

11  
2e1.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ACATLÁN

**METODOLOGÍA INTEGRAL PARA LA  
ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS  
DE CONSTRUCCIÓN DE SOFTWARE**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN MATEMÁTICAS  
APLICADAS Y COMPUTACIÓN  
BAJO LA OPCIÓN  
SEMINARIO - TALLER EXTRACURRICULAR  
P R E S E N T A:  
MARIA ARACELI DE LA CRUZ  
HERNÁNDEZ

ASESOR: LIC. JUAN TORRES LOVERA

1997



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## *Dedicatorias*

---

*A mis padres Ángel e Inés con todo mi amor  
por permitirme ser parte de su vida, por su infinito amor, confianza y apoyo.*

*A mis hermanos Gloria y Rector  
por su amor, apoyo e insistencia en la realización de este sueño.*

*A mi amigo Claudio  
por el enorme cariño y apoyo que siempre me ha demostrado.*

*Al Ing. Melchor Zavona por su afecto y valiosa  
contribución en la realización de este trabajo.*

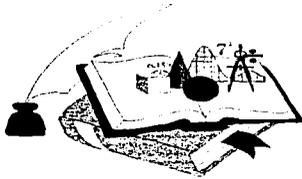
*A todos aquellos personas  
que de alguna u otra forma siempre están  
conmigo en los momentos de éxito y fracaso,  
mis amigos.*

*A mis profesores de la Licenciatura y del  
Seminario Taller-Extracurricular El Análisis de la Planeación.*

*A mis compañeros del Seminario Taller-Extracurricular  
El Análisis de la Planeación.*

*A mi alma mater la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la  
Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán.*

---



*Cerré el libro que hablaba  
de esencias, de existencias,  
de substancias,  
de accidentes y modos,  
de causas, y efectos,  
de materia, y de forma,  
de conceptos e ideas,  
de números, fenómenos,  
cosas en sí, y en otras,  
opiniones  
hipótesis, teorías, ...  
Cerré el libro, y abríse  
ante mis ojos el mundo.*

*Miguel de Unamuno*

---

# *Contenido*

---

## Introducción

### **Capítulo 1. Aspectos Generales de Administración de Proyectos**

- 1.1 Antecedentes Históricos
- 1.2 Características de los proyectos
  - 1.2.1 Definición
  - 1.2.2 Características
  - 1.2.3 Proyectos de construcción de software
  - 1.2.4 Ciclo de vida para el desarrollo de un proyecto de software
  - 1.2.5 Problemática detectada
- 1.3 Concepto de administración de proyectos
- 1.4 La administración de proyectos y su relación con el proceso administrativo
- 1.5 Importancia de la administración de proyectos en el ámbito empresarial
- 1.6 Aspectos que contempla la Administración de Proyectos
- 1.7 El papel de la Ingeniería de Software en la administración y el control de Proyectos

### **Capítulo 2. Métodos, técnicas y herramientas cuantitativas de la Ingeniería de Software para la Administración y el control de proyectos.**

- 2.1 Antecedentes históricos de la Ingeniería de Software
  - 2.2 Definición
  - 2.3 La ingeniería de software y su relación con la administración de proyectos
  - 2.4 Importancia de la Ingeniería de Software
  - 2.5 Métodos y técnicas cuantitativas para la planeación y el control de proyectos
    - 2.5.1 Gráficas de barras
    - 2.5.2 Gráfica con pilares
    - 2.5.3 Gráfica combinada de barras y pilares
    - 2.5.4 Redes de programas
      - 2.5.4.1 Tiempo estimado de duración de un proyecto
      - 2.5.4.2 Ventajas de la técnica PERT-CPM
    - 2.5.5 Modelos de programación lineal
  - 2.6 Técnicas cuantitativas y cualitativas para la estimación de costos
    - 2.6.1 Factores que influyen en el costo del software
    - 2.6.2 Técnicas de Estimación de Costos
      - 2.6.2.1 Juicio experto
-

- 2.6.2.2 Técnica Delphi
- 2.6.2.3 Estructuras de División del Trabajo - WBS
- 2.6.2.4 Modelo de costo por algoritmos o módulos
- 2.6.2.5 Modelo de costo
- 2.7 Metodologías para el desarrollo de software
  - 2.7.1 Metodologías de análisis y diseño estructurado
    - 2.7.1.1 Características comunes
- 2.8 Herramientas automatizadas de administración de proyectos

### **Capítulo 3. Metodología Integral para la Administración y el Control de Proyectos de Software.**

- 3.1 Antecedentes
- 3.2 Consideraciones generales
  - 3.2.1 Fases de la metodología
  - 3.2.2 Estructura de la metodología
  - 3.2.3 Métodos, técnicas y herramientas utilizadas en la metodología
- 3.3 Metodología Integral para la Administración y el Control de Proyectos de Software
  - 3.3.1 Fase I. Creación del Proyecto
  - 3.3.2 Fase II. Planeación y Organización
  - 3.3.3 Fase III. Ejecución y Control
  - 3.3.4 Fase IV. Evaluación
  - Anexo A. Técnica Delphi
  - Anexo B. Técnica WBS
  - Anexo C. Tarifas por recursos
  - Anexo D. Modelo de costos
  - Anexo E. Integración y organización del equipo de trabajo
  - Anexo F. Técnica WBS y gráficos de Gantt
  - Anexo G. Plan de trabajo estándar
  - Anexo H. Matriz de responsabilidades
  - Anexo I. Como ofrecer retroalimentación
  - Anexo J. Formatos estándar y guías para su elaboración

#### **Conclusiones**

**Apéndice A. Glosario de términos de Administración de Proyectos**

**Apéndice B. Análisis de Redes**

**Apéndice C. Técnicas de Análisis y Diseño estructurado**

**Fuentes de consulta**

**Literatura recomendada**

---

## *Objetivo general*

---

Crear una Metodología Integral para la Administración y el Control de Proyectos, mediante el análisis y la integración de métodos y técnicas de Ingeniería de Software, que permita la ejecución y el control eficiente en proyectos de construcción de software.

---

## *Introducción*

---

En las organizaciones actuales, se vive un momento importante que exige contar con esquemas de trabajo más eficientes y productivos, que permitan reducir los costos operativos, para ser más competitivo. Así mismo, el manejo de la información puede ayudar a toda empresa a conocer su comportamiento interno y externo para definir las directrices.

Por lo que para responder a esta necesidad, se requiere desarrollar y formalizar esquemas de trabajo, tales como metodologías estándar de desarrollo y administración. El uso de metodologías estándar constituye un punto vital para las empresas dedicadas a la tecnología de la información, ya que el principal beneficio de estos estándares es que ellos refuerzan un comportamiento uniforme dentro de la organización, lo cual facilita la comunicación entre las personas, estabiliza los procesos productivos y permite que personas ajenas a éstos se incorporen fácilmente a proyectos en desarrollo, lo que se traduce en una óptima utilización de los recursos asignados a los mismos.

Las empresas dedicadas a brindar servicios en el campo de tecnología de la información, ofrecen y desarrollan sus servicios la mayoría de las veces a través de proyectos, por lo que surge la necesidad de un esquema de trabajo formal de Administración de Proyectos.

Dicho esquema, busca que antes de iniciar cualquier proyecto, se realice un proceso de planeación, que permita definir el objetivo del trabajo por realizar, los recursos requeridos para ejecutarlo, las diversas actividades por llevar a cabo y los resultados esperados de cada una de ellas, así como el mecanismo requerido para controlar el avance de los mismos, conforme a dicho plan.

## *Introducción*

---

Todo lo anterior con el objeto de estar informado a tiempo si el proyecto se realizará de acuerdo a lo planeado y si todas las partes involucradas están realizando lo que deben hacer, para en caso de tener cualquier problema o anomalía tomar las decisiones requeridas para que el proyecto no sufra desfazamientos y se logre el resultado esperado.

Finalizar un proyecto exitosamente en tiempo y presupuesto, juega un papel decisivo para la permanencia, competitividad y el reconocimiento de las empresas en el mercado de la Tecnología de la Información.

Sin embargo, aún cuando éstos esquemas de trabajo formales son necesarios, no todas las organizaciones cuentan con ellos, lo cual se refleja en la pérdida de competitividad, estabilidad y crecimiento.

Desde hace dos años laboro en una empresa dedicada a la Tecnología de la Información, en los ramos de consultoría, desarrollo de software y comunicaciones, siendo el desarrollo de proyectos de construcción de software el área en la cual desempeño mi trabajo como Analista, esto me ha permitido experimentar diversos problemas en este tipo de proyectos, como consecuencia de la falta de esquemas de trabajo formales, tales como: retrasos en la terminación de proyectos por una planeación errónea, asignación inadecuada de recursos humanos, proyectos no rentables, etc. De ahí surge la necesidad, la cual es el objetivo principal de ésta investigación, de construir una Metodología Integral para la Administración y el Control de Proyectos, mediante el análisis e integración de métodos y técnicas de Ingeniería de Software, que permita la ejecución y el control eficiente en proyectos de este tipo.

Esta metodología tiene como objetivo apoyar las funciones de aquellas personas responsables de la dirección y administración de proyectos de construcción de software, y de alguna forma proponer soluciones para algunos de los problemas a los que se puedan enfrentar.

*Pero si nuestro pensamiento está en que midáis el tiempo por estaciones, dejad que cada estación envuelva a todas las demás. Y permitid que el presente abrace al pasado con el recuerdo, y al futuro con vehemencia.*

*Gibrán Jalil Gibrán*

## 1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS<sup>1</sup>

Los proyectos en gran escala por una sola vez han existido desde tiempos antiguos; este hecho lo atestigua la construcción de las pirámides de Egipto y los acueductos de Roma. Pero sólo desde hace poco se han analizado por parte de los Investigadores de Operaciones los problemas gerenciales asociados con los proyectos.

La Administración de Proyectos como disciplina se desarrolló en los años sesenta con el proyecto de submarinos Polaris de la fuerza naval de los Estados Unidos; el cual requirió que se desarrollaran procedimientos formales basados en el uso de redes y de las técnicas de redes para ayudar en las tareas de programación y control del proyecto.

---

<sup>1</sup> Hillier S. F & Lieberman J., Introducción a la Investigación de Operaciones, Ed. Mc Graw Hill, México, 1989, p. 312



Entre los más sobresalientes de estos procedimientos desarrollados se encuentran la Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT) y el Método de la Ruta Crítica (CPM), el primero fue desarrollado por la empresa consultora Booz Allen junto con científicos de la oficina Naval de Proyectos Especiales y por la División de Sistemas de Armamentos de la Corporación Lockheed Aircraft, el segundo fue desarrollado por la compañía DuPont, junto con la división UNIVAC de la compañía Remington Rand para controlar el mantenimiento de proyectos de plantas químicas de DuPont.

El PERT y el CPM son métodos básicamente orientados en el tiempo en el sentido que ambos llevan a la determinación de un programa de tiempo, ambos son similares. Existen diferencias significativas entre ambos procedimientos, las cuales serán analizadas en el segundo capítulo.

## 1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS

Es importante y oportuno mencionar que el tipo de proyectos a los que haremos referencia en el transcurso del presente trabajo son proyectos de construcción de software.

### 1.2.1 Definición

Un proyecto puede ser visto o definido en diferentes formas: por ejemplo, como "el proceso completo requerido para producir un nuevo producto, una nueva planta, un nuevo sistema u otro resultado específico" (Archibald 1976) o como "una definición limitada de actividades, las cuales están planeadas con una duración finita para lograr una meta específica" (General Electric 1977). Robert J. Graham, lo define de la siguiente forma:



*"Un proyecto es un conjunto de recursos temporalmente ensamblados para alcanzar un objetivo específico, normalmente con un presupuesto fijo y dentro de un período de tiempo finito<sup>2</sup>."*

Bajo los anteriores planteamientos podemos definir que un proyecto es una operación de envergadura y complejidad notables, de carácter no repetitivo, que se acomete para realizar una obra de importancia<sup>3</sup>.

### 1.2.2 Características

Los proyectos nacen de problemas u oportunidades, su naturaleza, tamaño y complejidad es diversa en acuerdo al contexto en que se haya concebido. Pero aún cuando cada proyecto tiene características diferentes, Jaime Pereña Brand, señala sus características más comunes e importantes:

- "a) Un proyecto es una obra de importancia y trascendencia, pues supone un esfuerzo notable para la entidad que lo lleva a cabo porque requiere inversiones cuantiosas, al mismo tiempo está encaminado a producir un resultado de gran importancia y trascendencia para la organización u empresa, institución o a la sociedad.
- b) Un proyecto requiere la aportación de medios importantes en cantidad y calidad, tanto humanos como materiales. Es preciso, generalmente poner en juego recursos muy diversos y variados.

<sup>2</sup> Graham J. Robert, Project Management As If People Mattered, Ed. Primavera Press, United States of America, 1990, p. 1

<sup>3</sup> García C. Melitón, Desarrollo Integral de Automatización de Centros de Información y Documentación, UNAM E.N.E.P. Acatlán, 1995, p. 83



La gestión de coordinación de los recursos es complicada, y se incrementa por el hecho de que los diferentes recursos no se necesitan de una forma estable, cada recurso se necesita en momentos determinados y entidades exactas, siendo una de las condiciones de éxito que la intervención de cada recurso sea oportuna, lo que sólo es posible mediante serios esfuerzos de planificación y control.

- c) Un proyecto es discontinuo, tiene un comienzo y un final predeterminados y se trata de una actividad esporádica que no tiene carácter repetitivo.
- d) Un proyecto está en continua evolución y se caracteriza por un notable dinamismo derivado de su carácter de operación inusual tendiente a crear algo nuevo.
- e) A lo largo de la vida de un proyecto es necesario tomar muchas decisiones para hacer progresar y avanzar la operación, pero esas decisiones son generalmente irreversibles. En algunos casos la decisión puede no ser tan irreversible, pero la marcha atrás suele hacerse a costa de importantes perjuicios económicos o en detrimento de los plazos de terminación del proyecto.
- f) Es frecuente, si el proyecto es de gran envergadura, que esté sometido a fuertes influencias externas que el entorno social, político y económico ejercen, de forma que los responsables de su ejecución pueden verse incapaces de dominar algunas de las variables que resultan esenciales para el éxito del proyecto y aunque



se trabaje en forma correcta en los aspectos técnicos o gerenciales.

- g) Existe si el proyecto es trascendental, un factor de riesgo que hay que considerar, su gestión resulta compleja, es inusual y esta sometido a fuertes influencias externas, no es de extrañar que pueda finalizar en ocasiones en fracaso estrepitoso<sup>4</sup>."

### 1.2.3 Proyectos de construcción de software

Esta clase de proyectos se caracteriza por generar como resultado una solución automatizada en acuerdo a los requerimientos definidos por un usuario final. Su naturaleza es diversa ya que pueden desarrollarse aplicaciones tan sencillas, que van, desde aquella que realiza consultas y reportes ejecutivos de los estados financieros, a otras tan complejas, como lo son las aplicaciones de inteligencia artificial.

### 1.2.4 Ciclo de Vida para el Desarrollo de un Proyecto de Software

El desarrollo de un proyecto de software pasa a través de un ciclo de vida que puede variar en tamaño y complejidad, mientras que su estilo es establecido por la organización. Este ciclo consta generalmente de cinco o más etapas, los nombres de éstas pueden diferir, dependiendo del autor que se este consultado, nosotros enunciamos las contempladas en la Metodología Estructurada para el Desarrollo de Aplicaciones Cliente Servidor<sup>5</sup> de la empresa ENTIS, S.C., que incluye las siguientes:

<sup>4</sup> Pareña Brand Jaime, Dirección y gestión de proyectos, Ed. Díaz de Santos S.A., Madrid España, 1991, pp. 3-8

<sup>5</sup> ENTIS S.C., Metodología Estructurada para el Desarrollo de Aplicaciones Cliente Servidor, México, 1996, p. 26



a) Etapa I. Análisis Preliminar

- ☛ El objetivo de la etapa de análisis preliminar, es la detección y estudio del problema del mundo real, al haber recibido un requerimiento de un cliente para proponer un plan para realizar un proyecto.

b) Etapa II. Análisis.

- ☛ El objetivo de la etapa de análisis, es la representación del problema detectado a través de modelos abstractos, los cuales hacen referencia al dominio de interés del problema a solucionar.

c) Etapa III. Diseño

- ☛ El objetivo de la etapa de diseño es traducir los requerimientos del usuario plasmados en los modelos elaborados en el análisis, a un conjunto de representaciones: gráficas, tabulares o basadas en lenguajes, que describan la estructura de los datos, la arquitectura de la aplicación y las características de la interfaz, las cuales conjuntamente estructurarán una solución tecnológicamente factible, que satisfaga de manera óptima los requerimientos y expectativas de los usuarios.

d) Etapa IV. Construcción

- ☛ El objetivo de esta etapa, es la construcción física de la aplicación, con base en los resultados del análisis y diseño, a través del front-end y manejador de base de datos seleccionado.



e) Etapa V. Apoyo a la Implantación

- ☛ El objetivo de esta etapa es liberar a producción la aplicación desarrollada.

Cada una de estas etapas requiere de recursos humanos, materiales y financieros, así como de una óptima planeación y asignación de los recursos. Siendo la Administración de Proyectos el elemento esencial que permite la evolución de este ciclo de vida en forma organizada y controlada, dando como resultado productos rentables de alta calidad.

### 1.2.5 Problemática detectada

Resulta fácil hablar acerca de proyectos de construcción de software, pero no lo es desarrollarlos; existen problemas de naturaleza diversa que afectan directamente el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto de software, problemas que en ocasiones provocan el fracaso de un proyecto. A continuación enunciaremos algunos de ellos:

- La mayoría de los problemas de software han ido mal por carecer de tiempo calendarizado, más que por todas las otras causas combinadas.
- Nuestras técnicas de estimación están pobremente desarrolladas.
- El progreso del plan de trabajo es escasamente monitoreado. Las técnicas probadas y de uso rutinario en otras disciplinas de la Ingeniería son consideradas innovaciones radicales en Ingeniería de Software.
- El hecho de que no exista una cultura de planeación y una estructura organizacional como infraestructura fundamental para la construcción y la conclusión exitosa de estos servicios, representa una problemática



infranqueable que debe ser solucionada de manera prioritaria en cualquier empresa que desee crecer y consolidarse en el mercado.

- Por supuesto que las empresas son mucho más que proyectos, existen también relaciones humanas y laborales, estructuras de organización, y directivos cuyas funciones son las de planificar, coordinar y controlar, ¿pero qué tan real es esto?, generalmente cuando se observa lo que realmente hacen, nos sorprende que la mayoría de las veces no se puede relacionar lo que vemos con esas tres palabras.
- Algunos de los directivos no delegan responsabilidades, debido a desconfianza en la capacidad de sus empleados.
- Considerando los hechos sobre el trabajo de dirección, podemos ver que el trabajo de un directivo es enormemente complicado y difícil. El directivo está sobrecargado de obligaciones; aun así no puede delegar fácilmente sus tareas. En consecuencia, se ve obligado a trabajar demasiado y a realizar demasiadas tareas superficialmente. La brevedad, fragmentación y la comunicación oral caracterizan su trabajo. En consecuencia, esto contribuye al incremento de la problemática antes planteada.
- La falta de capacitación de los recursos humanos asignados a los proyectos, en las herramientas seleccionadas para el desarrollo del proyecto, es otro de los graves problemas que generalmente provoca el desfazamiento del proyecto.
- La falta de liderazgo y capacidad de negociación del responsable del proyecto, hacia el equipo de trabajo y con el cliente, en algunas ocasiones puede provocar consecuencias devastadoras.



- El planteamiento de planes de trabajo "irreales", en los cuales se contemplan actividades que requieren de un tiempo mayor del que se refleja en el plan, conjuntamente con el desarrollo de actividades en paralelo, realmente complica el control y avance del proyecto.
- Otro de los problemas fuertes es la visión encontrada del cliente y proveedor acerca de los alcances de un proyecto. En varias ocasiones el cliente solicita más productos de los planteados en el alcance inicial del proyecto.

Y solo por mencionar algunos de los problemas que afectan el desarrollo de un proyecto de software. Quizá el problema más grave es la falta de planeación formal a través de métodos, técnicas y herramientas de administración de proyectos, que permitan al responsable o administrador disminuir la incertidumbre y el riesgo.

### 1.3 CONCEPTO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Una vez definido el concepto de proyecto, descrito sus características generales y las etapas que constituyen su ciclo de vida, estamos en condiciones de conceptualizar la administración de proyectos, en una forma simple, como:

*"El arte de dirigir y coordinar recursos humanos y materiales involucrados a lo largo de la vida de un proyecto a través del proceso de planeación, dirección y control, a fin de lograr los objetivos establecidos<sup>6</sup>".*

Este planteamiento, nos permite definir la administración de proyectos como la forma de integrar un plan en el que se utilicen adecuadamente los recursos informáticos de la organización, para realizar exitosamente un proyecto. Se

<sup>6</sup> Shtub A. & Bard F., Project Management, Ed. Prentice Hall, United States of America, p.5



deben integrar por lo tanto la planeación, la organización, la dirección y el control, para cumplir el objetivo del proyecto óptimamente.

De una manera más simple podemos definir que la administración de proyectos nos permite determinar *qué* vamos a realizar, *cómo* lo vamos a hacer y *cuándo*, trayendo como consecuencia el poder definir *con quién* lo vamos hacer, *qué* requerimos para hacerlo y *cuánto* nos cuesta.

#### 1.4 LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS Y SU RELACIÓN CON EL PROCESO ADMINISTRATIVO

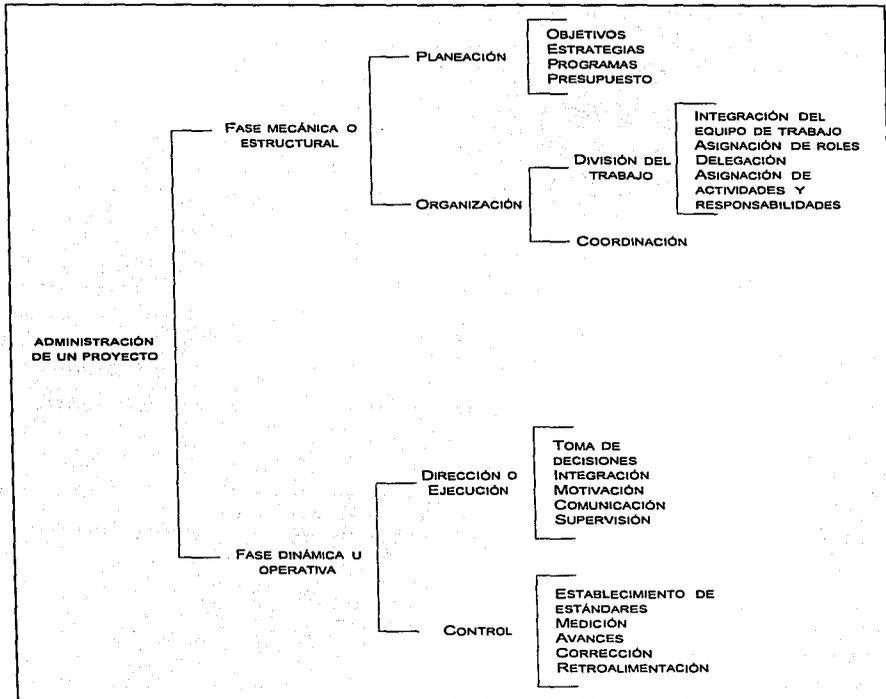
En la administración de proyectos, se integran las fases de planeación, organización, dirección y control, las cuales constituyen el proceso administrativo. Tales fases están orientadas al logro del resultado esperado de un proyecto. Es por ello que es importante conocer los planteamientos básicos de cada una de estas fases a fin de aplicar los métodos, técnicas y herramientas de esta disciplina correctamente. El cuadro sinóptico 1 nos muestra en forma esquemática las fases, etapas y elementos que conforman la Administración de un Proyecto.

##### Planeación

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



Cuadro sinóptico 1



Fuente: Manual del Diplomado de Administración de Proyectos,  
ITAM, México, 1995, p.15



En la etapa de planeación se establecen los objetivos y se define la mejor manera de alcanzarlos. Se ocupa, pues, de los medios, (cómo se debe hacer) y de los fines (que es lo que se tiene que hacer), así mismo, se realizan los programas específicos de acción para el logro de los objetivos.

*"El que planifica, se propone alcanzar una situación elegida como deseable. El que improvisa, ha renunciado a la libertad de elegir un destino y se resigna a aceptar los resultados que las circunstancias producen <sup>7</sup>".*

La planeación de un proyecto busca formalizar los procesos para calcular, prever y decidir las acciones que conducen a los objetivos perseguidos con los menores sacrificios y con mayor rendimiento de los limitados recursos de que disponemos.

En la planeación de un proyecto, se debe tener una visión abierta para definir:

- Los objetivos por cumplir
- El método de trabajo por utilizar
- Los responsables de ejecutar el trabajo
- La fecha de terminación de las actividades
- Los recursos económicos con que se cuentan

En la planeación del proyecto se deben definir las premisas o condiciones que puedan cambiar el curso del mismo, por lo que en su definición se deben considerar todos los factores internos y externos que afectarán el alcanzar el objetivo del proyecto, así como cualquier limitante de tiempo, recursos o costos que se tenga.

---

<sup>7</sup> Manual del Diplomado de Administración de Proyectos, ITAM, México, 1995, p. 30



Para que un plan se mantenga vigente hay que:

- Revisarlo constantemente ante cualquier cambio significativo
- Hacerlo poco vulnerable a los cambios situacionales, al prevenir cualquier acontecimiento o situación que pueda presentarse a lo largo del mismo, que pueda evitar cumplir el objetivo y obtener el resultado en la fecha esperada.
- Establecer las premisas sobre las que se basó la definición del mismo
- Identificar los puntos de control relevantes para garantizar el cumplimiento del objetivo del proyecto.

Al llevarse a cabo una adecuada planeación se reduce la incertidumbre a través de la previsión del cambio. También se aclaran las consecuencias de las acciones que la administración puede tomar ante el cambio. Las fuerzas de planeación miran hacia adelante, prevén los cambios, consideran el impacto de estos cambios y desarrollan respuestas apropiadas.

#### □ Organización

Organizar es una de las funciones de la administración de proyectos que se ocupa de escoger qué tareas deben realizarse, quién las tiene que hacer, cómo deben agruparse, quién reporta a quién y dónde deben tomarse las decisiones.

En la planeación se fijan los objetivos y se formula una estrategia y un conjunto de planes para alcanzar estos objetivos, pero se requiere de una estructura técnica de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos materiales y humanos que participan en un proyecto, con el fin de lograr su máxima eficiencia dentro de los planes y objetivos señalados.



Las estructuras por proyecto confieren a las organizaciones una mayor flexibilidad y adaptabilidad para apegarse a la demanda dinámica de sus productos y servicios, al asignar personal y recursos en proyectos específicos. El diseño por proyecto agrega canales horizontales y diagonales de comunicación que no existe en las estructuras jerárquicas. Sin embargo, las estructuras por proyecto también ponen a prueba la organización, al requerir de mecanismos de coordinación, reorganización y reagrupamiento efectivos, cuando un proyecto concluye y surge otro nuevo.

#### Dirección

La dirección es aquel elemento de la administración de proyectos con el que se logra la realización efectiva de todo lo planteado, por medio del ejercicio de la autoridad de un líder de proyecto, gerente o administrador, a base de decisiones, ya sea tomadas directamente o con más frecuencia delegando dicha autoridad. Se transmite esa autoridad y sus resultados por medio de la comunicación, se vigila simultáneamente que se cumplan en forma adecuada todos los acuerdos y compromisos realizados.

En la dirección se trata de obtener los resultados que se habían previsto y planeado y para los que se había organizado, mediante la coordinación de los recursos involucrados en el proyecto, a medida que la persona responsable de ejercer la dirección enfoque sus esfuerzos a la coordinación se lograrán formas de conducta y canales de comunicación más deseables en los miembros de la estructura organizacional.

#### Control

El control puede definirse como el proceso de monitorear las actividades para asegurar que se cumplan como fue planeado y la corrección de cualquier desviación significativa.



Se puede hacer planeación, se puede crear una estructura de organización en forma eficiente para facilitar el logro de objetivos, y los participantes en el proyecto pueden ser dirigidos y motivados. No obstante, no hay seguridad de que las actividades vayan conforme a lo planeado y de que las metas que se buscan estén, siendo alcanzadas. Por tanto, el control es importante, porque es el eslabón final en la cadena funcional de la administración de un proyecto: verificar las actividades para asegurar que van conforme a lo planeado y cuando hay desviaciones significativas, tomar las medidas necesarias para corregir la desviación.

El tipo más popular de control se basa en la retroalimentación, la cual provee a los administradores de información significativa de qué tan efectivo fue el esfuerzo de planeación.

## 1.5 IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL

México, como país en vías de desarrollo, en pleno proceso de industrialización y con grandes riquezas potenciales, tiene la urgente necesidad de contar con técnicas idóneas para coordinar los recursos de los diversos sectores productivos. Esto se puede lograr en gran parte, mediante la aplicación de la Administración.

Para nadie es desconocida la gran importancia de esta disciplina que capacita al profesional de cualquier área para tomar decisiones más racionales, optimar la utilización de los recursos y lograr con mayor eficiencia los objetivos de cualquier tipo de organización.



Esta concepción de la administración ha originado que se le considere como una panacea y consecuentemente que cada vez tenga una mayor difusión tanto a nivel profesional como empresarial.

Pero es sin duda en el ámbito empresarial donde se reflejan claramente los beneficios o los problemas de una adecuada o inexistente administración.

Las empresas que integran el sector empresarial dedicado a la tecnología de la información, la mayoría de las veces desempeñan sus servicios a través de proyectos, que requieren ser administrados y controlados para su ejecución y conclusión exitosa.

Actualmente el crecimiento de este sector empresarial se ha incrementado notablemente, dado el avance tecnológico y el auge del uso de la computadora como instrumento de apoyo en múltiples actividades en diversos ámbitos. Pero aún cuando el número de negocios que ofrece estos servicios se ha visto incrementado no todos ellos llegan a lograr el éxito, consolidación y expansión en el mercado, dado que muchos de ellos no llegan a concluir los proyectos planteados en forma exitosa, debido a factores internos y externos a la empresa. Por ejemplo, inadecuada asignación de recursos humanos y materiales, análisis deficiente de la problemática, ineficiente planeación y control en el proyecto, falta de comunicación con el cliente, constantes devaluaciones, etc., estos afectan directamente el desarrollo y, deciden el éxito o el fracaso de un proyecto, lo que provoca la pérdida de clientes, disminución de competitividad, inestabilidad de la empresa y finalmente su desaparición del mercado.

De ahí la necesidad e importancia de la administración y el control en los proyectos que una empresa de este giro desarrolla, esta permite obtener las metas establecidas dentro de los objetivos de costo, programa y calidad fijados, aprovechando al máximo los recursos de la empresa para concluir con éxito el proyecto planteado, lo que le asegurara en cierto grado su



permanencia, consolidación y crecimiento en el mercado. Cabe mencionar que la existencia de una adecuada administración y control no son los únicos ingredientes que aseguran lo anteriormente mencionado, ya que existirán otros que contribuirán en forma conjunta para catalogar a una empresa como exitosa y de vanguardia (sus recursos humanos, actualización y capacitación constante, tecnología de punta, etc.).

## 1.6 ASPECTOS QUE CONTEMPLA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS<sup>8</sup>

En la Administración de un Proyecto deben contemplarse los siguientes aspectos:

### ○ Claridad en el Proyecto.

Implica que desde el inicio del proyecto deben especificarse las reglas del juego, al definir la organización del proyecto, las responsabilidades de cada participante y los compromisos que asume el responsable del proyecto, para que las cosas queden claras y cada parte conozca que se espera de ella.

### ○ Disciplina en el Proyecto.

La disciplina es el cumplimiento de las reglas del juego, que nos permitan controlar la ejecución en diferentes aspectos: la planeación, los estándares, las técnicas y todos aquellos que nos permitan tener calidad. Ayuda a la integración y al respeto.

### ○ Existencia de Buena Comunicación.

En un proyecto participan un grupo de personas o áreas que tienen que interactuar a lo largo del mismo en el logro de un fin común, por lo cual debe existir una estrecha comunicación vertical y horizontal, en el que

---

<sup>8</sup> Curso de Administración de Proyectos, Software A.G., México, 1993, pp 10-15



deben realizarse reuniones periódicas (semanalmente), en las que se defina claramente lo que hará cada parte involucrada para lograr el resultado esperado.

○ Calidad en la Realización de un Proyecto.

Dentro de un proyecto es muy importante definir lo que se quiere hacer, pero también es determinante establecer la calidad con que se quiere obtener, la cual debe vigilarse que se cumpla, ya que la calidad es definible, medible y ejecutable.

Siempre resulta más barato para una organización prevenir los errores, que volver hacer las cosas para corregirlos.

Es conveniente por tanto en todo proyecto, contar con un grupo de personas que conozcan las técnicas necesarias para establecer la calidad esperada del producto resultante, al crear reglas que permitan garantizarlo y vigilar que se cumplan las mismas.

○ Contar con un Plan.

Debido a que el plan define la forma de llegar a un resultado específico, el mismo debe describir las actividades y tareas requeridas por ejecutarse, con la mayor exactitud posible. Definir claramente el objetivo que persigue el proyecto es una tarea básica, ya que el éxito en la realización del mismo dependerá de que los participantes conozcan a lo que se quiere llegar.

Tener un plan definido, implica adicionalmente definir los objetivos que se asignen a cada participante, así como sus responsabilidades para lograrlo.

○ Garantizar el Seguimiento del Proyecto.

Se debe contar con un mecanismo fácil de utilizar, en el cual los participantes de un proyecto definan el trabajo realizado, para conocer el avance del proyecto.



En estas revisiones del avance, es importante identificar los problemas potenciales que se presenten y puedan afectar al proyecto, para resolverlos antes de que provoquen desviaciones.

El responsable del proyecto y los participantes del mismo, deben definir el mecanismo y la periodicidad para llevar a cabo estas revisiones, así como la forma de elaborar el reporte de avance interno requerido para conocer la situación real del proyecto.

Es conveniente también definir claramente el mecanismo de informe de la situación del proyecto hacia otras áreas, en base a: quién está dirigido, el grado de detalle requerido, el tipo de presentación necesaria de acuerdo al nivel jerárquico a que esté dirigido, etc.

○ Administrar los Problemas Adecuadamente.

Se debe poner mayor atención en la realización de aquellas actividades que sean importantes, sin menospreciar las demás, puesto que el conjunto de todas garantiza el éxito del proyecto.

A lo largo del mismo, tanto el proyecto como sus participantes pueden influenciarse por factores negativos, tales como: baja productividad, baja moral, incertidumbre, repetición de actividades, etc., por lo que oportunamente estos problemas deben ser detectados y atendidos.

La forma como se pueden detectar problemas, es cuando: las actividades no se completan totalmente, se asigna más tiempo a la realización de una tarea que lo planeado y cuando las cosas se repiten más de una vez.

○ Definir las Especificaciones del Producto Final.

Si al inicio del proyecto no están claramente definidas las características del producto resultante esperado y los participantes no conocen que se espera de ellos, no se podrá llegar a obtener un resultado de calidad.

El producto resultante de un proyecto debe estar claramente especificado, aunque durante la elaboración del mismo se proponga mejoras. En caso de que haya cambios sobre el producto final esperado, deberán



formalizarse y documentarse dichos cambios, para exigir mayor calidad la siguiente vez.

○ Aprovechar la Experiencia del Proyecto.

La experiencia en la realización de ciertas actividades debe aprovecharse, ya que cada proyecto que se realiza nos deja un conocimiento, por lo que debe capitalizarse, ya que en un plan a veces existen actividades que se han realizado anteriormente, y que aprovechar el plan de trabajo anterior adecuándolo a la nueva realidad, ya que conforme se vaya dando esto, se tendrá mayor formalidad en la administración de un proyecto, puesto que los planes serán más reales.

## 1.7 EL PAPEL DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

A lo largo de las dos últimas décadas, han surgido diversos paradigmas para el desarrollo de software, siendo la Ingeniería de Software hoy en día, la más reconocida como una verdadera disciplina, derivada de una investigación formal, un estudio minucioso y un debate multitudinario. Los métodos, técnicas y herramientas de la Ingeniería de Software han sido adoptados con éxito por un gran número de empresas dedicadas a la construcción de software. Tanto los administradores como los constructores reconocen la necesidad de un enfoque más disciplinado del desarrollo del software.

Los métodos, técnicas y herramientas que provee la ingeniería de software están orientados al aseguramiento de proyectos de software rentables, robustos y con un alto nivel de calidad. Un gran número de estos procedimientos son modelos cuantitativos de investigación de operaciones y modelos probabilísticos, que permiten la planeación y el control de un proyecto de software, pero no se debe olvidar la importancia de las técnicas cualitativas,



que permiten delimitar el alcance, requerimientos y detección de la problemática a solucionar con el proyecto a construir.

*El hombre es un animal que usa herramientas ...*

*Sin ellas nada es, con ellas lo es todo.*

*Thomas Carlyle*

*Santor Rosartus, libro 1, capítulo 4*

### 2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE<sup>1</sup>

La necesidad de enfoques sistemáticos para el desarrollo y mantenimiento de productos de software se manifestó en la década de 1960. Durante ésta, aparecieron las computadoras de la tercera generación y se desarrollaron técnicas de programación como la multiprogramación y el tiempo compartido.

Estas nuevas capacidades aportaron la tecnología necesaria para el establecimiento de sistemas computacionales interactivos, de multiusuario, en línea y en tiempo real; así surgieron nuevas aplicaciones para la computación, como las reservaciones aéreas, bancos de información médica, tiempo compartido para diversas aplicaciones, control de procesos, guías de navegación y control y dirección de equipos militares.

---

<sup>1</sup> Sommerville, I., Ingeniería de Software, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, México, 1988, p. 56



Aunque muchos de estos sistemas fueron desarrollados y producidos adecuadamente, gran parte de los sistemas intentados nunca se produjeron; de los producidos, muchos quedaron sujetos a sobrecosto, entrega tardía, poca confiabilidad, ineficiencia y, ante todo, a poca aceptación por parte de los usuarios. 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.

Para considerar el creciente problema de la tecnología de software, se convocó en 1968 a una reunión de trabajo en Garmisch, Alemania Oriental; en esa junta, así como en la siguiente, celebrada en Roma, Italia en 1969, se estimuló el interés general hacia los aspectos técnicos y administrativos utilizados en el desarrollo y mantenimiento de productos de software. El término en inglés Software Engineering, en español se ha utilizado el término "Ingeniería de productos de programación" o sólo "Ingeniería de Software" fue usado por primera vez como un término de estímulo durante dichas reuniones.

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 considerable importancia.

De acuerdo con Boehm, 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".



## 2.2 DEFINICIÓN

La Ingeniería de Software se define 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".

Nosotros consideraremos 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<sup>2</sup>".*

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 de esta disciplina.

## 2.3 LA INGENIERÍA DE SOFTWARE Y SU RELACIÓN CON LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

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

---

<sup>2</sup> Shtub A. & Bard F., Project Management, Ed. Prentice Hall, United States of America, 1993, p.5



asigna los fundamentos para la administración del proyecto. 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 el costo del control. El quehacer de la ingeniería de software se desarrolla dentro del contexto organizacional de una empresa, por lo que 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 comunicación interpersonal.

Ya que la ingeniería de software se preocupa del desarrollo y mantenimiento de productos de la 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 profusa y mantenimiento continuo del producto. Para efectuar esto se requiere de la aplicación de una notación adecuada, así como de herramientas y técnicas de 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.

## 2.4. IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE

Su mayor importancia recae en el hecho de ser una herramienta para el constructor, que no aspira a substituir otro instrumento utilizado previamente, sino al contrario, busca proveer técnicas de ingeniería para especificar, diseñar, instrumentar, validar y mantener el producto; además de considerar conocimientos administrativos que normalmente quedan fuera del dominio de la construcción tradicional.



Lógicamente, su uso requiere de un mayor seguimiento y control, si se trata de desarrollar un producto de grandes dimensiones, pero esto no impide que pueda utilizársele para desarrollar un proyecto de mediano o corto alcance.

Es por ello de la importancia del uso de métodos y técnicas formales de ingeniería de software, que aseguren la calidad, y la conclusión exitosa de un proyecto en tiempo y costo.

## 2.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS CUANTITATIVAS PARA LA PLANEACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS<sup>3</sup>.

La clave para el desarrollo de cualquier proyecto es la planeación, ya que el éxito o el fracaso depende en gran medida del nivel de planeación que se haya efectuado. Para realizar esta importante actividad la ingeniería de software provee de métodos y técnicas cuantitativas que permiten la planeación del proyecto. Algunos de los métodos más comunes se describen brevemente en las siguientes secciones.

### 2.5.1 Gráficas de Barras

La gráfica de barras de Gantt presenta las actividades del programa en términos de secuencias y el tiempo de esfuerzos entre los pasos en un proyecto y se le llama así en honor de Henry Gantt, el ingeniero industrial que introdujo este procedimiento a principios de este siglo. Cada paso de un proyecto está representado por una línea situada en el diagrama en el período de tiempo dentro del cual se ejecutará. Una vez terminado, el diagrama de Gantt muestra la secuencia del flujo de las actividades, como también las que se estén llevando a cabo al mismo tiempo.

---

<sup>3</sup> Blanchard, Benjamin S., Administración de Ingeniería de Sistemas, Ed. Megabyte, México, 1993, p. 268



#### □ Método

1. Enumere los pasos necesarios para completar un proyecto y la estimación del tiempo requerido para cada paso.
2. Enumere los pasos a lo largo del lado izquierdo del diagrama y los intervalos de tiempo a lo largo de la parte inferior.
3. Trace una línea a través del diagrama para cada paso, comenzando en la fecha de inicio programada y terminando en la fecha final de dicho paso.

Las gráficas de Gantt son limitadas en cuanto a la posibilidad de mostrar la interdependencia de las actividades. En los proyectos en que los pasos fluyen en una simple secuencia de eventos, pueden darle al administrador del proyecto la información adecuada; sin embargo, cuando varios pasos se están ejecutando a la vez y existe un nivel alto de interdependencia entre diferentes pasos, los diagramas de PERT son mejores.

### 2.5.2 Gráfica con pilares

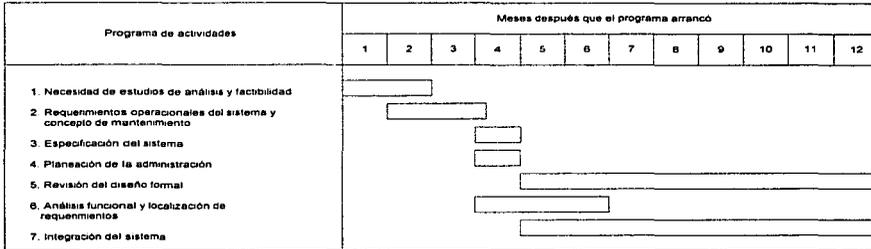
Una representación de los eventos específicos del proyecto, por ejemplo, las salidas identificables, y las fechas de inicio y conclusión por fecha del calendario se incluye. Se indican los productos requeridos bajo contrato. La figura 2 muestra un ejemplo de una gráfica con indicadores.

### 2.5.3 Gráfica combinada de barras y pilares

La combinación de actividades e indicadores en un plan global de un proyecto representa un enfoque común para muchos programas. La figura 3 presenta las actividades esenciales de la ingeniería de software, en un formato de los tiempos de un programa. Esto, evidentemente, da la base para la asignación de los recursos y el desarrollo de las proyecciones de costos.

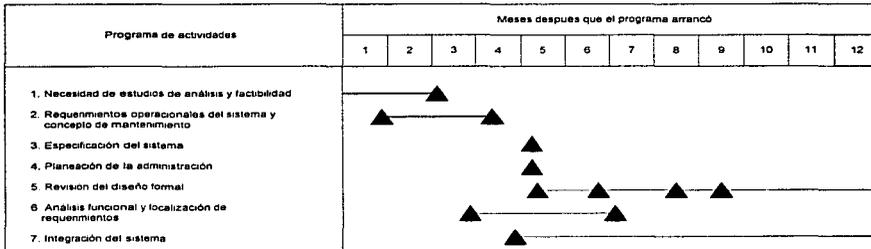


Figura 2. Gráfica de barras parcial



Fuente: Blanchard, Benjamín S., Administración de Ingeniería de Sistemas, Ed. Megabyte, México, 1993, p. 268

Figura 3. Gráfica con pilares



Fuente: Blanchard, Benjamín S., Administración de Ingeniería de Sistemas, Ed. Megabyte, México, 1993, p. 268



#### 2.5.4 Redes de programas

Los métodos de planeación incluyen la Técnica de Evaluación y Revisión del Proyecto (PERT), el método de la Ruta Crítica (CPM), así como la combinación de varios de estos. La técnica de PERT y el CPM son idealmente una ayuda de seguimiento para la planeación inicial donde no están disponibles tiempos precisos de los trabajos y los aspectos de la probabilidad son introducidos para ayudar a definir el riesgo llegando a mejorar la toma de decisiones. Estas técnicas ofrecen visibilidad y la administración suficiente para el control de los proyectos. Posteriormente, el planteamiento de la red es efectivo al mostrar las interrelaciones de las actividades combinadas. Un diagrama de red refleja eventos y actividades. Los eventos son usualmente designados por círculos, y se consideran como los puntos de ejecución para ser revisados que muestran pilares específicos, es decir, las fechas para empezar un trabajo, para concluir y para liberar un producto bajo contrato. Las actividades están representadas por las líneas entre los círculos, que indican el trabajo que debe realizarse para concluir un evento. Los números de las líneas de actividad indican el tiempo requerido en días, semanas o meses. El primer número refleja una fecha estimada optimista, el segundo número indica la fecha esperada y el tercer número constituye una fecha estimada pesimista.

Al aplicar la PERT-CPM a un proyecto, se debe identificar todos los eventos interdependientes y las actividades para cada fase del proyecto. Los eventos se relacionan con las fechas de los pilares del programa que se basan en los objetivos de administración. Los administradores y constructores trabajan para definir estos objetivos e identificar los trabajos y subtrabajos. Cuando esto se realiza con el nivel necesario de detalle, las redes se desarrollan, empezando con una red resumida y trabajando abajo con las redes detalladas que cubren los segmentos específicos de un programa. El desarrollo de las redes es un enfoque de equipo.



Cuando se construyen realmente las redes, uno empieza con un objetivo final y trabaja hacia atrás al desarrollar la red hasta que se identifica el evento 1. Cada evento se etiqueta, codifica y verifica en relación con el marco del programa. Las actividades entonces se identifican y verifican para asegurar que están secuenciadas adecuadamente. Algunas actividades pueden desempeñarse en forma concurrente y otras deben realizarse en serie. Para cada red concluida, hay "un evento de inicio" y "un evento final" y todas las actividades deben conducir a un evento final.

#### 2.5.4.1 Tiempo estimado de duración de un proyecto

El siguiente paso al desarrollar una red consiste en estimar los tiempos de actividad y relacionar estas fechas en términos de la probabilidad de ocurrencia.

En realidad, con frecuencia existe bastante incertidumbre sobre cuáles serán los tiempos requeridos para cada una de las actividades. La versión original de PERT toma en cuenta esta incertidumbre usando tres tipos diferentes de estimaciones para los tiempos de las actividades, con el fin de obtener información básica sobre su distribución de probabilidad.

Las tres estimaciones empleadas por PERT para cada actividad son una estimación más probable, una estimación optimista y una estimación pesimista.

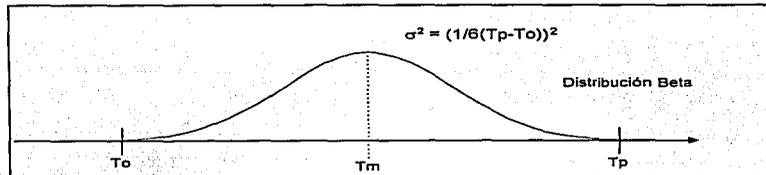
- La estimación más probable, denotada por  $T_m$ , intenta ser la estimación más realista del tiempo que puede consumir una actividad. En términos estadísticos, es una estimación de la moda (el punto más alto) de la distribución de probabilidad para el tiempo de la actividad.
- La estimación optimista, denotada por  $T_o$ , será el tiempo poco probable pero posible si todo sale bien; es en esencia una estimación de la cota inferior de la distribución de probabilidad.



- La estimación pesimista, denotada por  $T_p$ , será el tiempo poco probable pero posible si todo sale mal. En términos estadísticos, se trata en esencia de una estimación de la cota superior de la distribución de probabilidad.

Se hacen dos suposiciones básicas, para la conversión de  $T_m$ ,  $T_o$  y  $T_p$  en estimaciones del valor esperado ( $T_e$ ) y la varianza ( $\sigma^2$ ) del tiempo que requiere la actividad. La primera supone que la  $\sigma$ , desviación estándar, es la estimación deseada de la varianza. Para obtener la estimación del valor esperado ( $T_e$ ), también es necesaria una suposición sobre la forma de la distribución de probabilidad. Se supone que la distribución es al menos aproximadamente una distribución beta. Este tipo de distribución se muestra en la gráfica 4.

Gráfica 4. Modelo de distribución de probabilidad para los tiempos de las actividades en el enfoque de tres estimaciones de PERT:  $T_m$  = estimación más probable,  $T_o$  = estimación optimista y  $T_p$  = estimación pesimista.



Tiempo transcurrido

Fuente: Hillier S. F. & Lieberman J., *Introducción a la Investigación de Operaciones*, Ed. Mc. Graw Hill, México, 1989, p. 312

A continuación resumiremos, este modelo matemático para estimar el tiempo:

1. Obtener  $T_m$ ,  $T_o$  y  $T_p$  para cada una de las actividades.
2. Calcular el tiempo estimado (esperado) aplicando la siguiente fórmula:

$$T_e = 1/3(2T_m + 1/2(T_o + T_p)) = 1/6(T_o + 4T_m + T_p)$$

$$\sigma = (T_p - T_o)/6$$



- Dentro del alcance  $T_e+1$  de la desviación estándar se terminará 68.26% de las veces.
- Dentro del alcance  $T_e+2$  de las desviaciones estándar el trabajo se terminará 95.44 % de las veces.
- Dentro del alcance  $T_e+3$  de las desviaciones estándar el trabajo se terminará 99.73 % de las veces.

El tiempo esperado para el proyecto, es la suma de todos los tiempos,  $T_e$ , para cada actividad, a lo largo de la ruta de una red dada, o el total acumulado de los tiempos esperados a través del evento precedente que queda en la misma ruta a través de la red. Cuando varias actividades llegan al mismo evento, el valor de tiempos más alto ( $T_e$ ) será usado.

### 2.5.4-2 Ventajas de la técnica PERT-CPM

La utilización de la técnica de planeación PERT-CPM ofrece varias ventajas:

- a) Es adaptable de inmediato a la base de la planeación y esencialmente fortalece la definición detallada de los trabajos, la secuencia de trabajos y las interrelaciones de trabajos. Todos los niveles de administración e ingeniería se requieren para pensar bien y evaluar con cuidado el proyecto completo.
- b) Con la identificación de las interacciones de los trabajos, se tiende a forzar la definición inicial, la administración subsecuente y el control de las interfaces entre clientes y contratistas, organizaciones dentro de la estructura del contratista, y entre el contratista y los diversos proveedores.  
La administración y la ingeniería obtienen una gran apreciación del proyecto en términos de requerimientos de recursos totales.
- c) Hace posible que la administración y la ingeniería predigan con algún grado de certidumbre el tiempo probable que tomará alcanzar un objetivo. Las áreas de riesgo-incertidumbre del programa pueden identificarse en seguida.



d) Hace posible el rápido avalúo del progreso y permite la detección temprana de las posibles demoras y problemas.

La aplicación de los métodos de planeación descritos aquí variará de proyecto a proyecto y de una organización a la siguiente. Además, la técnica utilizada puede diferenciarse por cada fase del ciclo de vida del sistema.

Al considerar los objetivos de la ingeniería de software, el uso de PERT-CPM, comparada con las gráficas de barras o con las gráficas de pilares, parece apropiado, ya que proporciona un alto grado de visibilidad a través del proyecto, permitiendo que los problemas potenciales sean detectados tan oportunamente como sea posible. El uso de la técnica de planeación de la red, también ayuda a mantener la comunicación necesaria y a proporcionar las funciones apropiadas de monitoreo y control.

### 2.5.5 Modelos de Programación lineal

La programación lineal es un método matemático para resolver problemas comerciales cuando existen muchas variables que interactúan y es necesario combinar recursos limitados para obtener un resultado optimado. Es un modelo de decisión bajo condiciones de certeza en que las restricciones afectan la asignación de recursos entre usos competitivos. El modelo analiza una lista de acciones cuyos resultados se conocen con certeza y selecciona la combinación de acciones que maximicen las ganancias y minimicen los costos.

El objeto de la Programación Lineal es encontrar la combinación específica de variables que satisfaga todas las restricciones y logre los objetivos buscados.

La técnica se basa en ecuaciones lineales simultáneas. Una ecuación lineal es simplemente  $x+3=9$ . Las ecuaciones simultáneas tienen dos o más incógnitas



y cada vez se hacen más difíciles de resolver. Se utiliza el término lineal porque cuando se trazan las relaciones entre dos variables en una gráfica, se representan con una línea recta.

El método de programación lineal se puede dividir en cuatro pasos:

1. Formular los objetivos (llamado función objetiva). Generalmente es maximizar ganancias y minimizar costos.
2. Determinar las relaciones básicas (especialmente restricciones). Por ejemplo, en una aplicación industrial las restricciones pueden ser la capacidad de producción de diversas máquinas.
3. Determinar las alternativas factibles. Si se usa el método más simple (el método más común), sigue un proceso paso por paso. Esto empieza con una solución factible y se prueba algebraicamente, por sustitución, para ver si se puede mejorar.
4. Calcular la solución óptima. El método más simple continúa sustituyendo soluciones posibles hasta que ya no son posibles más mejoras, dadas las restricciones. En consecuencia se ha alcanzado la solución óptima.

Una de las aplicaciones más importantes de la programación lineal es la planeación de recursos humanos para determinar cuánta gente se necesita en diferentes ocupaciones y con diferentes habilidades para satisfacer futuras necesidades, teniendo en cuenta el crecimiento del negocio, la disponibilidad de personal dentro de la compañía, promociones, merma natural y retiros.

Las ventajas de la programación lineal es que puede ayudar a producir decisiones óptimas cuando existe un número de variables y restricciones predecibles. Es particularmente útil para clasificar problemas de planeación de producción y combinación de productos. La programación lineal es una buena técnica para combinar materiales, mano de obra e instalaciones y sacar la mejor ventaja, cuando todas las relaciones son lineales, cuando los resultados se conocen con certeza y cuando se pueden hacer numerosas combinaciones.



## 2.6 TÉCNICAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS<sup>4</sup>

### 2.6.1 Factores que Influyen en el Costo del Software

Dentro de las tareas de planeación de un producto, se establece una que resulta quizás la más susceptible a errores y difícil de predecir: la estimación de costos. Por su naturaleza, estimar lo que costará crear un producto, resulta impreciso debido a que hay muchos factores que se desconocen en ese momento.

El personal que desarrolla los estudios de factibilidad, conoce este problema y ha tratado de solucionarlo a través de revisiones periódicas, comparando al final de cada fase del producto, la estimación programada al inicio y la estimación real al final, obteniendo una diferencia que permita planear con más exactitud y con un margen de error más corto el siguiente proyecto.

En la actualizada, el software es el elemento más caro dentro de cualquier sistema computarizado, cometer errores de estimación de costos es aún, una ciencia inexacta ya que intervienen muchas variables: humanas, técnicas, ambientales y políticas, que pueden afectar el costo total del software.

La productividad del software es una cantidad alusiva de medición, ya que éste no es manufacturado en el sentido estricto de la palabra. En el desarrollo del software, que es un evento único, la productividad debe reflejarse en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

---

<sup>4</sup> Fairley, Richard., Ingeniería de Software, Ed. McGraw-Hill, México, 1988, p. 78



Existen muchas técnicas - manuales y automatizadas - para calcular la productividad del software, la más simple de todas es el número de líneas de código producidas por persona al mes. La desventaja es que sólo se puede obtener esta cantidad después de que el proyecto de desarrollo ha concluido.

A continuación, analizaremos los factores que influyen en el costo de un producto, mencionando los más relevantes y por ende los más difíciles de estimar:

Capacidad del programador.

En proyectos grandes, las tendencias individuales se convierten en un factor que determina la calidad y productividad en el desarrollo de un producto. Hay que considerar el tiempo en que se escriben los programas, el tiempo de lectura de manuales, el entrenamiento, etc. Hay que tratar de conseguir constructores expertos, ya que el utilizar constructores novatos provoca que sus correspondientes curvas de aprendizaje, sean imprecisas y requieran de técnicas complejas para estimarse.

Tiempo disponible.

El esfuerzo total del proyecto se relaciona con el plan de trabajo asignado para la terminación de dicho proyecto. Varios investigadores han estudiado la cuestión del tiempo óptimo de desarrollo, y la mayoría coincide en que los proyectos de software requieren más esfuerzo si el tiempo de desarrollo se reduce o se incrementa más de su valor óptimo.

Confiabilidad requerida.

La confiabilidad de un producto puede definirse como la probabilidad de que un programa desempeñe la función requerida bajo condiciones específicas y durante un tiempo determinado. La confiabilidad puede relacionarse con términos de exactitud, consistencia del código, claridad de expresión y robustez.



## 2.6.2 Técnicas de Estimación de Costos

En la estimación de costos es muy común utilizar las experiencias pasadas. Los datos históricos se usan para identificar los factores de costo y determinar la importancia de estos factores dentro de una organización.

La estimación de costos puede llevarse a cabo en forma jerárquica hacia abajo o hacia arriba. La primera estimación se enfoca a los costos del nivel del sistema, a los costos de manejo de configuración, del control de calidad, de la integración del sistema, del entrenamiento de los recursos y de la documentación.

En la estimación hacia arriba, primero se estima el costo del desarrollo en cada módulo o subsistema, (costos que se integran para obtener un total). En la práctica es recomendable desarrollar ambas técnicas para que iterativamente se eliminen las diferencias obtenidas.

### 2.6.2.1 Juicio Experto

El juicio experto es la técnica más utilizada dentro de las técnicas jerárquicas hacia abajo. Se basa en la experiencia y en el conocimiento anterior.

La experiencia propia puede resultar una debilidad para el mismo experto; éste puede confiarse y hacer un proyecto similar al anterior; puede que se olvide de algunos factores que provoquen que el nuevo sistema sea significativamente diferente; o en el peor de los casos, que el experto no tenga experiencia en ese tipo de proyecto.



Para evitar esto, se forman grupos de expertos que llegan a consensos en el estimado, minimizan las fallas individuales y la falta de familiaridad en proyectos particulares, neutralizando tendencias personales.

### 2.6.2.2 Técnica Delphi

Esta técnica fue desarrollada para evitar que factores políticos, la presencia de alguna autoridad o el dominio de un miembro del grupo con personalidad, afectará el desarrollo correcto de la estimación, como en el caso de la técnica anterior.

Esta técnica puede adaptarse a la estimación de costos en la siguiente forma:

1. El coordinador proporciona a cada experto la documentación con la definición del sistema y una carpeta para que escriba su estimación.
2. Cada experto estudia la definición y el coordinador llama a una reunión de grupo, con el fin de que los expertos puedan analizar los aspectos de los estimados individualmente y colectivamente.
3. Los expertos terminan su estimación en forma anónima.
4. El coordinador prepara un resumen de las estimaciones efectuadas, sin incluir los razonamientos realizados por alguno de los expertos.
5. El coordinador solicita una reunión de grupo para discutir los puntos en donde varíen más las estimaciones.
6. Los expertos efectúan una segunda ronda de estimaciones, en forma anónima. El proceso se repite cuantas veces sea necesario.

Es posible que después de varias rondas no se llegue a un consenso, en cuyo caso, el coordinador deberá analizar los aspectos relacionados con cada experto para determinar las causas de tales diferencias.



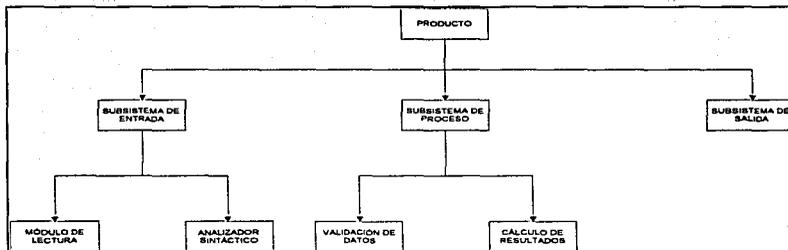
### 2.6.2.3 Estructuras de División de Trabajo

Este método es del tipo jerárquico hacia arriba, a diferencia de los dos anteriores, también es conocido como Work BreakDown Structure (WBS). Está formado por un organigrama jerárquico donde se establecen las diferentes partes de un sistema.

La jerarquía de productos, identifica los componentes del producto e indica la manera en que estos están interconectados. Algunos ejemplos comunes, de WBS, de productos y de procesos se ilustran en las figuras 5 a y b.

Las ventajas primordiales de esta técnica son la identificación y contabilización de los diversos procesos y factores de productos de un sistema.

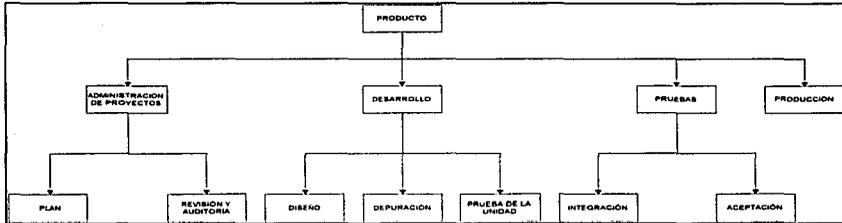
Figura 5 (a) División de trabajo por producto



Fuente: Fairley R., Ingeniería de Software, Ed. Mc. Graw-Hill,  
México, 1988, p. 78



Figura 5 (b) División por proceso



Fuente: Fairley R., Ingeniería de Software, Ed. Mc. Graw-Hill, México, 1988, p. 78

La estructura de división del trabajo (WBS) proporciona muchas ventajas:

1. El programa total, o el sistema, puede describirse fácilmente mediante el desglose lógico de sus elementos en paquetes de trabajos bastantes definibles.
2. Las disciplinas asociadas con el desarrollo de la WBS proporcionan una gran probabilidad de que cada actividad del programa se tomará en cuenta.
3. La WBS es un vehículo excelente para vincular los objetivos del programa y las actividades con recursos disponibles.
4. Las facilidades de la WBS de la asignación inicial de los presupuestos y la subsecuente recopilación y reporte de costos.
5. La WBS proporciona una matriz excelente para la asignación de tareas de los trabajos y los paquetes de los diversos departamentos organizacionales, grupos y (o) secciones. Las tareas de responsabilidad pueden identificarse en seguida.
6. La WBS es un vehículo excelente para el reporte de las medidas de desempeño técnico del sistema, contra la planificación y los costos.



Finalmente, la WBS es una herramienta excelente para el fomento de la comunicación del programa en los diversos niveles. Como tal, debe actualizarse para reflejar los cambios del programa-sistema, consistente con las acciones de administración.

### **2.6.2.4 Modelo de costo por algoritmos o módulos**

Los costos se estiman mediante la suma del costo de cada uno de los módulos que conforman el sistema, de modo que esta técnica es del tipo jerárquico hacia arriba.

El modelo constructivo de costos o COCOMO, del inglés, Constructive Cost Model, es un modelo de costos por algoritmos descrito por Boehm<sup>5</sup>.

COCOMO proporciona valores nominales de la estimación de meses de programador y el calendario de desarrollo para cada unidad de trabajo, basándose en el número de instrucciones de código fuente entregadas por unidad y después, utilizan factores multiplicadores para ajustar la estimación de acuerdo con los atributos del producto, del personal implicado y del proyecto. COCOMO distingue como factores multiplicadores a los atributos del producto (confiabilidad, complejidad, tamaño de la base de datos); las características de la máquina (limitantes en tiempo de ejecución, tiempo de entrega, limitaciones de memoria); las características del personal (capacidad y experiencia de analistas y constructores); y las características del proyecto (uso de técnicas de programación, y tiempo necesario para el desarrollo).

En términos generales, el procedimiento que Boehm utiliza para la estimación de costos usando COCOMO, es la siguiente:

---

<sup>5</sup> Boehm, B., Software Engineering Economics, Ed. Addison Wesley, United States of America, 1966



1. Identificación de los módulos del producto
2. Estimación del tamaño de cada módulo y del sistema total o por separado.
3. Especificación de los factores multiplicadores para cada módulo
4. Cálculo de esfuerzo y tiempo de desarrollo por módulo; para lo cual se usarán las ecuaciones de estimación nominal junto con los factores relevantes de cada módulo.
5. Cálculo de esfuerzo y tiempo de desarrollo para cada subsistema y para el sistema total
6. Comparación entre la estimación anterior y la obtenida a partir de la técnica DELPHI, identificando y corrigiendo las diferencias.

La ventaja de este modelo es que puede servir para obtener una visión intuitiva de los factores de costo dentro de una organización. Los datos pueden ser recolectados y analizados, pueden identificarse nuevos factores y pueden ajustarse los factores multiplicadores de esfuerzo cuantas veces sea necesario para así poder calibrar el COCOMO dentro de un ambiente específico.

### 2.6.2.5 Modelo de costo

El modelo de costos es una técnica personalizada cuyo objetivo es obtener el precio óptimo de venta de un proyecto, mediante la definición e integración de las variables relacionadas para el cálculo.



## 2.7 METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE<sup>6</sup>

### 2.7.1 Metodologías de Análisis y Diseño Estructurado

#### 2.7.1.1 Características comunes

- Todos los métodos consideran (directa o indirectamente el flujo de la información y el contenido de o la estructura de la información. En algunos casos el flujo de la información está caracterizado dentro del contexto de las transformaciones (funciones) que se aplican para cambiar la entrada en salida. Sin embargo, en otros métodos puede que se represente directamente el contenido, pero el flujo solamente se implique, no siendo modelizado explícitamente usando un mecanismo de diccionario, con definiciones en términos de objetos de datos, o que quede implícito a partir de la estructura jerárquica de los datos.
- Las funciones se describen normalmente como transformaciones de información o procesos.
- La partición del problema y la abstracción se consiguen a través de un proceso por capas, que permite al analista representar el ámbito de la información y el ámbito funcional en diferentes niveles de abstracción.
- La mayoría de los métodos de análisis permiten al analista evaluar la representación esencial de un problema antes de derivar la solución a implementar.
- Todos ayudan al analista en la identificación de los objetos de información clave, también llamados entidades o elementos, y de las operaciones, también llamadas acciones o proceso: Todos asumen que la estructura de la información es jerárquica.

---

<sup>6</sup> Pressman S., Ingeniería del Software. Un enfoque práctico, Ed. McGraw-Hill, España, 1993, p. 279



## 2.8 HERRAMIENTAS AUTOMATIZADAS DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

El aspecto de gestión involucra la planeación, dirección, control y toma de decisiones que harán que el proyecto avance o retroceda. Para un manejo óptimo del proyecto, es recomendable el uso de administradores de proyectos por computadora, entre las herramientas más importantes están los siguientes:

- a) Microsoft Project para Windows Ver 7.0 de Microsoft Corp.
- b) SuperProject para MsDos y Windows de Computer Associates Int.
- c) Time Line para Windows Ver 6.0 de Symantec Corp.

Estos programas nos ayudan en la planificación y control. Microsoft Project tiene una mejor ayuda en línea, CA Superproject tiene un excelente desempeño. Time Line tiene la mejor tecnología, sin embargo el más recomendable si no se es un profesional es Microsoft Project, ya que ofrece las capacidades mínimas para la organización y control de un proyecto.

*El mejor modo de aprender a identificar, formular, y resolver problemas es exponerlos tal como se presentan en la realidad. Aunque no se puede traer la cruda realidad a las aulas, las aulas sí pueden ser llevadas al mundo real. No se puede enseñar lo que no se conoce, y mucho menos lo que no se sabe que no se conoce.*

*La faceta creativa reside en el sentimiento de conseguir lo que se desea, de desarrollarse.*

*Es la sensación de progreso que enriquece la actividad humana con un valor extrínseco, y que le da un sentido.*

*Russel I. Schreff*

### 3.1 ANTECEDENTES

La Empresa de Nuevas Tecnologías en Información Sistematizada, S.C., (ENTIS), es una empresa privada, que desde hace 10 años brinda servicios en el campo de Tecnología de la Información a empresas públicas y privadas.

Su amplia diversidad de servicios, tales como: consultoría, reingeniería de procesos, soporte técnico, construcción de software a la medida, etc. le han permitido crecer, desarrollarse y consolidarse, siendo la construcción de software el principal servicio que brinda.



Debido al alto riesgo que representa el desarrollar un proyecto con un tiempo de duración determinado y un presupuesto ajustado a otras empresas, ENTIS ha tenido la necesidad de desarrollar esquemas de trabajo formales que le permitan reducir los riesgos e incertidumbre, incrementado la certidumbre de éxito de sus proyectos.

Como respuesta a esta necesidad, se planteó el desarrollo de la Metodología Integral de Administración y Control de Proyectos, que le permita crear productos de software de alta calidad con costos óptimos.

En este capítulo, se presentará la Metodología Integral de Administración y Control de Proyectos de software, que se me encomendó crear.

## 3.2 CONSIDERACIONES GENERALES

### 3.2.1 Fases de la metodología

La Metodología de Administración y Control de Proyectos de Software, esta integrada por cuatro fases, las cuales son:

#### i. *Creación del proyecto.*

En la fase de creación, el énfasis está en los resultados a ser obtenidos por el proyecto con una primera aproximación de ¿cuál? es el objetivo del proyecto y problemática detectada, ¿en qué? consistirá la solución planteada, ¿cuánto? será el precio de venta, tiempo de duración y número de recursos y ¿cuándo? puede ser iniciado, es decir, se realiza el delineamiento del proyecto del proyecto potencial a ser desarrollado.



## **II. Planeación y Organización.**

En la fase de planeación la primera visión es trasladada a un plan detallado de actividades y agendas de trabajo, se integra y asignan responsabilidades al equipo de trabajo y se establecen mecanismos de control.

## **III. Ejecución y Control.**

En la fase de ejecución y control, se realiza el monitoreo del progreso del proyecto, a través de reportes periódicos de avance; se detectan problemas potenciales que pongan en riesgo el proyecto y se establecen las medidas de corrección.

## **IV. Evaluación.**

Cuando el objetivo y las metas del proyecto han sido alcanzados, el proyecto es concluido. En este punto, las personas que se integraron al equipo de trabajo del proyecto deberán ser reasignadas a nuevos proyectos. Se establecen los mecanismos de retroalimentación del proyecto y de los recursos humanos asignados a este, para posteriores proyectos que la empresa desarrolle.

### **3.2.2 Estructura de la metodología**

La Metodología está estructurada por las secciones siguientes:

1. Objetivo de la fase, el cual describe la finalidad que se busca.
2. Políticas fundamentales, en la que se señalan aspectos importantes que deben considerarse para el desarrollo de algunas actividades.
3. Las actividades principales que deben llevarse a cabo en la fase.
4. Productos finales, que deben ser generados al concluirse la fase; para uso interno y orientados hacia el cliente.
5. Herramientas y técnicas de apoyo para llevar a cabo las actividades de la fase.



6. Herramientas automatizadas para la elaboración de los productos.
7. Diagrama conceptual, que muestra gráficamente los participantes y eventos principales.
8. Descripción de eventos, que describe en forma detalla las actividades que deben realizar los participantes.
9. Solución a los problemas más comunes, donde se dan sugerencias a los problemas más comunes que pueden presentarse durante la fase.

### **3.2.3 Métodos, técnicas y herramientas utilizadas en la metodología**

Los métodos, técnicas y herramientas que se utilizan en las diferentes fases de la metodología son las siguientes:

1. La Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos y el Método de la Ruta Crítica,
2. Técnica Delphi,
3. Técnica de Estructuras de División del Trabajo,
4. Modelo de Costos y los
5. Gráficos de Gantt

Estas fueron seleccionadas con base en las ventajas que ofrecen y su facilidad de implementación y se encuentran contenidas en anexos, los cuales contienen el procedimiento y las consideraciones que deben realizarse para llevarlo a la práctica.

La herramienta automatizada seleccionada fue Microsoft Project ver 7.0, el cual esta basado en la Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos y el Método de la Ruta Crítica.

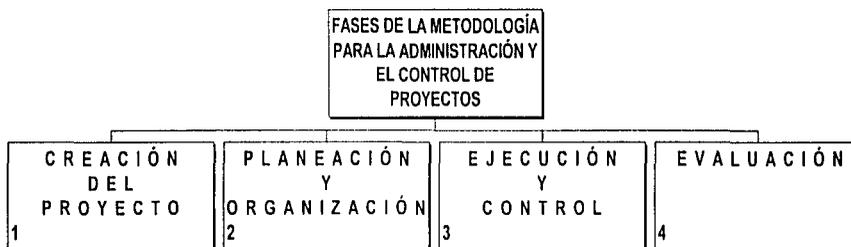
# Metodología

para la

## Administración y el control Proyectos



# METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS



## ACTIVIDADES

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener información fuente de la empresa (misión, organigrama, manuales, etc.).</li> <li>• Involucrar al equipo de trabajo, para el análisis del proyecto.</li> <li>• Identificar la problemática a solucionar y proponer las estrategias de solución</li> <li>• Elaborar la propuesta de trabajo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los objetivos general y específicos del proyecto</li> <li>• Integrar equipo de trabajo</li> <li>• Identificar áreas de Oportunidad/Amenaza</li> <li>• Elaborar plan de trabajo detallado.</li> <li>• Definir factores críticos de éxito.</li> <li>• Definir las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo de trabajo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar seguimiento del avance del proyecto</li> <li>• Obtener la información y elaborar el reporte de avance del proyecto del periodo correspondiente.</li> <li>• Detectar problemas potenciales y reales de tiempo, costo y calidad en las actividades y productos generados.</li> <li>• Evaluar la productividad de los recursos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acta de aceptación del proyecto.</li> <li>• Complementar e integrar documentación del proyecto.</li> <li>• Analizar y evaluar el desarrollo del proyecto.</li> <li>• Realizar la evaluación de los participantes en el proyecto</li> <li>• Reasignar los miembros del equipo de trabajo.</li> <li>• Proporcionar retroalimentación del desempeño a los participantes en el proyecto.</li> <li>• Respalda la información técnica del proyecto en forma magnética.</li> </ul> |
|---|--|---|--|

## PRODUCTOS

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan General del Proyecto.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades/Tiempo /Participantes.</li> <li>• Organización del proyecto.</li> <li>• Presentación para inicio formal.</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de trabajo detallado.</li> <li>• Equipo de trabajo.</li> <li>• Factores críticos de éxito.</li> <li>• Puntos de control de avance del proyecto</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance real del proyecto.</li> <li>• Reporte de avance</li> <li>• Productividad de los recursos.</li> <li>• Medidas de prevención y corrección de problemas potenciales.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acta de aceptación del proyecto por parte del cliente debidamente requisitada,</li> <li>• Archivo electrónico del proyecto para su posterior consulta.</li> <li>• Evaluación de los participantes del proyecto.</li> <li>• Modelo de evaluación del proyecto.</li> </ul> |
|--|---|--|---|

## PARTICIPANTES

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Directivo, Gerentes,</li> <li>• Consultores/Analistas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Directivo, Gerentes,</li> <li>• Consultores y Analistas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerentes, Líderes de proyecto, Equipo de trabajo y Analistas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Directivo, Gerentes, Líderes de proyecto, Equipo de trabajo y Analistas.</li> </ul> |
|---|---|---|---|



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: OBJETIVOS, VISIÓN Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 1

## CONTENIDO

### OBJETIVO

### FUNDAMENTOS

### FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

### FASES DE LA METODOLOGÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

#### FASE I. CREACIÓN DEL PROYECTO

OBJETIVO  
POLÍTICAS FUNDAMENTALES  
ACTIVIDADES  
PRODUCTOS FINALES DE LA FASE  
DIAGRAMA CONCEPTUAL  
EVENTOS

#### FASE II. PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

OBJETIVO DE LA FASE  
POLÍTICAS FUNDAMENTALES  
ACTIVIDADES  
PRODUCTOS FINALES DE LA FASE  
DIAGRAMA CONCEPTUAL  
EVENTOS

#### FASE III. EJECUCIÓN Y CONTROL

OBJETIVO  
POLÍTICAS FUNDAMENTALES  
ACTIVIDADES  
PRODUCTOS FINALES DE LA FASE  
DIAGRAMA CONCEPTUAL  
EVENTOS

#### SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES

#### FASE IV. EVALUACIÓN

OBJETIVO  
POLÍTICAS FUNDAMENTALES  
ACTIVIDADES  
PRODUCTOS  
DIAGRAMA CONCEPTUAL  
EVENTOS  
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES



ENTIS

MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: OBJETIVOS, VISIÓN Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 2

---

## ANTECEDENTES

En las organizaciones actuales, se vive un momento importante que exige contar con esquemas de trabajo más eficientes y productivos, que permitan reducir los costos operativos, para ser más competitivo.

Por lo que para responder a esta necesidad, se requiere desarrollar y formalizar esquemas de trabajo, tales como metodologías estándar de desarrollo y administración. El uso de metodologías estándar constituye un punto vital para las empresas dedicadas a la tecnología de la información, ya que el principal beneficio de estos estándares es que ellos refuerzan un comportamiento uniforme dentro de la organización, lo cual facilita la comunicación entre las personas, estabiliza los procesos productivos y permite que personas ajenas a éstos se incorporen fácilmente a proyectos en desarrollo, lo que se traduce en una óptima utilización de los recursos asignados a los mismos.

Las empresas dedicadas a brindar servicios en el campo de tecnología de la información, ofrecen y desarrollan sus servicios la mayoría de las veces a través de proyectos, por lo que surge la necesidad de un esquema de trabajo formal de Administración de Proyectos.

Dicho esquema, busca que antes de iniciar cualquier proyecto, se realice un proceso de planeación, que permita definir el objetivo del trabajo por realizar, los recursos requeridos para ejecutarlo, las diversas actividades por llevar a cabo y los resultados esperados de cada una de ellas, así como el mecanismo requerido para controlar el avance de los mismos, conforme a dicho plan.

Todo lo anterior con el objeto de estar informado a tiempo si el proyecto se realizará de acuerdo a lo planeado y si todas las partes involucradas están realizando lo que deben hacer, para en caso de tener cualquier problema o



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: OBJETIVOS, VISIÓN Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 3

anomalía tomar las decisiones requeridas para que el proyecto no sufra desfazamientos y se logre el resultado esperado.

Finalizar un proyecto exitosamente en tiempo y presupuesto, juega un papel decisivo para la permanencia, competitividad y el reconocimiento de las empresas en el mercado de la Tecnología de la Información.

Sin embargo, aún cuando éstos esquemas de trabajo formales son necesarios, no todas las organizaciones cuentan con ellos, lo cual se refleja en la pérdida de competitividad, estabilidad y crecimiento.

ENTIS, S.C. es una empresa dedicada a la Tecnología de la Información, en los ramos de consultoría y desarrollo de software principalmente, siendo el desarrollo de proyectos de construcción de software el área que más se ha desarrollado en la empresa y que sin embargo ha experimentado diversos problemas en este tipo de proyectos, como consecuencia de la falta de esquemas de trabajo formales, tales como: retrasos en la terminación de proyectos por una planeación errónea, asignación inadecuada de recursos humanos, proyectos no rentables, etc. De ahí surge la necesidad, de contar con una Metodología Integral para la Administración y el Control de Proyectos, mediante el análisis e integración de métodos y técnicas de Administración de Proyectos, que permita la ejecución y el control eficiente en proyectos de este tipo.

Esta metodología tiene como objetivo apoyar las funciones de aquellas personas responsables de la dirección y administración de proyectos de construcción de software, y de alguna forma proponer soluciones para algunos de los problemas a los que se puedan enfrentar.





MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: OBJETIVOS, VISIÓN Y FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 4

---

## OBJETIVO

- Contar con una metodología integral, que permita la ejecución y el control adecuado de proyectos, mediante el análisis y la integración de métodos, técnicas y herramientas para la administración y el control de proyectos.
- Establecer lineamientos para la planeación, la organización y el control de proyectos.

---

## FUNDAMENTOS

- Todo evento debe documentarse. Debe formarse un expediente del proyecto y todo documento generado debe archivar ahí.
- Estará basada en la utilización de formatos estándar, llenados en función de periodicidad y eventos establecidos.
- Estará basada en la utilización de herramientas automatizadas estándar.
- Su utilización será de carácter obligatorio.
- Está orientada a facilitar el control, por lo que se debe realizar el mínimo esfuerzo para la generación y obtención de los productos.
- Que efectivamente SIRVA.
- Que se tome como base para el control de los factores críticos de un proyecto (tiempo, costo).

---

## FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

- ⇒ Involucrar al equipo de trabajo en la fase de planeación del proyecto.
- ⇒ Integración del equipo de trabajo
- ⇒ Liderazgo del líder del proyecto.
- ⇒ La metodología deberá ser fácil de entender y aplicar.
- ⇒ Deberá estar basada en productos útiles.
- ⇒ Deberá ser general y flexible en su aplicación.

## FASES DE LA METODOLOGÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

### I. *CREACIÓN DEL PROYECTO*

En la fase de creación, el énfasis está en los resultados a ser obtenidos por el proyecto con una primera aproximación de ¿cuál? es el objetivo del proyecto y problemática detectada, ¿en qué? consistirá la solución planteada, ¿cuánto? será el precio de venta, tiempo de duración y número de recursos y ¿cuándo? puede ser iniciado, también se realiza la detección del grado y tipo de riesgos potenciales del proyecto. Es por ello que esta fase se avoca al delinear el proyecto potencial que será desarrollado.

### II. *PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN*

En la fase de planeación la primera visión es trasladada a un plan detallado de actividades y agendas de trabajo, se integra y asignan responsabilidades al equipo de trabajo y se establecen mecanismos de control.

### III. *EJECUCIÓN Y CONTROL*

En la fase de ejecución y control, se realiza el monitoreo del progreso del proyecto, a través de reportes periódicos de avance y se detectan problemas potenciales o reales que puedan retrasar o pongan en riesgo el proyecto y se establecen las medidas preventivas y de corrección.

### IV. *EVALUACIÓN*

Cuando el objetivo y las metas del proyecto han sido alcanzados, el proyecto es concluido. En este punto, las personas que se integraron al equipo de trabajo deberán ser reasignadas a nuevos proyectos. Se establecen los mecanismos de retroalimentación del proyecto y de los recursos humanos asignados a este, para generar una base de experiencias que puedan ser utilizadas como apoyo para el desarrollo de nuevos proyectos.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE I CREACIÓN DEL PROYECTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: I-1

## I. CREACIÓN DEL PROYECTO

### *OBJETIVO:*

- ⇒ Elaborar una propuesta de trabajo técnica y económicamente factible del proyecto potencial, que le permita a la empresa obtener la aprobación del desarrollo formal del proyecto, mediante la realización de las actividades establecidas en esta fase.

### *POLÍTICAS FUNDAMENTALES*

1. Los productos entregables deben ser completos, no necesariamente a mucha profundidad ya que están orientados hacia el dimensionamiento y sensibilización del proyecto.
2. El promotor del proyecto, es el responsable de abrir el expediente del proyecto, en el cual se almacenarán los documentos y productos generados, para su posterior consulta, seguimiento y control.

### *ACTIVIDADES:*

- Establecer el plan de trabajo de la fase.
- Integrar el equipo de trabajo para el análisis del proyecto y elaboración de la propuesta de trabajo.
- Distribuir las bases de licitación del proyecto enviadas por el cliente, a los consultores para su análisis aplicando la técnica delphi.

En caso de no recibir licitación, elaborar y confirmar una lista de entrevistas con las personas claves que permitan obtener una visión global de la problemática e identificar las áreas de oportunidad. Obtener toda la información fuente posible, tales como manuales de organización, políticas y procedimientos, etc.

- Establecer el objetivo general del proyecto.
- Identificar la problemática a solucionar con el proyecto y proponer las estrategias de solución.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE I CREACIÓN DEL PROYECTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 1-2

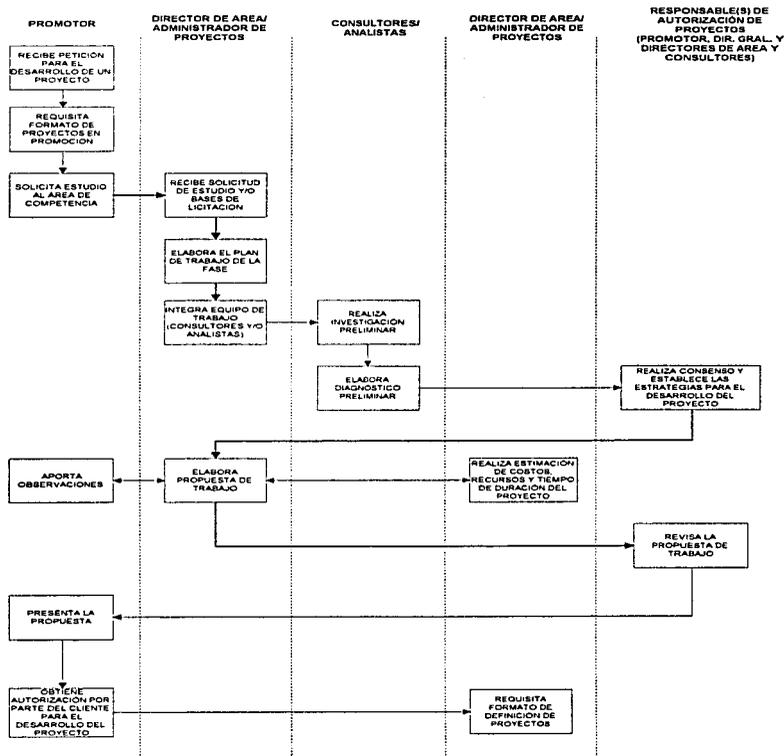
- Elaborar la estructura de división del trabajo preliminar del proyecto, para dimensionar el tamaño y alcance del proyecto, aplicando la estructura de división del trabajo
- Determinar los costos del proyecto, empleando el modelo de costos.
- Determinar el perfil y estimar el número de los recursos humanos que serán asignados al proyecto.
- Elaborar la propuesta de trabajo integrando los elementos obtenidos en: las entrevistas, el modelo de costos y la estimación de recursos.

*PRODUCTOS FINALES DE LA FASE:*

PRODUCTO	TÉCNICA / HERRAMIENTA	FORMATO	HERRAMIENTA DE SOFTWARE
<input checked="" type="checkbox"/> Documento de Diagnóstico/ Documento de Propuesta de Trabajo / Anteproyecto	➤ Anexo A. Técnica delphi	<input checked="" type="checkbox"/> Propuesta de trabajo.doc <input checked="" type="checkbox"/> Entrevista.dot	<input checked="" type="checkbox"/> Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Duración estimada del proyecto	➤ Anexo B. Técnica de División del trabajo -WBS	<input checked="" type="checkbox"/> Propuesta de trabajo.doc	<input checked="" type="checkbox"/> Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Estimación de recursos requeridos	➤ Anexo B. Técnica de División del Trabajo - WBS	<input checked="" type="checkbox"/> Propuesta de trabajo.doc	<input checked="" type="checkbox"/> Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Programa tentativo de trabajo	➤ Anexo G. Plan de trabajo estándar	<input checked="" type="checkbox"/> Plan de Trabajo.wpp	<input checked="" type="checkbox"/> Microsoft Project
<input type="checkbox"/> Precio de venta del proyecto	➤ Anexo D. Modelo de Costos		<input checked="" type="checkbox"/> Microsoft Excel
<input type="checkbox"/> Tarifas establecidas para cada recurso	➤ Anexo C. Tarifas de Recursos	<input checked="" type="checkbox"/> Propuesta de trabajo.doc	<input checked="" type="checkbox"/> Microsoft Project



DIAGRAMA CONCEPTUAL





MANUAL: METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE I CREACIÓN DEL PROYECTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: I-4

## EVENTOS

### PROMOTOR

1. Realiza la promoción de los servicios que brinda la empresa a los clientes y prospectos potenciales.
2. Obtiene invitación, licitación o solicitud de propuesta o anteproyecto por parte del cliente.
3. Solicita apoyo del área correspondiente, para realizar el diagnóstico preliminar del proyecto.

### DIRECTOR DE AREA/ADMINISTRADOR DE PROYECTOS

4. Recibe solicitud de estudio, y/o bases de licitación para su análisis y elaboración de la propuesta de trabajo que será presentada al cliente.
5. Elabora un plan general de trabajo para la fase, señalando y calendarizando las actividades que se realizarán.



El esfuerzo y recursos dedicados deben guardar una proporción con el tamaño esperado del proyecto. De preferencia debe tratarse que el cliente asuma o comparta los costos de esta fase.

6. Integra el equipo de trabajo, conformado por consultores y/o analistas, para realizar el estudio o análisis del proyecto.

### CONSULTOR/ANALISTA

7. Realiza la investigación preliminar del entorno del cliente para conocer en general su problemática, a fin de determinar la complejidad del proyecto, delimitar su alcance y proporcionar estrategias de solución factibles.
  - 7.1 Si se recibe documentación de bases de licitación se procede a analizar y proponer soluciones factibles para la elaboración de la propuesta de trabajo.
  - 7.2 En caso de que se haya recibido invitación directa del cliente, para presentar una propuesta de solución se realizan entrevistas de visión global, mediante las cuales recaba del solicitante y las áreas involucradas la información de requerimientos, documentos de trabajo, reportes e informes, con la finalidad de obtener un mayor conocimiento de su problemática.

7.3 Si lo considera conveniente, elabora resumen de las entrevistas realizadas, para su posterior consulta, utilizando el formato estándar de entrevistas.

7.4 Elabora el Diagnóstico preliminar y se establecen lineamientos del negocio del cliente, así como un planteamiento de solución.

RESPONSABLE(S) DE AUTORIZACIÓN DE PROYECTOS (PROMOTOR, DIR. GRAL., DIRECTORES DE AREA Y CONSULTORES INVOLUCRADOS)

8. Revisa el diagnóstico preliminar y se establecen lineamientos o cursos de acción, para la negociación y desarrollo del proyecto potencial. Por ejemplo, alternativas de solución, delimitación de alcances, beneficios, servicios a ofrecer al cliente, etcétera.

9. Proporcionan observaciones, modificaciones y conclusiones que deben ser tomados en cuenta en el diagnóstico preliminar, a fin de enriquecerlo y hacer más atractivo el proyecto para el cliente.

DIRECTOR DE AREA/ADMINISTRADOR DE PROYECTOS

10. Realiza cálculo del precio de venta, recursos requeridos y tiempo aproximado de duración del proyecto, para su integración a la propuesta de trabajo.

10.1 Realiza el dimensionamiento, a través de una primera aproximación del número de funciones y de su especialización, con lo cual estima el tamaño y complejidad del proyecto, empleando la técnica WBS.

10.2 Estima el número y nivel de los recursos humanos a ser asignados al proyecto.

10.3 Determina tarifas de los recursos en acuerdo a su nivel.

10.4 Elabora el modelo de costos del proyecto.

10.5 Estima el tiempo de duración del proyecto.



Es muy importante trabajar en la sensibilización del costo esperado, factible o disponible presupuestalmente por el cliente, ya que esto ayuda a delimitar el alcance. Deben tratarse de usar todos los medios que sean posibles.

11. Elabora el documento de propuesta de trabajo, el cual contendrá información general acerca del proyecto. Por ejemplo, problemática general detectada, objetivo del proyecto, estrategia de solución factible, costo del proyecto, recursos requeridos, duración estimada del proyecto, plan de trabajo preliminar, etcétera. Este documento tiene como finalidad proporcionar una visión general del proyecto al cliente que le permita evaluar el impacto de la solución propuesta.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE I CREACIÓN DEL PROYECTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: I-6

12. Integra al documento de propuesta de trabajo, las aportaciones realizadas por los responsables de Autorización de Proyectos, tales como: factores críticos de éxito, definición de alcances, productos entregables, etcétera.

PROMOTOR

13. Proporciona comentarios y observaciones del proyecto en estudio, para el enriquecimiento de la propuesta.

RESPONSABLE(S) DE AUTORIZACIÓN DE PROYECTOS

14. Revisa el documento de la propuesta de trabajo, para la afinación de detalles.

PROMOTOR

15. Presenta el documento de propuesta de trabajo al cliente, para su revisión, afinación, evaluación y autorización.

15.1 Si el cliente autoriza el proyecto, se lo comunica al Administrador del proyecto/ Director de área que será responsable del desarrollo.

15.2 Si no la documentación generada se archiva en el expediente del proyecto, para su consulta como apoyo en otros proyectos del mismo giro.

ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DE ÁREA

16. Recibe autorización para el desarrollo del proyecto, y procede a requisitar el formato de Definición de proyectos, donde establece los datos específicos del proyecto (ver formato de definición de proyectos).





MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE I CREACIÓN DEL PROYECTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: I-6

12. Integra al documento de propuesta de trabajo, las aportaciones realizadas por los responsables de Autorización de Proyectos, tales como: factores críticos de éxito, definición de alcances, productos entregables, etcétera.

PROMOTOR

13. Proporciona comentarios y observaciones del proyecto en estudio, para el enriquecimiento de la propuesta.

RESPONSABLE(S) DE AUTORIZACIÓN DE PROYECTOS

14. Revisa el documento de la propuesta de trabajo, para la afinación de detalles.

PROMOTOR

15. Presenta el documento de propuesta de trabajo al cliente, para su revisión, afinación, evaluación y autorización.

15.1 Si el cliente autoriza el proyecto, se lo comunica al Administrador del proyecto/ Director de área que será responsable del desarrollo.

15.2 Si no la documentación generada se archiva en el expediente del proyecto, para su consulta como apoyo en otros proyectos del mismo giro.

ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DE ÁREA

16. Recibe autorización para el desarrollo del proyecto y procede a requisitar el formato de Definición de proyectos, donde establece los datos específicos del proyecto (ver formato de definición de proyectos).

## II. PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

### OBJETIVO DE LA FASE:

- Definir las estrategias que habrán de seguirse en el desarrollo de un proyecto, estableciendo los objetivos y las metas por alcanzar, organizando los participantes y elaborando planes de trabajo reales, para que sirvan de base para una adecuada administración de los recursos humanos y materiales del proyecto, una vez que este sea iniciado.

### POLÍTICAS FUNDAMENTALES

1. Se deberá establecer claramente el objetivo, alcance y estrategias del proyecto.
2. La información y productos generados de la fase, deberán ser almacenados en los expedientes respectivos, tanto el físico como el electrónico creado específicamente para el proyecto (ver estándares de organización de información).

### ACTIVIDADES:

- Definir los objetivos general y específico, alcances y estrategias del proyecto.
- Integrar el equipo de trabajo, estableciendo los elementos y su organización, ver anexo E.
- Definir cada una de las actividades del proyecto, empleando la técnica de WBS y diagramas de Gantt, descritas en el anexo F.
- Determinar las actividades críticas.
- Elaborar el plan de trabajo detallado: estableciendo las actividades, metas y programas concretos, en los que se reflejen las decisiones a corto plazo y a largo plazo, tomando como base el plan de trabajo estándar, ver anexo G.
- Definir las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo de trabajo, elaborando la matriz de responsabilidades, ver anexo H.
- Asignar actividades y establecer compromisos con cada uno de los miembros del equipo de trabajo.
- Establecer puntos de control de avance del proyecto.



- ☞ Los planes sirven como base para establecer un control y determinar las acciones preventivas y las correcciones necesarias para cumplir con los fines.
- ☞ El número y la duración de las actividades del proyecto deben ser las que se necesiten para poder controlar adecuadamente.
- ☞ Se deben considerar actividades que pueden no implicar un avance físico, pero que si consumen tiempo.

**PRODUCTOS FINALES DE LA FASE:**

PRODUCTO	TÉCNICA / HERRAMIENTA	FORMATO	HERRAMIENTA DE SOFTWARE
<input type="checkbox"/> Objetivo general del proyecto			☞ Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Equipo de trabajo	☞ Anexo E. Organización del equipo de trabajo		☞ Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Estructura organizacional del equipo de trabajo	☞ Anexo E. Organización del equipo de trabajo		☞ Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Plan de trabajo detallado	☞ Anexo G. Plan de trabajo estándar	☞ Plan de Trabajo.wpp	☞ Microsoft Project
<input type="checkbox"/> Matriz de responsabilidades	☞ Anexo H. Matriz de responsabilidades	☞ Matriz de Responsabilidades.doc	☞ Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Puntos de control de avance del proyecto.		☞ Plan de Trabajo.wpp	☞ Microsoft Project



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

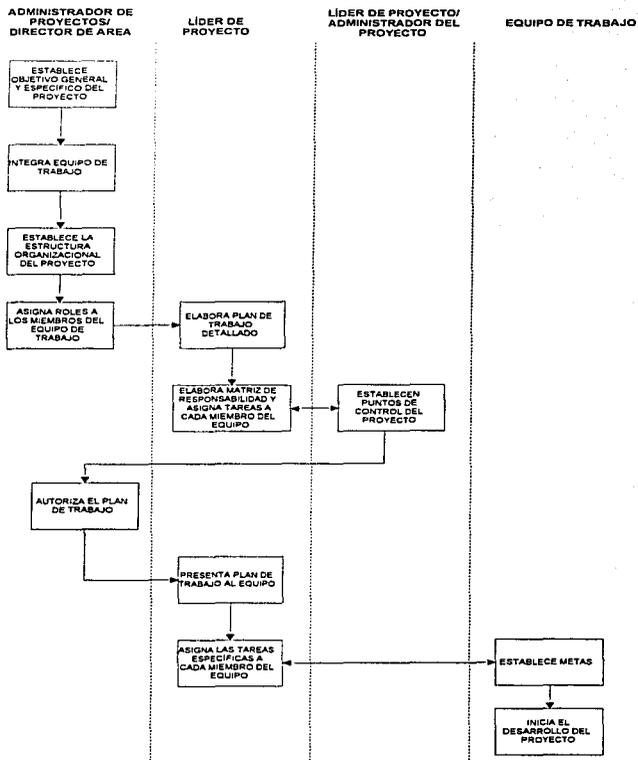
TÍTULO: FASE II PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: II-3

DIAGRAMA CONCEPTUAL



## EVENTOS

### ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DE ÁREA

1. Establece los objetivos general y específico del proyecto.
2. Consulta la disponibilidad de sus recursos humanos y el perfil de cada uno de ellos e integra el equipo de trabajo.
3. Determina la estructura organizacional del proyecto, como se indica en el anexo E.

### LÍDER DE PROYECTO/RESPONSABLE DEL PROYECTO

4. Elabora el plan de trabajo detallado, empleando las técnicas de WBS y gráficas de Gantt.
  - 4.1 Describe todas las actividades que deberán ser realizadas durante el desarrollo del proyecto.
  - 4.2 **Determina y señala las actividades críticas, que de no cumplirse provocarán retrasos en el avance del proyecto.**
  - 4.3 Estima e indica el tiempo asignado a cada actividad, en semanas ó días.

### LÍDER DE PROYECTO Y ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DEL ÁREA

5. Revisan de manera conjunta el plan de trabajo detallado, y establecen puntos de control "milestone", para el aseguramiento de los resultados del proyecto. Los puntos de control en general pueden ser:
  - 5.1 Puntos en el tiempo. Por ejemplo: revisiones semanales, quincenales o mensuales.
  - 5.2 Productos. Por ejemplo, obtención del diagrama de contexto, documento de especificación funcional, etc.
  - 5.3 La terminación de una actividad. Por ejemplo: terminación de las entrevistas.



El mayor beneficio de la planeación no es el plan obtenido en sí mismo, sino que el equipo participe, se comprometa, se sensibilice y obtenga sentido de pertenencia al proyecto.



MANUAL: METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE II PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: II-5

ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DEL ÁREA

6. Da su visto bueno al plan de trabajo.

LÍDER DEL PROYECTO

7. Realiza una reunión de trabajo, con los miembros del equipo y da a conocer el plan de trabajo en general, y las tareas específicas a cada miembro del equipo.

8. Proporciona una copia del plan de trabajo a cada miembro del trabajo.

9. Da a conocer los puntos de control del proyecto.

EQUIPO DE TRABAJO

10. Establece compromisos y metas personales.

11. Inicia el desarrollo del proyecto.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE III CONTROL Y SEGUIMIENTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: III-1

### III. EJECUCIÓN Y CONTROL

#### OBJETIVO:

- ⇒ Definir los elementos a controlar y conocer las técnicas para monitorear el progreso hacia los objetivos del proyecto, con el fin de conocer los resultados, avances, necesidades o problemas, para determinar las acciones preventivas principalmente y también las correctivas que lleven a concluir el proyecto satisfactoriamente.

#### POLÍTICAS FUNDAMENTALES

1. El objetivo principal es mantener el proyecto bajo control, es decir que en cualquier momento se conozca con alto grado de certeza el estado del proyecto y que el plan guía realmente represente la realidad.
  2. El énfasis de esta metodología no es la corrección, si no la prevención, es decir la oportuna detección de eventos que pueden causar desviaciones, para tomar acciones antes de que sucedan, que minimicen su impacto en tiempo y costo. Esto constituye el verdadero control de un proyecto.
  3. El administrador del proyecto tomará como línea de base el proyecto definido en la fase de planeación, sobre éste realizará el seguimiento y control.
- ☛ En este contexto, una desviación o un retraso no significan perder el control, si esto se detecta con la debida oportunidad y se asume conscientemente.

#### ACTIVIDADES:

- Obtener y/o refinar la siguiente información de línea de base del proyecto:
  - ◆ Objetivos, alcances y estrategia del proyecto,
  - ◆ Propuesta de trabajo,
  - ◆ Plan detallado de trabajo y asignación de responsabilidades,
  - ◆ Modelo de costos del proyecto.





ENTIS

MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE III CONTROL Y SEGUIMIENTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: III-2

- Obtener la información y elaborar el reporte de avance del proyecto del periodo correspondiente.
  - Conocer el avance planeado, real y oficial del proyecto, a través de la revisión de los reportes de avance, elaborados por el líder de proyecto correspondiente.
  - Obtener información acerca del desempeño y productividad de los recursos humanos por periodos.
  - Detectar problemas potenciales y reales de tiempo, costo y calidad en las actividades y productos generados.
  - Establecer estrategias para la corrección de las desviaciones y problemas detectados.
  - Evaluar el costo real vs presupuestado y adecuarlo al desarrollo real del proyecto.
- ☛ Establecer fechas de preferencia en días y horas predeterminados (por ejemplo, todos los jueves a las 14:00 hrs.) para efectuar reuniones de trabajo, para conocer y evaluar el avance del proyecto.
- ☛ Dar especial énfasis en el seguimiento de actividades críticas o de alto riesgo, analizando su comportamiento y previendo posibles desviaciones.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE III CONTROL Y SEGUIMIENTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: III-3

*PRODUCTOS FINALES DE LA FASE:*

PRODUCTO	TÉCNICA / HERRAMIENTA	FORMATO	HERRAMIENTA DE SOFTWARE
<input type="checkbox"/> Costo real del proyecto			Microsoft Excel
<input type="checkbox"/> Avance real del proyecto	Anexo E. Reporte de Avance	Reporte de Avance.doc	Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Reporte de Avance del Proyecto	Anexo E. Reporte de Avance	Reporte de Avance.doc	Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Productividad de los recursos		Reporte interno.doc	Microsoft Word





MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

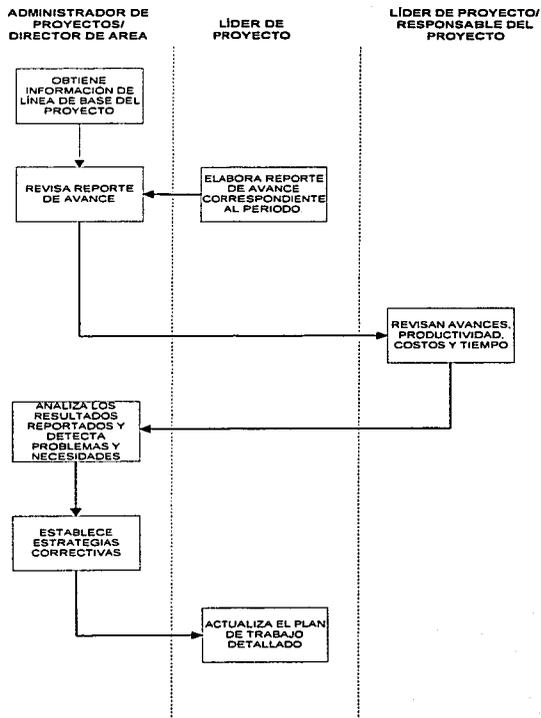
TÍTULO: FASE III CONTROL Y SEGUIMIENTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: III-4

DIAGRAMA CONCEPTUAL





MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE III CONTROL Y SEGUIMIENTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: III-5

## EVENTOS

### ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DE ÁREA

1. Obtiene la información de línea de base del proyecto, con la cual se planeo el proyecto.

### LÍDER DE PROYECTO/RESPONSABLE DEL PROYECTO

2. Elabora el reporte de avance, registrando la información general concerniente a avance planeado, real y el porcentaje de desviación.



- ☛ El plan de trabajo debe ser muy sintético, no mayor a 2 hojas.

2.1 Describe las actividades realizadas, en acuerdo a las fases del proyecto, el detalle de las actividades realizadas y el porcentaje de avance de cada una de ellas.

2.2 Las desviaciones, causas, efectos y acciones correctivas que se presenten en el proyecto.



- ☛ Si las desviaciones son por causa de hechos atribuibles al cliente, deberá dejarlo asentado (con sutileza) en el reporte, mismo que deberá ser discutido y acordado con el cliente, para evaluar quien asume y cómo el costo de dichas desviaciones.

2.3 El porcentaje de avance planeado, real y de desviaciones que se presentaron.

2.4 Actividades por realizar en el siguiente periodo.

3. Entrega el reporte de avance en forma interna y oficial, para su revisión y aprobación.

### ADMINISTRADOR DE PROYECTOS/DIRECTOR DE ÁREA

4. Revisa reporte de avance interno y oficial.

5. Analiza el avance reportado, y detecta problemas potenciales que afecten el avance del proyecto.

5.1 Si existen desviaciones en cuanto al avance planeado, entonces establecerá la medida de corrección adecuada para concluir el proyecto satisfactoriamente.

5.2 Decide cual de las medidas de corrección acordará con el cliente:

- Realizar una replaneación del plan de trabajo, moviendo la fecha de terminación del proyecto.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE III CONTROL Y SEGUIMIENTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: III-6

- Asignar más recursos al proyecto y no mover la fecha de terminación.
- Una combinación de ambas.

5.3 Realiza nuevamente el modelo de costos real del proyecto, con base en el avance real.

#### LIDER DE PROYECTO

6. Actualiza el plan de trabajo detallado.

6.1 Establece nuevamente puntos de control.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE III CONTROL Y SEGUIMIENTO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: III-7

---

*SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES*

**PROBLEMA**

- El proyecto comienza a retrasarse en relación con su calendario de trabajo.

**ACCIONES**

- ⇒ Negociar con el cliente. Hablar con el cliente sobre la posibilidad de aumentar el presupuesto para el proyecto, extender el plazo para terminarlo, ambas o alguna otra medida.
- ⇒ Reducir el alcance del proyecto. Tal vez se puedan eliminar los elementos no esenciales, y reducir así los gastos y el tiempo de trabajo.
- ⇒ Emplear más recursos. Es posible que se requiera emplear más personal en el proyecto para cumplir con un calendario de trabajo vital. El aumento del costo debe sopesarse con la importancia del vencimiento del plazo.
- ⇒ Demandar cumplimiento. A veces si se pide que la gente cumpla lo que se prometió se obtienen los resultados deseados. O bien tenga que acudir a una gerencia superior para obtener el respaldo y ayuda necesarios.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE IV EVALUACIÓN

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: IV-1

## IV. EVALUACIÓN

### OBJETIVO:

- Cerrar formalmente el proyecto, reintegrar los miembros del equipo de trabajo a otras actividades y dejar una constancia documentada del proyecto, que sirva como memoria y experiencia para otros proyectos.
- Definir los mecanismos de evaluación del proyecto y de los participantes, que permitan contribuir al éxito de proyectos futuros.

### POLÍTICAS FUNDAMENTALES

1. El líder del proyecto es la persona responsable de realizar la evaluación de los participantes en el proyecto.
2. El Administrador del proyecto y el líder, son las personas responsables de que todo el equipo aporte sus experiencias para la evaluación del proyecto.
3. El Administrador del proyecto, deberá proporcionar retroalimentación acerca del desempeño de los participantes.
4. El líder del proyecto es responsable de verificar que queden debidamente cumplimentados y archivados todos los documentos físicos y magnéticos, así como las conclusiones.

### ACTIVIDADES:

- Obtener la aceptación por parte del cliente del resultado obtenido.
- Revisar todo el proyecto para evaluarlo, a través de una discusión conjunta con el grupo de trabajo.
- Realizar la evaluación de los participantes del proyecto, mediante el formato de evaluación.
- Proporcionar retroalimentación a cada uno de los miembros de equipo, para su autoevaluación de su desempeño, considerar los aspectos mencionados en el anexo I.





MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE IV EVALUACIÓN

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: IV-2

- Realizar la evaluación del proyecto, mediante el modelo de evaluación del proyecto.
- Respalda la información técnica del proyecto en forma magnética, y archivar su documentación, para su posterior consulta como apoyo adicional a otros proyectos.
- Reasignar los miembros del equipo de trabajo.
- Notificar a las áreas administrativas de la terminación del proyecto.

*PRODUCTOS:*

PRODUCTO	TÉCNICA	FORMATO	HERRAMIENTA DE SOFTWARE
<input type="checkbox"/> Acta de aceptación por parte del cliente debidamente requisitada			☞ Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Evaluación de los participantes del proyecto	✍ Anexo I. Como ofrecer retroalimentación.	☞ Evaluación de Participantes.doc	☞ Microsoft Word
<input type="checkbox"/> Modelo de evaluación del proyecto	✍ Anexo E. Organización del equipo de trabajo	☞ Modelo de Evaluación.doc	☞ Microsoft Word



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

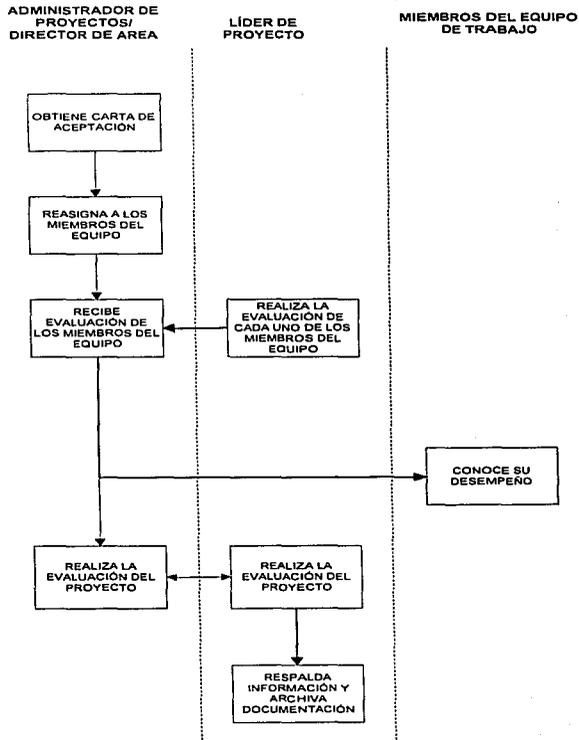
TÍTULO: FASE IV EVALUACIÓN

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: IV-3

*DIAGRAMA CONCEPTUAL*





MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE IV EVALUACIÓN

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: IV-4

## EVENTOS

### ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DE ÁREA

1. Obtiene la aceptación por parte del cliente del resultado obtenido. Esto quiere decir que el cliente está de acuerdo en que se cumplieron las especificaciones de la calidad de los parámetros del proyecto.
2. Recibe la evaluación de desempeño de cada uno de los miembros del equipo de trabajo.
3. Proporciona a cada miembro del equipo de trabajo retroalimentación de su desempeño, para su autoevaluación.

### LÍDER DE PROYECTO

5. Realiza la evaluación de desempeño de cada uno de los miembros del equipo. Utilizando el formato de evaluación del personal que participo en el proyecto.
6. La evaluación se la proporciona al Administrador del proyecto.

### MIEMBROS DEL EQUIPO DE TRABAJO

7. Reciben retroalimentación acerca de su desempeño en el proyecto, si esta es negativa, establece compromisos y medidas de autocorrección.

### ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DE ÁREA

8. Realiza la evaluación del proyecto a través del modelo de evaluación.

### LÍDER DE PROYECTO

9. Realiza la evaluación del proyecto a través del modelo de evaluación.
10. Respalda la información y archiva la documentación técnica del proyecto, la cual podrá ser utilizado como apoyo en nuevos proyectos.

### ADMINISTRADOR DEL PROYECTO/DIRECTOR DE ÁREA

11. Reasigna los miembros del equipo de trabajo a nuevos proyectos que la empresa ha iniciado.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: FASE IV EVALUACION

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: IV-5

---

*SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES*

**PROBLEMA**

El cliente no da por terminado el proyecto.

**ACCIONES**

- Indagar con el cliente y negociar los criterios de aceptación. Notificar con oportunidad a los mandos superiores y si es necesario involucrarlos y solicitarles su intervención para tratar de sanjar las diferencias a niveles superiores.
- Con frecuencia existen requisitos de documentación, por ejemplo, manuales de usuario, los cuales deberán ser elaborados en la fase de Apoyo a la implantación para que al concluir la construcción de la aplicación, estos manuales también estén concluidos.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: INDICE DE ANEXOS

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 1

---

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. TÉCNICA DELPHI

ANEXO B. TÉCNICA WBS

ANEXO C. TARIFAS POR RECURSOS

ANEXO D. MODELO DE COSTOS

ANEXO E. INTEGRACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

ANEXO F. TÉCNICA WBS Y GRÁFICOS DE GANTT

ANEXO G. PLAN DE TRABAJO ESTÁNDAR

ANEXO H. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

ANEXO I. COMO OFRECER RETROALIMENTACIÓN.

ANEXO J. FORMATOS ESTÁNDAR Y GUÍAS PARA SU ELABORACIÓN

---

## ANEXO A. TÉCNICA DELPHI



Está técnica se utilizará únicamente en proyectos con bases de licitación

La técnica Delphi se utilizará para el análisis preliminar que servirá de base para la elaboración de la propuesta técnica de trabajo del proyecto, en la forma siguiente:

1. El Director del área o Administrador de proyectos, proporcionará a cada consultor la documentación de las bases de licitación del proyecto.
2. Cada uno de los consultores analizará la documentación recibida, y aportará sugerencias para la elaboración de la propuesta de solución.
3. El Director de área o Administrador de proyectos, llamará a una reunión de grupo, con el fin de que los consultores aporten sus ideas acerca del proyecto y estas se analicen en forma colectiva.
4. El Director de área o Administrador del proyecto, elaborará un resumen con las ideas más valiosas para beneficio del proyecto y dará a conocer aquellas que probablemente puedan ser consideradas en los alcances del proyecto, pero que requieren ser evaluadas más detalladamente, para no comprometer alcances que posteriormente no puedan cumplirse.
5. Los consultores evaluarán estas consideraciones y nuevamente proporcionarán sus puntos de vista. El proceso se repite cuantas veces sea necesario.

Es posible que después de varias rondas no se llegue a un consenso, en cuyo caso, el Director o el Administrador deberá analizar los aspectos relacionados con cada consultor y determinar las conclusiones finales de la propuesta.

---

## ANEXO B. TÉCNICA WBS

La técnica de Estructura de División del Trabajo (Work Structure Breakdown), exhibe y define el proyecto que será desarrollado y representa todos los elementos de trabajo que se realizan.

Para el análisis preliminar sólo se incluirán tres niveles de actividad.

### Nivel 1

- Se identificará el alcance total del proyecto que será desarrollado, producido y liberado para el cliente.

### Nivel 2

- Se identificarán las diversas actividades que deben concluirse como respuesta a los requerimientos del programa. Esto debe incluir los elementos más importantes del sistema de las actividades importantes del proyecto, por ejemplo, los componentes, el equipo, la construcción del software, la administración del proyecto y la prueba y evaluación del software.

### Nivel 3

- Se identificarán las funciones y trabajos más importantes y/o los componentes del software que están directamente subordinados a los ítems del nivel 2.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: ANEXO C. TARIFAS POR RECURSO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 4

## ANEXO C. TARIFAS POR RECURSO

Nivel	Categoría	Tarifa x Hora
Ing. Desarrollo	C	180
Ing. Desarrollo	B	180
Ing. Desarrollo	C	240
Analista	Jr	240
Analista	Sr	300
Consultor	Jr	240
Consultor	Sr	300
Líder de Proyecto	Jr	300
Líder de Proyecto	Sr	400
Gerente de Proyectos		500
Gerente de Tecnología		500
Dirección		700



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: ANEXO D. MODELO DE COSTOS

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 5

---

## ANEXO D. MODELO DE COSTOS

---

### OBJETIVO GENERAL

- ➔ Desarrollar un modelo de costos eficiente, a través de la definición e integración de las variables relacionadas para el cálculo del precio óptimo de venta de los proyectos.

---

### CONCEPTOS BÁSICOS

- ✍ *Modelo de Costos:* distribución por cada peso facturado.
- ✍ *Utilidades:* cantidad neta de dinero, que se espera obtener del proyecto.
- ✍ *Costos directos:* gastos variables que están en función del proyecto, asociados a los recursos humanos asignados a un proyecto. Por ejemplo, salarios, viáticos, etcétera.
- ✍ *Costos indirectos:* gastos fijos asociados al proyecto, que no están asociados directamente, por ejemplo: renta del inmueble, energía eléctrica, mantenimiento de las instalaciones, etcétera.
- ✍ *Costos de venta:* es la cantidad de dinero proporcionado por concepto de comisión.
- ✍ *Precio de venta:* es el precio de venta real, bajo el cual se factura al cliente.

## MODELO DE COSTOS

La ecuación fundamental para el cálculo del precio de venta del proyecto esta dado por la siguiente expresión:

$$PV = \%U * PV + \%CI * PV + \%CV * PV + CDT$$

Donde:

- PV = precio de venta
- %U = porcentaje de utilidades
- %CI = porcentaje de costos indirectos
- %CV = porcentaje del costo de venta
- CDT = costo directo total

Realizando las operaciones matemáticas adecuadas tenemos finalmente que el precio de venta estará dado por la siguiente ecuación:

$$PV = CDT / (1 - (\%U + \%CI + \%CV)) \dots\dots\dots(et)$$



El costo directo total esta dado por la siguiente ecuación:

$$CDt = \sum CD_i + \sum CA_i + \sum TO_i, \text{ con } i = 1 \dots n \dots \dots \dots (e2)$$

Donde:

- I = número de recursos asignados al proyecto.
- CD = costo directo por recurso asignado
- CA = costos de capacitación por recurso
- TO = costos asociados al tiempo ocioso por recurso al finalizar el proyecto.

Para el calculo de cada una de las variables asociadas al CDt tenemos que:

$$CD = SD * nDias \dots \dots \dots (e3)$$

Donde :

- SD = sueldo diario que percibe el recurso
- SD = Sueldo bruto \* Factor de integración/22
- nDias = número de días que participará en el proyecto.

$$CA = CD * \%Ca / Fi(1 - \%To) \dots \dots \dots (e4)$$

Donde:

- %Ca = porcentaje de capacitación del recurso
- %To = porcentaje de tiempo ocioso una vez terminado el proyecto.

$$TO = CD * \%To / (1 - \%To) \dots \dots \dots (e5)$$

Donde:

- %To = porcentaje de tiempo ocioso del recurso



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: ANEXO D. MODELO DE COSTOS

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 8

## MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL PRECIO DE VENTA DE UN PROYECTO

- ✗ **Paso 1.** Establecer los porcentajes de utilidades, costos de venta y costos indirectos del proyecto.
- ✗ **Paso 2.** Obtener, conocer o establecer la siguiente información:
- ☞ El sueldo bruto de cada uno de los recursos por asignar al proyecto.
  - ☞ El factor de integración establecido para cada uno de los recursos.
  - ☞ El número de días estimado que participará en el desarrollo del proyecto.
  - ☞ El porcentaje de capacitación otorgado.
  - ☞ El porcentaje estimado de tiempo ocioso de los recursos.
- ✗ **Paso 3.** Calcular el costo directo de cada uno de los recursos.  
 $CD = SD * nDias \dots\dots\dots(e3)$
- ✗ **Paso 4.** Calcular el costo de capacitación de cada uno de los recursos.  
 $CA = CD * \%Ca / Fi(1 - \%To) \dots\dots\dots(e4)$
- ✗ **Paso 5.** Calcular el costo por tiempo ocioso de cada uno de los recursos.  
 $TO = CD * \%To / (1 - \%To) \dots\dots\dots(e5)$
- ✗ **Paso 6.** Calcular el costo directo total del proyecto.  
 $CDt = \sum CDi + \sum CAi + \sum TOi$ , con  $i = 1, \dots, n \dots\dots(e2)$
- ✗ **Paso 7.** calculo

del costo directo total del proyecto, se obtiene el precio de venta del proyecto:

$$PV = CDt / (1 - (\%U + \%CI + \%CV)) \dots\dots\dots(e1)$$



---

# ANEXO E

## INTEGRACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

---

### INTEGRACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Para la realización de las actividades que conforman el plan de trabajo, se requiere de recursos humanos idóneos en cantidad y calidad, que integrarán el equipo de trabajo.

- Para determinar el número de recursos humanos, se deberá prever:
  1. El perfil de los recursos, determinando las habilidades técnicas que se requieren de estos recursos de acuerdo a la naturaleza del proyecto.
  2. El número de elementos que se requieren, en acuerdo al tamaño y complejidad del proyecto.
  3. Durante cuánto tiempo se requieren, es decir se deben determinar las fases en las cuales participarán los recursos.
- La estimación y nivel de los recursos dependerá directamente de la capacidad y experiencia del Administrador o Director de área, así como de la mayor o menor familiaridad en realizar ese tipo de proyectos.
- Se deberá por tanto establecer el encadenamiento o secuencia más lógica y conveniente entre las diversas actividades a realizar.

## ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

- A cada uno de los miembros del equipo de trabajo se le asignará el rol específico que desempeñarán en el transcurso del proyecto, en acuerdo a su perfil y habilidades técnicas.
- El diagrama E-1 muestra la estructura organizacional básica que todo proyecto de construcción de software debe tener.

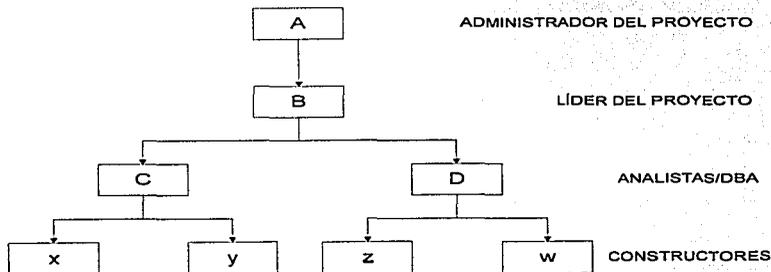


Figura E-1. Estructura Organizacional Básica para el desarrollo de un proyecto de Software.

- El número y perfil de los recursos estará en función de la naturaleza, tamaño y complejidad del proyecto.



Aún cuando este esquema es jerárquico, es solo para efectos de coordinación administrativa. En la práctica y desde el punto de vista de desarrollo del trabajo, se fomenta la interacción sin niveles.

## ANEXO F TÉCNICA WBS Y GRÁFICOS DE GANTT

### TÉCNICA WBS Y MATRIZ DE GANTT

Para iniciar la planeación del proyecto se deben identificar y definir las actividades a realizar en el proyecto en forma detallada, para ello se empleará WBS y Gantt.

- El WBS básico contempla cinco niveles:
  1. Estrategia total
  2. Proyecto
  3. Tarea
  4. Subtarea
  5. Actividad específica
- Al desarrollar el WBS del proyecto no se debe subestimar ningún nivel.
- Una vez desarrollado el WBS, se aplicará las técnica de gráficas de Gantt, de la siguiente forma:
- Elabore una matriz que contenga la siguiente información:

PROYECTO:		DURACIÓN		
N°	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA TERMINACIÓN	DURACIÓN

- La enumeración de las actividades, ha de ir acompañada de una descripción concreta que permita comprender su razón de ser, su contenido, el resultado esperado y las condiciones de ejecución.

## ANEXO H. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Para analizar y definir las funciones y responsabilidades de los integrantes del equipo de trabajo del proyecto, se usará la matriz de responsabilidades, que es una matriz o cuadro de doble entrada con el siguiente contenido:

PROYECTO:	PARTICIPANTES						
ACTIVIDAD	X	Y	Z	A	B	C	D
1	R	D				A	P
2			D	R			A
3		R					A
4	R	D					
.							
.							
.							
N							

Donde: R = Responsable, D = Desarrollador, P = Prueba y A = Autoriza.

- En las filas se listan las actividades principales que es necesario realizar para el desarrollo del proyecto.
- En las columnas se listan los responsables o integrantes del equipo de trabajo con responsabilidad y capacidad para tomar decisiones dentro del proyecto.
- En las intersecciones de las columnas se indica el grado de autoridad o poder de cada responsable o integrante en cada actividad, utilizando R = Responsable, D = Desarrollador, P = Prueba y A = Autoriza.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: ANEXO I. COMO OFRECER RETROALIMENTACIÓN

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 13

## ANEXO I. COMO OFRECER RETROALIMENTACIÓN

La guía más importante cuando se está dando retroalimentación es tratar solamente con lo que se puede observar; esto limita su conversación a las acciones y resultados, ya que usted no puede ver las intenciones de los demás.

Al ofrecer retroalimentación positiva describa las acciones y resultados de una manera directa e incluya alguna frase apropiada de su reacción. Por ejemplo, quizá pueda decirle a alguien: "¡como se quedó hasta tarde anoche para terminar su trabajo, se pudo adelantar el proyecto de acuerdo con los planes! ¡Muchas gracias por su cooperación!". Es importante este tipo de frases para motivar a los miembros del equipo de trabajo.

La retroalimentación negativa se puede manejar de la misma forma, pero falta un elemento muy importante: cómo el miembro del equipo debe enfrentarse a situaciones similares en un futuro. La siguiente secuencia ofrece posibilidades de mayor eficacia:

1. Describa las acciones y resultados observados.
2. Pregunte al individuo si éstos eran los resultados que quería.
3. Al recibir un "¡No!" como respuesta, pregunte qué otras acciones producirían los resultados deseados.
4. Discuta diferentes cursos alternativos de acción.
5. Póngase de acuerdo sobre la forma de hacerle frente a situaciones similares si volvieran a ocurrir en un futuro.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 14

---

## ANEXO J. FORMATOS ESTÁNDAR Y GUÍAS PARA SU ELABORACIÓN

---

### ÍNDICE DE FORMATOS

ENTREVISTA

PROPUESTA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE GANTT

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

PLAN DE TRABAJO

REPORTE DE AVANCE

EVALUACIÓN PARA PARTICIPANTES

MODELO DE EVALUACION DEL PROYECTO

## GUÍA DE ELABORACIÓN DE UN RESUMEN DE ENTREVISTA

Un resumen de entrevista contiene las siguientes secciones:

- 1) Encabezado, en el que se incluyen el logo del cliente, el nombre del proyecto, el asunto por el cual se realizó la entrevista y el lugar en que se llevo a cabo. También contendrá la fecha y hora de la entrevista y las iniciales de la persona que elaboró el resumen de la entrevista.
- 2) Participantes involucrados en la entrevista. Los datos que deberán ser incluidos en esta sección son: a) el título, b) nombre completo del participante y c) las iniciales de la empresa o institución a la cual pertenece.
- 3) Temas tratados: el objetivo principal de esta sección es enumerar concretamente los temas abordados durante la entrevista.
- 4) Desglose de los temas tratados. Se deberán describir detalladamente los procesos o procedimientos descritos durante la entrevista en forma detallada, con el fin de apoyar posteriormente la fase de análisis.
- 5) Acuerdos y fechas compromiso. Si durante la entrevista se establecieron compromisos o acuerdos, tales como: entrega de documentación, asistir a una visita de campo, etc. se deberá registrar en el resumen de entrevista lo siguiente:
  - a) Enumere el acuerdo.
  - b) Describa brevemente el acuerdo
  - c) Defina el responsable que deberá cumplir el acuerdo.
  - d) Establezca la fecha compromiso en la cual deberá cumplirse el acuerdo.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO: ANEXO J. GUÍA DE ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE TRABAJO

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 16

## GUÍA DE ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE TRABAJO

Una propuesta de trabajo, en general tendrá la estructura mostrada en el formato anterior.

### 1) Descripción del proyecto.

El objeto de esta sección es presentar en forma global los antecedentes, problemática detectada del proyecto, al alcance del estudio realizado, una descripción genérica de las estrategias de solución y los productos que serían generados como resultado final del proyecto.

### 2) Planeación del proyecto.

Con base en el análisis preliminar efectuado por los consultores, se establece un plan preliminar del proyecto, se estima la duración del proyecto y se cuantifican los recursos a integrar al proyecto. Así mismo, se indica el mecanismo de control del proyecto.

### 3) Propuesta económica.

Se realiza la estimación del costo total del proyecto con base en los resultados obtenidos del modelo de costos.



MANUAL : METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE PROYECTOS

TÍTULO : ANEXO J. GUÍA DE ELABORACION DE REPORTES DE AVANCE

REVISIÓN: ArCr

FECHA: JUNIO/1997

HOJA: 17

## GUÍA DE ELABORACIÓN DE REPORTES DE AVANCE

Un reporte de avance contiene las siguientes secciones:

Encabezado, en el que se debe incluir lo siguiente:

- a) El logo del cliente
- b) Nombre del proyecto
- c) Rango de fechas que abarca el reporte de avance
- d) Título y nombre completo de las personas a las cuales se les deberá entregar copia del reporte de avance.

### 1) Actividades Realizadas

- El objeto de esta sección es de presentar esquemáticamente en forma global todas las tareas realizadas en el periodo de tiempo que incluye el reporte.
- Las actividades estarán divididas en acuerdo a la fase que correspondan y enumeradas de acuerdo con el plan de trabajo.
- Deberá incluirse los productos generados en las actividades, el porcentaje de avance y el incremento en este.

### 2) Desviaciones, causas, efectos y acciones.

- En esta sección se enumeran las causas que interfirieron en el desarrollo del plan de trabajo, las actividades que se vieron afectadas, los efectos que causó y las acciones correctivas, que en su caso se tomaran para disminuir el impacto en el desempeño del proyecto.

### 3) Avance del proyecto.

- El objetivo principal de esta sección, es el de mostrar la situación que guarda el proyecto en cuanto al tiempo. De esta manera se puede hacer un comparativo entre el tiempo real y el tiempo estimado en el plan de trabajo, visualizando porcentajes de avance para detectar posibles desviaciones y evaluar el impacto en el desarrollo global del proyecto.

### 4) Actividades por realizar en el siguiente periodo.

- De la misma forma que se presentaron al principio del informe las actividades que fueron realizadas en el periodo, se presentará otro apartado en el que se esquematicen en forma global todas las tareas que serán realizadas en el próximo periodo.



# RESUMEN DE ENTREVISTA

LOGO DEL CLIENTE	PROYECTO :	FECHA: DD/MM/AA
	ASUNTO:	HORA: 00:00 HRS.
	LUGAR :	ELABORA: NoAp

**PARTICIPANTES:**

- 
- 

**DURACIÓN:** Min.

**NOTA:**

En caso de existir alguna duda de este resumen, o de considerar que algun concepto no haya sido correctamente planteado, debera comunicarse en un plazo maximo de una semana.  
De no recibirse observaciones, se considerara autorizado.

**TEMAS TRATADOS:**

1.

- o
- o
- o
- o

2.

- o
- o
- o
- o

**ACUERDOS Y FECHAS COMPROMISO:**

Nº

ACUERDO

RESPONSABLE

FECHA COMPROMISO



***Nombre del proyecto***

***PROPUESTA DE TRABAJO***

***Area o empresa usuaria***

# **1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

## **ANTECEDENTES**

♦

## **PROBLEMATICA GENERICA DETECTADA**

♦

## **CONCLUSIONES**

♦

## **OBJETIVO:**

♦

## **ALCANCE DEL ESTUDIO:**

## **DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE ACTIVIDADES:**

A)

B)

C)

D)

E)

## **PRODUCTOS ENTREGABLES:**

0

0

0

0

## 2 PLANEACIÓN DEL PROYECTO

### RESPONSABLE:

⇒

### FECHA DE INICIO DEL PROYECTO:

De inmediato, una vez firmado el Contrato y recibido el anticipo correspondiente.

### DURACIÓN

X meses contados a partir del inicio del Proyecto.

### RECURSOS REQUERIDOS

#### ⇒ Por parte de ENTIS

- ✓ 1 Líder de proyecto, 1 Analista, 1 DBA, 7 constructores.
- ✓ Disponibilidad por x meses

#### ⇒ Por parte de la Dirección General de Modernización Administrativa

✓

### CONTROL DEL PROYECTO

- ⇒ Reporte quincenal de avance.
- ⇒ Revisión del avance en la recepción de cada producto entregable.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA INTEGRAL DE AUTOMATIZACIÓN DE TRÁMITES  
Programa Tentativo de Trabajo

ACTIVIDAD	HRS.			MES E	
	ANALISTA	DBA	CONSTR.	01	02
1.- DIAGNÓSTICO GENERAL	80	80	80		
2.- ANÁLISIS DEL SISTEMA	80	80	80		
3.- DISEÑO DEL SISTEMA	120	80	80		
TOTALES	240	240	240		

### 3 PROPUESTA ECONÓMICA

#### COSTO DEL PROYECTO

Se han efectuado estimaciones de acuerdo a los estándares de ENTIS, para proyectos similares. Se utilizan métricas de medición basadas en las Metodologías Estructuradas de Desarrollo de Sistemas.

#### ESTIMACION DE COSTOS

	TOTAL HRS. ANALISTA	TOTAL HRS. CONSULTOR JR.	TOTAL HRS. CONSULTOR SR.	TOTAL	I.V.A.	TOTAL
DIAGNOSTICO GENERAL	XX	XX		XX	XX	XX
ANALISIS DE LOS SISTEMAS	XX	XX		XX	XX	XX
DISEÑO DE LOS SISTEMAS	XX	XX		XX	XX	XX
	XX	XX		XX	XX	XX
Tarifas: Analista	XX		XX			
Consultor Jr.	XX		XX			
Consultor Sr.	XX		XX			

## **4 CONDICIONES GENERALES**

### **TARIFAS**

Las tarifas establecidas por parte de ENTIS, son las siguientes (Honorarios en nuevos pesos; hay que agregar el I.V.A.)

- ≡ Consultor Asociado: N\$ xyz /hr<sup>1</sup>.
- ≡ Coordinador de Proyecto: N\$ xyz /hr.
- ≡ Analista/Consultor Jr.: N\$ xyz /hr.

- ≡ La cotización presentada está elaborada en base a una estimación de horas del alcance del proyecto. Esta se tomará como base para el cobro del proyecto.

### **FORMA DE PAGO:**

- ≡ Contra entrega de los productos comprometidos. Se estima el siguiente calendario:

\* Los importes mostrados ya incluyen el I.V.A. correspondiente

### **GARANTÍA**

ENTIS garantiza por 3 meses la corrección de cualquier error o falla que llegara a detectarse, que pueda ser imputable a la misma.

### **ACEPTACIÓN**

Se entenderán por aceptadas las condiciones aquí expuestas, y en general todo lo contenido en esta propuesta, con la sola firma al calce de la persona responsable de su autorización. En caso de requerir algún contrato específico, éste será elaborado, revisado, acordado y aprobado en su oportunidad.

**Consultor Asociado**  
**ENTIS, S.A.**

**Cliente**

---

<sup>1</sup> Consideración especial





LOGO  
CLIENTE



**NOMBRE DEL PROYECTO**  
**Reporte de Avance**  
Periodo: del DD/MMM/AA al DD/MMM/AA

**DISTRIBUCIÓN**


**1) ACTIVIDADES REALIZADAS**

1.- DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	Productos	%A	INC
a) Descripción de las actividades	•		

2.- DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	Productos	%A	INC
a) Descripción de las actividades	•		

**2) DESVIACIONES, CAUSAS, EFECTOS Y ACCIONES**

<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD CON PROBLEMAS.</b>
a) CAUSAS: <ul style="list-style-type: none"><li>• Descripción de las causas de desviación.</li></ul>
b) EFECTOS: <ul style="list-style-type: none"><li>• Efectos que se produjeron.</li></ul>
c) ACCIONES: <ul style="list-style-type: none"><li>• Acciones correctivas, para corregir la desviación</li></ul>

LOGO  
CLIENTE



**NOMBRE DEL PROYECTO**  
**Reporte de Avance**  
Periodo: del DD/MMM/AA al DD/MMM/AA

**3) AVANCE DEL PROYECTO**

Planeado: xx%      Real: xx %      Desviación: -xx%

**4) ACTIVIDADES POR REALIZAR EN EL SIGUIENTE PERIODO**

I.- Descripción de la actividad:

- 

**5) ACUERDOS TOMADOS EN LA REVISIÓN DEL REPORTE DE AVANCE DEL PERIODO ANTERIOR.**

I.- DESCRIPCIÓN DEL ACUERDO TOMADO

- Acciones a realizar con base en el acuerdo.

Fecha de Evaluación: \_\_\_\_\_

Persona que realiza la evaluación: \_\_\_\_\_

Persona evaluada: \_\_\_\_\_

Rol desempeñado: \_\_\_\_\_

PROYECTO: \_\_\_\_\_

1. ¿Acepta sugerencias del líder y del resto del equipo de trabajo?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
2. ¿Ofrece resultados de calidad, sin errores?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
3. ¿Termina las actividades asignadas de acuerdo al compromiso establecido?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
4. ¿Mejora los resultados esperados en términos del tiempo, esfuerzo y recursos?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
5. ¿Solicita ayuda al líder o compañeros cuando lo necesita?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
6. ¿Propone ideas para mejorar los resultados del grupo?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
7. ¿Genera alternativas de solución a las situaciones que se presentan en el desarrollo del proyecto?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
8. ¿Mantiene al líder informado de sus resultados?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
9. ¿Ayuda espontáneamente al resto del grupo en el logro de los objetivos del proyecto?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
10. ¿Su participación en las juntas de trabajo ayuda a alcanzar los objetivos planteados?  
 Escasamente       Con frecuencia       Siempre       A veces
11. ¿Cómo clasificaría su actitud?  
 Reactiva       Inactiva       Interactiva       Proactiva

Fecha de Evaluación: \_\_\_\_\_

Persona que realiza la evaluación: \_\_\_\_\_

Rol desempeñado: \_\_\_\_\_

PROYECTO: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuán cerca de la fecha fijada para su terminación se completó el proyecto?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. ¿Qué aprendimos sobre la planificación que pueda ayudarnos en nuestro próximo proyecto?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Cuán cerca del presupuesto estuvo el costo final?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. ¿Qué aprendimos sobre el presupuesto que pueda ayudarnos en nuestro próximo proyecto?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Al concluirse el proyecto, ¿se ajustaron sus resultados con las especificaciones del cliente sin necesidad de trabajo adicional?

---

---

---

6. si se necesitó trabajo adicional, por favor descríbalo:

---

---

---

7. ¿Qué aprendimos sobre cómo escribir las especificaciones que pueda ayudarnos en nuestro próximo proyecto?

---

---

---

8. ¿Qué aprendimos sobre cómo emplear el personal que pueda ayudarnos en nuestro próximo proyecto?

---

---

---

9. ¿Qué aprendimos sobre la supervisión de la ejecución que pueda ayudarnos en nuestro próximo proyecto?

---

---

---

15. ¿Si tuviéramos la oportunidad de volver a hacer todo el proyecto, ¿qué haríamos de diferente manera?

---

---

---

---

10. ¿Qué aprendimos sobre cómo corregir la manera de ayudarnos en nuestro próximo proyecto?

---

---

---

11. ¿Qué adelantos técnicos se hicieron en este proyecto?

---

---

---

12. ¿Qué herramientas y técnicas se desarrollaron que puedan ser útiles en nuestro próximo proyecto?

---

---

---

13. ¿Qué recomendaciones tenemos para la investigación y el desarrollo futuros?

---

---

---

14. ¿Qué lecciones aprendimos en nuestro trato con las organizaciones externas?

---

---

---



## *Conclusiones*

---

Al término del presente trabajo de investigación podemos concluir lo siguiente:

- Los proyectos de construcción de software por su naturaleza diversa, son complejos y difíciles de construir, si no se cuenta con esquemas de trabajo formales, tales como metodologías de desarrollo, administración y control.
- La Administración de Proyectos es una disciplina compleja, que requiere de técnicas y herramientas formales, que faciliten su labor, ya que una mala o inexistente administración marca el éxito o el fracaso de un proyecto de construcción de software.
- Cada una de las fases que conforman la Administración de Proyectos, involucra aspectos de alto riesgo, por ejemplo, la planeación es sin duda un punto medular, debido a que es la base de la que inicia un proyecto.
- La Ingeniería de Software es una disciplina que integra métodos, técnicas y herramientas de la ingeniería, para el desarrollo y administración de proyectos de software, las cuales permiten obtener productos de alta calidad con un costo óptimo y dentro de las fechas establecidas.
- Muchos son los métodos y técnicas que integra la ingeniería de software para la administración y control de un proyecto, sin embargo, no todos ellos son aplicables a un proyecto, ya que su alto grado de complejidad y formalidad los tornan difíciles de llevarlos a la práctica.
- La Metodología Integral para la Administración y el Control de Proyectos de Software creada, utiliza técnicas sencillas de Ingeniería de software, las cuales permiten un proceso de desarrollo ordenado, manteniendo a todas las partes involucradas enfocadas hacia los objetivos del proyecto y fechas establecidas.

## *Conclusiones*

---

- Esta metodología fue desarrollado para apoyo interno de la Empresa ENTIS, pero puede ser fácilmente adaptada, para su implantación a otras organizaciones.
- Al ingresar al mundo laboral de la informática al terminar mis estudios profesionales e ingresar a los estudios de postgrado, mis intereses se orientaron a la creación de metodologías estándar, como herramientas de apoyo para el desarrollo de aplicaciones automatizadas, esto ha constituido todo un reto, sin embargo es un campo que en lo personal me fascina, es por ello de mi elección de este tema como tema de tesis.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Actividad

---

Es un trabajo individual que tiene un comienzo y un fin. Tiene una duración determinada. No existe un número determinado de actividades que deba tener un programa, pero deben ser las suficientes para controlar el programa.

---

Calidad

---

Manera de hacer una actividad; valía excelencia de un resultado.

---

Causa

---

Lo que hace que un problema exista, origen, principio, razón, motivo.

---

Comunicación

---

Hacer partícipe a otro de lo que uno conoce o tiene, acción y efecto de comunicar. Dentro de un proyecto es prioritario que los Participantes tengan buena comunicación entre si (horizontal), así como con el Responsable del Proyecto y de la Gerencia (vertical)..

---



<input type="checkbox"/> Control	Evaluación y medición de la ejecución de los planes, con el fin de detectar y prevenir desviaciones, para establecer las medidas correctivas necesarias.
<input type="checkbox"/> Delegación	Asignación a un subordinado, de responsabilidad y autoridad para cumplir un objetivo, realizar una tarea y/u obtener un resultado específico.
<input type="checkbox"/> Dirección	Es la ejecución de los planes de acuerdo con la estructura organizacional, mediante la guía de los esfuerzos del grupo social a través de la motivación, la comunicación y la supervisión.
<input type="checkbox"/> Empresa	Conjunto de recursos y elementos económicos, materiales, técnicos y humanos que actúan en forma coordinada para producir determinados bienes y servicios.
<input type="checkbox"/> Errores	Idea falsa o equivocada, desacierto en realizar una actividad.
<input type="checkbox"/> Escenario	Ambiente, medio, circunstancias que rodean a algo o alguien.
<input type="checkbox"/> Estrategia	Por estrategia entendemos el conjunto de acciones de una organización orientadas al logro de sus objetivos, tomando en consideración sus condiciones internas y los factores de su entorno.



Estructura

---

Por estructura entendemos el conjunto de relaciones de trabajo expresamente establecidas para facilitar el logro de los objetivos de la organización. La estructura comprende la división del trabajo en unidades organizativas y puestos, la jerarquía de autoridad y las líneas formales de comunicación.

Estructura de Proyectos

---

La estructura de "proyectos", como su nombre lo indica, tiene como criterio básico la división por proyectos, es decir, por conjuntos organizados de actividades, que persiguen el logro de un objetivo definido y que dejan de existir cuando el proyecto finaliza.

Etapa

---

Período que media entre dos puntos importantes de una acción o proceso. Un proyecto se divide en etapas que se subdividen en actividades.

Función

---

Grupo de actividades afines y coordinadas, necesarias para alcanzar los objetivos del grupo social, de cuyo ejercicio generalmente es responsable un órgano o unidad administrativa.

---



Objetivo

---

Es una situación futura definida como deseable en función de cuyo logro se orienta la acción. Los objetivos son metas. Se utilizan estos términos en forma indistinta: ¿Qué significan estos términos? Se refieren a los fines deseados futuros que la Administración busca. Ofrecen la dirección para todas las decisiones administrativas y conforman el criterio respecto al cual pueden medirse los logros reales. Es por estas razones que son el fundamento de la planeación.

Organización

---

Es el establecimiento de la estructura necesaria para la sistematización racional de los recursos, mediante la determinación de jerarquías, disposición, correlación y agrupación de actividades, con el fin de poder realizarse y simplificar las funciones del equipo de trabajo.

Organización  
del proyecto

del

---

Conjunto de entes participantes en un proyecto (personas o áreas), de quienes se define la función que se ejecutan dentro del mismo, especificando un orden jerárquico de quién es responsable y quiénes participante.

Participantes

---

Personas que participan en un proyecto, a las que se les asignan actividades y se les piden resultados de las mismas.

---



- Plan
- 
- Programa, de talle de las cosas que hay que hacer para la ejecución de un proyecto o una acción.
- Planeación
- 
- Es la determinación de los objetivos y elección de los cursos de acción para lograrlos, con base en la investigación y elaboración de un esquema detallado que habrá de realizarse en un futuro.
- Planeación Estratégica
- 
- Es aquella que establece los lineamientos generales de la planeación, sirviendo de base a los demás planes (tácticos u operativos). Es diseñada por los miembros de mayor jerarquía de la empresa y su función consiste en regir la obtención, uso y disposición de los medios necesarios para alcanzar los objetivos generales de la organización. Es a largo plazo y comprende toda la empresa.
- Planeación Operativa
- 
- Se rige de acuerdo a los lineamientos establecidos por la planeación táctica, y su función consiste en la formulación y asignación de actividades más detalladas que deben ejecutar los últimos niveles jerárquicos de la empresa. Por lo general, determina las actividades que debe desarrollar el elemento humano. Los planes operativos son a corto plazo y se refieren a cada una de las unidades en que se divide
-



□ Planeación Táctica o Funcional

---

un área de actividad.

---

Determina planes más específicos, que se refieren a cada uno de los departamentos de la empresa y que se subordinan a los planes estratégicos. Es establecida y coordinada por los directivos de nivel medio (gerentes), con el fin de poner en práctica los recursos de la empresa. Los planes tácticos, por su establecimiento y su ejecución, se dan a mediano y corto plazo, y abarcan un área de actividad específica.

---

□ Planes

Los planes son el resultado del proceso de la planeación y pueden definirse como diseños o esquemas detallados de lo que habrá de hacerse en el futuro, y las especificaciones necesarias para realizarlos.

Con base al período establecido para su realización, se pueden clasificar en:

a) Corto plazo.

Cuando se determinan para realizarse en un término menor o igual a un año.

b) Mediano plazo.

Su delimitación es por un periodo de uno a tres años.

c) Largo plazo.

Son aquellos que se proyectan a un tiempo mayor de tres años.

---



- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Problema        | Cuestión o proposición dudosa que se trata de aclarar, cosa que representa una dificultad para el logro del objetivo del proyecto.  |
| <input type="checkbox"/> Procedimiento   | Sucesión cronológica o secuencia de operaciones concatenadas, necesarias para realizar una actividad.   |
| <input type="checkbox"/> Programa        | Un programa es un esquema en donde se establecen: la secuencia de actividades específicas que habrán de realizarse para alcanzar los objetivos, y el tiempo requerido para efectuar cada una de las partes y todos aquellos eventos involucrados en su consecución.                   |
| <input type="checkbox"/> Reglas          | Principio, precepto, base que se ha de seguir.  |
| <input type="checkbox"/> Responsabilidad | La obligación de un subordinado para ejecutar tareas que le han sido asignadas, o delegadas.  |
| <input type="checkbox"/> Responsable     | Persona que responde en un proyecto de los actos que alguien ejecuta o que otros hacen. Hay que cuidar que la responsabilidad no debe ser compartida, siempre debe existir un único responsable que adquiera el compromiso de cumplir un objetivo y de obtener el resultado esperado. |
| <input type="checkbox"/> Resultado       | Lo que resulta de una acción, de un hecho.  |



□ Rol

---

Rol es el conjunto de responsabilidades definidas que tiene cada persona dentro del equipo del proyecto con vistas a alcanzar un término exitoso de éste.

---

□ Tarea

---

Trabajo o Acción por realizar en un tiempo limitado, con un resultado definido que puede entender y realizar cualquier persona

---

## ANÁLISIS DE REDES<sup>1</sup>

El análisis de redes es una técnica para planear y controlar proyectos complejos y programar los recursos necesarios para los productos. Este objetivo se logra analizando las partes componentes de un proyecto y evaluando las relaciones secuenciales entre cada acontecimiento. Los resultados de este análisis se representan gráficamente como una red de actividades interrelacionadas.

### TÉCNICA BÁSICA

Las redes se construyen partiendo de los siguientes elementos básicos:

1. Hechos. Estos son etapas alcanzadas en un proyecto en las cuales se han completado todas las actividades anteriores y de las cuales se inician las actividades subsiguientes.
2. Nodos. Estos son círculos utilizados para representar un hecho, o acontecimiento, es decir, la iniciación o terminación de una tarea en un momento determinado.
3. Actividades. Estas son flechas que enlazan hechos e indican el tiempo o recursos que se emplearán para completar la tarea.

En la figura 1.2 aparece la secuencia básica que se observa en una red, donde los dos círculos representan sucesos del proyecto y la flecha que los une denota la actividad que se debe desarrollar a fin de avanzar del primer hecho o acontecimiento al segundo.

---

<sup>1</sup> Armstrong M., Manual de Técnicas Gerenciales, Ed. Herrera, Bogotá Colombia, 1988, p. 120



### REGLAS PARA CONSTRUIR REDES

Las reglas para construir redes son:

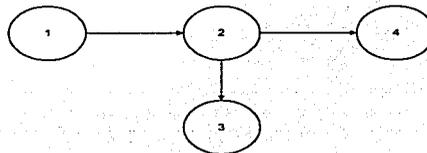
1. Ninguna actividad pendiente. Todas las actividades deben estar conectadas hasta el último hecho o acontecimiento. No se permite que aparezca aisladas como se ve en la figura 6.

Figura 6. Secuencia de una red básica



Fuente: Armstrong M., Manual de Técnicas Gerenciales.  
Ed. Herrera, Bogotá Colombia, 1988, p. 121

Figura 7. Una actividad pendiente

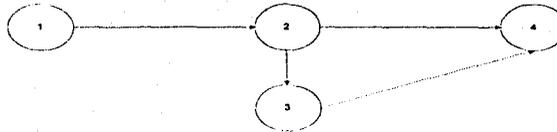


Fuente: Armstrong M., Manual de Técnicas Gerenciales.  
Ed. Herrera, Bogotá Colombia, 1988, p. 121

La actividad 3 está "colgando". O no es parte real del proyecto o tiene que conectarse directamente a 4 con una actividad que no consume tiempo o recursos. Este tipo de actividad se conoce como un "maniquí" y se representa por una línea quebrada, como se ve en la figura 7.



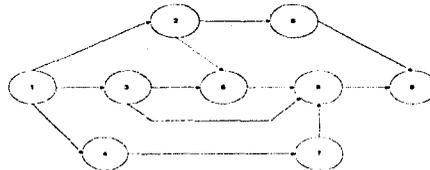
Figura 8. Una actividad maniquí introducida para evitar una actividad pendiente



Fuente: Armstrong M., Manual de Técnicas Gerenciales,  
Ed. Herrera, Bogotá Colombia, 1988, p. 122

2. Actividades maniquíes o virtudes, que se construyen no solamente para evitar la incertidumbre sino también para ligar hechos que son interdependientes, aun cuando en virtud de este vínculo no se consume tiempo ni recursos. Esto se ve en la figura 9 que es una red miniatura. Hay tres rutas de 1 a 6. Una de estas pasa directamente desde el 1 a través de los acontecimientos 2 y 3. La segunda también se extiende desde el 1 a través de los acontecimientos 4 y 5. Pero la actividad 3 a 6 no puede empezar hasta que no se haya completado la actividad 1 a 4. La línea quebrada de 4 a 3 es la tercera ruta, una actividad maniquí para la cual no se consume ningún tiempo ni recursos, pero sí indica que la actividad 3 a 6 depende de que se complete la 1 a 4.

Figura 9. Una red miniatura que contiene actividades maniquí



Fuente: Armstrong M., Manual de Técnicas Gerenciales,  
Ed. Herrera, Bogotá Colombia, 1988, p. 122

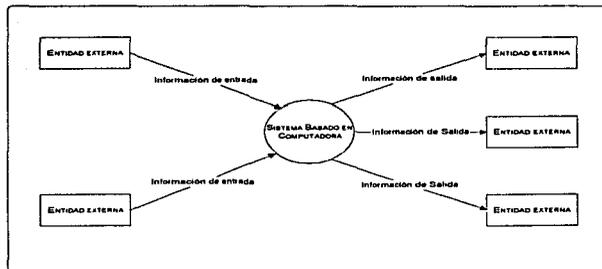
## TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURADO

### APÉNDICE C-1

#### DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS<sup>2</sup>

El diagrama de flujo de datos es una técnica gráfica que representa el flujo de la información y las transformaciones que se aplican a los datos al moverse desde la entrada hasta la salida. En la figura 10 se muestra la forma básica de un diagrama de flujo de datos.

Figura 10. Modelo de flujo de información



Fuente: Yaurdon, E., Análisis Estructurado Moderno.  
Ed. Prentice Hall, 1993, p. 163

<sup>2</sup> Pressman, Roger S., Ingeniería del software. Un enfoque práctico, Ed. Mc Graw Hill, México, 1992, p. 140



### ○ ELEMENTOS DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS

Los diagramas de flujo de datos consisten en procesos, almacenadores, flujos de información y entidades externas.



---

□ Las entidades externas "External entity", también denominados productores o consumidores de información, son las entidades con las que el sistema se comunica, es por ello que residen fuera de los límites del sistema a ser modelado. Generalmente se trata de personas, organizaciones, documentos, sistemas de cómputo externos u otros objetos que proporcionen o consuman información del sistema

---

□ Los procesos se representan por medio de círculos, o burbujas en el diagrama. Representan las diversas funciones individuales que el sistema lleva a cabo.

---

□ Los flujos de datos "Data Flow" se muestran por medio de flechas curvas; la cabeza de la flecha indica la dirección del flujo de datos, el cual representa la información de dichos procesos requieren como entrada o la información que generan como salida.

---

□ Los almacenadores "Data store", se representan por medio de dos líneas paralelas, y se utilizan para almacenar datos que serán utilizados por uno o más procesos.

---



### ○ NIVELES DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS

A través del uso de los diagramas de flujo de datos se puede representar un sistema o aplicación a cualquier nivel de abstracción, dado que, los DFD's pueden ser refinados en niveles que representen un mayor flujo de información y un mayor detalle funcional. Éstos niveles comprenden desde el diagrama de contexto, diagrama de nivel 0 y diagramas de nivel 1,2,3...N.

### ○ DIAGRAMA DE CONTEXTO

El primer nivel de un DFD es el diagrama de Contexto, en donde a través de una sola burbuja se representa al sistema completo, con datos de entrada y de salida respectivamente.

El diagrama de contexto enfatiza las siguientes características importantes del sistema:

- Las personas, organizaciones y sistemas con los que se comunica el sistema; Se conocen como entidades externas, agentes externos o actores.
- Los datos que el sistema recibe del mundo exterior y que deben procesarse de alguna forma.
- Los datos que el sistema produce y que se envían al mundo exterior.
- Los almacenes de datos que el sistema produce y que se envían al mundo exterior.
- La frontera entre el sistema y el mundo exterior

### ○ DIAGRAMA DE NIVEL 0

A través del diagrama de nivel 0 se representan los procesos principales de la Aplicación que se esta modelando, los cuales al llevarse a cabo el refinamiento sucesivo se irán explotando en diagramas de nivel inferior.



### ○ DIAGRAMAS DE NIVEL 1,2,3...N

Estos diagramas son el resultado del refinamiento de cada una de las burbujas en distintos niveles para mostrar un mayor detalle. Es importante señalar que se debe mantener la continuidad del flujo de información, es decir, que las entradas y las salidas de cada refinamiento deben ser las mismas.

### ○ REGLAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DFD

- ♣ Asignar nombres con significado para los procesos, flujos, almacenes y agentes externos.
- ♣ Numerar los procesos en forma decimal, p.e. 1.0, 1.1, 1.2. Los números sirven para relacionar adecuadamente una burbuja con el siguiente nivel del DFD que la describe más a fondo.
- ♣ Redibujar el DFD tantas veces como sea necesario.
- ♣ Evitar los DFD excesivamente complejos.
- ♣ Asegurarse de que el DFD sea internamente consistente y que también lo sea cualesquiera DFD relacionado con él.

### ○ CARACTERÍSTICAS DE LOS DFD

En la elaboración de los DFD's, se debe observar que cumplan con las siguientes características:

#### 1. Consistencia

La consistencia se obtiene al evitar sumideros infinitos, burbujas que tienen entradas pero no salidas, burbujas de generación espontánea que tienen salidas sin tener entradas.

#### 2. Balance

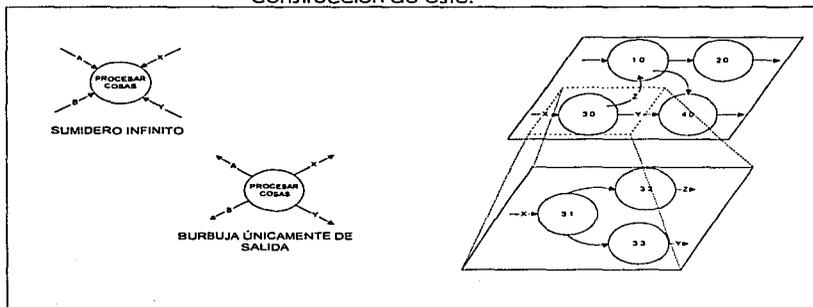
El nivel de balance compara las entradas a, y salidas de un proceso en un diagrama padre con los flujos de salida de un diagrama hijo. Es decir, los



flujos de información que entran a un DFD hijo, deben estar representados en el padre por los mismos flujos de información.

La figura 11 muestra las características de un DFD que debe poseer y otras que deben observarse en la construcción de este.

Figura 11. Características que un DFD debe poseer y otras que deben observarse en la construcción de este.



Fuente: Apuntes de Metodología Estructurada.  
ENTIS S.C., 1996, p. 23



## APÉNDICE C-II

### DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

La descripción de procesos, se utiliza para describir todos los procesos del modelo funcional que aparecen en el nivel final de refinamiento, con el propósito de definir lo que debe hacerse para transformar entradas en salidas, a través de narrativas textuales o descripciones en lenguaje estructurado, que servirán como guía para el diseño del componente de programa que implementará el proceso.

---

En la especificación de procesos en general se describe lo siguiente:

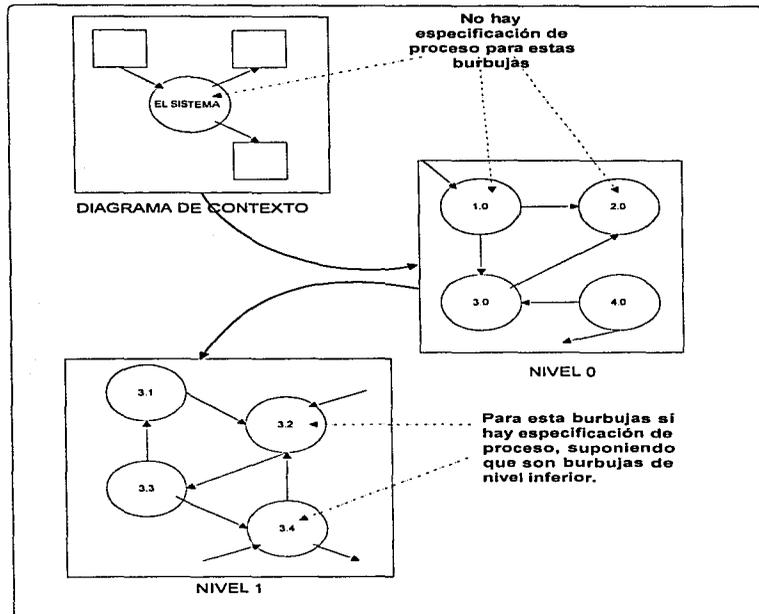
- La información que entra y la que sale del módulo (una descripción de la interfaz).
- La información que es retenida en el módulo.
- Una explicación del procedimiento, que indique los principales puntos de decisión y las tareas.
- Un breve tratamiento de las restricciones.

Una descripción de procesos no necesariamente debe realizarse empleando el lenguaje estructurado, también pueden emplearse narrativas textuales que indiquen la función del proceso, las funciones o procedimientos y los parámetros de entrada y salida de tales funciones, sin llegar a detallar.

La figura 12 resume el procedimiento a través del cual se realiza la especificación de procesos.



Figura 12. Especificación de procesos



Fuente: Yourdon, E., Análisis Estructurado Moderno,  
Ed. Prentice Hall, 1993, p. 191



## APÉNDICE C-III

### DICCIONARIO DE DATOS<sup>3</sup>

El diccionario de datos es una lista organizada que contiene las definiciones precisas de todos los datos del sistema: entradas, salidas, almacenadores, atributos, procesos y cualquier otro elemento pertinente al sistema.

#### ○ FUNCIONES DEL DICCIONARIO DE DATOS

Algunas de las funciones que el diccionario de datos desempeña en la fase de análisis son las siguientes:

- Describir el significado de los flujos y almacenados representados en los DFD's.
- Describir la composición de los grupos de datos que se mueven a lo largo de los flujos.
- Describir la composición de los grupos de datos que se guardan en los almacenadores.
- Especificar cuales entidades elementales de datos circulan por los flujos guardados en los almacenadores de datos.
- Especificar los valores permitidos para cada unidad elemental de datos.
- Describir los detalles de las relaciones representadas en un diagrama entidad relación.

#### ○ NOTACIÓN DEL DICCIONARIO DE DATOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
=	Está compuesto de
+	y
( )	Elemento optativo (puede estar presente o ausente)
{ }	Repetición o iteración
[ ]	Seleccionar una o varias alternativas
**	Comentario
	Separador de opciones alternativas

<sup>3</sup> Yourdon, E., Análisis Estructurado Moderno, Ed. Prentice Hall, 1993, pp 211-222



- MANTENIMIENTO DEL DICCIONARIO DE DATOS
  - Definir cada flujo del DFD en el Diccionario de Datos
  - Definir todos los componentes de datos en el Diccionario de datos
  - Asegurarse de que un mismo dato no ha sido definido más de una vez en el Diccionario de datos.
  - Asegurarse de utilizar la notación correcta para cada entrada del diccionario de datos.
  - Mantener actualizado el diccionario de datos.



## APÉNDICE C-IV

### DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN<sup>4</sup>

El diagrama entidad relación es una herramienta del análisis estructurado que proporciona un conocimiento más amplio sobre los detalles de los almacenadores de datos y sus relaciones con los procesos dentro del modelo funcional.

El diagrama entidad relación es un modelo de red que describe con un alto nivel de abstracción la distribución de datos almacenados en un sistema.

#### ○ ELEMENTOS DEL DIAGRAMA DE ENTIDAD RELACIÓN

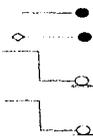
Un diagrama entidad relación está integrado por dos elementos básicos: entidades y relaciones.



□ Se representan por medio de un rectángulo en el diagrama. Esto representa una colección o conjunto de objetos reales o abstractos (personas, lugares, eventos, etcétera) del mundo real que tienen atributos comunes y que juegan algún papel en el desarrollo del sistema; pueden además ser identificados de manera única.

□ Una relación es una asociación entre dos entidades y representa un conjunto de conexiones entre objetos, instancias

<sup>4</sup> Yourdon, E., *Análisis Estructurado Moderno*, Ed. Prentice Hall, 1993, pp 260-282



o entidades. Las relaciones se representan a través de líneas, las cuales una vez establecidas, se evalúa cada extremo para determinar la cardinalidad, la cual puede ser:

- ◊ Simple: Para una relación 1:1
- ◊ Múltiple: Para las relaciones 1:N, 0:N y N:N.



## APÉNDICE C-V

### PROTOTIPOS

El prototipo es una representación de lo que el sistema realizará, por lo que es importante su funcionalidad, además permite la retroalimentación de información por parte del usuario durante la revisión del prototipo.

#### ○ MÉTODO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS

- Evaluación de la propuesta de trabajo para determinar si la aplicación a desarrollar es un buen candidato para la construcción de un prototipo.
- Antes de comenzar la construcción del prototipo, el analista debe representar los ámbitos de información funcional y de comportamiento del problema.
- Se crea un conjunto abreviado de especificaciones de diseño para el prototipo. Antes de que comience la construcción del prototipo, se debe llevar a cabo un diseño.
- Creación del software del prototipo, prueba y refinamiento. Se elabora el prototipo de la aplicación propuesta que comprende las funciones centrales, estructuras temporales y base de datos preliminar de acuerdo a los elementos obtenidos con anterioridad para mostrar su funcionalidad y como un medio efectivo de comunicación sobre el entendimiento del nuevo sistema.
- Revisión del prototipo. Una vez terminado y aprobado el prototipo, se realiza la presentación al cliente, para que "conduzca una prueba" de la aplicación y sugiera modificaciones.

---

<sup>5</sup> Pressman, Roger S., Ingeniería del software. Un enfoque práctico, Ed. Mc Graw Hill, México, 19993, pp 260-265



Es aquí donde el cliente puede examinar una representación implementada de los requisitos del software y sugerir modificaciones que harán que el software satisfaga mejor las necesidades reales.

- Repetición de los pasos 4 y 5 de forma iterativa, hasta que el prototipo evolucione en el sistema de producción.

Se realizarán las correcciones necesarias al modelo del sistema y al prototipo, de acuerdo a los comentarios obtenidos de la revisión con el usuario.



## APÉNDICE C-VI

### DIAGRAMA DE ÁRBOL O CARTAS DE ESTRUCTURA<sup>6</sup>

El diagrama de estructura es el modelo más común que muestra la organización jerárquica de módulos dentro de una tarea, en otras palabras se utiliza para modelar una jerarquía sincronizada de módulos en un sistema, entendiendo por sincronizada que sólo un módulo se ejecuta en un tiempo dado.

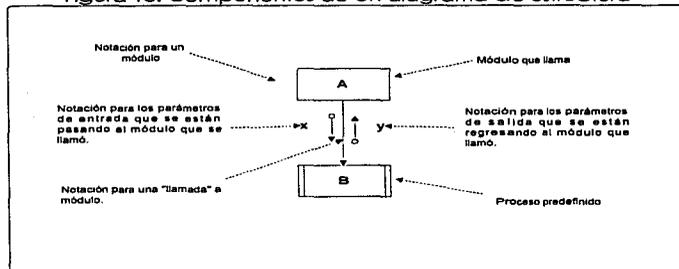
#### ○ ELEMENTOS DEL DIAGRAMA DE ESTRUCTURA

Los componentes de un diagrama de estructura son básicamente los siguientes:

- ◆ Módulo. El cual puede ser un módulo o proceso predefinido.
- ◆ Parámetros de entrada y salida
- ◆ Flujos de control
- ◆ Tablas

La figura 13 nos muestra esquemáticamente los componentes de un diagrama de estructura.

Figura 13. Componentes de un diagrama de estructura



Fuente: Yourdon, E., Análisis Estructurado Moderno.  
Ed. Prentice Hall, 1993. p. 231

<sup>6</sup> Yourdon, E., Análisis Estructurado Moderno, Ed. Prentice Hall, 1993, pp 330-335



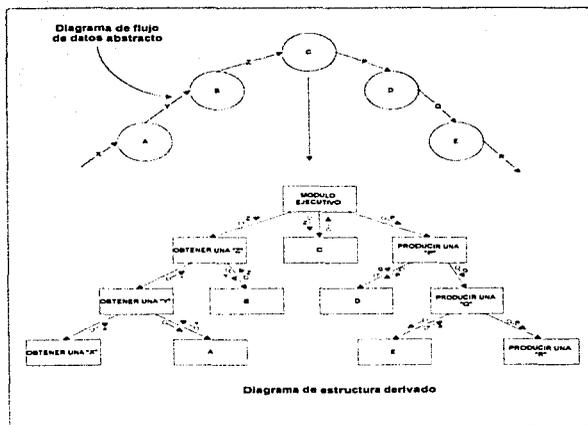
### ○ MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN DE UN DIAGRAMA DE ESTRUCTURA

A través del diseño centrado en la transformación se elabora un diagrama de estructura, este tipo de diseño hace las siguientes consideraciones:

- Cada burbuja de proceso en el diagrama de flujo se convierte en un módulo en el diagrama de estructura derivado.
- Además del módulo que realiza los procesos de flujo de datos, también contiene módulos destinados a coordinar y administrar la actividad global, y módulos que se encargan de traer entradas al sistema y obtener salidas de él.

La figura 14 nos muestra la estrategia de diseño centrado en las transformaciones.

Figura 14. Diagrama de Estructura



Fuente: Yourdon, E., Análisis Estructurado Moderno,  
Ed. Prentice Hall, 1993, p. 231

1. Hillier S. F & Lieberman J., *Introducción a la Investigación de Operaciones*, Ed. Mc Graw Hill, México, 1989.
2. Graham J. Robert, *Project Management As if People Mattered*, Ed. Primavera Press, United states of America, 1990.
3. García C. Melitón, *Desarrollo Integral de Automatización de Centros de Información y Documentación*, UNAM E.N.E.P. Acatlán, 1995.
4. Pereña Brand Jaime, *Dirección y gestión de proyectos*, Ed. Díaz de Santos S.A., Madrid España, 1991.
5. ENTIS, S.C., *Metodología Estructurada para el Desarrollo de Aplicaciones Cliente Servidor*, México, 1996.
6. Shtub A. & Bard F., *Project Management*, Ed. Prentice Hall, United States of America.
7. *Curso de Administración de Proyectos*, Software A.G., México, 1993.
8. Somerville, I., *Ingeniería de Software*, Ed. Addison Wesley Iberoamericana, México, 1988.
9. Blanchard, Benjamin S., *Administración de Ingeniería de Sistemas*, Ed. Megabyte, México, 1993.
10. Fairley Richard., *Ingeniería de Software*, Ed. Mc Graw-Hill, México, 1988.
11. Pressman S., *Ingeniería de Software*, Ed. Mc Graw-Hill, México, 1993.
12. Yourdon, E., *Análisis Estructurado Moderno*, Ed. Prentice Hall, México, 1993.
13. Armstrong, M., *Manual de Técnicas Gerenciales*, Ed. Herrera, Bogota Colombia, 1988.
14. *Manual del Diplomado de Administración de Proyectos*, ITAM, México, 1995.
15. Boehm B., *Software Engineering Economics*, Ed. Addison wesley, United Sates of America, 1966.

## *Literatura Recomendada*

---

1. Haynes, M., *Administración de Proyectos*, Ed. Iberoamericana, México, 1992.
2. Robbins, Stephen P., *Administración teoría y práctica*, Ed. Prentice Hall, México, 1987.
3. Ackoff, Russel, *Cápsulas de Ackoff, administración en pequeñas dosis*, Ed. Limusa, México, 1995.
4. Ackoff, Russel, *Planificación de la empresa del futuro*, Ed. Limusa, México, 1995.
5. Mintzberg Henry, *El proceso estratégico*, Ed. Prentice Hall, México, 1993.
6. Navarro Orta Flor María, *La planeación estratégica en el proceso de la auditoría en informática*, UNAM Campus Acatlán, Seminario-Taller Extracurricular "El análisis de la Planeación", México, 1997.
7. Quintana Mejía Saul, *La planeación en los proyectos de sistemas de información*, UNAM Campus Acatlán, Seminario Taller-Extracurricular "El análisis de la Planeación", México, 1997.
8. Vidals Campos Aída, *La planeación de requerimientos en la calidad del software*, UNAM Campus Acatlán, Seminario-Taller Extracurricular "El Análisis de la planeación", México, 1997.
9. López Perez Reyna, *Elementos de medición del software en su etapa de prueba*, UNAM Campus Acatlán, Seminario Taller-Extracurricular "El Análisis de la planeación", México, 1997.