiene con una desviación estándar, el 95% de completarlo se obtiene con dos desviaciones estándar, y el 99% se obtiene con tres desviaciones estándar.

Por ejemplo, si el tiempo esperado en la ruta crítica es de 22 semanas y se tiene una desviación estándar de 1.33, entonces se tendrá 68% de probabilidad de terminar el proyecto entre 18.67 y 21,33 semanas; el 95% de probabilidad de terminar el proyecto entre 17.34 y 22.66 semanas y el 99% de probabilidad de terminar el proyecto entre 16.01 y 23.99 semanas.

Este método es muy útil ya que sirve para la planificación y asignación de recursos, así como una guía ideal para el control del proyecto, ya que en él se encuentran todos los parámetros necesarios para poder comparar el estado actual del proyecto contra el esperado.

### 5.2.2 Diagrama de barras o Gantt

Este es el más común de los diagramas; también se conoce como GANTT y recibe este nombre en honor de la persona que lo diseñó, Henry Gantt, en los años 1900. Este diagrama grafica actividades o tareas contra tiempo o costos, donde una actividad representa una cantidad de trabajo que se va a desarrollar dentro de un espacio de tiempo.

Este diagrama regularmente se utiliza para mostrar el progreso de un proyecto y para definir la secuencia del trabajo requerido y poder alcanzar un objetivo. Regularmente estos diagramas incluyen las tareas que se van a realizar, duración de las tareas o actividades, fechas en que se realizarán y su estado con respecto a la fecha actual. En la Figura 5.2. se puede ver un ejemplo de este diagrama.

Cada barra del diagrama representa una actividad; en el lado izquierdo del diagrama se encuentran listadas todas las actividades y en la parte inferior se muestra el tiempo total del proyecto.

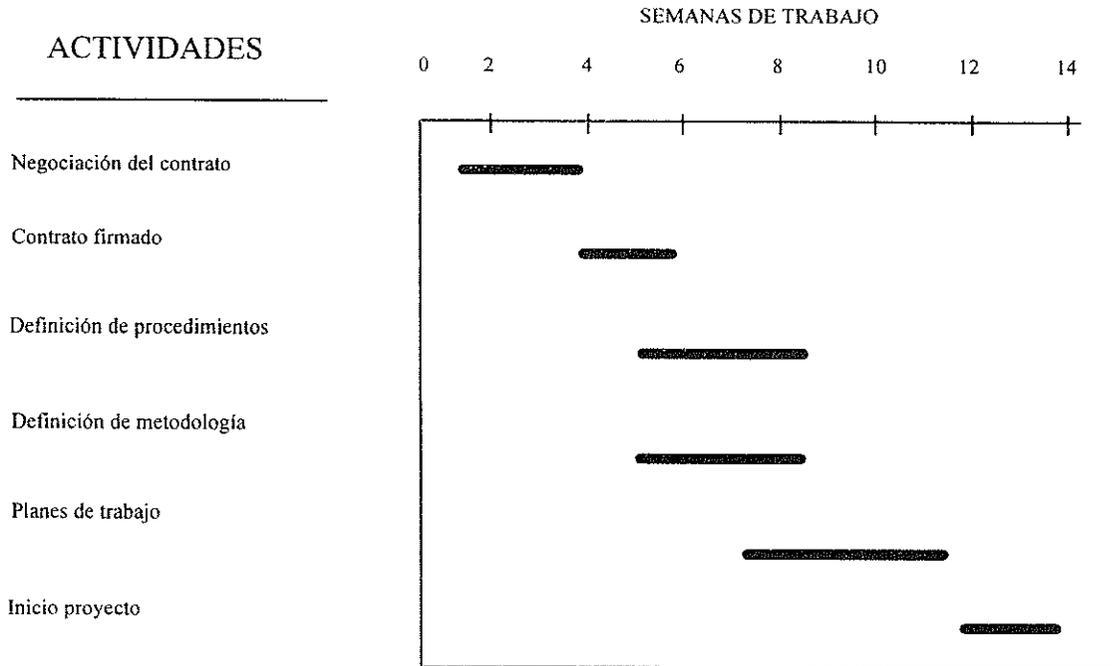


Figura 5.2. Ejemplo de un diagrama GANTT

Estos diagramas son muy ventajosos, ya que son muy simples, fáciles de interpretar y de modificar. Estos diagramas, por el otro lado, dan una vaga descripción de la situación del proyecto como un todo; existen tres grandes desventajas al usar estos diagramas, las cuales son:

- Estos diagramas no muestran las interdependencias entre las actividades, ya que no es un diagrama de redes, y éstas son muy útiles para el control de costos, y no se pueden hacer estudios ni proyecciones con base en la información que ellos muestran.
- No muestran claramente el resultado o las consecuencias que tiene un inicio atrasado o una finalización temprana dentro del proyecto como se podría apreciar en otras herramientas gráficas, ya que actividades terminadas fuera de tiempo no indican precisamente que el proyecto está fuera de tiempo; esto se puede apreciar mejor en un diagrama PERT.
- No muestra con claridad el estado de las actividades que están en proceso por lo limitado de la gráfica, aunque con colores y simbología se pueden diferenciar algunas cosas.

Algunas de las limitaciones se pueden evitar convirtiendo al dibujo en un diagrama de interrelaciones, ya que en cada barra se puede indicar a través de un número, el orden en que se deben realizar las actividades como se muestra en la Figura 5.3.

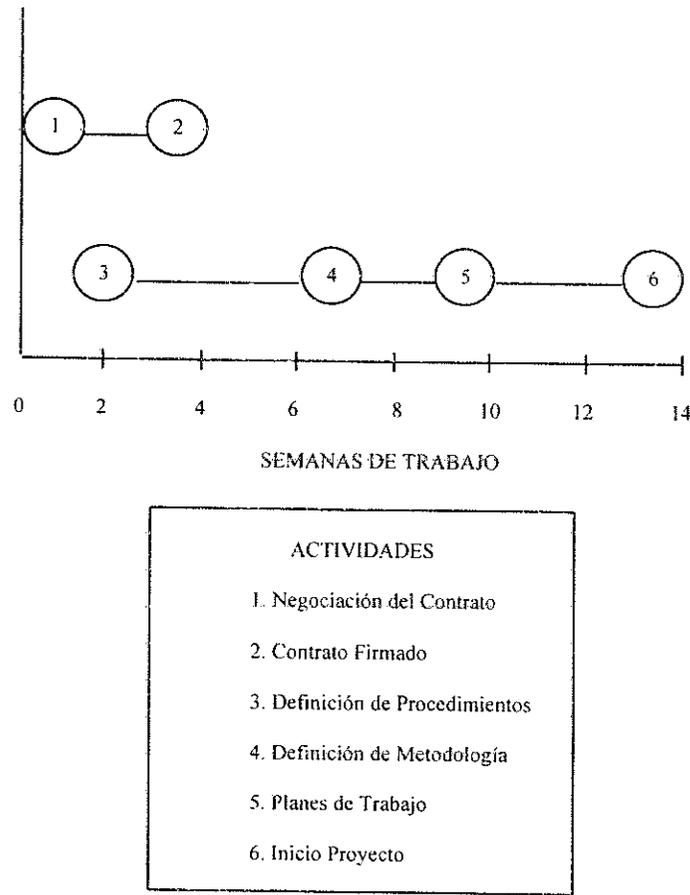


Figura 5.3. Diagrama de Interrelaciones GANTT

Al desarrollar este diagrama, se debe tratar de no complicarlo para que no existan malas interpretaciones de él, ya que éste se puede mostrar a todas las personas que están involucradas con el proyecto, y no se necesita una mayor explicación para su interpretación ni tampoco tener grandes conocimientos técnicos.

El estado de las actividades se puede mostrar pintando de otro color, dentro de la barra, por donde va el proyecto y con una línea punteada la fecha actual para poder tener referencia de como está el proyecto en su totalidad. También se pueden marcar dentro de las actividades datos importantes en el desarrollo de las mismas, para tener una mayor referencia de el estado de la misma, esto se puede hacer con una flecha que apunta hacia la barra y debe estar paralela a la fecha en que ocurrió; con esto se obtiene una mayor información de estos diagramas.

### 5.2.3 Métricos

Un métrico es un número que se asocia con una idea, es decir, es una indicación medible de algún aspecto cuantitativo. Las características que debe tener un métrico para que sea útil son:

- Medible
- Independiente
- Contabilizable
- Preciso

Es decir, lo que se desea controlar debe ser medible, y que esta medición no sea influenciada por ningún factor externo o interno. Se debe llevar un registro completo de los métricos; este debe llevar como mínimo el nombre de la persona que está realizando la medición, fecha en que se hizo la medición y el nombre de la persona que está desarrollando la tarea o proceso medido. Se debe tener también el rango de dispersión que se espera que tenga la medida que se está realizando.

Existen dos tipos de métricos; el primero proviene de la recolección exhaustiva y metódica de los proyectos que se encuentran en ejecución, que pueden ser referentes a costos, tiempos y rendimiento y se conocen como métricos de resultados. El segundo proviene del modelo de los sistemas que serán implementados, es decir, son estimaciones referentes a valores esperados en el desarrollo del proyecto y se denominan métricos predictores.

Una vez definidos los métricos que se utilizarán, es necesario definir los procedimientos para su recolección; a estos procedimientos se le conocen como **la función métrica**. El establecimiento preciso de los métricos y los procedimientos para obtenerlos es imprescindible dentro de los estándares que se definen al principio del proyecto. La especificación de la función métrica debe definir claramente quién es el responsable de cada medición y cuándo se debe llevar a cabo.

Dentro del comportamiento de los costos de software se encuentran los factores externos e internos que afectan dicho comportamiento; en los factores externos podemos encontrar la capacidad del personal, la complejidad del producto, técnicas de programación, etc. Entre los factores internos, se pueden encontrar costos de codificar, costos de documentación, etc.

Los costos de software son influenciados por una serie de factores externos, por lo que se han desarrollado dos formas para poder observarlos y controlarlos; éstas son:

- La experimentación controlada. Consiste en la construcción de experimentos que permiten medir el impacto de cambiar ciertos factores externos al

proyecto o sistema.

- **Análisis observacional.** Se basa en la observación de un conjunto de proyectos reales para obtener conclusiones respecto de las influencias externas a que se encuentran expuestos dichos proyectos. Se han desarrollado varios modelos de costos para incrementar el entendimiento predictivo de los factores que influyen en el costo del software, ellos son: DOTY, BOING, SLIM, RCA Prices y COCOMO.

Dentro de este trabajo de tesis no se toma ningún modelo de métricos en especial; dentro de este capítulo se encontrará una serie de métricos que se recomienda tomar en cuenta y que pueden ser de mucha utilidad, ya que se pretende tener un sistema práctico de control y que pueda ser utilizado fácilmente, además muchos de estos modelos son muy difíciles de poner en práctica y en algunos casos son ineficientes en nuestro medio, tal es el caso de el modelo COCOMO que se basa mayormente en las líneas de código.

### 5.3 Estimaciones y cálculo de costos de un proyecto

Una estrategia específica para el cálculo de costos se debe desarrollar para cada situación individual. Frecuentemente prevalece uno de los siguientes dos casos cuando se está desarrollando un proyecto : La primera, una oportunidad nueva puede representar un proyecto “único en su tipo” con la característica que al finalizar el mismo no se continúa la relación laboral; esta situación se llamará del Tipo I. La segunda, es la situación en la que una nueva oportunidad puede representar el inicio de una larga relación laboral, o la penetración en un nuevo mercado, esta situación es del Tipo II.

Los objetivos en cada caso son muy diferentes, ya que en el Tipo I el objetivo es ganar el proyecto y ejecutarlo lucrativamente y satisfactoriamente con lo acordado. El Tipo II tiene por objetivo a menudo, el ganar el proyecto y desarrollarlo bien, dejando un buen impacto en el mercado o en el cliente, más que obtener una ganancia. La Tabla 5.1. resume las actividades en estas dos situaciones.

Tipo I	Tipo II
1. Desarrollar un modelo de costos y una guía de estimaciones; diseñar el programa o proyecto base con el mínimo de costos , para el mínimo de los requerimientos.	1. Diseñar el programa o el proyecto con base en la totalidad de los requerimientos del cliente incluyendo innovaciones pero el mínimo de riesgo.
2. Estimar los costos realísticamente para el mínimo de los requerimientos.	2. Estimar los costos.
3. Revisar el diseño, eliminando los costos innecesarios, haciendo el precio del producto aceptable.	3. Revisar el diseño eliminando los costos innecesarios.
4. Determinar los costos reales mínimos. Obtener los compromisos con las empresas proveedoras.	4. Determinar los costos mínimos reales. Obtener los compromisos de las empresas proveedoras.
5. Ajustar los costos estimados con los riesgos	5. Determinar el costo incluyendo los ajustes por riesgos.
	6. Comparar el costo final estimado con el

posibles.	presupuesto del cliente y el precio aproximado para ganar la oferta.
6. Agregar los márgenes de ganancia deseados para determinar el precio.	7. Determinar el margen necesario para ganar la oferta. Este margen puede ser negativo!
7. Comparar el precio con el presupuesto del cliente y con la información de costos competitivos.	8. Determinar si el margen es aceptable acorde a lo que se desea ganar.
8. Realizar la oferta únicamente si el precio es competitivo.	9. Dependiendo del deseo de ganar y si el margen es aceptable, se ofrece el precio con el que asegure el proyecto o el programa.
	10. Si el precio ofertado es menor que el costo, es recomendable dar una explicación al cliente para asegurar la credibilidad del producto.

**Tabla 5.1.** Actividades para la estimación de costos

La diferencia fundamental entre estas dos estrategias está en el precio ofertado con base en los costos estimados, en donde el precio de la situación dos está dado por las situaciones del mercado. Estos cálculos se debe realizar en la etapa inicial del proyecto, ya que si los costos estimados están fuera del rango de competitividad es momento de abandonar o terminar el proyecto.

Para estimaciones iniciales, se pueden utilizar las siguientes clases de estimadores:

1. Orden de magnitud: este estimador puede tener un rango de error mayor al 35% y utiliza la experiencia pasada, con base en factores como costos/unidades o costo/rendimiento, etc.,
2. Top-Down: este estimador tienen un rango de exactitud de +/- 15%, y se calcula en base a proyectos similares en alcance y capacidad, lo que da un valor por analogía, es decir, si un proyecto es 50% más difícil se puede decir que necesita el 50% más de los recursos.
3. Definitivo: este se calcula con base en datos estadísticos, precios unitarios, especificaciones, etc.; esto hace que la estimación sea más precisa, por lo que este estimador tiene una exactitud en un +/- 5%.

Estos estimadores únicamente dan una referencia de lo que podría costar el desarrollo de un proyecto; para el cálculo de costos se debe tener una metodología que debe desarrollarse en el momento que se está haciendo el plan estratégico; esta metodología debe contemplar los siguientes pasos:

1. Dar una completa definición de los requerimientos del proyecto.
2. Desarrollar un WBS.
3. Costear cada tarea del WBS.

4. Revisar cada costo en el WBS con la persona responsable en cada área de trabajo.
5. Decidir el curso de acción.
6. Establecer costos razonables para cada tarea del WBS.
7. Revisar el costo total con la alta gerencia.
8. Negociar con los gerentes funcionales por personal calificado.
9. Desarrollar un diagrama de responsabilidades.
10. Desarrollar un PERT/CPM final.
11. Establecer los reportes sobre costos y precios del proyecto.
12. Documentar los resultados en el plan del proyecto.

Como se puede observar, con esto se puede llegar a un costeo real del proyecto, ya que se está haciendo con base en todas las tareas que en él se desarrollarán, permitiendo planificar adecuadamente los recursos a utilizar; además puede servir de base para llevar un buen control de los recursos que se utilizarán en cada una de las etapas del proyecto. Los reportes sobre costos y precios que se deben desarrollar son:

- Detalle de costos para cada elemento del WBS.
- Un diagrama del total de mano de obra por cada departamento. Esto se hace con el fin de ver si existen “picos o valles” con el objeto de tener el punto medio y así ver el número óptimo de personas a contratar, ya que es muy difícil contratar o estar planificando diferentes números de personas por día o mes.
- Un reporte sobre el costo mensual de la mano de obra. Esto sirve para comparar contra el presupuesto del departamento y si se exceden los costos se puede comparar contra el gráfico anterior, y así poder ver en donde se pueden hacer los ajustes necesarios.
- Una distribución mensual de todos los costos asociados al WBS; esto es importante para la realización del flujo de caja de las actividades.
- Materia prima y pronóstico de gastos. Esto se utiliza para el desarrollo de flujo de caja que se utiliza para la planificación de gastos.
- Desarrollar un flujo de caja completo del proyecto, en el que se incluyen todos los movimientos de efectivo del proyecto.

Toda esta documentación es sumamente importante para el control de costos del proyecto; para la alta gerencia es importante porque ayuda a la selección, aprobación y priorización de proyectos. El éxito de una buena administración de proyectos se establece desde un adecuado paquete de costos desde el cual todos los miembros de la organización pueden llevar registro del programa y de los costos.

El modelo de costos del proyecto actúa como un sistema de información, formando la base para el control de recursos, además, da a los gerentes la facilidad de diseñar y evaluar planes de contingencia, si es necesaria una desviación del plan original.

### 5.3.1 Control de costos

El control de costos no es únicamente el monitoreo de costos y talvez el almacenamiento de grandes cantidades de datos, es también el análisis de los datos para tomar acciones correctivas, éste debe ser desarrollado por todas las personas que tengan que ver con costos y no únicamente por el jefe del proyecto. El control de costos implica una buena administración de costos, la cual debe incluir:

- Estimación de costos.
- Contabilización de costos.
- Flujo de caja del proyecto.
- Flujo de caja de la compañía.
- Costeo del trabajo de dirección.
- Costeo de la tasa de sobrecarga.
- Otros, como incentivos, multas, etc.

El propósito de la administración de costos y de los sistemas de control es establecer políticas, procedimientos y técnicas que puedan ser utilizadas en la administración diaria y en los controles de proyectos y programas. Los sistemas de planificación y control deben proveer la siguiente información:

- Dar una visión del progreso real del trabajo.
- Relación de costos con el rendimientos programado.
- Identificar los problemas potenciales con respecto a sus fuentes.
- Proveer información de los administradores del proyecto con información sumariada.
- Demostrar que los hitos (milestones) son válidos, medibles y auditables.

El desarrollo del presupuesto es el resultado final del ciclo de la planificación; éste debe ser razonable y debe estar basado en los costos de la negociación contractual y con la declaración del trabajo (SOW). Las bases del presupuesto son los costos históricos, estimados y estándares de la industria. El presupuesto debe identificar los requerimientos planificados de mano de obra, reservas administrativas y fondos direccionados por el contrato; éste como una herramienta de medición de progreso y control de cambios, debe ser capaz de:

- Medir los recursos consumidos.
- Medir estados y cumplimientos.
- Comparar las mediciones con las proyecciones y estándares.
- Proveer una base para diagnóstico y replanificación.

Los requerimientos de un sistema efectivo de control debe incluir:

- Completa planificación del trabajo a ser desarrollado para completar el proyecto.
- Buenas estimaciones de tiempo, costo y trabajo.
- Clara definición del alcance de las tareas que se van a desarrollar.
- Un presupuesto claro y preciso y autorización de gastos.
- Contabilización de tiempo y progreso físico así como de gastos.
- Estimación periódica de tiempo y costo para completar el trabajo restante.
- Frecuentes y periódicas comparaciones del estado actual de progreso y gastos contra lo planificado y presupuestado.

La gerencia o jefes de proyecto deben comparar el tiempo, costo y rendimiento contra lo planificado y presupuestado, pero no de una forma independiente sino que de una manera integrada. El primer propósito de el control viene de un proceso de verificación realizado por la comparación del estado actual con el predeterminado en los planes. Esta comparación sirve para verificar que los estándares correctos fueron seleccionados, y que son propiamente utilizados.

El segundo propósito del control de proyectos es la toma de decisiones. Tres reportes se deben diseñar para cumplir los requerimientos de la gerencia en la toma de decisiones a tiempo y efectiva, éstos son:

- Los planes del proyecto, programas de trabajo y presupuestos que son preparados en la fase de planificación.
- Una detallada comparación entre los recursos consumidos a la fecha y los presupuestados. Esto incluye un estimado del trabajo restante y el impacto en la completación de las actividades.
- Una proyección de los recursos que han ser consumidos en la finalización del proyecto.

Estos son de gran utilidad, ya que sirven para hacer retroalimentaciones, identificación de las desviaciones actuales con las planificadas y la oportunidad de poder desarrollar planes de contingencia para tomar acciones correctivas y no perder muchos recursos. Es importante tomar en cuenta que mientras más avanzamos en el proyecto, cualquier cambio hace un aumento considerable en los costos, a diferencia de hacerlo en las primeras fases del proyecto, en los que los costos no son tan altos.

Todo presupuesto debe ser rastreable a través de una bitácora, la cual debe tener:

- Presupuesto distribuido: la cantidad de recursos asignada en un momento dado del proyecto.

- Reservas administrativas: cantidad asignada por la gerencia al presupuesto, para todas las actividades, para problemas no previstos y contingencias ocasionadas por rendimientos de trabajo fuera de los alcances del proyecto.
- Presupuesto no distribuido: es el presupuesto que está asociado a cambios contractuales, donde las restricciones de tiempo previenen la planificación necesaria para incorporar los cambios dentro del rendimiento del presupuesto.
- Presupuesto no asignado: es el presupuesto que está asignado a tareas que no han sido identificadas plenamente o no han sido autorizadas.

Como se puede ver, dentro de todo presupuesto se tienen variaciones; estas variaciones se conocen como varianzas y son aquellas desviaciones de lo planificado. Las varianzas se utilizan en todos los niveles administrativos para el control de los programas y presupuestos. Para calcular las varianzas, es necesario definir tres variables que son la base para las variaciones de presupuestos y costos actuales del trabajo programado y el desarrollado. Estas variables son las siguientes:

- Costos presupuestados para el trabajo programado (CPTP): ésta es la cantidad de dinero asignada a una tarea calendarizada para que se pueda desarrollar o completar más el nivel de esfuerzo calendarizado necesario para poder desarrollar el trabajo en el tiempo requerido.
- Costos presupuestados para el trabajo desarrollado (CPTD): ésta es la cantidad de dinero asignada para el trabajo desarrollado, más el presupuesto de nivel de esfuerzo desarrollado en completar una actividad dentro del tiempo requerido.
- Costos actuales para el trabajo desarrollado (CATD): es la cantidad reportada como los gastos realizados en la completación del trabajo desarrollado dentro del tiempo requerido.

Teniendo estas definiciones, se obtienen las siguientes definiciones de varianzas:

- Varianza de costos (VC):

$$VC = CPTD - CATD$$

Un valor negativo significa que se están excediendo los costos.

$$\%VC = VC/CPTD$$

Este valor representa la variación porcentual en costo.

- Varianza en lo programado (VP):

$$VP = CPTD - CPTP$$

Un valor negativo indica que se está retrasado en la programación.

$$\%VP = VP/CPTP$$

Este valor representa la variación porcentual en programación.

El CPTD representa el valor que se tiene presupuestado gastar en un espacio de tiempo dentro del desarrollo de un actividad; algunas empresas utilizan el concepto 50/50, es decir, consumen el 50% del presupuesto en la mitad de la actividad y el otro 50% al finalizar la misma, en actividades pequeñas se puede consumir todo el presupuesto al final de la actividad, es decir, este valor indica la cantidad de recursos que se deberían llevar consumidos en un espacio de tiempo dentro del desarrollo de una actividad, este valor varía mucho dentro de cada tipo de proyecto ya que está influenciado por muchos factores, estos son: tiempo, tipo de proyecto, forma de administración, disponibilidad económica, etc.. El valor de CATD es el valor real de lo consumido en un espacio de tiempo en el desarrollo de un actividad.

Teniendo estos valores, se puede predecir si el proyecto esta conforme a lo presupuestado o si se encuentra fuera de lo presupuestado; ésto se hace sumando todos los CATD del proyecto dividido la suma de todos los CPTD, el resultado se multiplica por el presupuesto total del proyecto y este valor da el costo total proyecto. Si esta cantidad se divide entre el total presupuestado, da el porcentaje de variación del presupuesto. Las siguientes son las fórmulas para el cálculo de estos valores:

$$\text{Estimación presupuesto (EP)} = (\Sigma\text{CATD}/\Sigma\text{CPTD}) * \Sigma\text{CPTP}$$

$$\% \text{ Variación Presupuestaria (\%VP)} = EP / \Sigma\text{CPTP}$$

Un valor arriba de uno indica que el proyecto se encuentra fuera de presupuesto; es necesario en este momento tomar medidas correctivas, ya que si se sigue la misma tónica de trabajo se estará en incrementando la pérdida, es necesario entonces, evaluar cada una de las actividades para ver cuál de ellas está ocasionando que el proyecto esté fuera de presupuesto y tomar las medidas necesarias para regresar al costo presupuestado. Es importante que al finalizar este análisis de costos se realicen los reportes mostrando todos los datos necesarios para que la gerencia y jefes de proyectos tomen las decisiones correctas y necesarias en el transcurso del proyecto. Estos reportes deben tener por lo menos la siguiente información:

- Hitos (milestones) necesarios para el éxito del proyecto.
- Comparación de especificaciones.
- Test de estados o condiciones (análisis de costos y tiempos).
- Correlación del rendimiento técnico de las actividades de especificadas dentro del PERT y dentro del WBS.

Se debe recordar que estos reportes deben ser cortos y si es posible se deben tener formas ya diseñadas en las que las personas que realicen los estudios únicamente llenen estas hojas, así se evitará tener información no necesaria y a la vez tener estandarizados los reportes, ya que mientras más cortos y concisos son los reportes, más fácil es su análisis y el tiempo de respuesta y retroalimentación también lo es.

Si existen variaciones muy grandes dentro del proyecto, es necesario la replanificación del sistema o el rediseño del mismo, ya que es muy difícil regresar a una situación estable. La replanificación del proyecto implica la redefinición y restablecer las metas del proyecto así como el progreso del trabajo desarrollado, pero siempre dentro de las especificaciones del proyecto. Esto debe hacerse con el estudio de los tiempos, costos y rendimientos actuales para definir nuevas actividades o tareas y por lo tanto nuevas redes PERT. Si los recursos están limitados, entonces es necesaria una redistribución de lo mismos.

A continuación, se presentan los problemas más comunes, y a los cuales debe prestarse más atención para hacer más eficiente el sistema de control de costos. Estos problemas son:

- Malas técnicas de estimación o estándares, que da como resultado presupuestos no reales.
- Inicios y finales de actividades fuera de secuencia.
- Un WBS inadecuado.
- Mala definición del trabajo en los niveles bajos de la organización.
- Una mala planificación que da como resultado un proyecto no controlado.
- Pobre comparación de costos actuales y planificados.
- Comparación de costos actuales y planificados a niveles erróneos de administración.
- Problemas técnicos no previstos.

El excederse del presupuesto puede ocurrir en cualquier fase del proyecto y puede llevar al mismo a una serie de problemas que difícilmente se puedan resolver, más aún si se ha dejado al tiempo, por lo tanto, es muy importante que se tenga un buen control sobre la ejecución presupuestaria. A continuación, se dan algunas de las causas:

- Mala estimación de tiempos.
- Sobreestimación de las habilidades de la empresa.
- Mala interpretación de los requerimientos del cliente.
- Mala interpretación de la información.
- Discrepancias contractuales.
- Problemas en los canales de comunicación.
- Costos excesivos de materiales.
- Especificaciones que no son aceptadas.

## 5.4 Administración del tiempo

El ambiente del control y administración de proyectos es extremadamente turbulento, y está compuesto de una serie de reuniones, escritura de reportes, resolución de conflictos, planificación y replanificación continua, reuniones con clientes y crisis administrativas. Los gerentes y jefes de proyectos regularmente tienen que compartir su tiempo entre la administración y el desarrollo; en una situación como ésta, es muy importante que se administre perfectamente el tiempo, ya que si un jefe de proyecto no puede administrar ni controlar su propio tiempo no podrá controlar absolutamente nada del proyecto.

El tiempo es uno de los recursos más importantes dentro de un proyecto, ya que una vez consumido se va para siempre. Los gerentes y jefes de proyecto sin experiencia regularmente trabajan una gran cantidad de tiempo pensando que ésta es la única forma de hacer su trabajo, mientras que los más experimentados aprenden a delegar y cómo emplear efectivamente su tiempo.

Los jefes de proyectos no solamente son administradores, sino también forman parte del personal operativo, por lo tanto, se enfrentan con situaciones a nivel operativo y administrativo que hacen que se consuma mucho tiempo; entre ellas podemos encontrar las siguientes:

- |  |  |
|--|--|
| • Trabajo incompleto.                              | • Muchas personas envueltas en toma de decisiones menores. |
| • Trabajo mal hecho que tiene que hacerse de nuevo | • Demasiada carga de trabajo.                              |
| • Malos canales de comunicación.                   | • Muchos viajes o visitas a clientes.                      |
| • Llamadas telefónicas no controladas.             | • Excesivo papeleo.  |
| • Visitas casuales.                                | • Requerimientos inapropiados o inadecuados.               |
| • Muchos niveles de revisión.                      | • Reeducción de administradores del proyecto.              |
| • Muchas personas en áreas pequeñas.               | • Problemas monetarios.                                    |
| • Ordenando correspondencia.                       | • Deseo de perfección.                                     |
| • Indecisiones o retraso en las decisiones.        | • Mala política salarial con respecto de empresas afines.  |
| • Muchas reuniones.                                | • Mala organización.                                       |
| • Monitorear trabajo delegado.                     | • Interrupciones constantes.                               |
| • Conocimientos técnicos pobres.                   | • Pobre disciplina en el proyecto.                         |
| • Interrupciones constantes.                       | • Cambios en niveles administrativos.                      |
| • Mano de obra no calificada.                      |  |

Existen dos formas preimpresas sencillas de poder administrar y controlar de una mejor forma el tiempo; la primera es a través de formas llamadas “que hacer”, en ellas cada persona pone que actividades desarrollará y con que prioridad se desarrollará; se puede observar un ejemplo de esta forma en la Tabla 5.2.

FECHA				
Actividades	Prioridades	Inicio	Avance	Estado

**Tabla 5.2.** Ejemplo de un hoja de actividades planificadas diarias

La segunda forma preimpresa se refiere a las actividades con una mayor prioridad, las cuales se trasladan a la agenda diaria; en ella los gerentes y jefes asignan esas actividades en las respectivas horas, los bloques no asignados se utilizan para actividades no programadas o de menor prioridad; se puede observar un ejemplo de esta forma en la Tabla 5.3.

FECHA		
Tiempo	Actividad	Prioridad
8:00 - 9:00		
9:00 - 10:00		
10:00 - 11:00		
11:00 - 12:00		
12:00 - 13:00		
13:00 - 14:00		
15:00 - 16:00		
16:00 - 17:00		
17:00 - 18:00		

**Tablas 5.3.** Ejemplo de una hoja de actividades realizadas diarias.

De una manera práctica, el gerente de proyectos puede decidir unificar los contenidos de ambas tablas en una sola y reducir la cantidad de papelería administrativa del proyecto. Mas aún, se puede prescindir de estos formatos si se utiliza una herramienta de software de administración de actividades y tiempo de cada una de las personas del proyecto.

Por otra parte, si existen más actividades de las que se pueden programar en el día, es necesario una recalendarización de las actividades y prioridades; ésta no es una buena práctica. Además se debe tratar de hacer en el día todas las actividades que pueda y se debe tratar de no posponer nada, ya que una actividad no prioritaria hoy puede serlo el día siguiente.

Como es normal, no a todas horas las personas tienen la misma energía y deseo de trabajar, por lo que es importante conocer estos niveles para que se pueda distribuir en el

día y en la semana de una mejor forma las actividades a desarrollar, ya que en los niveles altos de energía se deben calendarizar actividades que requieran mucho trabajo y en los niveles bajos de energía poner aquellas que no requieran mucho esfuerzo. Regularmente, en las mañanas es cuando estos niveles están más altos, luego en horas del medio día bajan y suben un poco en las horas de la tarde.

La productividad es otro factor importante dentro de un proyecto, pero ésta es muy difícil de medir, regularmente una persona no llega al 100% de su capacidad de trabajo, se cree que únicamente alcanza entre 70-80%, esto se debe a las siguientes causas:

- Mala información en formas escritas.
- Llamadas telefónicas.
- Reuniones no programadas.
- Muchos niveles de revisión.
- Muchas personas en áreas pequeñas.
- Conversaciones entre las personas de la oficina.

Se sabe que la productividad está directamente relacionada al ambiente de trabajo y en horario, por lo que es conveniente trabajar entre 6 y 8 horas al día y tener un ambiente agradable de trabajo para tener un nivel óptimo de productividad.

Otro factor importante que se tiene que tener en cuenta para no perder mucho tiempo, son las reuniones de trabajo; éstas son una parte importante de todo proyecto pero se pueden volver en algo totalmente improductivo y una fuente de pérdida de tiempo, especialmente si los gerentes hacen lo siguiente:

- Perder mucho tiempo en cosas triviales
- No preparar una agenda de la reunión
- Tener un equipo de personas muy grande para las reuniones
- No llevar a las reuniones a las personas con autorización en toma de decisiones
- No llevar a las reuniones a las personas con conocimiento del tema.

Si el jefe del proyecto prepara la agenda con tiempo e identifica el tiempo aproximado de cada tópico que va a tratar, hará que la reunión sea más productiva, ya que cada persona del equipo conocerá de antemano que se tratará y con qué tiempo; de esta forma llevará preparado todo lo que le interesa.

A continuación, se presenta un resumen y sugerencias de lo que debe ser el control y administración del tiempo, para que éste sea efectivo:

- Realizar análisis de tiempos y llevar bitácoras de los tiempos de cada una de las actividades desarrolladas y que se van a desarrollar.
- Clasificar las actividades por orden de prioridad.
- Revisar que actividades se están desarrollando que no se deberían realizar.
- Revisar que actividades se están desarrollando que puede ser desarrollada por otra persona.
- Revisar si se están asignando correctamente las prioridades.

Tratar de reconocer el ciclo de los niveles de energía del personal para poder asignar de una mejor forma las actividades que se van a desarrollar, se debe tratar de ver los niveles de productividad de cada persona y los que están desarrollando para determinar si están trabajando al máximo o están perdiendo tiempo. No se debe planificar nada fuera del tiempo normal de trabajo, a menos que sea muy necesario, todas las actividades deberían hacerse dentro del horario de trabajo.

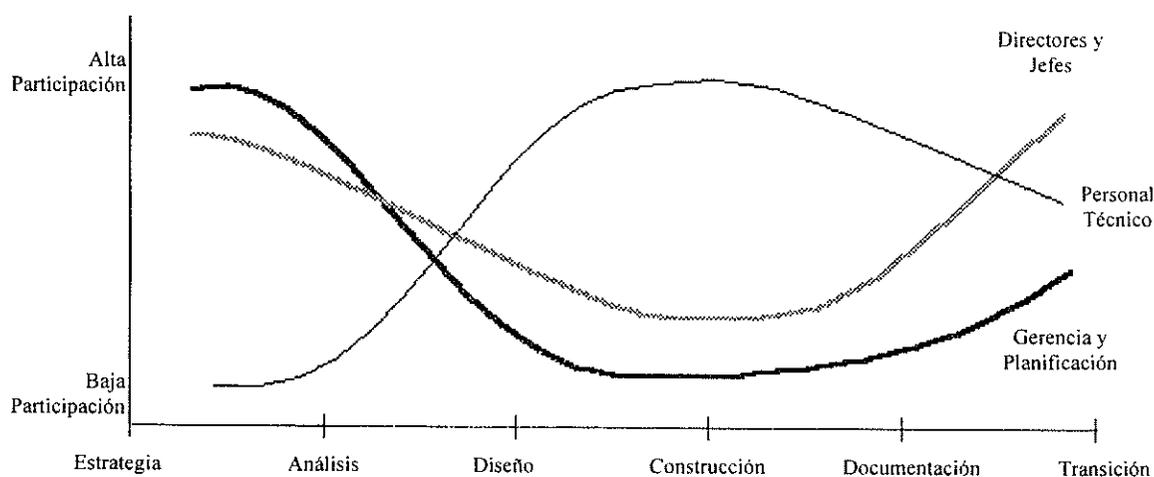


Figura 5.4. Participación del personal involucrado durante el desarrollo del proyecto

Se deben calendarizar las reuniones que sean importantes; al realizarlas, se deben conducir efectiva y eficientemente, es decir, empezarla a tiempo, ir directamente a los puntos y en la medida de lo posible, terminar a tiempo. Se debe tomar únicamente las llamadas telefónicas urgentes, dejando las demás a las secretarías para que tomen nota; de esta forma no se pierde tanto tiempo en ellas.

Finalmente, se presenta en la Figura 5.4 un gráfico de cómo el personal involucrado en el desarrollo de un proyecto software participará en cada una de las etapas del mismo. Por ejemplo, se puede notar la alta participación de la gerencia en las etapas de estrategia y análisis, en contraposición con la baja participación del personal técnico en estas mismas etapas.

## 5.5 Control de avance y planes de contingencia

La administración exitosa de proyectos controla los recursos de la empresa dentro de las restricciones de tiempo, costo y rendimiento, pero en la realidad esto casi nunca se da, ya que existen variaciones entre lo planificado y lo real, generalmente el tiempo y costo se excede y el rendimiento es menor.

Las variaciones de estimación dentro de un proyecto se dan por factores internos y externos del proyecto, por lo que un gerente de proyectos debe tratar de volver a un estado estable y reconocer cuáles fueron las causas para tomar las rutas o acciones necesarias para corregir dicha variación.

En la corrección de la variación en algunos casos, se hace necesaria la planificación o replanificación, ya que se deben sacrificar las restricciones de tiempo, costo o rendimiento para hacer que el proyecto no sea catastrófico.

Para poder desarrollar un control de avances y variaciones, es necesario definir una metodología para poder llevarlo a cabo; ésta debe realizar como mínimo lo siguiente:

- Reconocer y entender los conflictos básicos del proyecto.
- Revisar los objetivos del proyecto y no permitir que existan cambios en los objetivos; esto únicamente se debe hacer al inicio del mismo.
- Analizar el estado y ambiente del proyecto.
- Identificar cursos alternos de acción.
- Analizar y seleccionar la mejor opción que lleve al éxito al proyecto.
- Revisar el plan del proyecto.

Muchos proyectos tienen un sistema de administración y control de costos que comparan el estado actual con el planificado; con los datos obtenidos, se realiza un análisis de varianzas y se desarrollan los reportes necesarios para que se efectúen las acciones correctivas necesarias para resolver los problemas. Teniendo a mano dichos reportes, los gerentes deben responderse a las siguientes preguntas antes de tomar cualquier acción:

- ¿Es la información adecuada?
- ¿Está la información actualizada?
- ¿Están los datos completos?
- ¿Quién determinó las variaciones?
- ¿Es verdadera la información?
- ¿Si la información es cierta, qué implicaciones tiene en el proyecto?

La principal razón de este primer paso es el entender las causas potenciales del conflicto, y por lo tanto saber qué hacer. Entre las diferentes causas, encontramos: error humano, problemas inciertos y problemas no esperados; éstos se detallan a continuación:

- Errores humanos
  - Compromisos adquiridos imposibles de calendarizar
  - Pobre control en los cambios de diseño
  - Mala contabilización de los costos del proyecto
  - Fallas en equipos
  - Fallas en las pruebas
  - Fallas en la recepción de entradas críticas
  - Fallas en las recepciones de aprobaciones anticipadas
- Problemas inciertos
  - Muchos proyectos concurrentes
  - Expiración de contratos laborales
  - Cambios en la gerencia
  - Posibilidad de cancelación del proyecto
- Problemas inesperados
  - Desarrollo de nuevos estándares
  - Cambios en las condiciones del mercado
  - Conflictos en las prioridades del proyecto
  - Problemas de efectivo
  - Retraso en la entrega de material y equipo

El segundo paso que se debe tomar en el proceso de toma de decisiones es la completa revisión de los objetivos. Esta revisión debe incluir un análisis de esos objetivos por parte de varios participantes del proyecto, empezando con la alta gerencia hasta la gerencias medias. Se debe recordar que dichos objetivos se realizaron con base en las variables de ambiente, las cuales, deben ser revisadas. Esto se hace con el objeto de ver el grado de rigidez con el que se establecieron las restricciones de tiempo, costo y rendimiento. Esto también requiere que se revisen los siguientes documentos:

- Objetivos del proyecto
- Integración de los objetivos dentro del plan estratégico
- Declaración del trabajo (SOW)
- Calendarios, costos y especificaciones de rendimiento
- Recursos consumidos y proyectados

El tercer paso en esta metodología es el análisis del ambiente y estado del proyecto. Este paso incluye en detallada medición de tiempos, costos y rendimiento actuales y una comparación de lo planificado. El gerente tiene que tener la habilidad de ver las variaciones significativas y el probable impacto de dichas variaciones dentro del rendimiento del equipo de trabajo. El conocer los requerimientos del proyecto ayuda de gran forma a los gerentes, ya que pueden determinar si es necesario tomar una medida correctiva o dejar que el proyecto continúe.

Independientemente si se toma o no una medida correctiva, es importante saber por que se dió el problema; las principales áreas que se deben estudiar son:

- Inadecuada planificación: la planificación no se hizo con el suficiente detalle o no se establecieron los controles necesarios para determinar si el proyecto está acorde a lo planificado.
- Cambios de alcances: el salirse del presupuesto y del calendario es un resultado común cuando se permiten cambios en el alcance del proyecto sin una incorporación formal en los planes.
- Bajo rendimiento: debido al alto grado de interdependencias que existen dentro de un proyecto, el bajo rendimiento de una persona o grupo de trabajo se refleja rápidamente en el rendimiento global del equipo de trabajo.
- Restricciones ambientales: esto se da comúnmente cuando se trabaja con terceras personas o cuando se depende de recursos externos.

El cuarto paso, dentro del plan de contingencia, es enumerar las opciones de acción y ver alguna combinación de tiempo, costos y rendimiento. Es de recordar que dentro de la calidad total siempre se busca la satisfacción de cliente y de cumplir plenamente con las propuestas y requerimientos, pero el desarrollo de software se puede ver retrasado o en problemas por factores que no están bajo el control del equipo de trabajo y que ocasionan problemas en los rubros de tiempo, costo y rendimiento. Si esta situación se da, es importante ver lo que más le conviene al cliente sin que se pierda la calidad del producto o servicio que se está dando, por lo que la gerencia y el equipo de trabajo en conjunto con el cliente deben evaluar muchas opciones, para poder identificar plenamente las opciones, el gerente o jefe de proyecto debe observar lo siguiente:

- Tiempo
  - ¿Es aceptable por el cliente algún tipo de retraso?
  - ¿Este retraso de tiempo afecta el tiempo de entrega de otros proyecto o afecta a otros clientes?
  - ¿Cuál es la causa de este retraso?
  - ¿Cuánto cuesta hacer nuevos calendarios?
  - ¿Cuál será la actitud del cliente ante esta situación?
  - ¿Afecta este retraso la aceptación de nuevos proyectos?
- Costos
  - ¿Qué es lo que causó el exceso en los costos?
  - ¿Qué se puede hacer para reducir los costos de las actividades restantes?
  - ¿Aceptará el cliente un recargo adicional o lo tiene que absorber la empresa?
  - ¿Se puede renegociar los estándares especificados para no salirse de los presupuestos?

- ¿Es esta la única opción que se tiene para poder entregar a tiempo el proyecto?
- ¿Afectará esto en la adquisición o aceptación de futuros proyectos?
- Rendimiento
  - ¿Se alcanzarán las especificaciones iniciales?
  - ¿A qué costos se asegura que se alcanzarán?
  - ¿Son negociables las especificaciones?
  - ¿Cuáles son las ventajas y desventajas para los clientes y la empresa en hacer cambios a las especificaciones?
  - ¿Aceptarán el cliente un cambio?
  - ¿Es necesario una redistribución de los recursos por los cambios en las especificaciones?
  - ¿Afectará a la empresa el realizar dichos cambios?

Una vez resueltas las preguntas anteriores, es conveniente que se trasladen a un forma gráfica, ya que así se puede tener una mejor visión de como el cambio o la opción que se desea tomar afectará al sistema. Para poder realizar esto, se debe hacer con base en una de las situaciones siguientes:

**SITUACION 1: El rendimiento y las especificaciones se mantienen constantes.**

Con el rendimiento fijo, los costos se puede expresar como función del tiempo, como se muestra en la Figura 5.5.

En la gráfica existe un punto, el cual es el óptimo y desde el cual un retraso o un adelanto en el tiempo se refleja en un incremento en los costos; en el caso de un retraso es obvio el incremento; en el caso de un adelanto es necesario el incremento para poder obtener los resultados más rapidos. Básicamente existen cuatro opciones cuando se tiene fijo el rendimiento; éstas son:

- Se requiere un incremento en los recursos del proyecto para alcanzar el rendimiento deseado.
- El alcance del proyecto se cambia; algunas tareas se eliminan sin hacer cambios en las especificaciones principales del proyecto. Esto se debe a que las especificaciones se hicieron más grande de lo que en realidad eran, por lo tanto se pueden eliminar algunas y mantener el nivel solicitado por el cliente.
- Los recursos disponibles se trasladan a otras actividades con el fin de balancear el proyecto. Esto se hace con el objeto de dar la mayor cantidad de recursos a las actividades críticas.
- Cambios en los calendarios. Esto es con el fin de poder rediseñar las redes y poder realizar actividades en paralelo en lugar de realizarlas serialmente.

Se debe recordar que estos cambios se deben hacer pensando siempre que no se puede dañar la reputación de la empresa ni la del equipo de trabajo, por lo que no se puede entregar un producto que no esté a entera satisfacción del cliente.

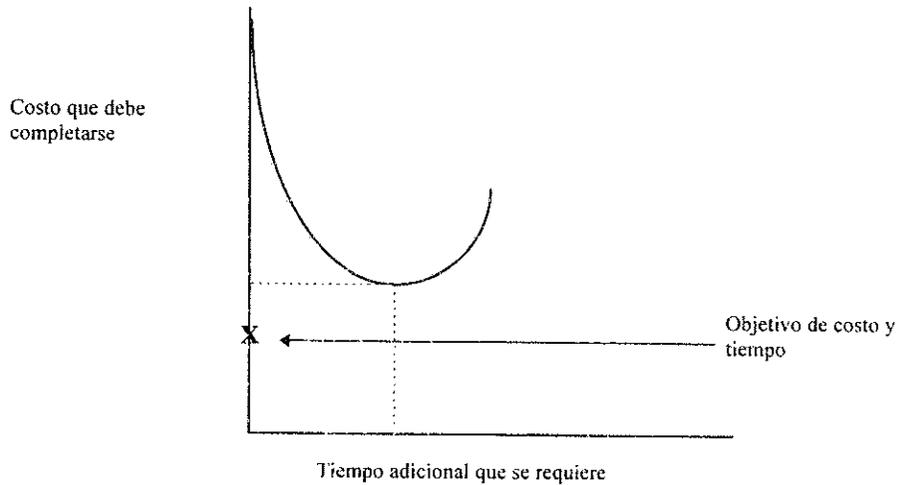


Figura 5.5. Seguimiento cuando el rendimiento es fijo

**SITUACION 2: El costo es fijo.**

Con el costo fijo, el rendimiento y las especificaciones pueden variar con el tiempo, como se muestra en la Figura 5.6. La decisión de mantener el proyecto dentro de los calendarios depende del nivel del rendimiento del equipo de trabajo, por lo que es necesario identificar para cada actividad el nivel de esfuerzo que se debe hacer en el tiempo.

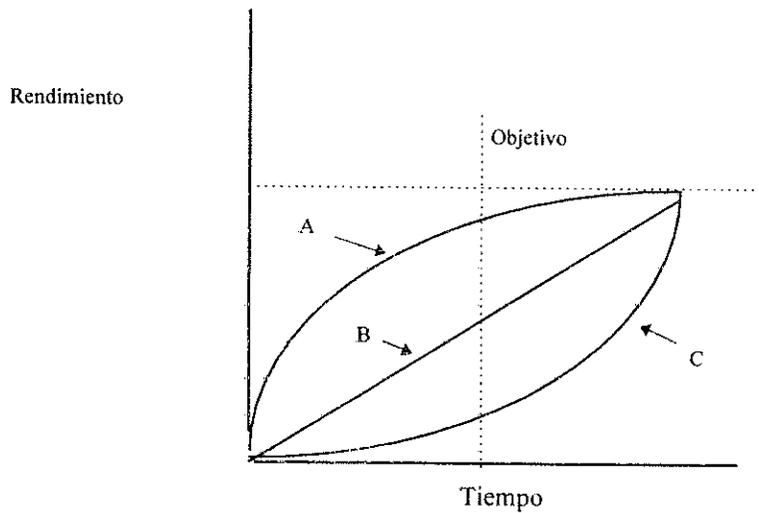


Figura 5.6. Seguimiento cuando el costo es fijo

Lo descrito en el párrafo anterior se ejemplifica en las tres curvas de la gráfica; la curva A muestra una actividad en la que se debe hacer un mayor esfuerzo al inicio; la curva B muestra una actividad en donde el esfuerzo incrementa con respecto al tiempo y por último, la curva GUÍA es una actividad en la que el nivel de esfuerzo debe ser mucho mayor al final.

Cuando se tiene el costo fijo es importante tener bien claras las especificaciones del proyecto, así como el alcance del mismo; en esta situación es común revisar los siguientes aspectos, los cuales pueden ayudar a mantenerse dentro de los calendarios:

- Excesivo desarrollo de reportes.
- Documentación innecesaria.
- Excesivos controles.
- Actividades desarrolladas por el equipo de trabajo que pueden ser desarrolladas externamente a un menor costo y a un mayor grado de calidad.
- Contratos mal hechos

Al revisar estas actividades, se presta mayor atención a actividades críticas y así se mantienen dentro de los costos y tiempo estimado.

### SITUACION 3: El tiempo es fijo.

En este caso, el costo varía respecto al rendimiento y las especificaciones, gráficamente; este caso se puede ver en la Figura 5.7. Esta gráfica es muy semejante que la anterior y su interpretación es la misma.

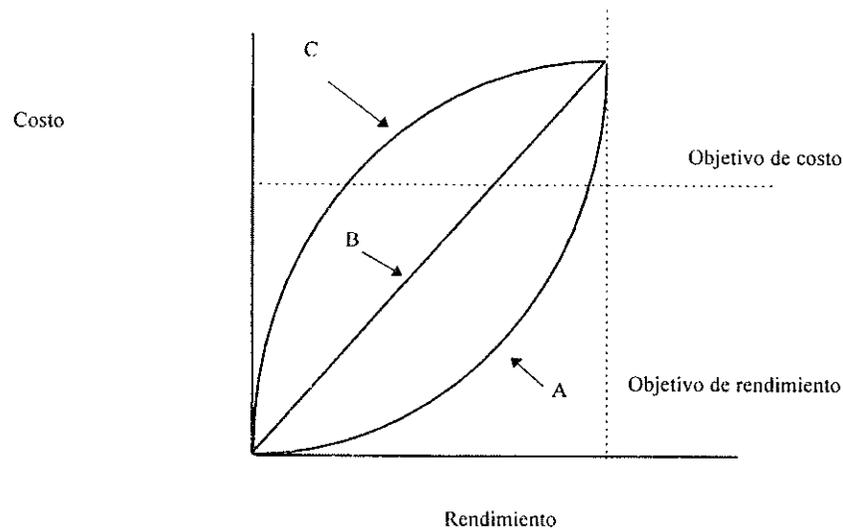
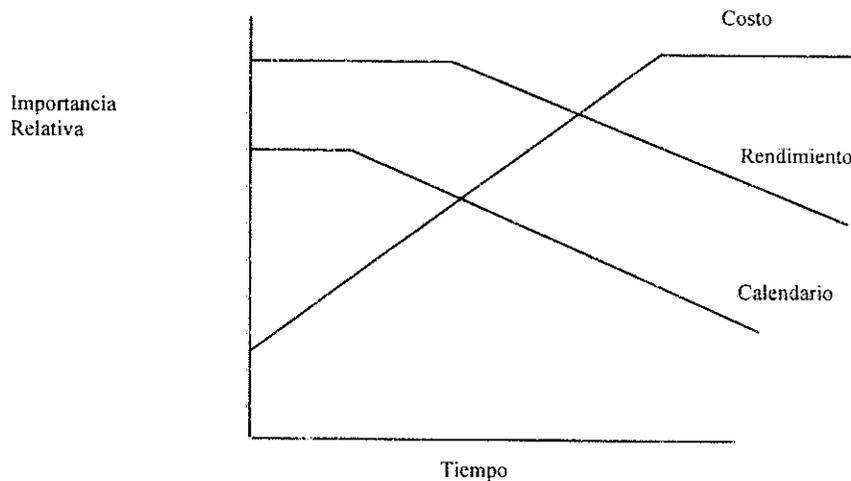


Figura 5.7. Seguimiento cuando el tiempo es fijo

Este caso se da principalmente cuando el tiempo es el principal factor, por lo tanto, para poder cumplir con el contrato, se deben asignar más recursos, y así poder aumentar el rendimiento dentro del equipo de trabajo. Un factor importante que se debe tomar en cuenta es el grado de aceptación que tenga el cliente, ya que en algunos casos, como se dijo anteriormente, las especificaciones del proyecto se definieron muy altas por lo que en algunos casos esas especificaciones pueden hacerse más reales, para poder cumplir con la entrega del proyecto.

**SITUACION 4: No existen restricciones.**

Esta situación es muy difícil de analizar, ya que al tener los tres factores variables es mucho más difícil analizar gráficamente. La Figura 5.8. muestra la importancia relativa que se debe tener dentro de la vida del proyecto para cada uno de los factores que aquí se analizan.



**Figura 5.8.** Se muestra como varia la importancia relativa del rendimiento, costo y calendarios en el proyecto

Como se puede ver en el inicio del proyecto, se debe prestar mayor atención al rendimiento y luego a los programas; conforme el tiempo avanza el costo se convierte en el factor más importante y los otros dos factores van decreciendo. Tomando esto como base, dependiendo de la etapa del proyecto, el gerente debe ver cuál factor es el más importante y así poder tomar un curso de acción acorde a la importancia relativa de los costos, tiempo y rendimiento.

El quinto paso que se va a desarrollar es el de analizar y seleccionar aquellas opciones que pueden hacer que el proyecto termine satisfactoriamente; esto implica que se deben preparar documentos que revisen los objetivos del proyecto, así como los costos,

rendimiento y el estado del proyecto en el tiempo. Además de estos reportes, es necesario contar con los nuevos requerimientos, calendarios generales y los planes revisados para cada una de las opciones.

El gerente y el jefe del proyecto deben analizar el impacto que cada opción tendrá a corto, mediano y largo plazo, ya que la mejor opción debe solucionar el problema que se está presentando, pero no debe dañar la imagen y la futura adquisición de un proyecto para la empresa, es decir, no debe entrar en conflicto con las consideraciones estratégicas y de mercado de la empresa. Las siguientes tareas se deben desarrollar en este paso:

- Preparación de reportes actualizados del proyecto que incluyan los alcances de las opciones, calendarios y costos.
- Construir un árbol de decisiones que incluya el trabajo que se va a desarrollar, objetivos y calendarios, así como una estimación de la probabilidad de éxito para cada opción.
- Presentar a la alta gerencia las opciones, así como la probabilidad de éxito de cada una de ellas.
- Con la autorización de la gerencia, seleccionar la mejor opción e iniciar su implementación.

Uno de los mejores métodos para comparar opciones es el de listarlas y darles un valor respecto a la importancia relativa que ellas tiene con los factores más importantes del proyecto; éstos pueden ser:

- Aceptación del cliente.
- Impacto potencial en la empresa
- Problemas financieros
- Pérdida de motivación.

El sexto y último paso en la metodología es el tener la autorización de la gerencia y la replaneación del proyecto. Después de escoger la mejor opción se deben realizar los nuevos planes de trabajo, esto incluye nuevos presupuestos, calendarios, PERTS, WBS, etc. Al tenerlos se deben exponer a todo el equipo de trabajo, para que todos se encuentren enterados del nuevo curso de acción que se está tomando.

## **5.6 Control de Calidad**

La nueva concepción del término de calidad, como grado de adecuación al uso, en función del precio pagado por el producto. Las ofertas de la competencia han venido a revolucionar el control de calidad, de manera que actualmente, éste se inicia asegurando que se identifican clara y correctamente los requerimientos de los usuarios, previamente a la definición de las características del producto y de los procesos, se interviene a lo largo

de todo el ciclo de vida del proyecto, y se llega hasta la comprobación de que los usuarios obtienen plena satisfacción con el producto que están recibiendo.

### 5.6.1 Sistema de la Calidad

Es el mecanismo que coordina y controla la intervención de todas las funciones y especialidades necesarias para concebir, producir y distribuir un producto o servicio. Además un sistema de calidad moderno se caracteriza por:

- Ser eminentemente preventivo y propulsor del cambio
- Incidir en amplias ventajas económicas a corto, mediano y largo plazo y a una mayor satisfacción de los usuarios.
- Que la gerencia tiene una mentalidad plenamente orientada por la calidad, la productividad y las ventajas de la participación del trabajador.
- Que las condiciones organizacionales, interdepartamentales y mandos medios permiten el autocontrol.
- Existen mejores canales de comunicación con los proveedores.
- Se realizan evaluaciones de los diseños antes de la producción; esto implica que el diseñador no sólo es responsable de sus diseños, sino que debe ser labor de un departamento.
- Evaluar la calidad del producto en varios puntos, incluso ya en manos del consumidor.

Este sistema se debe desarrollar a la medida de la empresa y debe tener los siguientes subsistemas:

- Control de los diseños.
- Establecimiento de especificaciones.
- Control de la compra de materiales.
- Control de la producción.
- Control de producto.

#### 5.6.1.1 Control de los diseños

Este subsistema incluye todos los elementos y actividades necesarias para asegurar que el diseño responde lo mejor posible a los requerimientos de uso y que es eficientemente producible. Entre las actividades que constituyen este subsistema se tienen:

- Verificación de los requerimientos
- Optimización del diseño
- Comprobación de la adecuación al uso con base en prototipos
- Evaluación de la factibilidad de producción

En todo caso, un buen control del diseño evita deficiencias funcionales y técnicas del producto o servicio y a la vez sirve para prever problemas en las siguientes fases del ciclo de vida del proyecto.

### **5.6.1.2 Control de la compra de materiales**

Actualmente para asegurar la calidad de la compra de materiales, más que confiar en la sola inspección de recibo o de entrada, se llevan a cabo otras actividades de tipo preventivo, las cuales han permitido que se reduzca esta inspección. Es decir, que éste debe ser más amplio y preventivo.

Esto se logra a través de una mejor comunicación y relación con los proveedores llegando a conocer de una mejor forma la empresa y los métodos de trabajo de ellos; de esta forma no sólo se conoce el producto, sino que la forma en que prestan servicio y la cultura de la misma. En cierta medida, la certificación de la calidad y los sellos oficiales de calidad han venido a facilitar la compra de materiales que cumplen con ciertas especificaciones mínimas.

### **5.6.1.3 Control de calidad en la producción**

Igualmente a nivel de la producción también han existido cambios muy grandes, ya que el control ha dejado de ser una simple inspección y ha pasado a ser una actividad en la que se realizan actividades preventivas. Una buena planeación y organización facilitan la producción evitando contratiempos y retrasos. Lo anterior sumado a una buena supervisión permiten llevar la producción a una situación de autocontrol, que implica el cumplimiento de las condiciones siguientes:

- Todos dentro de la organización saben qué se espera de ellos y cuál es su responsabilidad.
- Cada persona cuenta con los conocimientos necesarios para cumplir con su responsabilidad. De aquí la importancia de la capacitación.
- Se cuenta con los medios necesarios y en buenas condiciones para llevar a cabo adecuadamente el trabajo. El ambiente de trabajo debe ser sano y reunir las condiciones mínimas necesarias para que el trabajador se sienta cómodo y pueda desarrollar el trabajo.
- Cada quien dentro de la organización tiene manera de comprobar que su trabajo lo está realizando bien.
- Todos tienen interés por efectuar su trabajo con calidad y productividad, es decir, que están motivados.

Para poder hacer esto, se deben identificar los factores dominantes de la producción, de tal manera que si el factor dominante es el recurso humano, se debe recurrir a reforzar la supervisión, la motivación y propiciar el autocontrol dentro de un

ambiente de trabajo adecuado. Si son el equipo y las herramientas, se deben realizar mantenimientos y revisiones constantes para mantener en niveles óptimos el equipo y contar con las herramientas necesarias para poder desarrollar bien el trabajo. Si el factor dominante son las materias primas, entonces se deben hacer selecciones adecuadas de proveedores evaluando no solamente el producto, sino que la forma en que se fabrica y el respaldo que proporciona la empresa respalda al momento de una crisis.

Cuando la producción ha alcanzado el autocontrol, la actividad de aseguramiento de calidad se reduce a una auditoría planeada de los sistemas y los productos, la cual constituye un excelente mecanismo de prevención y corrección que sea eficaz y económico.

#### **5.6.1.4 Control del producto**

Este subsistema abarca todas las actividades que se realizan después de que el producto se ha terminado, con el fin de asegurar la plena satisfacción del cliente y de los usuarios.

Es importante considerar la información sobre el producto que recibe el consumidor, asegurándose que esté a plena satisfacción dentro y fuera del período de prueba y garantía. Además se debe tener información sobre el comportamiento del producto en el campo, y de los cambios en los hábitos de uso o aparición de nuevas necesidades.

A diferencia de resultar oneroso, un sistema moderno de calidad proporciona importantes beneficios económicos tangibles como reducción de desperdicios, reprocesos, tiempos muertos, reclamaciones, quejas y todo esto respaldado por una gran satisfacción de los clientes y usuarios del producto o servicio que presta la empresa.

### **5.7 Calidad de los productos de software**

En la actualidad, es aceptado que los productos de software tengan pequeños errores, que en inglés se conocen como “bugs”, y realmente éste no es el problema. El problema consiste en aceptar que deben estar; si se tiene un cambio de actitud, es posible que estos errores desaparezcan antes de que el producto se encuentre en manos de los usuarios. El primer paso en el desarrollo de productos de software de alta calidad consiste en reconocer estos pequeños errores que realmente son fallas o defectos en el rendimiento del sistema.

Con lo anterior, se puede deducir que la calidad en el software se encuentra cuando se reducen al máximo los costos de las fallas humanas en el proceso de desarrollo. Pero como se ha mencionado anteriormente, no se puede controlar aquello que no se

puede medir; se debe expresar la calidad como un factor, el cual se puede encontrar en la siguiente fórmula:

$$\text{Calidad} = 1 - \frac{\Sigma(\text{costos de encontrar y corregir errores})}{\text{Costo total del proyecto}}$$

Medir la calidad es de gran ayuda, ya que da una visión general si se están desarrollando bien los productos, y a la vez permite a la gerencia estimar la cantidad de dinero invertida en la detección y corrección de fallas; para ello, es necesario llevar este control durante y después del desarrollo del proyecto y se debe tener una mayor atención en los métricos siguientes:

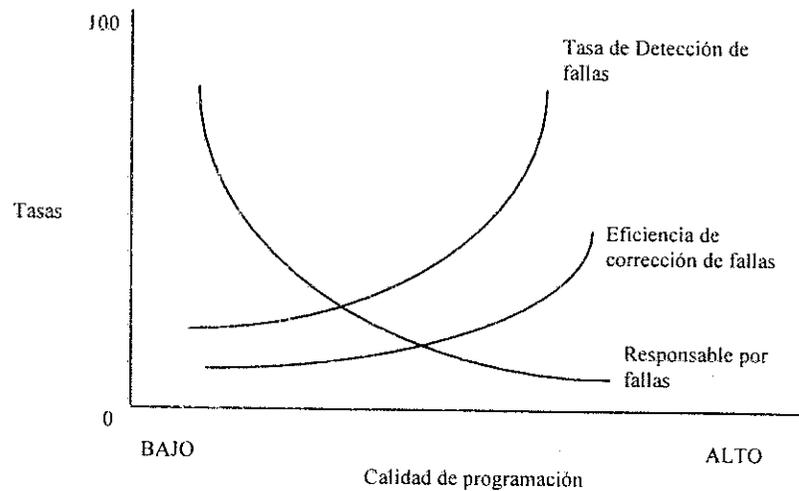
- Defectos encontrados en el proyecto: es un contador sencillo que registra el total de defectos encontrados antes de entregar el sistema.
- Promedio de defectos del proyecto: es el número de defectos encontrados dentro del tamaño total del sistema.
- Costos de corrección de fallas: el costo total en el que se incurrió por la corrección de todas las fallas encontradas.
- Defectos entregados: el número total de defectos encontrados después de que se entregó el sistema.
- Promedio de defectos entregados: el número de defectos encontrados dividido el tamaño del sistema.
- Costo de corrección de fallas entregadas: el costo total de corregir los defectos entregados.
- Costo total de fallas: la suma de los costos de las fallas corregidas antes de la entrega y los costos de la corrección de las fallas entregadas.

Estos son de gran utilidad y deben ser tomados muy en cuenta para futuros proyectos de la empresa, ya que muestran los costos escondidos que puede tener un proyecto y que puede hacer que éstos sean totalmente improductivos y perjudiciales para el futuro de la empresa; además muestran los puntos más importantes en los que se está fallando y en dónde se tienen los costos más altos por detección y corrección de fallas.

Lo más importante de todo esto, como ya se mencionó, es que no basta con detectar y corregir las fallas; lo más importante es no dejar que las fallas ocurran. ¿Pero cómo se debe hacer para que éstas no se encuentren dentro de los sistemas?. En la Figura 5.9, de la siguiente página, se muestra la actitud o responsabilidad frente a las fallas y la tasa de detección y corrección de fallas.

Si se analiza la gráfica, se puede ver que aquellos que son responsables de la mayor cantidad de fallas son los que menos las detectan y corrigen a diferencia de los demás. Al ver esto, se puede deducir que para que se incremente la calidad de un

producto y el rendimiento total del equipo de trabajo, no es necesario contratar a mejor personal, y deshacerse de aquellas personas que están haciendo mal su trabajo cuando ya no se tiene otra opción; de lo contrario, se debe buscar un cambio de actitud y buscar la causa por la cual estas personas están desarrollando mal su trabajo.



**Figura 5.9.** Diferencias individuales entre los programadores

Las personas son diferentes; por eso es importante seleccionar al personal de acuerdo con sus habilidades y así poder asignarlas a las tareas que puedan desarrollar mejor para que la tasa de defectos y retrasos en la comprensión del trabajo se reduzca grandemente y la productividad del equipo crezca sensiblemente. Otro factor importante es hacer conciencia en las personas que es posible el desarrollo de sistemas con el mínimo de fallas, ya que en la mayoría de los casos se toma como algo muy normal el hecho de encontrarlas, pero eso puede cambiarse y hacer que la situación normal sea no tener errores. Esto le describe muy bien Philip Crosby, en su libro Calidad sin lágrimas, en el siguiente párrafo:

“Las personas están condicionadas a creer que los errores son inevitables. No aceptamos únicamente los errores, sino que los anticipamos. Ya sea en el diseño de circuitos, programas de computadoras, planificación de un proyecto, escribir un documento o en la construcción o diseño de sistemas, no nos preocupa cometer errores y planificamos sabiendo que estos ocurrirán. Nosotros creemos que el humano está hecho para cometer errores.”

Sin embargo, no mantenemos los mismos estándares cuando esto se hace en nuestra vida privada. Si así fuera, tendríamos que pagar las consecuencias de ello. No llegamos a la casa equivocada al salir de la oficina; tratamos de hacer las

actividades de nuestra casa lo mejor posible y sin errores. Como individuos no toleramos los errores. Entonces tenemos dos estándares: uno para nuestra vida privada y otro para nuestra empresa o compañía.

La razón de esto es que en la familia se crean estándares más altos de calidad de los que nos imponen en las empresas. Muchas compañías gastan hasta el 20 por ciento de sus ganancias en garantías, devoluciones, reparaciones, servicios, pruebas e inspecciones. Los errores que producen estos gastos son causados directamente por el personal de la empresa, ya sea por la gerencia o por el personal operativo. Para eliminar este gasto, mejorar la operación y ser más eficientes, se debe concentrar en prevenir las fallas y errores que plagan nuestros productos. El error que es prevenido no tiene que ser reparado o examinado. El principio es examinar y adoptar la actitud de la prevención de defectos. Esta actitud es llamada simbólicamente: cero defectos.”

Esa es la actitud que se debe tener dentro de todo el equipo de trabajo y con ello se logrará que los productos y servicios de software sean de calidad y que los gastos en control y pruebas se reduzcan grandemente haciendo de las personas del equipo de trabajo personal de calidad y responsables de que lo que están haciendo se realice bien desde el inicio, y así lograr una mayor satisfacción de los clientes y usuarios, y con ello un producto de calidad total.

### **5.8 Norma ISO-9000-3: Guías para la aplicación de ISO-9001 para el desarrollo, entrega y mantenimiento del software**

Esta parte de la ISO-9000 da las guías para facilitar la aplicación de la ISO-9001 para la organización, desarrollo, entrega y mantenimiento del software. Esta se creó con el objeto proveer un guía donde exista un contrato entre dos partes con el fin de demostrar la capacidad de poder desarrollar, entregar y mantener los productos de software.

Las guías en esta parte de la ISO-9000 están desarrolladas con el fin de describir los controles sugeridos y los metodos necesarios para la producción del software, el cual debe cumplir con los requerimientos del cliente. Esto se hace con el fin de obtener la satisfacción del cliente en todas las etapas, desde las pláticas iniciales hasta el mantenimiento del producto.

Estas guías en esta parte de la ISO-9000 son aplicables en situaciones contractuales para productos de software cuando:

- a) el contrato especifica los requerimientos de diseño y los requerimientos finales del producto especialmente en términos de rendimiento; estos se tienen que definir al inicio del contrato;

- b) cuando se debe dar una adecuada demostración de ciertas habilidades por parte del proveedor de software en el desarrollo, entrega y mantenimiento del software.

### **1. Normas de Referencia.**

*Los siguientes estándares se citarán dentro del contenido de la norma ISO-9000-3 y en el transcurso de este punto, las cuales son parte de la norma ISO-9000. Todos estos estándares están sujetos a constantes revisiones; parte de los acuerdos basados en esta parte de la ISO-9000 están incitando a la investigación de la posibilidad de aplicar las más recientes ediciones de los estándares que a continuación se enumeran.*

- *ISO-2382-1:1984, Procesamiento de datos - Vocabulario. Parte 01: Términos fundamentales.*
- *ISO 8402:1986, Calidad - Vocabulario.*
- *ISO-9001:1987, Sistemas de Calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio.*
- *ISO-10011-1:1990, Guías para la auditoría de sistemas de calidad - Parte 1: Auditoría.*

### **2 Definiciones**

*Para los propósitos de la norma ISO-9000, las definiciones dadas en ISO-2382-1 e ISO-8402 aplicadas conjuntamente dan las siguientes definiciones:*

- **Software**

*Creación intelectual que comprende programas, procedimientos, reglas y cualquier documentación asociada perteneciente a la operación del sistema de procesamiento. [ISO 2382-1:1984, 01.04.04]*

*Nota 4: el software es independiente del medio en el cual se está almacenando.*

- **Productos de Software**

*Conjunto completo de programas de computadora, procedimientos, documentación asociada y diseño de datos ha de ser entregados al usuario.*

- **Elemento de software**

*Cualquier parte identificable del producto de software en cualquier etapa intermedia del proceso final de desarrollo.*

- **Desarrollo**

*Todas las actividades han ser desarrolladas para completar un producto de software.*

- **Fase o Etapa**

*Un segmento definido de trabajo.*

*Nota 5: una fase o etapa no implica el uso de algún modelo de ciclo de vida; tampoco implica un período de tiempo en el desarrollo del producto de software.*

- **Verificación del software**

*Es el proceso de evaluar el producto en una fase dada para asegurarse la consistencia y el correcto desarrollo del producto respecto a los estándares dados como entrada al inicio de la fase.*

- **Validación del software**

*Es el proceso de evaluar el software para asegurar el cumplimiento de los requerimientos especificados.*

### **3 Sistemas de calidad - marco de trabajo**

#### **3.1 Responsabilidades administrativas**

##### **3.1.1 Responsabilidades administrativas del proveedor**

###### **3.1.1.1 Políticas de calidad**

*La gerencia del proveedor debe definir y documentar sus políticas para, y como compromiso de calidad. El proveedor debe asegurar que estas políticas se comprendan, implementen y mantengan en todos los niveles de la organización.*

*[ISO 9001: 1987, 4.1.1]*

###### **3.1.1.2 Organización**

###### **3.1.1.2.1 Responsabilidades y autoridades**

*La responsabilidad, autoridad y la interrelación del personal que administra, desarrolla y verifica la calidad del trabajo deben ser definidas, particularmente para el*

*personal que necesita la libertad organizacional y la autoridad para:*

- a) iniciar acciones correctivas para evitar la inconformidad del producto;*
- b) identificar y registrar cualquier problema de calidad que se presente;*
- c) iniciar, recomendar y dar soluciones a través de los canales de comunicación definidos;*
- d) verificar la implementación de soluciones;*
- e) controlar el proceso, entrega o instalación de productos que no fueron de entera satisfacción del cliente, hasta que las deficiencias o las situaciones de inconformidad se corrijan.*

*[ISO 9001:1987, 4.1.2.1]*

#### **3.1.1.2.2 Verificación de los recursos y el personal**

*El proveedor debe de identificar dentro de su empresa los requerimientos de verificación, para poder dar los recursos adecuados y asignar personal calificado en las actividades de verificación. Las actividades de verificación deben incluir la inspección, pruebas y monitoreos del diseño, producción, instalación y servicio del proceso o producto que están controlando; las revisiones del diseño y las auditorías de los sistemas de calidad, deben ser realizadas por personal independiente a los que tienen la responsabilidad de realizar el producto o el proceso evaluado.*

*[ISO 9001:1987, 4.1.2.2]*

#### **3.1.1.2.3 Representación administrativa**

*El proveedor debe designar a una persona, libre de otras responsabilidades, con autoridad y responsabilidades definidas, para asegurar que los requerimientos de esta norma se implementen y se mantengan.*

*[ISO 9001:1987, 4.1.2.3]*

#### **3.1.1.3 Revisiones administrativas**

*Los sistemas de calidad adoptados para satisfacer los requerimientos de esta norma, deben ser revisados a intervalos de tiempo apropiados por la gerencia de la empresa proveedora, para asegurar que éstos están de conformidad y efectividad. Se debe llevar un registro de cada una las revisiones realizadas.*

*Nota: las revisiones administrativas regularmente incluyen contabilización de los resultados de las auditorías internas de los sistemas de calidad; éstas deben ser*

*realizadas por el personal administrativo que tiene responsabilidad directa con el sistema.*

*[ISO-9001:1987, 4.1.3]*

### **3.1.2 Responsabilidades administrativas de los clientes**

*El cliente debe cooperar con el proveedor para dar toda la información necesaria en el menor tiempo y resolver los puntos pendientes. El cliente debe asignar un representante con la responsabilidad para tratar con el proveedor los asuntos contractuales. Este representante debe tener la autoridad para poder negociar los aspectos contractuales; éstos deben incluir, pero no limitados a ellos, los siguientes puntos:*

- a) definir al proveedor todos los requerimientos del sistema;*
- b) responder todas las preguntas del proveedor;*
- c) aprobar las propuestas del proveedor;*
- d) finalizar el contrato con el proveedor;*
- e) asegurar que la estructura organizacional del proveedor lleve a cabo los acuerdos del contrato;*
- f) definir los criterios de aceptación y los procedimientos;*
- g) proceder con el software entregado que no está apto para su uso.*

### **3.1.3 Reuniones de revisión**

*Se deben realizar reuniones para revisiones regularmente entre los clientes y proveedores; éstas deben estar programadas para cubrir los siguientes aspectos, como mínimo:*

- a) comprobar que el software desarrollado por el proveedor cumple con los requerimientos convenidos;*
- b) verificación de resultados;*
- c) aceptación de los resultados de las pruebas;*

*Los resultados de cada una de las revisiones deben ser aprobados y documentados.*

## **3.2 Sistemas de Calidad**

### **3.2.1 Generales**

*El proveedor debe establecer y mantener documentados los sistemas de calidad. Los sistemas de calidad deben estar integrados dentro de todo el ciclo de vida del*

*software, con el fin de asegurar que la calidad se construye como un proceso progresivo y no al final del proceso. La prevención de problemas debe de tener mayor énfasis que la corrección después de que aparecen.*

*El proveedor debe asegurar la efectiva implementación de la documentación de los sistemas de calidad.*

### **3.2.2 Documentación de los sistemas de calidad**

*Todos los elementos del sistema de calidad, requerimientos y provisiones, deben estar claramente documentados en una forma clara y sistemática.*

### **3.2.3 Plan de calidad**

*El proveedor debe preparar y documentar los planes de calidad con el fin de implementar las actividades de calidad para cada elemento del desarrollo del software con base en los sistemas de calidad, y asegurar que sea comprendido y observado por todos los elementos de la organización.*

### **3.3 Auditorías internas de los sistemas de calidad**

*El proveedor debe llevar a cabo un sistema de planificación y documentación de las auditorías internas de los sistemas de calidad, para verificar que todas las actividades se están cumpliendo de acuerdo con los requerimientos planeados y determinar la efectividad de los sistemas de calidad.*

*Las auditorías deben ser calendarizadas con base en estado y la importancia de cada una de las actividades a realizar. Las auditorías y los seguimientos se deben desarrollar de acuerdo con los documentos desarrollados en el inicio del sistema.*

*Los resultados de las auditorías deben ser documentados y entregarlos al personal que tiene la autoridad en el área en que se realizó la auditoría. El personal administrativo responsable del área debe tomar su tiempo para poder efectuar las acciones correctivas y buscar las deficiencias reportadas por la auditoría.*  
[ISO 9001:1987,4.17]

### **3.4 Acciones correctivas**

*El proveedor debe establecer, documentar y mantener procedimientos para:*

- a) *investigar la causa de la inconformidad del producto o servicio para tomar la acción correctiva necesaria para prevenir su recurrencia;*

- b) analizar todos los procesos, operaciones, concesiones, registros de calidad, reportes y entrevistas a clientes para detectar y eliminar las causas potenciales de la inconformidad del producto o servicio,*
- c) iniciar acciones preventivas para poder evitar las repercusiones del problema encontrado;*
- d) aplicar controles para asegurar que las acciones correctivas están realizándose y que son efectivas;*
- e) implementar y guardar todos los cambios en los procesos resultantes de las acciones correctivas.*

*[ISO 9001:1987, 4.14]*

### **3.5 Sistemas de calidad - ciclo de vida de las actividades**

#### **3.5.1 Generales**

*El desarrollo de proyectos de software debe estar organizado e implementado a través de un modelo del ciclo de vida. Las actividades de calidad se deben planificar e implementar con base en el modelo del ciclo de vida utilizado en el desarrollo del software.*

*Esta parte de la ISO-9000 se desarrolló con el propósito de que su aplicación sea independiente del modelo del ciclo de vida que se está usando. Cualquier descripción, que, requerimiento o estructura puede ser leída indistintamente y no se debe tomar como algo rígido.*

#### **3.5.2 Revisiones contractuales**

##### **3.5.2.1 Generales**

*El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para las revisiones contractuales y para la coordinación de las actividades a desarrollar. Cada contrato debe ser revisado por el proveedor para asegurar que:*

- a) el alcance del contrato y los requerimientos están definidos y documentados;*
- b) los posibles riesgos y contingencias están identificados;*
- c) la información propietaria está adecuadamente protegida;*
- d) cualquier diferencia de los requerimientos sea resuelta;*
- e) se tiene la capacidad de poder entregar todo acorde a los requerimientos especificados en el contrato;*
- f) la responsabilidad del proveedor en subcontratos está bien definida;*
- g) la terminología está bien comprendida por todas las partes;*
- h) el cliente tiene la capacidad de cumplir con todas las obligaciones contractuales.*

*Se debe guardar un registro de todas las revisiones contractuales que se desarrollen.*

### **3.5.2.2 Calidad en elementos contractuales**

*Los siguientes elementos son los más relevantes dentro de un contrato y se les debe prestar una mayor atención:*

- a) criterios de aceptación;*
- b) manejo de los cambios de los requerimientos del cliente durante el desarrollo;*
- c) manejo de la detección de problemas después de la aceptación del contrato;*
- d) actividades ha ser desarrolladas por cliente, especialmente el rol del cliente en la especificación de requerimientos, implementación y aceptación;*
- e) ayudas, herramientas y software que debe ser dado por el cliente;*
- f) estándares y procedimientos a ser utilizados.*

### **3.5.3 Especificación de los requerimientos del cliente**

#### **3.5.3.1 Generales**

*Para poder iniciar el desarrollo del software, el proveedor debe tener un completo conjunto no ambiguo de los requerimientos funcionales, es decir, estos requerimientos deben incluir todos los aspectos necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes. Estas deben incluir, como mínimo, lo siguiente: rendimiento, confiabilidad, seguridad y privacidad. Estos requerimientos deben ser lo suficientemente precisos para que permitan la validación de la aceptación del producto.*

*La especificación de requerimientos del cliente proporciona todos estos requerimientos; comúnmente este documento es entregado por el cliente; si no es este el caso, el proveedor debe especificar estos requerimientos con una estrecha colaboración del cliente, y el proveedor debe tener su aprobación antes de entrar a la siguiente etapa. La especificación de los requerimientos del cliente debe estar sujeto a los controles de documentación y configuración administrativa como parte del desarrollo del documento.*

*Todo los interfaces entre el producto de software, otro tipo de software y productos de hardware deben estar claramente especificados, ya sea directamente o por referencia, en los requerimientos del cliente.*

#### **3.5.3.2 Cooperación mutua**

*Durante del desarrollo de la especificación de los requerimientos del cliente, se debe prestar una mayor atención a lo siguiente:*

- a) *asignación de personas (en ambas partes) responsables del establecimiento de los requerimientos del cliente;*
- b) *métodos que se deben seguir para cambios y creación de nuevos requerimientos;*
- c) *requerimientos mínimos para prevenir malas interpretaciones tales como definición de términos, explicaciones y copias de los requerimientos ya especificados.*
- d) *guardar y revisar (en ambas partes) las discusiones.*

### **3.5.4 Desarrollo de la planificación**

#### **3.5.4.1 Generales**

*El desarrollo del plan debe cubrir lo siguiente:*

- a) *definición del proyecto, que incluya los objetivos y como referencia proyectos similares del proveedor o del cliente;*
- b) *la organización de los recursos del proyecto, incluyendo la estructura del equipo de trabajo, responsabilidades, utilización de subcontratos y material que ha de ser utilizado;*
- c) *desarrollo de las etapas del ciclo de vida;*
- d) *calendarización del proyecto, identificando las tareas que se van a desarrollar, los recursos y el tiempo requerido para cada una de las interrelaciones entre las tareas;*
- e) *Identificación de planes afines, tales como:*
  - *planes de calidad,*
  - *planes de configuraciones administrativas,*
  - *planes de integración,*
  - *planes de pruebas.*

*El desarrollo del plan debe ser actualizado respecto al progreso del desarrollo en cada una de las fases definidas anteriormente antes de que se inicien las actividades de la siguiente etapa; esto debe ser revisado y aprobado antes de iniciar el trabajo.*

#### **3.5.4.2 Desarrollo del plan**

##### **3.5.4.2.1 Fases o etapas**

*El desarrollo del plan debe definir un proceso disciplinado o metodología para transformar los requerimientos del cliente en un producto de software. Esto hace que el trabajo se divida en fases o etapas, y por lo tanto la identificación de:*

- a) *identificar todas las fases del desarrollo;*
- b) *entradas requeridas por cada una de las fases;*
- c) *salidas requeridas por cada una de las fases;*

- d) *procedimientos de verificación para ser realizados en cada fase;*
- e) *análisis de los problemas potenciales que puede darse en cada fase del desarrollo, así como los que se puede dar al ir alcanzando los requerimientos.*

#### **3.5.4.2.2. Administración**

*El desarrollo del plan debe definir cómo el proyecto debe ser administrado; esto incluye la identificación de:*

- a) *calendarización o programación del desarrollo, que incluye la implementación y los elementos a entregar;*
- b) *control de progreso;*
- c) *responsabilidades organizacionales, recursos y asignación de trabajo;*
- d) *interfaces técnicos y organizacionales entre los diferentes grupos de trabajo.*

#### **3.5.4.2.3 Desarrollo de métodos y herramientas**

*El desarrollo del plan debe identificar los métodos que asegurarán que todas las actividades que van a llevarse a cabo se realizan correctamente. Esto debería incluir lo siguiente:*

- a) *reglas, prácticas y convenciones de desarrollo;*
- b) *técnicas y herramientas para el desarrollo;*
- c) *configuración administrativa.*

#### **3.5.4.3 Control de progreso**

*Las revisiones de progreso deben ser planificadas y documentadas para asegurar que los recursos consumidos sean utilizados en forma efectiva en el desarrollo de los planes.*

#### **3.5.4.4 Entradas de las fases del desarrollo**

*Las entradas requeridas en cada una de las fases del desarrollo se deben definir en un documento. Cada requerimiento se debe definir claramente con el fin de poder verificarlo en el momento de alcanzarlo. Los requerimientos incompletos, ambiguos o conflictivos deben ser corregidos con las personas responsables de haber dictado dichos requerimientos.*

#### **3.5.4.5 Salida de las fases del desarrollo**

*Las salidas requeridas por cada una de las fases del desarrollo se deben definir y documentar. Las salidas de cada una de las fases se deben verificar y se debería:*

- a) *comparar con los requerimientos;*
- b) *verificar contra los criterios de aceptación para poder continuar con las siguientes fases;*
- c) *desarrollar apropiadas conveniencias y prácticas, sin importar que ya se definieron en las entradas;*
- d) *identificar aquellas características del producto que sean cruciales para su buen funcionamiento;*
- e) *estar conforme a los requerimientos de regulación.*

#### **3.5.4.6 Verificación de cada fase**

*El proveedor debe entregar un plan para la verificación de todas las salidas de las fases del desarrollo al final de cada una de ellas. La verificación del desarrollo debe establecer que las salidas de cada fase corresponden a los requerimientos de entrada por medio de una medición; ésta se debe hacer de la siguiente forma:*

- a) *hacer las mediciones del desarrollo en los puntos apropiados en cada una de las fases;*
- b) *comparar el nuevo diseño con diseños similares, si es posible;*
- c) *realizar pruebas y demostraciones.*

*Los resultados de la verificación y acciones subsecuentes necesarias para asegurar que los requerimientos se están cumpliendo se deben documentar y revisar cuando dichas acciones se hayan completado. Únicamente las salidas que han sido verificadas deben ser llevadas a la gerencia del proyecto para su aceptación y uso.*

#### **3.5.5 Planificación de la calidad**

##### **3.5.5.1 Generales**

*Como parte de la planificación del desarrollo, el proveedor debe preparar un plan de calidad. El plan de calidad debe ser actualizado conforme se va desarrollando el proyecto y con la completa definición de los elementos de la fase que se inicia.*

*El plan de calidad debe estar formalmente revisado y aprobado por la organización y grupo de trabajo encargado de su implementación. El documento que describe el plan de calidad puede ser un documento independiente o formar parte de otro o estar compuesto por varios documentos incluyendo en el plan de desarrollo.*

##### **3.5.5.2 Contenido del plan de calidad**

*El plan de calidad debe especificar o tener referencia de los siguientes elementos:*

- a) *objetivos de calidad, expresables en términos medibles, si es posible;*
- b) *definir los criterios de las entradas y las salidas para cada una de las fases;*
- c) *identificar los tipos de pruebas, verificación y validación que se llevarán a cabo;*
- d) *un plan detallado de las pruebas, verificaciones y validaciones que van a ejecutarse, incluyendo la calendarización, recursos y autorizaciones;*
- e) *responsabilidades específicas para actividades de calidad, tales como:*
  - *revisiones y pruebas,*
  - *configuración administrativa y cambios de control,*
  - *control y corrección de fallas.*

### **3.5.6 Diseño e implementación**

#### **3.5.6.1 Generales**

*Las actividades de diseño e implementación son aquellas que transforman los requerimientos del cliente en un producto de software. Dada la complejidad de un producto de software, es muy importante que estas actividades se lleven a cabo de una manera disciplinada, con el fin de producir un producto acorde a las especificaciones y no basar la calidad en las validaciones y verificaciones.*

#### **3.5.6.2 Diseño**

*Además de los requerimientos comunes de todas las actividades de la fase de desarrollo, los siguientes aspectos inherentes a las actividades de diseño se deben de tomar en cuenta:*

- a) *identificación de las consideraciones de diseño: además de las especificaciones de entrada y salida; aspectos tales como reglas de diseño y definición de interfaces internos se deben de tomar en cuenta.*
- b) *diseño de una metodología: un diseño sistemático de una metodología apropiada para el tipo de producto de software que será desarrollado debe diseñarse.*
- c) *uso de experiencias pasadas: la utilización de las lecciones aprendidas de diseños anteriores ayudará al proveedor a evitar ciertos problemas y darle un mejor uso a los recursos;*
- d) *procesos subsecuentes: los productos deben diseñarse con el fin de facilitar las pruebas, mantenimiento y uso.*

#### **3.5.6.3 Implementación**

*Además de los requerimientos comunes de las actividades del desarrollo, los siguientes aspectos deben considerarse en cada actividad de la implementación:*

- a) *reglas: tales como reglas de programación, convenciones referentes a nombres, codificación, y reglas sobre los comentarios y documentación en programas.*
- b) *metodologías de implementación: el proveedor debe usar métodos y herramientas apropiadas para satisfacer los requerimientos del cliente.*

#### **3.5.6.4 Revisiones**

*El proveedor debe llevar a cabo revisiones para asegurar que los requerimientos se están alcanzando y los métodos se están utilizando correctamente. El diseño o la implementación no se deben dejar de realizar hasta que todas las deficiencias y posibles problemas estén completamente corregidos. Un registro de todas las revisiones se debe tener.*

#### **3.5.7 Pruebas y validaciones**

##### **3.5.7.1 Generales**

*Las pruebas son necesarias en todos los niveles, es decir, desde los elementos más simples del sistema hasta el sistema completo. Existen muchas técnicas de validación e integración. En algunos casos, validaciones, pruebas de campo y pruebas de aceptación pueden ser una misma actividad.*

*La documentación que describe el plan de pruebas y validaciones puede ser un documento independiente o ser parte de otro documento, o estar compuesto de varios documentos.*

##### **3.5.7.2 Planificación de las pruebas**

*El proveedor debe establecer y revisar los planes de pruebas, especificaciones y procedimientos antes de empezar las actividades descritas en este plan. Se debe dar mayor importancia a:*

- a) *planes para probar programas, integración de los sistemas, pruebas del sistema y pruebas de aceptación;*
- b) *pruebas de datos, casos y resultados esperados;*
- c) *tipos de pruebas ha ser desarrolladas; por ejemplo, pruebas de funcionalidad, pruebas de alcances, pruebas de rendimientos, etc.;*
- d) *pruebas de ambiente, herramientas y software;*
- e) *criterios con los cuales los resultados de las pruebas serán analizados;*
- f) *documentación del usuario;*
- g) *personal requerido y los requerimientos de entrenamiento asociado al plan.*

### **3.5.7.3 Pruebas**

*Especial atención se debe poner a los siguientes aspectos de las pruebas:*

- a) los resultados de las pruebas se deben documentar;*
- b) cualquier problema descubierto y su posible impacto en otros módulos o sistemas se debe anotar y notificar a las personas responsables para que el problema sea monitoreado hasta que sea solucionado;*
- c) áreas de impacto por cualquier modificación deben ser encontradas y probadas nuevamente;*
- d) la relevancia y adecuación de las pruebas se debe evaluar;*
- e) la configuración del hardware y software se debe considerar y documentar;*

### **3.5.7.4 Validación**

*Antes de ofrecer el producto para la entrega y aceptación del cliente, el proveedor debe validar su completa operación como un todo, si es posible, en condiciones similares a las especificadas en el contrato o a las que se encontrará el producto.*

### **3.5.7.5 Pruebas de campo**

*Cuando sean requeridas las pruebas de campo, se deben tomar las siguientes consideraciones:*

- a) las características de las pruebas que se desarrollarán en el ambiente deseado;*
- b) las responsabilidades específicas de un proveedor y del cliente para poder llevar a cabo la puesta en marcha y evaluación de las pruebas;*
- c) restaurar el ambiente inicial después de concluidas las pruebas.*

## **3.5.8 Aceptación**

### **3.5.8.1 Generales**

*Cuando el proveedor está listo para entregar el producto ya validado, el cliente debe juzgar si el producto es o no aceptable de acuerdo con los criterios de aceptación especificados en el contrato. El método para el manejo de los problemas detectados durante el procedimiento de aceptación se debe desarrollar en conjunto con el cliente y éstos deben de ser documentados.*

### **3.5.8.2 Planificación de las pruebas de aceptación**

*Antes de llevar a cabo las actividades de aceptación, el proveedor debe ayudar al*

*cliente para identificar y desarrollar lo siguiente:*

- a) calendarización;*
- b) procedimientos de evaluación;*
- c) recursos de software y hardware;*
- d) criterios de aceptación.*

### **3.5.9 Réplica, entrega e instalación**

*La réplica es un paso que se debe llevar a cabo antes de la entrega del producto; esta actividad debe tomar las siguientes acciones o consideraciones:*

- a) número de copias de cada elemento de software que va a ser entregados;*
- b) tipo del medio en el cual se entregará cada uno de esos elementos, incluyendo el formato y la versión, en una forma clara y comprensible para el cliente;*
- c) estipulaciones sobre la documentación que se va a entregar, tales como manuales y guías de usuarios;*
- d) licencias;*
- e) copias de respaldo y maestras, incluyendo un plan de recuperación para desastres.*
- f) el período u obligaciones de proveedor para la entrega de las copias.*

#### **3.5.9.2 Entrega**

*Se deben tomar todas las precauciones necesarias para verificar la correcta y completa entrega de las copias del producto de software.*

#### **3.5.9.3 Instalación**

*Los roles, responsabilidades y obligaciones del proveedor y del cliente se debe establecer claramente, tomando mayor atención en los siguiente:*

- a) calendarios, incluyendo horas extras y fines de semana o días festivos que se trabajarán;*
- b) colaboración del cliente (passwords, datos, etc.);*
- c) disponibilidad de las personas que realizarán la instalación;*
- d) disponibilidad de poder acceder el sistema y los equipos del cliente;*
- e) la necesidad de validar como parte de cada instalación debe quedar registrada en los contratos;*
- f) un procedimiento formal para la aprobación final de cada instalación.*

#### **3.5.10 Mantenimiento**

### **3.5.10.1 Generales**

*Cuando el mantenimiento de los productos de software es requerido por el cliente, después de la entrega e instalación inicial, se debe estipular en los contratos. El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para desarrollar las actividades del mantenimiento y verificar que dichas actividades cumplen los requerimientos especificados para el mantenimiento.*

*Las actividades del mantenimiento para los productos de software, se clasifican en tres grupos, que son:*

- a) resolución de problemas;*
- b) modificación de interfaces;*
- c) expansión funcional o mejoramiento del rendimiento.*

*Los elementos que entran dentro del mantenimiento, y el período de tiempo en el que durará el mantenimiento, se deben especificar en los contratos. Los siguientes son ejemplos de estos elementos:*

- a) programas;*
- b) datos y su estructura;*
- c) especificaciones;*
- d) documentos para el cliente y/o usuario;*
- e) documentos para el uso de lo entregado.*

### **3.5.10.2 Plan del mantenimiento**

*Todas las actividades del mantenimiento se deben llevar a cabo y deben ser manejadas de acuerdo con el plan del mantenimiento definido y aceptado por el proveedor y el cliente. Este plan debe incluir lo siguiente:*

- a) alcance del mantenimiento;*
- b) identificación del estado inicial del producto;*
- c) soporte organizacional;*
- d) actividades del mantenimiento;*
- e) registros y reportes de los mantenimientos.*

### **3.5.10.3 Identificación del estado inicial del producto**

*El estado inicial del producto que recibirá mantenimiento se debe definir, documentar y aprobar por ambas partes: clientes y proveedores.*

### **3.5.10.4 Soporte Organizacional**

*Puede que sea necesario establecer una organización, con representantes de ambas partes, para poder llevar a cabo las actividades de mantenimiento, ya que algunas actividades del mantenimiento no se pueden calendarizar; la organización debe ser lo suficientemente flexible para la realización de actividades dadas por problemas inesperados. Es necesaria la identificación de los recursos que van a ser utilizados por las actividades del mantenimiento.*

### **3.5.10.5 Tipos de actividades del mantenimiento**

*Todos los cambios de software (por motivos de resolución de problemas, modificación de interfaces, expansiones funcionales o mejoramiento del rendimiento), llevadas a cabo durante el mantenimiento, se deben hacer de acuerdo con los mismos procedimientos usados en el desarrollo del producto de software. Todos los cambios deben también ser documentados de igual forma como se realizaron los documentos para el control y la configuración administrativa.*

- a) resolución de problemas: la resolución de problemas implica la detección, análisis y corrección de los elementos de software que están causando problemas o no son de entera satisfacción del cliente. Cuando se solucionan problemas, es recomendable hacer arreglos temporales para minimizar el impacto que éstos tengan dentro del sistema y hacerlos permanentes y luego con las modificaciones necesarias.*
- b) modificación de interfaces: la modificación de interfases requiere modificaciones y agregar más elementos de hardware o componentes que son controlados por el software.*
- c) expansiones funcionales o mejoramiento del rendimiento: esto regularmente es solicitado por el cliente en la etapa de mantenimiento.*

### **3.5.10.6 Registro y reportes del mantenimiento**

*Todas las actividades del mantenimiento deben quedar registradas en formatos predeterminados. Las reglas para la entrega de los reportes de mantenimiento se deben establecer y aprobar por el cliente y el proveedor. El registro del mantenimiento debe incluir los siguientes puntos para cada uno de los elementos de software que pasan por el mantenimiento:*

- a) lista de las peticiones de asistencia de reportes de problemas que han sido recibidos y el estado actual de los mismos;*
- b) persona responsable a la que se acudió para poder realizar las acciones correctivas;*
- c) prioridades que se han asignado a cada una de las acciones correctivas;*
- d) resultado de las acciones correctivas;*
- e) estadísticas y ocurrencia de las fallas y actividades del mantenimiento.*

*El registro de las actividades del mantenimiento se debe utilizar para la evaluación y mejoramiento del producto de software, así como el mejoramiento de los sistemas de calidad.*

### **3.5.10.7 Liberación del producto**

*El proveedor y el cliente deben aprobar y documentar los procedimientos para que la incorporación de los cambios en un producto de software, resulten de la necesidad de mantener o mejorar el rendimiento. Estos procedimientos deben incluir lo siguiente:*

- a) reglas para determinar cuándo se da la liberación de una copia completa actualizada de un producto de software;*
- b) descripción de los tipos (o clases) de liberaciones según su frecuencia y/o impacto en el cliente y la habilidad de implementar cambios en cualquier punto del tiempo;*
- c) métodos por los cuales el cliente notifica o planifica un cambio en el futuro;*
- d) métodos para la confirmación de la implementación de los cambios no crearan nuevos problemas;*
- e) requerimientos para la identificación de los cambios realizados para su exacta identificación y localización para múltiples productos y copias.*

## **3.6 Sistemas de calidad - actividades de soporte**

### **3.6.1 Configuraciones administrativas**

#### **3.6.1.1 Generales**

*La configuración administrativa provee mecanismos para identificar, controlar y llevar registro de las versiones de cada uno de los elementos de software. En muchos casos, de versiones anteriores que aún están en uso deben ser mantenidas y controladas. La configuración administrativa deben realizar lo siguiente:*

- a) identificación de cada una de las versiones de cada elemento del software;*
- b) identificar cada una de las versiones de grupos de elementos de software, que constituyen la versión completa de un producto de software;*
- c) Identificar el estado del producto de software en el desarrollo, entrega e instalación;*
- d) controlar las actualizaciones simultáneas de un elemento de software que se realizan por más de una persona;*
- e) dar coordinación para la actualización de múltiples productos en uno o más lugares si es requerido;*
- f) identificar y llevar registro de todas las acciones y cambios resultantes de los cambios requeridos, desde su inicio hasta la liberación del producto.*

### **3.6.1.2 Planificación de la configuración administrativa**

*El proveedor debe desarrollar e implementar un plan para la configuración administrativa, el cual debe incluir lo siguiente:*

- a) organización envuelta en la configuración administrativa y las responsabilidades asignadas a cada una de las personas que están dentro de la organización;*
- b) actividades que deben llevar a cabo;*
- c) herramientas, técnicas y metodologías que serán utilizadas;*
- d) el estado o momento en el cual se debe entrar al estado de control.*

### **3.6.1.3 Actividades de la configuración administrativa**

#### **3.6.1.3.1 Identificación de la configuración y su seguimiento**

*El proveedor debe establecer y mantener los procedimientos para identificar los elementos de software durante todas las fases, empezando con la fase de especificaciones hasta la entrega del producto. Cuando sea requerido por los contratos, estos procedimientos también se aplican después de la entrega del producto. Cada elemento de software debe tener una única identificación.*

*Los procedimientos deben aplicarse para asegurar que los siguientes puntos pueden ser identificados para cada una de las versiones de los elementos de software:*

- a) especificaciones funcionales y técnicas;*
- b) todas las herramientas de desarrollo que afectan las especificaciones funcionales y técnicas;*
- c) todos los interfaces con otros elementos de software y hardware;*
- d) todos los documentos y archivos de computadora relacionados con el elemento de software.*

*La identificación de un elemento de software debe llevarse a cabo de tal manera que las relaciones de los elementos y los requerimientos del contrato puedan ser demostrados. Para productos ya entregados, debe haber procedimientos que faciliten su seguimiento.*

#### **3.6.1.3.2 Control de cambios**

*El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para identificar, documentar, revisar y autorizar cualquier cambio en los elementos de software bajo la configuración administrativa. Todos los cambios a los elementos de software se deben llevar a cabo de acuerdo con estos procedimientos.*

*Antes de que un cambio sea aceptado, en su validez, se deben identificar y examinar todos los efectos que estos cambios puedan provocar en otros elementos de software. Se deben proveer los métodos para notificar los cambios a las personas indicadas para poder llevar a cabo el seguimiento necesario.*

### **3.6.1.3.3 Reportes de los estados de las configuraciones**

*El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para registrar, administrar y reportar los estados de los elementos de software, los cambios solicitados y la aprobación de implementación de los cambios realizados.*

## **3.6.2 Control de la documentación**

### **3.6.2.1 Generales**

*El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para controlar todos los documentos relacionados en el contenido de esta parte de la norma ISO-9000. Este debe cubrir:*

- a) *la determinación de aquellos documentos que deben estar sujetos al control de documentos;*
- b) *la aprobación y distribución de los procedimientos;*
- c) *los procedimientos de cambio.*

### **3.6.2.2 Tipos de documentos**

*Los procedimientos del control de documentos debe aplicarse a los documentos relevantes como pueden ser:*

- a) *documentación de la descripción de los procedimientos de los sistemas de calidad que se aplicarán dentro del ciclo de vida del software;*
- b) *documentos de planificación que describen la planificación y el progreso de las actividades del proveedor y sus interacciones con el cliente;*
- c) *documentación del producto que describe el producto de software, el cual incluye:*
  - *entradas de las fases de desarrollo,*
  - *salidas de las fases del desarrollo,*
  - *planes y resultados de las validaciones y verificaciones,*
  - *documentación para el cliente y usuario,*
  - *documentación del mantenimiento.*

### **3.6.2.4 Aprobación de documentos y publicación**

*Todos los documentos deben ser revisados y aprobados por personal autorizado*

*antes de su publicación. Se deben desarrollar procedimientos para asegurar que:*

- a) la publicación de los documentos apropiados son disponibles en las localidades apropiadas donde la operación esencial del funcionamiento efectivo del sistema se debe desarrollar;*
- b) documentos obsoletos son removidos de las localidades apropiadas de uso o publicación.*

*Donde el uso se hace por medio de archivos de computadora, se debe prestar una especial atención sobre la aprobación, acceso, distribución y procedimientos de almacenamiento.*

#### **3.6.2.4 Cambio de documentos**

*Los cambios a los documentos deben ser revisados y aprobados por los mismos organismos funcionales que desarrollaron, revisaron y aprobaron la revisión original, a menos que se designe a alguien para la realización de esta tarea. La organización designada debe tener acceso a toda la documentación anterior para que pueda basar su revisión y aprobación.*

*Cuando sea aplicable, la naturaleza de los cambios se deben identificar en el documento o en los apéndices apropiados. Una lista maestra o un documento equivalente de control de procedimientos debe establecerse para identificar la versión actual de los documentos con el fin de no utilizar versión o documentos no actualizados.*

*Los documentos deben ser impresos o publicados nuevamente después de que se realicen todos los cambios. [ISO 9001:1987, 4.5.2]*

#### **3.6.3 Registros de calidad**

*El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para la identificación, colección, ordenamiento, almacenamiento, mantenimiento y disposición de los registros de calidad. Los registros de calidad deben mantenerse para demostrar que se han alcanzado los requerimientos de calidad y la efectiva operación de los sistemas de calidad. Registros de calidad de los subcontratos debe registrar el proveedor.*

*Todos los registros de calidad deben ser legibles e identificables respecto al producto. Los registros de calidad deben almacenarse y mantenerse de tal forma que sean fácilmente recuperables y se les debe proveer de un ambiente adecuado con el fin de minimizar su deterioro, daño o pérdida. Se debe llevar un registro de las personas que han realizado consultas de los registros de calidad. Cuando se determina contractualmente, los registros de calidad deben estar disponibles para su evaluación por el cliente o su representante por un período de tiempo determinado.*

[ISO 9001:1987,4.16]

### **3.6.4 Mediciones**

#### **3.6.4.1 Medición del producto**

*Los métricos deben ser reportados y usados para administrar el proceso de desarrollo y entrega, que es específico para cada uno de los productos de software. Existen muchos tipos de métricos, los cuales no son aceptados como un estándar para la calidad del software. Sin embargo, como mínimo, varios métricos debe ser utilizados para representar las fallas y/o defectos reportados por los usuarios. Los métricos seleccionados se deben describir para que los resultados puedan ser comparados.*

*El proveedor de productos de software debe coleccionar y actuar con base en medidas cuantitativas de calidad de los productos de software. Estas medidas debe ser utilizadas con el propósito siguiente:*

- a) para obtener información y reportar los valores de la mediciones regularmente;*
- b) para identificar el estado actual de rendimiento en cada uno de los métricos;*
- c) para tomar acciones correctivas si los niveles de los métricos salen de los rangos establecidos;*
- d) establecer metas de mejoramiento con base en los métricos.*

#### **3.6.4.2 Proceso de medición**

*El proveedor deben tener medidas cuantitativas de la calidad de los procesos de desarrollo y entrega. Estos métricos deben reflejar:*

- a) si el proceso de desarrollo se está llevando correctamente con base en los hitos y a los objetivos de calidad planteados en los programas;*
- b) si el proceso de desarrollo es efectivo en la reducción de la probabilidad de falla.*

*Lo más importante, en este momento, es conocer los niveles que se van a utilizar para el proceso de control y mejoramiento y no el valor específico de los métricos. La opción de los métricos se debe ajustar al proceso que se está utilizando, si es posible, para que tengan un impacto directo en la calidad de producto de software que se está entregando.*

### **3.6.5 Reglas, prácticas y convenciones**

*El proveedor debe suministrar reglas, prácticas y convenciones para cumplir efectivamente con los sistemas de calidad dados en esta parte de la ISO-9000. El proveedor debe revisar continuamente estas reglas, prácticas y convenciones..*

### **3.6.6 Herramientas y técnicas**

*El proveedor debe utilizar herramientas y técnicas apropiadas para poder seguir las guías de los sistemas de calidad dadas en esta parte de la ISO-9000. Estas herramientas y técnicas deben ser efectivas en el proceso de desarrollo, así como también para propósitos administrativos.*

### **3.6.7 Entrega**

#### **3.6.7.1 Generales**

*El proveedor debe asegurar que el producto o servicio entregado esté conforme a los requerimientos especificados. Los documentos entregados deben tener la información claramente descrita para que detallen perfectamente el producto o servicio entregado. El proveedor debe revisar y aprobar estos documentos para verificar si están de acuerdo con los requerimientos antes de su entrega.*

*NOTA: el producto entregado puede ser de software y/o hardware como parte del producto final o como una herramienta que ayudará en el desarrollo del producto solicitado.*

#### **3.6.7.2 Evaluación de subcontratos**

*El proveedor debe seleccionar a los subcontratistas en función de su habilidad para cumplir los requerimientos de los subcontratos, incluyendo los requerimientos de calidad. El proveedor debe establecer y mantener registro de los subcontratistas que han sido seleccionados.*

*La selección de un subcontratista se debe hacer con base en tipo de producto o servicio que la empresa realizará, tomando en cuenta también los registros de los servicios y productos realizados anteriormente por dichas empresas, para verificar su capacidad y rendimiento. El proveedor debe asegurarse que los controles del sistema de calidad sean efectivos. [ISO9001:1987,4.6.2]*

#### **3.6.7.3 Validación del producto entregado**

*El proveedor es responsable por la validación del trabajo de los subcontratistas. Esto puede requerir que el proveedor verifique los diseños y realice otras revisiones, con base en los sistemas de calidad del proveedor, si es necesario, estos requerimientos de calidad se deben incluir en los contratos de los subcontratistas. Cualquier requerimientos de las pruebas de aceptación del trabajo de los subcontratistas por parte del proveedor también deben ser incluidos.*

*Donde se especifique en el contrato, el proveedor o su representante deben tener el derecho de determinar en la fuente o en el usuario final que el producto entregado esté conforme a los requerimientos establecidos. La validación del producto entregado no quita la responsabilidad del proveedor de entregar un producto aceptable o las subsiguientes entregas o revisiones.*

*Cuando el proveedor o su representante realicen la validación con el permiso del subcontratista, éste no se debe utilizar para verificar la efectividad de los sistemas de calidad del subcontratista.*

### **3.6.8 Inclusión de productos de software**

*El proveedor puede incluir o usar productos de software de terceras personas o de productos anteriores desarrollados por el mismo. El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para validar, almacenar, proteger y mantener dichos productos. Se den establecer las consideraciones necesarias para el soporte de tales productos de software en cualquier acuerdo de mantenimiento relacionado con el producto que se va a entregar.*

*Los productos proveedor/cliente que se encuentren no aptos para su utilización deben ser registrados y reportados al proveedor, la validación por parte del cliente no elimina la responsabilidad de proveedor de entregar un producto aceptable.*

### **3.6.9 Entrenamiento**

*El proveedor debe establecer y mantener procedimientos para identificar las necesidades de entrenamiento y para proveer el entrenamiento de todo el personal que desarrolla actividades que afectan la calidad. El personal que desarrolla tareas específicas debe ser calificado con base en una apropiada educación, entrenamiento y/o experiencia, si es requerido.*

*Los temas seleccionados deben ser determinados con base en las herramientas específicas, técnicas, metodologías y recursos de hardware que han ser utilizados en la administración y desarrollo del producto de software. El entrenamiento puede ser necesario para desarrollar habilidades y conocimientos de áreas específicas dentro del producto de software que se va a desarrollar. Se debe llevar un registro de la experiencia y entrenamiento.*

## CAPITULO 6

# PRESENTACION DE UNA METODOLOGIA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

---

*"No existe nada permanente  
excepto el cambio."*

*Heráclides de Grecia*

### 6.1 Introducción

En las siguientes páginas, se presenta un conjunto de tareas y actividades que deben ser realizadas de una manera ordenada para que se pueda garantizar en un alto porcentaje el éxito de un proyecto.

La metodología está formada de diferentes etapas, las cuales se dividen en tareas y luego en actividades, lo cual facilita poder determinar los resultados obtenidos en cada nivel para proveer de información a las actividades o tareas siguientes. Cada una de las actividades elementales tiene la característica de ser de corta duración para que la estimación y revisión no sea muy complicada.

Así también, se incluyen dentro de la metodología varias técnicas de revisión cruzada para asegurar la calidad y el cumplimiento con los requerimientos. Diagramas estructurados son utilizados para un mejor entendimiento del análisis y del diseño del sistema. Para esto, no se debe perder de vista que la participación de los clientes o usuarios es indispensable dentro de cada etapa de la metodología, la buena comunicación en los grupos de trabajos es indispensable, ya que los usuarios serán los que realizarán el trabajo de verificación y validación en muchos casos.

A pesar de que la metodología presentada es completamente estructurada, no debe ser utilizada como "receta de cocina". Es decir, el gerente de proyectos debe poseer un criterio establecido de acuerdo con su experiencia, para determinar exactamente cómo aplicar la metodología presentada a un proyecto en particular. No existen dos proyectos exactamente iguales y no existe sustitución para la creatividad, innovación, calidad y productividad. Se recomienda directamente que cada gerente de proyectos realice un preestudio del proyecto, en el cual se debe tratar de determinar una primera observación de los objetivos, alcances, recursos, tiempos, ambiente, infraestructura y todos los aspectos que en conjunto darán las características únicas al proyecto.

Por otra parte, es importante recalcar que los resultados de las etapas de estrategia y análisis deben tener una completa independencia de la infraestructura tecnológica que se utilice en las etapas subsiguientes. La independencia tecnológica de software y hardware asegura a la organización del proyecto que la inversión realizada en estas dos primeras etapas podrá ser utilizada en otro ambiente tecnológico en el futuro.

En la Figura 6.1., se presenta un diagrama que muestra cómo las principales técnicas de modelación tienen relación entre sí. Cada una de ellas debe estar de acuerdo con el resto y se debe realizar dentro del contexto general del sistema, el cual se describe con objetivos, prioridades y otros factores críticos del mismo.

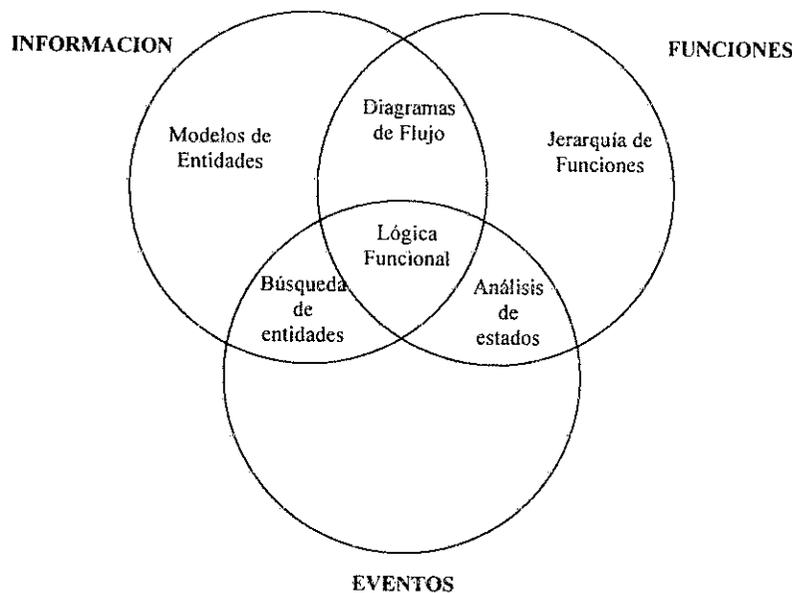


Figura 6.1. Cómo las técnicas de desarrollo de sistemas modelan el mundo real

## 6.2 Etapa de estrategia

El éxito del diseño de un sistema de software radica principalmente en la identificación de las necesidades y requerimientos de la organización para la cual se está trabajando, así como del ambiente que la rodea. Una comprensión de la organización puede alcanzarse únicamente a través de la distinción entre el análisis (que se hace) y el diseño (cómo se hace).

El objetivo de la etapa de estrategia es producir un conjunto de modelos, recomendaciones y un plan para el desarrollo del sistema de información que será la base para satisfacer la necesidades actuales y futuras de la organización con las consideraciones

necesarias de estructura organizacional, posición económica y nivel tecnológico de la empresa.

El trabajo inicial debe proveer un acuerdo, un marco de trabajo y referencia que será utilizado para el desarrollo del resto de etapas del proyecto. Este trabajo inicial se refiere a la creación de una guía que seguirá el proyecto a lo largo de la vida del mismo. Un amplio estudio de análisis y diseño deberán ser realizados en esta etapa, sin embargo, no se llegará al nivel detallado de cada función encontrada.

El período de la etapa de estrategia es intenso en la preparación, recopilación, organización y filtro de información. Los usuarios de la alta gerencia deben participar directamente en entrevistas y retroalimentación, lo cual representa un compromiso para la etapas subsiguientes, es decir, una inversión para el futuro del proyecto.

El reporte final que se elabora en esta etapa y todos los aspectos concernientes a la planificación estratégica del proyecto son ampliamente descritos en capítulo 3 de este trabajo de tesis.

### **6.3 Etapa de análisis**

La etapa de análisis debe tomar y analizar los requerimientos encontrados en la etapa de estrategia de forma que se puedan detallar y explicar detenidamente para asegurar la exactitud y confiabilidad del análisis, y así establecer las bases necesarias para el diseño y modelación del sistema. La figura 6.2 muestra las actividades generales de esta etapa.

El análisis de la información incluye la documentación de todas las características de la misma; así, por su parte, el análisis de las funciones y procesos incluye diagramas de alto y bajo nivel, que serán útiles para determinar las dependencias, uso de información, condiciones particulares, estados de la información en el tiempo y lógica procedural de cada uno de los procesos.

Los aspectos relacionados con los controles de auditoría y procedimientos de respaldo y recuperación de información deben ser estudiados y definidos en esta etapa. Adicionalmente, se deben considerar los sistemas que se encuentren funcionando actualmente dentro de la organización, ya que serán la base de información para las etapas de transición y producción. Cualquier condicionante de recurso, tiempo, cultura organizacional o cualquier otro, que afecte el diseño del sistema, debe ser identificado en esta etapa para ser considerado.

La gerencia de proyectos debe supervisar el proceso de revisión y ejecución de la recopilación detallada de información. Es en esta etapa en la que los grupos de trabajo y círculos de calidad dentro del equipo de desarrollo, se deben integrar completamente y tomar los objetivos del proyecto y de la empresa u organización como propios, con el fin de

poder desarrollar un trabajo que esté acorde a los lineamientos y expectativas de todos los grupos que de una u otra forma están relacionados con el proyecto.

El liderazgo de los jefes de grupos se debe hacer notar fuertemente para establecer desde el inicio del proyecto la metodología de trabajo y "marcar el ritmo" del proyecto. Los analistas del proyecto deberán trabajar directamente con los usuarios principales de la organización para establecer y revisar el detalle de los requerimientos.

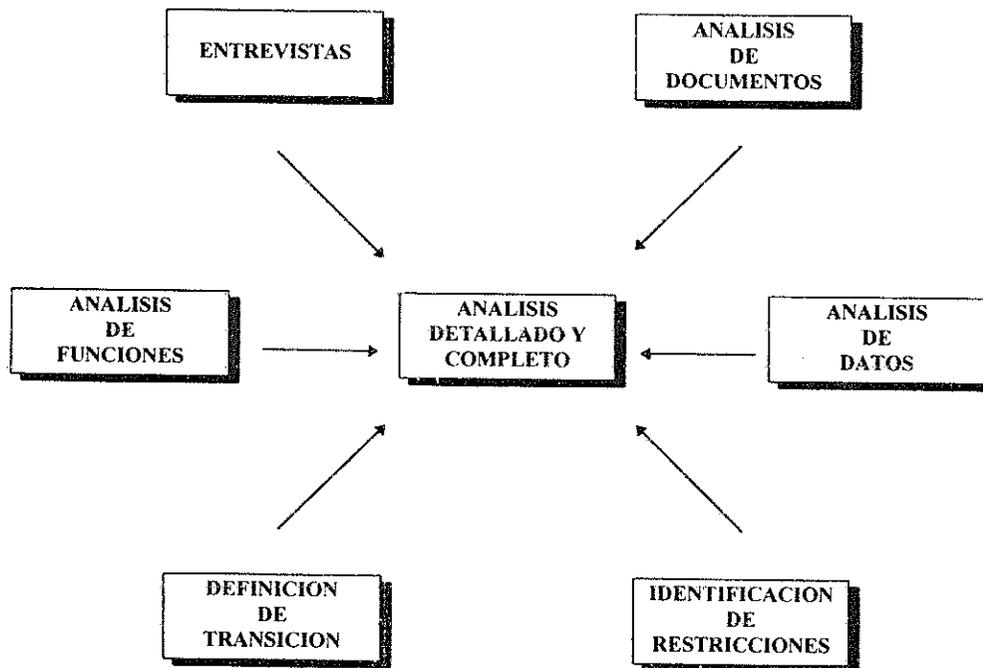


Figura 6.2. Presentación general de la etapa de análisis

### Factores críticos durante el análisis

La gerencia del proyecto y los jefes de grupo deben considerar durante la etapa de análisis los factores críticos que se presentan a continuación:

- Participación comprometida de los usuarios para los cuales se realiza el sistema. No se debe olvidar que los usuarios son los dueños de la información y conocen el comportamiento de la misma.
- Revisión continua sobre la recopilación de información para garantizar su exactitud. El cruce de información entre los analistas puede resultar beneficiosa para encontrar la participación de los datos en los diferentes procesos y cómo se producen los procesos de transformación de la información.

- El proceso de comunicaciones entre usuarios y analistas. Cada analista debe tener conceptos claros de cómo establecer una buena comunicación con los usuarios que le brindarán información. Es decir, debe tener la habilidad de escuchar y estar atento de las comunicaciones informales y no verbales.
- Manejo de conflictos. La adaptación de usuarios al equipo de desarrollo y viceversa puede causar algunos conflictos personales que deberán considerarse desde el inicio para evitar que causen problemas mayores en las siguientes etapas.
- Identificación de los aspectos relacionados con el diseño y la transición del sistema.
- Revisión del volumen de información que deberá manejarse para la estimación de tiempo y costo de procesamiento.
- Estricto control del desarrollo del análisis para mantener el proyecto dentro de los tiempos, costos y objetivos definidos en el plan estratégico del proyecto, basados en los términos de referencia.

### **Tareas del proceso de análisis**

A continuación, se presentan las principales tareas que se deben realizar en esta etapa, las cuales deberán ser distribuidas por el gerente del proyecto dentro del equipo de desarrollo según el personal asignado, al tiempo estimado y al tamaño del proyecto:

- Administración de los recursos existentes, elaboración de informes, control de calidad dentro del equipo de desarrollo; la función de administración debe ser fundamental para la utilización correcta de los recursos.
- Realizar una planificación detallada de la etapa de análisis basado en los términos de referencia.
- Revisión de estándares, restricciones y potenciales obstáculos para el diseño. Los jefes de grupo deberán anticiparse a cada situación para considerar el comportamiento futuro del sistema.
- Investigación detallada de cada requerimiento, lo cual se puede realizar por entrevistas, documentación o estudio de sistemas anteriores.
- Análisis comparativo de los requerimientos contra los términos de referencia para confirmar el enfoque del proyecto.
- Desarrollar la especificación detallada de los requerimientos.
- Desarrollar una estrategia inicial de transición.
- Definir los requerimientos de control y auditoría.
- Definir los requerimientos de respaldo y recuperación de información.
- Realizar una estimación del volumen de la información y del rendimiento esperado del sistema.
- Revisión de los resultados del proceso de análisis.
- Obtener aceptación y certificación de los resultados del proceso de análisis para proceder con la siguiente etapa. Se debe presentar un documento de

especificación de requerimientos del sistema, para que éste sea revisado por parte de los representantes de los usuarios.

### **Resultados esperados del desarrollo del análisis**

Como resultado de las actividades presentadas, se deben obtener básicamente los siguientes puntos:

- Modelación de la información ( Diagrama de Entidades ).
- Descripción de los procesos, lo cual se debe realizar hasta el nivel que se considere necesario en los términos de referencia.
- Revisión cruzada de información entre funciones/entidades funciones/organización.
- Volumen de datos, periodicidad de procesos y rendimiento esperado por los usuarios.
- Definición de métodos de trabajo, estándares, controles y procedimientos operativos para el equipo de desarrollo.
- Identificación de requerimientos de auditoría, respaldo y recuperación de información.
- Condicionantes y restricciones para el proceso de diseño del sistema.
- Aceptación del proceso de análisis por parte de los usuarios.
- Plan de desarrollo y construcción del sistema.

### **6.4 Etapa de diseño**

Esta etapa tomará la información proporcionada por el desarrollo del análisis y deberá encontrar la mejor manera de cumplir con los requerimientos encontrados utilizando la tecnología establecida. La figura 6.3. muestra el desarrollo cíclico de las actividades del diseño.

La modelación de datos se convertirá en la base de datos que soportará todos los requerimientos de información identificados previamente. Así también, las funciones se convertirán en módulos de programación o en procesos manuales de los usuarios, con los respectivos puntos de control de auditoría y respaldo de información.

En esta parte, es muy importante utilizar alguno de los métodos de prototipos con las herramientas de software que se encuentren disponibles para las áreas de dudas. Se deben utilizar los prototipos como un medio para detallar requerimientos, identificar posibles problemas, el usuario no debe adoptar el prototipo como el producto final. El trabajo sobre prototipos debe ser controlado y no debe ser utilizado como un medio para realizar un trabajo fácil y cómodo por parte de los programadores.

La elaboración de documentación del sistema y de los manuales de los usuarios es una actividad que se debe continuar basada en la información encontrada en la etapa de análisis.

La definición de una metodología estándar de diseño debe establecerse desde la gerencia de proyectos hasta los niveles de programación. Esto facilitará las actividades de revisión, control de calidad y detección de errores. Nuevamente, los jefes de grupo deben marcar el liderazgo en el conocimiento, experiencia, producción y manejo de la tecnología de software y hardware que se esté utilizando.

El control y manejo de grupos se realizará en esta etapa con menos participación de los usuarios, ya que el trabajo es interno en el equipo de desarrollo, sin embargo, se debe tener acceso a las consultas y validación de información con los usuarios finales para las afinaciones correspondientes.

En la actualidad, existen diferentes herramientas de software que pueden ser utilizadas para aumentar la productividad del personal de diseño; éstas pueden ser herramientas CASE, lenguajes de cuarta generación, generadores de código, hojas electrónicas, etc.

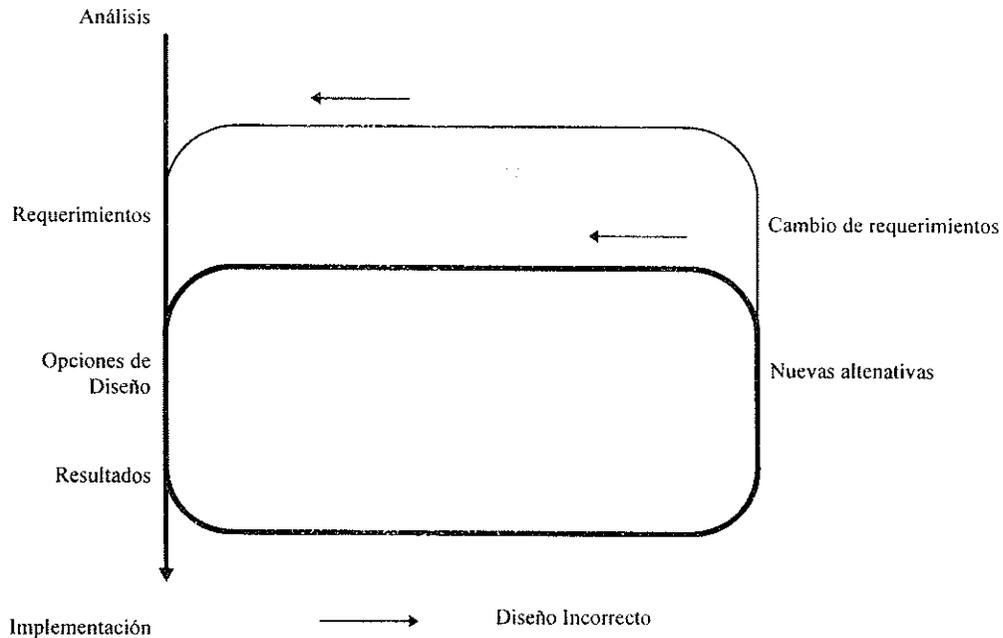


Figura 6.3. Presentación general de la etapa de diseño

## Factores críticos durante el diseño

La gerencia de proyecto y los jefes de grupo deben considerar que la clave de la etapa del diseño es producir un modelo apropiado a las necesidades de los usuarios considerando todos los aspectos de costos, tiempos y tecnología existente. Los factores críticos son los siguientes:

- Compresión clara y total de las necesidades y requerimientos de los usuarios.
- Conocimiento de las capacidades y limitaciones de los recursos de software y hardware que se estén utilizando para el proyecto.
- Toma de decisiones en los aspectos que no se encuentren completamente definidos y deben aclararse antes de iniciar la programación del sistema.
- Estimación de los tiempos definitivos para la etapa de programación.
- Se debe cuidar con los "ciclos infinitos" que se pueden dar con las revisiones de los usuarios, ya que en muchas ocasiones se puede dar el caso de usuarios inestables en sus requerimientos.
- Distribución de los recursos necesarios para cada función del sistema.
- Mantener el personal de desarrollo dentro de los objetivos del proyecto, manejo de estándares, revisiones cruzadas y alta productividad.
- Establecer la red de comunicaciones o medios de transmisión de datos, ya que éste es un factor vital para la distribución de información.

## Tareas del proceso de diseño

A continuación, se presentan las principales tareas que se deben realizar en esta etapa, las cuales deberán ser distribuidas por el gerente del proyecto dentro del equipo de desarrollo de acuerdo con el personal asignado, al tiempo estimado y al tamaño del proyecto:

- Administración de los recursos existentes, elaboración de informes, control de calidad dentro del equipo de desarrollo; la función de administración debe ser fundamental para la utilización correcta de los recursos.
- Realizar la conversión de las funciones en programas o procesos manuales.
- Diseño de la base de datos y de las condiciones necesarias para almacenar la información.
- Diseño de la red de comunicaciones o medios de transmisión de datos.
- Diseño de los métodos de control y auditoría.
- Diseño de los métodos de respaldo y recuperación de información.
- Revisión del formato general del diseño para establecer en detalle las especificaciones de los programas, de acuerdo a los estándares establecidos.
- Completar el plan de pruebas para el sistema.
- Completar la estrategia de transición.

- Revisión final de los resultados obtenidos en esta etapa, por parte del gerente y jefes de proyecto en reuniones con los analistas y diseñadores del sistema.
- Obtener aceptación y certificación de los resultados del proceso de diseño para proceder con la siguiente etapa. Se debe presentar un documento de criterios de aceptación del sistema, para que éste sea revisado por parte de los representantes de los usuarios.

### **Resultados esperados del diseño**

Como resultado de las actividades presentadas, se deben obtener básicamente los siguientes puntos:

- Arquitectura del sistema completo.
- Diseño del sistema.
- Esquema lógico y físico de la base de datos.
- Estimación del volumen de información en un porcentaje alto.
- Especificaciones para la programación.
- Especificaciones para los procesos manual u operativos.
- Guías para la elaboración del manual del usuario y manual técnico.
- Estrategia para la transición del sistema, planes de transición, entrenamiento, depuración y conversión de datos.
- Plan de Pruebas.
- Aceptación del proceso de diseño por parte de los usuarios.
- Plan de desarrollo y construcción del sistema.

### **6.5 Etapa de construcción**

La construcción del sistema se refiere a la programación de los procesos en las herramientas de software que se hayan seleccionado para ello. La construcción depende directamente del ambiente tecnológico y del tipo de aplicación en la que se trabaje, sin embargo el desarrollo puede variar desde una programación convencional que emplea herramientas de bajo nivel hasta desarrollo estructurado, y utiliza las nuevas herramientas generadoras de código.

Cualquiera que sea el enfoque que se utilice para la programación, las actividades que se deben incluir son la planificación, diseño estructurado de programas, codificación, pruebas unitarias "bottom-up", pruebas globales "top-down" y realizar un trabajo disciplinado y ordenado para mantener el control de calidad bajo los estándares establecidos.

En esta etapa, el personal de programación trabaja de manera separada de los usuarios, ya que las referencias que deben utilizar se encuentran en los documentos

elaborados en las etapas anteriores. El jefe de proyecto debe revisar constantemente que la construcción de los programas se elabore de acuerdo con lo establecido.

Es muy frecuente, que en la programación se encuentren todavía detalles que no han sido definidos por los usuarios, para lo cual es necesario contar con reuniones de revisión y presentación en el momento que se considere necesario. En este momento, se pueden detectar fallas en el análisis o en el diseño, los cuales deberán ser corregidos con la debida precaución de las implicaciones que puedan traer los cambios en todo el contexto del sistema.

Las reuniones periódicas de avance son indispensables dentro del personal de desarrollo, las cuales deben ser dirigidas por el jefe de grupo. Por otra parte, la gerencia de proyectos debe mantenerse informada de los avances o problemas que se hayan encontrado en esta etapa.

Paralelo a esta etapa, los analistas programadores deben realizar la documentación necesaria sobre los programas que se encuentren desarrollando.

### **Factores críticos durante la construcción**

La gerencia de proyecto y los jefes de grupo deben considerar durante la etapa de construcción los factores críticos que se presentan a continuación:

- Aseguramiento de calidad en cada uno de los programas, estándares, documentación interna, uso apropiado de las herramientas y de acuerdo con los requerimientos de los usuarios.
- Revisión y detección de algunos indicadores de rendimiento de los programas para el volumen de datos estimado, por ejemplo, comunicaciones, entrada y salida de datos, procesos por lotes, etc.
- Afinamiento de la base de datos, normalización y desnormalización en los casos que se considere necesario.
- Pruebas unitarias "bottom-up" para cada uno de los programas, especialmente con los límites y excepciones del sistema.
- Los cambios de último momento que los usuarios realizan por corrección o por olvido en las etapas de análisis y diseño deben ser manejados correctamente.
- Todo el personal de programación debe encontrarse familiarizada y con los conocimientos suficientes para utilizar las herramientas de software seleccionadas.

### **Tareas del proceso de construcción**

A continuación, se presentan las principales tareas que se deben realizar en esta etapa, las cuales deberán ser distribuidas por el gerente del proyecto dentro del equipo de

desarrollo de acuerdo con el personal asignado, al tiempo estimado y al tamaño del proyecto:

- Administración de los recursos existentes, elaboración de informes, control de calidad dentro del equipo de desarrollo; la función de administración debe ser fundamental para la utilización correcta de los recursos.
- Revisión de los planes de construcción para la elaboración de los programas.
- Familiarización de los planes de construcción con los modelos de datos elaborados por parte de cada uno de los elementos del equipo de programación.
- Programación y codificación de cada función establecida utilizando las herramientas de software del proyecto.
- Revisar, preparar y elaborar el plan definitivo de pruebas de todo el sistema.
- Revisión constante del cumplimiento de los estándares y de la metodología utilizada para la programación.
- Completar la estrategia de transición.
- Revisión final de los resultados obtenidos en esta etapa, por parte del gerente y jefes de proyecto en reuniones con los analistas, diseñadores y programadores del sistema.
- Obtener aceptación y certificación de los resultados del proceso de diseño para proceder con la siguiente etapa. Se deben presentar los manuales de usuario y técnico del sistema, para que éstos sean revisados por parte de los representantes de los usuarios.

### **Resultados esperados de la construcción:**

Como resultado de las actividades presentadas, se deben obtener básicamente los siguientes puntos:

- Diseño completo del conjunto de programas que componen el sistema que se está realizando en el proyecto.
- La base de datos debe encontrarse completamente afinada para el almacenamiento de la información.
- Los programas deben encontrarse finalizados y funcionando de acuerdo con lo establecido con los usuarios.
- La estrategia de transición del sistema actual al sistema nuevo debe estar preparada.
- Los resultados de las pruebas unitarias deben encontrarse documentados para los respectivos controles.
- Los primeros indicadores o monitores de rendimiento y afinación del sistema se deben encontrar instalados para controlar el sistema en la etapa de producción.

## **6.6 Etapa de documentación**

Esta etapa debe realizarse completamente en paralelo que la etapa anterior, debido a la dependencia directa entre ambas y para que mantengan la documentación completamente actualizada, según la elaboración de los programas. La documentación elaborada comprende específicamente manuales de usuario y manuales técnicos de cada uno de los módulos desarrollados, los cuales debe ser suficientemente amplios para la referencia, soporte y mantenimiento de los sistemas que entrarán en producción.

Durante las etapas de estrategia y análisis, todas las funciones fueron identificadas y se debieron elaborar documentos sobre ellas; se incluyeron aquellas que son funciones manuales, semiautomatizadas y completamente automatizadas. La relación directa de los usuarios con cada una de las funciones se investigó en detalle en la etapa de diseño. Algoritmos, diagramas de flujo y prototipos se elaboraron para obtener otros detalles con respecto a las funciones. Todo lo anterior debe ahora recolectarse y unificarse para desarrollar un documento final que será utilizado para respaldar el software que será el producto final del sistema y del proyecto.

La documentación sobre los procesos manuales debe ser elaborada con la participación directa del departamento de Organización y Métodos de la institución y con la persona que realiza el trabajo diariamente.

La documentación de usuarios debe incluir una referencia completa de los términos del software. Para cada una de las opciones que se ofrecen se debe especificar directamente que se espera del usuario, cual es el significado de los errores que pueden darse y cuales son las acciones que deben tomarse en cada diferente situación. Así también, la documentación debe encontrarse en línea para una mejor asistencia a los usuarios, la cual puede ser como mensajes de ayuda, guías rápidas, etc.

### **Factores críticos durante la documentación**

La gerencia de proyecto y los jefes de grupo deben dirigir al personal de desarrollo a elaborar la documentación necesaria sobre el proyecto, a continuación se presentan los factores críticos de esta etapa:

- La documentación debe ser apropiada y efectiva.
- La participación de los usuarios debe ser activa y abierta para poder tener un documento que refleje fielmente las operaciones manuales y los procesos automatizados.
- La resistencia natural de los analistas, diseñadores y programadores ha elaborar documentos en los cuales se refleje el funcionamiento de los programas.
- Las correcciones y cambios dentro de los requerimientos del sistema deben realizarse en los programas y en los documentos.

## Tareas del proceso de documentación

A continuación, se presentan las principales tareas que se deben realizar en esta etapa, las cuales deberán ser distribuidas por el gerente del proyecto dentro del equipo de desarrollo de acuerdo con el personal asignado, al tiempo estimado y al tamaño del proyecto:

- Administración de los recursos existentes, elaboración de informes, control de calidad dentro del equipo de desarrollo, la función de administración debe ser fundamental para la utilización correcta de los recursos.
- Completar la información que se encuentre incompleta por parte de los usuarios para elaborar los documentos finales.
- Elaborar el Manual de Usuario.
- Elaborar el Manual Técnico.
- Revisión del formato general de la documentación para establecer en detalle las especificaciones de los programas, de acuerdo con los estándares establecidos.
- Revisión final de los resultados obtenidos en esta etapa, por parte del gerente y jefes de proyecto en reuniones con los analistas y diseñadores del sistema.
- Obtener aceptación y certificación de los documentos para proceder con la siguiente etapa.

## Resultados esperados de la documentación:

Como resultado de elaborar la documentación del sistema, se deben obtener básicamente los siguientes puntos descritos en las tablas 6.1 y 6.2:

- Manual de Usuario, el cual debe contener los aspectos de la Tabla 6.1.

Prefacio	
a.	Propósito de este manual
b.	Audiencia
c.	Documentación relacionada
d.	Notación utilizada en este manual
1 Introducción	
1.1	Generalidades
1.2	Estructura del menú de funciones
2 Interface con el usuario	
2.1	Descripción de la pantalla
2.2	Descripción del teclado

3	Acceso al sistema
3.1	login
3.2	logout
4	Descripción de pantallas, procesos y reportes
4.1	Pantallas de ingreso y mantenimiento
4.2	Pantallas de consulta
4.3	Procesos periódicos
4.4	Procesos esporádicos
4.5	Reportes
5	Apéndices
a.	Funciones y teclas
b.	Como realizar consultas
c.	Operación y manejo de reportes
d.	Administración del sistema
e.	Glosario

**Tabla 6.1.** Contenido del manual de usuario

- Manual Técnico, el cual debe contener los aspectos de la Tabla 6.2.

Prefacio	
a.	Propósito de este manual
b.	Audiencia
c.	Documentación relacionada
d.	Notación utilizada en este manual
1	Introducción
2	Instalacion del sistema
2.1	Requerimientos de software
2.2	Requerimientos de hardware
3	Esquema de la base de datos
3.1	Diagrama de entidad relación
3.2	Descripción de las tablas de la base de datos
3.3	Esquema de la base de datos
3.4	Vistas de la base de datos
3.5	Secuencias utilizadas
3.6	Indices
3.7	Sinónimos
4	Referencias cruzadas
4.1	Matriz de pantallas vrs tablas
4.2	Matriz de reportes vrs tablas
4.3	Matriz de reportes vrs vistas

4.4	Matriz de procesos vrs tablas
4.5	Matriz de tablas vrs vistas
4.6	Matriz de pantallas vrs vistas
5	Estándares utilizados
6	Apendices
a.	Definición de reportes
b.	Definición de procesos
c.	Aspectos técnicos
d.	Propuestas de menú para usuarios

**Tabla 6.2.** Contenido del Manual Técnico

### 6.7 Etapa de capacitación y transición

Esta última etapa de capacitación y transición lleva a cabo todas las actividades necesarias para la implementación y puesta en marcha del sistema desarrollado durante el proyecto. Uno de los objetivos de esta etapa es proveer por parte del personal de desarrollo el soporte necesario para el período inicial de producción del sistema.

La transición de cada una de las funciones debe realizarse con el mínimo de interrupción para la institución y que los usuarios tengan la capacitación y educación necesario para poder utilizar completa e independientemente los programas elaborados.

La capacitación que se debe dar a los usuarios debe basarse en situaciones reales y con los equipos adecuados, de manera que se familiaricen con el equipo que finalmente será el utilizado en la producción del sistema. Los manuales de usuario y formularios de pruebas son indispensables para referencias futuras sobre el sistema. Es importante recordar en esta parte los conceptos básicos sobre las diferencias entre la capacitación y la educación que se mencionaron anteriormente en el capítulo 4.

En esta parte, se deben utilizar los planes de entrenamiento y transición para evitar pérdidas de tiempo, confusión, duplicidad e inconsistencia en el desarrollo de actividades.

El período inicial de soporte por parte del personal de desarrollo incluye las actividades de asistencia a los usuarios, revisión cuidadosa del equipo y el funcionamiento de los programas y corrección de fallas.

El manejo de conflictos y los medios de comunicación deben ser aspectos que el gerente de proyecto y los jefes de grupo deben conocer y controlar en su totalidad para resolver los problemas de rechazo que sean creados por los usuarios. Es en esta parte que se deben identificar los líderes de usuarios existentes en los diferentes grupos, de manera que se puedan introducir los cambios con la aceptación y convicción necesaria.

Por otra parte, el proceso de depuración y conversión de información del sistema existente al nuevo sistema deberá ser un proceso con la colaboración de los usuarios finales de información, los cuales deben determinar cuál es la información que realmente necesitan trasladar a los nuevos sistemas.

### **Factores críticos durante la capacitación y la transición**

La gerencia de proyecto y los jefes de grupo deben considerar durante la etapa de capacitación y transición los factores críticos que se presentan a continuación :

- Asegurarse de que la capacitación sea adecuada y llegue a los niveles necesarios para evitar mal uso, desconocimiento, desconfianza o malas interpretaciones dentro de los usuarios.
- Asegurarse de que el usuario realice las suficientes pruebas de acuerdo con lo establecido y se sienta familiarizado con los nuevos programas y procedimientos creados.
- Coordinar con los usuarios la puesta en marcha y producción del sistema para realmente sea utilizado y no sea un buen producto que se queda almacenado.
- Asegurarse que el departamento de operaciones posea la capacitación necesaria y la documentación suficiente para resolver los problemas que puedan salir en el momento de iniciar la producción del sistema.
- Realizar un plan de producción del sistema que cumpla con los requerimientos de la institución y asegurarse la participación de los usuarios importantes, personal de desarrollo y departamento de operaciones.

### **Tareas del proceso de capacitación y transición**

A continuación, se presentan las principales tareas que se deben realizar en esta etapa, las cuales deberán ser distribuidas por el gerente del proyecto dentro del equipo de desarrollo de acuerdo al personal asignado, al tiempo estimado y al tamaño del proyecto:

- Administración de los recursos existentes, elaboración de informes, control de calidad dentro del equipo de desarrollo, la función de administración debe ser fundamental para la utilización correcta de los recursos.
- Capacitación a los usuarios que utilizarán el sistema.
- Educación y capacitación al departamento de operaciones que dará el soporte a fallas a los usuarios.
- Realización de pruebas de funcionalidad y rendimiento del sistema con datos reales proporcionados por los usuarios.
- Realizar las actividades de depuración y conversión de información.
- Verificar que las instalaciones de software y hardware se encuentren preparadas para realizar actividades másivas de procesamiento de datos.
- Planificar y preparar las actividades para iniciar la puesta en marcha del sistema.

- Llevar a cabo la puesta en marcha del sistema con el debido soporte del personal de desarrollo y operativo.
- Mantener al personal de desarrollo realizando revisiones sobre el rendimiento del sistema y dar asistencia a los usuarios en la utilización de los programas del sistema.
- Realizar una revisión final de los programas que se están utilizando y la interacción con los usuarios.
- Obtener aceptación y certificación de los resultados del sistema para finalizar con esta etapa.

### **Resultados esperados del desarrollo de la capacitación y transición**

Como resultado de las actividades presentadas en la sección anterior, se deben obtener básicamente los siguientes puntos:

- Personal del departamento de operaciones con la educación suficiente para dar el soporte necesario al sistema con los requerimientos de los usuarios.
- Usuarios de alto y bajo nivel con la adecuada capacitación para utilizar el sistema, con la confianza y familiarización suficiente para ser lo más independientes posible.
- Colaboración y asesoría directa del personal de desarrollo en la depuración y conversión de información.
- Métodos y procedimientos establecidos para el reporte de fallas y modificaciones necesarias al sistema
- Correcciones y modificaciones necesarias debido a la transición.
- Completar la documentación sobre el sistema, en cuanto a la capacitación y funcionalidad de procesos operativos.
- Reporte del proceso de capacitación y transición.

## CONCLUSIONES

1. Los conceptos de calidad total no debe ser tomados como aspectos que se aplican únicamente en el trabajo, ya que constituyen una forma de vida y comportamiento.
2. Un componente importante de una organización exitosa son los principios y valores que orientan a las personas que la integran, debido a que cada persona estará dispuesta a hacer solamente lo que cree o lo que le produce satisfacción.
3. El gerente de proyectos debe ser una persona íntegra y completa; se debe evitar que sea una persona dedicada exageradamente al trabajo, ya que esto hará que se olvide de factores humanos y de la sensibilidad social hacia los trabajadores.
4. La administración de proyectos es un proceso humano, ya que se trabaja con personas en los cuales se deben aplicar eficientemente los conceptos de planificación, organización, motivación, dirección y control.
5. La ingeniería de software es una de las áreas profesionales que debe renovarse constantemente, debido a la evolución incesante de la herramientas de software y hardware, lo cual es un reto para los profesionales de la informática, quienes deben mantenerse actualizados en la materia.
6. Es indispensable que dentro de la planificación de los recursos para desarrollo de productos de software, se consideren los recursos necesarios para las actividades de control, revisión y administración, ya que en muchas ocasiones por la presión del tiempo estas actividades no son calendarizadas.
7. El éxito de un producto de software dentro de una organización, no depende únicamente del hardware o del software; es mucho más complejo que esto. El personal de sistemas, la infraestructura física, las relaciones interpersonales, la metodología utilizada, el compromiso del usuario y la administración del proyecto son factores que participan e inciden directamente en la puesta en marcha de un sistema.
8. Cada proyecto de desarrollo de software es diferente a los demás por todas la variables que en él existen; no existe una sustitución para la creatividad de los trabajadores encargados, los cuales deben preocuparse por mantener siempre una visión alta de innovación basados en los conceptos de calidad y productividad.

9. La ingeniería de software apoyada en conceptos de calidad total y el enfoque de sistemas a organizaciones humanas, constituye un método flexible y altamente eficiente para actividades multidisciplinarias de administración de proyectos. En el futuro, las organizaciones que se apoyen en una administración eficiente, en una toma de decisiones oportuna y en sistemas de información apropiados, serán las únicas que podrán tener éxito.
  
10. La cultura institucional de una organización es un factor poco medible y puede ser hasta subjetivo, sin embargo, existe y es real. Dentro del desarrollo de un proyecto, las actitudes, valores y costumbres del personal son elementos que participan activamente en cada una de las etapas del ciclo de vida del software, por lo tanto, la implementación de un sistema de información producirá inevitablemente cambios en el comportamiento de los trabajadores de una empresa. Es por ello, que los clientes y los desarrolladores deben estar preparados para esto.

## **RECOMENDACIONES**

---

1. Para implementar una sistema de control total de calidad, la Junta Directiva y la Gerencia de una organización deben estar plenamente comprometidos con el sistema, y brindar todo el apoyo que se debe para que éste funcione.
2. Se debe tener claro que la calidad no es sólo establecer requisitos e insistir en que las actividades se hagan bien. No se trata de algo funcional. En realidad, tiene que ver con la forma como se dirige un proyecto en su conjunto. Requiere de la conjunción de acciones de todas las personas del proyecto para conseguir que se alcancen los objetivos establecidos, y se realicen las actividades de una manera ordenada, enérgica y correcta.
3. Antes de iniciar el desarrollo de un proyecto, el gerente de proyectos debe tener una fase de estrategia lo suficientemente sólida para soportar el resto de las etapas del mismo. Los proyectos debe ser controlados y manejados de una manera estratégica, por otra parte, nunca se debe de descuidar los aspectos de creatividad, innovación, productividad y calidad.
4. Al realizar el reclutamiento de personal debe cuidarse que tengan el nivel académico adecuado para el trabajo que debe realizar; así también se deben comprobar los valores éticos profesionales que pueda tener la persona, así como su capacidad de trabajo en equipo.
5. La persona que se encuentre a cargo de la gerencia de proyectos, debe basar su autoridad y liderazgo en su experiencia, conocimiento, habilidades personales, actitudes propias del líder, más que en las características propias que el simple puesto le asigne.
6. En cualquier sistema que se desee desarrollar, la educación y la capacitación son elementos que no deben olvidarse, y se debe tener un presupuesto constante para realizar estas actividades. Uno de los problemas más grandes con los que se enfrenta el usuario es el empirismo con el que se realizan las actividades de desarrollo de sistemas.

7. Las organizaciones que deseen implementar un sistema de información computarizado deben de estar conscientes de la importancia que es su participación dentro del mismo, ya que ellos serán los que decidan finalmente los requerimientos finales. Por otra parte, deben de cuidarse de los profesionales inexpertos o inescrupulosos que venden elementos de hardware y software aislados, sin que sean una verdadera solución a los problemas de sistemas de información de la empresa.
8. Los términos contractuales con los que se realice el desarrollo de sistemas deben estar plenamente definidos para evitar conflictos durante las etapas del proyecto. Basados claramente en las cláusulas de un contrato, los desarrolladores y los clientes conocerán ampliamente sus responsabilidades, derechos y limitaciones, de manera que no existan ambigüedades para la elaboración del proyecto. Un contrato mal redactado e incompleto puede ser la causa del fracaso del proyecto y por consiguiente de la pérdida y ganancia de la partes involucradas.

## GLOSARIO

### A

**Administración:** es el proceso de planificar, organizar, ejecutar y controlar un conjunto de actividades de manera eficiente con el objeto de coordinar un grupo de personas y recursos tecnológicos esenciales para alcanzar un objetivo.

**Anárquico:** régimen social en el que existe ausencia de autoridad. Desorden, confusión por falta de dirección.

**Auditoría:** revisión o examen que se realiza para verificar el cumplimiento de estándares, procedimientos, reglamentos, etc.

**Autocrático:** autócrata, persona que ejerce autoridad ilimitada y que ejerce todos los poderes.

### G

**Calidad Total:** es el sistema administrativo en el que quedan coordinados los esfuerzos de todos, administradores y trabajadores, en favor de la calidad de los productos o servicios que presta la empresa, en el que se definen procedimientos con el fin de producir en forma económica los bienes y servicios a entera satisfacción del cliente o usuario.

**Calidad:** palabra que designa el conjunto de atributos o propiedades de un objeto que nos permite emitir un juicio acerca de él.

**Capacitación:** acción de habilitar a una persona en la realización de ciertas actividades específicas.

**Círculo de Calidad:** es un grupo pequeño de personas, que desarrolla actividades que buscan mejorar los procesos, el ambiente, la utilización de recursos, etc.

**Conflicto:** oposición de intereses y crea incertidumbre.

**Cultura Organizacional:** es el conjunto de valores y principios que determinan la forma de ser de una institución; factores que constituyen su fortaleza y por consiguiente son elementos decisivos de su productividad.

### D

**Democracia:** régimen en el cual el poder se encuentra en el pueblo aplicado a la calidad total se entiende como una administración en la cual todos emiten su opinión con el fin de buscar consenso entre las personas que participan en el grupo de trabajo o proyecto.

*ℰ*

**Empatía:** capacidad de sentir y comprender las emociones ajenas como las propias.

**Enfoque pragmático:** método filosófico divulgado por William James, según el cual el único criterio para juzgar la verdad de cualquier doctrina se ha de fundar en sus efectos prácticos.

**Ética:** parte de la filosofía que trata de la moral, los valores y obligaciones que determinan la conducta del hombre.

*ℋ*

**Hardware:** componentes físicos de un sistema de cómputo.

**Hitos:** punto de referencia al cual se desea llegar. (Milestones, pivote).

*ℐ*

**Ingeniería de Software:** el enfoque sistemático para el desarrollo, operación, modificación y eliminación de software.

**Inspección:** acción o efecto de examinar una cosa en comparación de otra, de un estándar o una referencia establecida.

*ℒ*

**Líder:** es la persona que guía y direcciona las actividades de la empresa hacia el logro de un objetivo definido en el tiempo y costos estimado. Las cualidades principales son: inteligencia, carisma y energía.

**Liderazgo:** calidad de líder.

*ℳ*

**Modelo:** representación en pequeña escala de algún elemento o cosa.

*ℙ*

**Perfil:** referido a la administración es la presentación de los aspectos mínimos que deben cumplirse en un proyecto, en un puesto, etc.

**Planificación:** establecimiento de programas económicos con indicación del objetivo propuesto y de las diversas etapas que hay que seguir, así como la estructuración de organismos adecuados para esta realización.

**Productividad:** incremento simultáneo de la producción y del rendimiento debido a la modernización del material y de la mejora de los métodos de trabajo, producto del grado en que se aprovechan los recursos.

**Prototipo:** original, modelo, primer tipo de una cosa.

§

**Sistema:** conjunto de elementos interrelacionados que persiguen un objetivo.

**Software:** programas, procedimientos, reglas y documentación posible asociada con la computación, así como los datos pertenecientes a la operación de un sistema de computo, relacionado con el trabajo intelectual que se realiza en una empresa.

∪

**Validación:** acción o efecto de verificación de que algo está correcto y de que puede generar o producir el resultado o efecto esperado.

**Verificar:** acción de probar la verdad de una cosa que se dudaba.

## BIBLIOGRAFIA

1. CASE JR., Albert F. Information Systems Development : Principles of Computer Aided Software Engineering  
Editorial Prentice Hall 1,986
2. CLELAND, David I. Project Management Strategic Design and Implementación. TAB Professional an Reference Books 1990
3. CONNELL, John L. et.al. Structured Rapid Prototyping : An Evolutionary. Approach to Software Development  
Editorial Prentice Hall 1,989
4. CROSBY, Philip B. Quality Without Tears  
New American Library 1985
5. DE MARCO, Tom. Controlling Software Projects Management, measurement & estimation. Youdon Press 1986
6. DEMING , W. Edwards Deming. El Hombre y su Misión  
Prentice Hall, 1985 Cuarta Edición
7. FAIRLEY, Richard. Ingeniería de Software  
Editorial McGraw Hill 1,987
8. FITZGERALD, Ph.D. et.al. Fundamentals of Systems Analysis  
Wiley Second Edition 1981
9. GOAL/QPC . The Memory Jogger A Pocket Guide of Tools for Continuous Improvement 1988 Second Edition
10. Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C. Desarrollo Histórico del Movimiento hacia la Calidad  
Primera Parte
11. Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C. Implementación y Administración de Calidad Total  
Editorial Monterrey
12. Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C. Análisis y Diseño de Sistemas de Calidad  
Editorial Monterrey

13. Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C. Administración de la Calidad Total para Directores  
Editorial Monterrey
14. ISHIKAWA, Kaoru. ¿ Qué es el control total de calidad ?  
La modalidad japonesa Grupo Editorial Norma, 1988
15. KERZNER, Ph.D. et.al. Project Management A Systems Approach to  
Planning, Scheduling, and Controlling  
Van Nostrand Reinhold 1989 Third Edition
16. MOCKLER, Robert J. Information Systems for Management  
Charles E. Merrill Publishing Company 1974
17. ORACLE Corporation. Case \* Method Entity Relationship Modelling  
ORACLE Corporation 1,989
18. ORACLE Corporation. CASE\*Method Task And Deliverables v 1.0  
ORACLE Corporation 1,989
19. RIGGS, James L. Ingeniería Económica  
Alfaomega, 1990
20. SQUIRES, Stephen L. et.al. Special Issue On Rapid Prototyping  
Working Papers from the ACM SIGSOFT  
Columbia, Maryland 1982
21. TAHA, Hamdy A. Investigación de Operaciones Una introducción  
Representaciones y servicios de Ingeniería, S.A. 1981
22. VASQUEZ R., Lic Reynerio. Guía de Investigación Documental  
(Investigación Científica) Universidad de San Carlos de Guatemala ,  
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Primera Edición 1988
23. VINCENT, James. et.al. Software Quality Assurance  
Volume 1 & Volume 2 Practice and Implementation  
Prentice Hall 1988
24. WARNIER, Jean Dominique. Logical Construction of Systems  
Van Nostrand ReinHold 1981