

~~01164~~  
01146.  
Zej.  
1

GERENCIA DE PROYECTO

ROLANDO JAIME FERREL GARCIA

T E S I S

Presentada a la División de Estudios de  
Posgrado de la  
FACULTAD DE INGENIERIA  
de la  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
como requisito para obtener  
el grado de  
MAESTRO EN INGENIERIA  
(Construcción)

CIUDAD UNIVERSITARIA, septiembre de 1988

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 está 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.

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en describir y emplear un sistema gerencial denominado "Gerencia de Proyecto", orientando su aplicación hacia proyectos en los que participa la Industria de la Construcción.

La estructuración está hecha en base a capítulos cuyo nombre y contenido se indica a continuación:

**Capítulo 1: ALCANCE Y OBJETIVO.-** Como su nombre lo indica, enuncia a las personas o grupos a quienes va dirigido el trabajo y el objetivo del mismo.

**Capítulo 2: INTRODUCCION.-** Este capítulo ofrece una visión global de la evolución de los proyectos y la determinación del punto de ésta evolución a partir del cual se puede emplear el sistema de Gerencia de Proyecto.

**Capítulo 3: DESARROLLO DEL PROYECTO.-** Establece la forma en que se implanta el sistema de Gerencia de Proyecto y describe las fases del proyecto en que será utilizada.

**Capítulo 4: SISTEMAS DE INFORMACION Y CONTROL DEL PROYECTO.-** Cubre lo que podría llamarse parte medular del proyecto como es el control de información, programa y costos.

**Capítulo 5: GARANTIA DE CALIDAD.-** Este capítulo consiste en una descripción del término que dá origen a su nombre y su aplicación en las distintas fases del proyecto.

**Capítulo 6: APLICACION DEL ENFOQUE DE GERENCIA DE PROYECTO.-** Se muestra un ejemplo de aplicación del sistema o enfoque de Gerencia de Proyecto en un proyecto con participación de la Industria de la Construcción.

**Capítulo 7: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.-** Tal como lo indica su nombre, consiste en una serie de comentarios y conclusiones a los que se llegó después de haber conocido el sistema de Gerencia de Proyecto y su aplicación.

## GERENCIA DE PROYECTO

### 1.- ALCANCE Y OBJETIVO

### 2.- INTRODUCCION

- 2.1 Evolución del enfoque de Gerencia de Proyecto.
- 2.2 Definición de proyecto.
- 2.3 Etapas y fases de un proyecto.
- 2.4 Que es la Gerencia de Proyecto?
- 2.5 Intervención del enfoque de Gerencia de Proyecto.

### 3.- DESARROLLO DEL PROYECTO

- 3.0 Participación del Dueño en el Proyecto
- 3.1 Características y funciones del Gerente de Proyecto
  - 3.1.1 Planeacion
  - 3.1.2 Control
- 3.2 Organización del proyecto
- 3.3 Manual de Gerencia de Proyecto
- 3.4 Ingeniería
- 3.5 Procuración
- 3.6 Construcción
- 3.7 Pruebas
- 3.8 Puesta en marcha

### 4.- SISTEMAS DE INFORMACION Y CONTROL

- 4.1 Control de programa
  - 4.1.1 Estructura del sistema de información
  - 4.1.2 Análisis del programa
- 4.2 Control de costos
  - 4.2.1 Control de costos de ingeniería
  - 4.2.2 Control de costos de construcción
- 4.3 Control integrado de costos y programa
  - 4.3.1 Descripción del sistema integrado
  - 4.3.2 Reportes

## 5.- GARANTIA DE CALIDAD (QUALITY ASSURANCE)

- 5.1 Componentes de la garantía de calidad
- 5.2 Interrelaciones de la garantía de calidad dentro de una empresa
- 5.3 Aplicación de la garantía de calidad en las principales fases del proyecto
  - 5.3.1 Aplicación en ingeniería
  - 5.3.2 Aplicación en construcción
  - 5.3.3 Aplicación en procuración

## 6.- APLICACION DEL ENFOQUE DE GERENCIA DE PROYECTO

- 6.1 Descripción del proyecto
- 6.2 Alcance del proyecto
  - 6.2.1 Alcance de la ingeniería de detalle
  - 6.2.2 Alcance de procuración
  - 6.2.3 Alcance de construcción
  - 6.2.4 Alcance de pruebas
  - 6.2.5 Alcance de puesta en marcha
- 6.3 Objetivos del proyecto
- 6.4 Organización del proyecto
- 6.5 Programa de fechas clave
- 6.6 Estructura de desglose del trabajo
  - 6.6.1 Estructura de desglose para construcción
  - 6.6.2 Estructura de desglose para ingeniería
- 6.7 Programa maestro del proyecto
- 6.8 Reportes

## 7.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFIA

## 1. ALCANCE Y OBJETIVO

Las condiciones de ejecución han cambiado notablemente entre los proyectos tradicionales y los que actualmente se presentan en aspectos tales como alcance, complejidad, tamaño, duración, organización, fuerza de trabajo, programas, reglamentos y especificaciones; haciendo necesaria la búsqueda de nuevas formas para enfrentar los cambios y cubrir de una manera eficiente las necesidades de proyectos actuales.

Este trabajo va dirigido a todas aquellas personas que de una u otra manera participan en la ejecución de un proyecto, con la finalidad de que conozcan la importancia de la función que realizan y la manera en que ésta se integra a la totalidad del proyecto.

También se dirige a quienes se interesan por conocer los aspectos relacionados con la ejecución de un proyecto y el objetivo del establecimiento de un sistema de Gerencia de Proyecto.

El hecho de describir el sistema de Gerencia de Proyecto obedece a que éste se convertirá en una eficiente herramienta para cumplir con los objetivos básicos de un proyecto como son evitar sobrecostos, retrasos en programa y el logro de niveles de calidad previamente establecidos.

Se pretende también ampliar el panorama que tienen los constructores cuando realizan su trabajo y comprender la forma en que éste se interrelaciona con el trabajo que desarrollan otros participantes no-constructores en la ejecución de un proyecto.

Entre los participantes en la ejecución e implementación de un proyecto, un constructor tiene las mayores probabilidades de convertirse en Gerente del Proyecto, gracias a su familiaridad con el trabajo que realizan todos ellos y a la magnitud de los recursos económicos de que es responsable.

## 2. INTRODUCCION

Antes de desarrollar el tema específico del presente trabajo, es necesario definir algunos aspectos y términos que serán utilizados en el mismo con el objeto de conocer las fronteras o límites dentro de los que se desenvuelve la Gerencia de Proyecto.

### 2.1 EVOLUCION DEL ENFOQUE DE GERENCIA DE PROYECTO

El término "Gerencia de Proyecto" ha sido considerado un sinónimo de "Gerencia de Programa", mismo que tiene sus raíces en el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica; ha sido utilizado por el Gobierno Federal de dicho país en programas tales como la exploración espacial, adquisición de armamento, etc.. Por ejemplo, la Fuerza Aérea instaló un programa de servicio en el cual el Gerente de Programa tiene la responsabilidad de integrar actividades; la Fuerza Naval estableció el tipo de organización de Gerencia de Programa bajo el nombre de Oficina de Proyectos Especiales para el Sistema Polaris; la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA), también ha usado este enfoque en sus proyectos más complejos, incluyendo los programas espaciales de vuelos tripulados.

Es usado también por gobiernos estatales y locales, además de firmas particulares, buscando brindar una integración gerencial en programas y proyectos que se alimentan de muchas y muy variadas fuentes.

De lo anterior se desprende que aún cuando la Gerencia de Proyecto ha sido usada inicialmente en los sectores aeroespaciales y de defensa, ésta encontró y seguirá encontrando crecientes aplicaciones en muchas otras áreas tales como la industria, transporte, comunicaciones, salud, control de contaminación, etc..

### 2.2 DEFINICION DE PROYECTO

Desde un punto de vista general, se entiende por proyecto a todas las acciones o actividades que se efectúan desde la evaluación de ventajas y desventajas que deriven de asignar ciertos recursos económicos para la producción o mejoramiento de procesos de producción de bienes y servicios, hasta la realización y posterior funcionamiento de las unidades productoras.

Principales características de proyectos tipo:

- 1o.- Los proyectos son esfuerzos bien definidos, destinados a la obtención de ciertos resultados en un lapso establecido.
- 2o.- Los proyectos son por lo general esfuerzos únicos, con pocas repeticiones idénticas a otros proyectos anteriores.
- 3o.- Los proyectos requieren de una combinación de recursos humanos y no humanos en forma temporal o definitiva para alcanzar un propósito definido.

Algunos ejemplos de proyectos son:

- a) Construcción, modernización o expansión de plantas industriales.
- b) Relocalización de plantas industriales.
- c) Implantación de nuevos sistemas y/o procedimientos.
- d) Construcción de complejos turísticos.
- e) Construcción de carreteras.
- f) Lanzamiento de un nuevo producto al mercado.
- g) Explotación de cierto recurso natural.

Como se puede observar, existe una amplia gama de proyectos y su clasificación se basa en el origen que tengan; así por ejemplo, tendremos proyectos que derivan de estudios sectoriales, proyectos que derivan de estudios de mercado, proyectos destinados al aprovechamiento de recursos naturales y proyectos de origen político y estratégico.

Otra forma de clasificar proyectos es de acuerdo al área o sector al que pertenezcan; así existirán proyectos de la industria, aeroespaciales, de defensa, transporte, salud, comunicaciones, energía, educación, etc..

### 2.3 ETAPAS Y FASES DE UN PROYECTO

En la mayoría de los casos, un proyecto pasa por las siguientes etapas de desarrollo:

- 1a.- Factibilidad.
- 2a.- Diseño.
- 3a.- Ejecución.
- 4a.- Implementación.



La primera etapa consiste en el estudio de las ventajas y desventajas de la asignación de recursos económicos a la iniciativa y las siguientes etapas se realizan siempre y cuando el proyecto haya sido aprobado en esta primera etapa.

Para un proyecto en el que participe la Industria de la Construcción, la segunda etapa podría estar representada por una fase de Ingeniería Básica; la tercera por las fases de Ingeniería de Detalle, Procuración y Construcción y finalmente la cuarta etapa por las Pruebas, Puesta en Marcha, Operación y Mantenimiento de la unidad construida.

Tradicionalmente, la manera de llevar a cabo los proyectos con participación de la Industria de la Construcción ha sido considerando independientes las etapas de desarrollo y aún las fases que los constituyen, es decir, desde el punto de vista de quienes desean realizar un proyecto, éste consistiría en otorgar contratos por separado para cada etapa o fase del mismo y en algunos casos realizarlo con recursos propios, iniciando cada fase del proyecto después de que ha sido terminada la anterior.

Podríamos resumir el presente inciso en la forma esquemática representada por el CUADRO 1.1 mostrado a continuación.

ETAPAS TÍPICAS DE UN PROYECTO	FASES DE CADA ETAPA PARA UN PROYECTO CON PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
1a FACTIBILIDAD	Estudios de Factibilidad
2a DISEÑO	Ingeniería Básica
3a EJECUCION	Ingeniería de Detalle Procuración Construcción
4a IMPLEMENTACION	Pruebas Puesta en Marcha Operación y Mantenimiento

CUADRO 1.1 ETAPAS Y FASES DE UN PROYECTO

## 2.4 QUE ES LA GERENCIA DE PROYECTO?

Para fines del presente trabajo, cuando se hable de "proyecto" nos estaremos refiriendo a un proyecto en el cual participe la Industria de la Construcción.

Definiendo Gerencia de Proyecto diremos que se trata de un enfoque destinado a cubrir los requerimientos de planeación, organización, dirección, ejecución y control de proyectos cada vez más complejos, de mayor magnitud y con marcadas limitaciones de programa y presupuesto; cubriendo las fases de ingeniería de detalle, procuración, construcción, pruebas, puesta en marcha, operación y mantenimiento, mismas que constituyen la 3a y 4a etapa típica de un proyecto (Ver CUADRO 1.1).

El hecho de buscar continuamente un aprovechamiento mayor de recursos escasos como son el tiempo y el dinero, hace necesario el establecimiento de enfoques gerenciales que brinden una integración total de las diversas actividades en todas las fases que participen en un proyecto.

La Gerencia de Proyecto está basada en los siguientes conceptos:

- 10.- GERENTE DE PROYECTO           ====> Punto único de responsabilidad
- 20.- PLANEACION Y CONTROL  
CENTRALIZADOS                   ====> Ejercidos por el Gerente de Proyecto
- 30.- SOPORTE DESCENTRALIZADO   ====> Organización matricial.

En cuanto a la organización matricial del tercer concepto, ésta consiste en que el personal asignado al proyecto, al mismo tiempo que es parte integrante del equipo del proyecto continúa recibiendo soporte de la organización a que pertenezca (ingeniería, construcción, etc.).

## 2.5 INTERVENCION DEL ENFOQUE DE GERENCIA DE PROYECTO

En proyectos relacionados con la Industria de la Construcción, diremos que el enfoque de Gerencia de Proyecto se puede aplicar principalmente en la Construcción Industrial, que es la que requiere por lo general de la participación de las fases de Ingeniería, Construcción, Procuración, Pruebas, Puesta en Marcha, etc., mismas que en la mayor parte de los casos y dada la complejidad y larga duración de los proyectos, es necesario ejecutar en forma traslapada.

Entenderemos por Construcción Industrial a aquella que involucra la construcción de plantas de proceso y manufactura diseñadas para producir materiales como cemento, acero, aluminio, etc., refinerías de petróleo y plantas petroquímicas, plantas de energía nuclear y de combustibles fósiles e instalaciones diseñadas para proporcionar una amplia variedad de productos esenciales para las industrias básicas y de servicio público.

Los mayores problemas de la Construcción Industrial radican precisamente en el traslape de las fases o etapas que constituyen el proyecto global, siendo el flujo de información mal controlado uno de los aspectos que provoca serios efectos negativos en su desarrollo, además

**de que existe una experiencia de elevados sobrecostos y significativos retrasos en programas de proyectos de gran magnitud.**

**En cuanto al traslape de la Ingeniería de Detalle con la Construcción, se podría pensar que para el caso de México una limitante en la aplicación de la Gerencia de Proyecto sería la Ley de Obras Públicas que establece la necesidad de una aprobación de planos y especificaciones para autorizar el inicio de la construcción; sin embargo, ésta ha tenido la suficiente flexibilidad tomando en cuenta sobretodo que se trata de proyectos en mayor o menor grado vitales para el desarrollo del país y que de seguir los trámites en la forma tradicional, no se haría otra cosa sino retrasar de manera significativa la fecha del inicio de operación del proyecto.**

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se menciona la interrelación que existirá entre el dueño y la Gerencia de Proyecto, las características deseables en un Gerente de Proyecto y una descripción detallada de cada una de las fases de cuya integración es responsable.

#### 3.0 PARTICIPACION DEL DUEÑO EN EL PROYECTO

La participación del propietario en el proyecto tiene un cierto rango, variando desde la sola proporción de la ingeniería básica y algunos criterios elementales de ejecución hasta su activo desempeño en actividades de planeación, ejecución y control para la totalidad del proyecto.

Para el presente trabajo, se está considerando que su participación se limita a lo expresado inicialmente y que será la Gerencia de Proyecto la encargada de poner en su conocimiento el estado en que se encuentre el proyecto por los medios de comunicación que se establezcan.

Cabe señalar que no será necesariamente el dueño del proyecto quien esté en contacto con el trabajo de la Gerencia de Proyecto pudiendo tratarse de un grupo o empresa al cual hubiera delegado la responsabilidad, siendo mencionado en algunos casos como el Cliente.

Será el dueño en forma directa o por medio de sus representantes quien proponga o defina aspectos tales como fechas deseadas de iniciación y terminación, ubicación del sitio, requerimientos de costo, programas y calidad, etc.; quedando sujeto a la aceptación o modificación por parte de la Gerencia de Proyecto y establecidos contractualmente.

Las buenas relaciones entre la Gerencia de Proyecto y el propietario son una magnífica base para lograr el éxito del proyecto. Los factores clave que los ligan son:

- a) Contrato de ejecución
- b) Procedimientos de implementación del contrato
- c) Voluntad por ambas partes

Se deberá tener presente que no se trata de dos bandos en conflicto sino de dos grupos que tienen un propósito común y que la cooperación mutua será un importante incentivo para todos los que participan en la ejecución del proyecto. No cabe duda de que las decisiones definitivas en aspectos no cubiertos por el contrato serán las que provengan del propietario pero será saludable tomar en cuenta la opinión de la Gerencia del Proyecto.

#### 3.1 CARACTERISTICAS Y FUNCIONES DEL GERENTE DE PROYECTO

Considerando que el Gerente de Proyecto es el responsable de la organización y el control de todas las actividades necesarias para lograr el objetivo final, es de suponer que gran parte del éxito dependerá de la elección de la persona idónea como Gerente de Proyecto. El aspecto que lo diferencia de cualquier otro Gerente de línea es la función única y adicional que cumple como integrador de los esfuerzos del equipo del proyecto.

Una autoridad, responsabilidad, estilo y preparación adecuadas, son vitales para que un Gerente de Proyecto logre el éxito, quizás en mayor grado que los diagramas, procedimientos o métodos que pudiera emplear.

Se considera que un Gerente de Proyecto tiene la misma autoridad que el Gerente General de una empresa cuando se trata de su proyecto; además de constituirse en el representante directo de la empresa ante el cliente.

En cuanto al estilo o características propias de la personalidad del Gerente de Proyecto, se considera aceptable un amplio margen de variación. Es posible que su carácter se muestre en mayor o menor grado en diversas situaciones y afecte de manera definitiva en el estado de ánimo del equipo del proyecto.

Por lo que se refiere a la preparación necesaria para un Gerente de Proyecto, no se puede pedir que sea un experto en todas las fases o etapas del proyecto pero deberá tener el suficiente criterio para establecer metas, planear, programar, controlar, organizar, motivar y medir resultados en diversas áreas.

Otra función importante es la de evitar decisiones hechas unilateralmente ya sea por Ingeniería, Construcción o Procuración sin tener en cuenta el efecto global en el proyecto, ya que un pequeño ahorro en una de las fases del proyecto puede significar un importante incremento del costo o retraso en el programa para las otras fases.

Además, el Gerente de Proyecto deberá tener especial cuidado en no mostrar preferencias por el trabajo realizado por algún grupo en particular, ya que se trata de un proyecto en el que cada grupo del equipo necesita apoyo y guía de su parte; sólo de esta manera, se puede conseguir que todos los miembros contribuyan al éxito del proyecto.

Cuando se está iniciando el proyecto, las primeras funciones o actividades del Gerente de Proyecto se pueden resumir en la siguiente lista:

- 3.1.a Revisión de documentos de contrato
- 3.1.b Establecer canales de comunicación con el Cliente
- 3.1.c Efectuar una junta inicial con el Cliente
- 3.1.d Establecer un desglose del proyecto
- 3.1.e Definir las políticas del proyecto
- 3.1.f Determinar la organización del proyecto
- 3.1.g Efectuar una junta con el personal participante
- 3.1.h Recabar y distribuir la información del proyecto
- 3.1.i Preparar el Manual de Procedimientos del Proyecto
- 3.1.j Analizar el estimado preliminar
- 3.1.k Preparar un programa preliminar del proyecto
- 3.1.l Revisar la planeación de ingeniería
- 3.1.m Revisar la planeación de construcción
- 3.1.n Revisar la planeación de procuración

La relación entre las anteriores actividades no es secuencial ya que muchas de ellas deberán ser llevadas a cabo en forma paralela y en las primeras semanas después de haber sido otorgado el contrato.

Las actividades posteriores del Gerente de Proyecto estarán en función del tipo de organización que se hubiere escogido para el mismo, siendo sus objetivos los de lograr una adecuada integración de todas las fases que constituyen el proyecto en aspectos como planeación, organización, dirección, ejecución y control.

Hablando en términos generales, aproximadamente el 90% del tiempo de trabajo de un Gerente de Proyecto se emplea en funciones de planeación (20%) y control (70%); de aquí la importancia de ambas funciones que son analizadas a continuación.

### 3.1.1 PLANEACION

Los principales aspectos a cubrirse en la planeación de un proyecto y los medios que tiene a su alcance el Gerente de Proyecto son :

#### 3.1.1.1 ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se definen las limitaciones de tiempo, costo y recursos además de fijar los requerimientos de calidad del proyecto. Los medios son:

- a) Estructura de Desglose del Trabajo (Ver 4.2.1.2)
- b) Diagramas de redes

#### 3.1.1.2 DEFINICION DEL PROYECTO

Se logra mediante un desglose sistemático de la totalidad del proyecto. El medio es:

- a) Estructura de Desglose del Trabajo

#### 3.1.1.3 PLANEACION DEL TRABAJO

Consiste en el desarrollo lógico de actividades secuenciales. Los medios son:

- a) Estructura de Desglose del Trabajo
- b) Diagramas de redes

#### 3.1.1.4 PROGRAMACION DEL TRABAJO

Es la expresión de la ejecución del proyecto contra el tiempo. Los medios son:

- a) Diagramas y sistemas de redes
- b) Procedimientos de interfases del proyecto

### 3.1.1.5 ESTIMACION

Consiste en la determinación de costos de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución del proyecto. Los medios son:

- a) Sistemas y métodos de estimación

### 3.1.1.6 PRESUPUESTACION

Consiste en la asignación de recursos para cada actividad específica incluyendo los costos directos de material, mano de obra y equipos, costos indirectos, utilidad e imprevistos. Los medios son:

- a) Estructura de Desglose del Trabajo
- b) Formatos y procedimientos de presupuestación

### 3.1.1.7 AUTORIZACION Y ASIGNACION DE TRABAJO

Se designa una persona o grupo responsable para las diversas actividades especificando limitaciones de tiempo y recursos. El medio es:

- a) Orden de trabajo o equivalente

### 3.1.1.8 PROCURACION DE SERVICIOS, MATERIALES Y EQUIPOS

Se refiere a la contratación o compra de servicios profesionales, materiales y equipos. Los medios son:

- a) Formas y procedimientos de contratación y compras

### 3.1.1.9 FUERZA DE TRABAJO

Consiste en la determinación de la fuerza de trabajo necesaria para ejecutar el proyecto. Los medios son:

- a) Resultados de la programación.

### 3.1.1.10 INSTALACIONES

Se determinan las instalaciones requeridas y la manera más adecuada de cubrir estos requerimientos en función de los programas de trabajo. Los medios son:

- a) Políticas y prácticas sobre instalaciones

### 3.1.1.11 PERSONAL

Consiste en la estructuración de la organización del proyecto. Los medios son:

- a) Políticas y prácticas de personal
- b) Contactos a nivel personal

### 3.1.1.12 INFORMACION

Consiste principalmente en una estructuración de niveles a los que se requiere los distintos tipos de información además de la asignación de responsables para su elaboración. Los medios son:

- a) Clasificación de documentos por niveles
- b) Sistemas de información

## 3.1.2 CONTROL

Los aspectos principales a cubrirse en el control del proyecto y los medios que tiene a su alcance el Gerente de Proyecto son:

### 3.1.2.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Es la determinación del cumplimiento o no de los objetivos del proyecto fijados con anterioridad. El medio es:

- a) Habilidad del Gerente de Proyecto para integrar toda la información y una correcta aplicación de su propio juicio para evaluar resultados.

### 3.1.2.2 PROGRESO FISICO

Consiste en la determinación del progreso o avance actual y la comparación con lo programado además de la detección de áreas de problemas. Los medios son:

- a) Reportes
- b) Sistemas o procedimientos de Gerencia de Proyecto

### 3.1.2.3 PROGRAMA

Se efectúan revisiones periódicas a programas para reflejar avances y desviaciones. Los medios son:

- a) Reportes
- b) Sistemas de redes
- c) Procedimientos de interfases del proyecto
- d) Programa remedial



#### 3.1.2.4 COSTO

Se determinan las erogaciones realizadas hasta la fecha para lograr el avance que se tiene y se comparan con lo presupuestado además de identificar áreas de problemas. Los medios son:

- a) Reportes
- b) Sistemas de administración de contratos
- c) Sistemas de Gerencia de Proyecto

#### 3.1.2.5 PRESUPUESTO

Se realizan revisiones periódicas para reflejar posibles cambios. Los medios son:

- a) Formas y procedimientos de presupuestación
- b) Procedimientos de autorización de cambios a contrato

#### 3.1.2.6 TRABAJO ASIGNADO

Consiste en las revisiones del alcance y el avance del trabajo asignado. Los medios son:

- a) Formas y procedimientos de autorización de trabajo

#### 3.1.2.7 CONTRATOS Y COMPRAS

El control de contratos y compras se logra mediante la revisión de alcance, naturaleza y estado de contratos y órdenes de compra, suspensión o cancelación de las mismas. Los medios son:

- a) Formas y procedimientos de contratos y compras

#### 3.1.2.8 UTILIZACION DE FUERZA DE TRABAJO

Se determina la utilización actual de la fuerza de trabajo que ha logrado el avance que se tiene y se compara con la fuerza programada además de la identificación de áreas de problemas. Los medios son:

- a) Reportes
- b) Sistemas de Gerencia de Proyecto

#### 3.1.2.9 INTEGRACION DE PROGRAMA, COSTOS Y AVANCES

El control integrado se logra correlacionando los logros o avances físicos y técnicos con los consumos de recursos y se comparan con especificaciones, estimados, presupuestos y programa además se identifican áreas de problemas. Los medios son:

- a) Reportes
- b) Sistemas de Gerencia de Proyecto

- c) **Habilidad del Gerente de Proyecto para integrar sus conocimientos e identificar áreas de problemas.**

### 3.2 ORGANIZACION DEL PROYECTO

La determinación de la organización del proyecto es un elemento básico para el desarrollo del mismo ya que ésta define la relación que habrá de existir entre las diversas organizaciones particulares encargadas de la ejecución del proyecto total.

Por lo general, la empresa que ofrece los servicios de Gerencia de Proyecto está organizada en departamentos funcionales que cubren en forma individual las distintas fases de un proyecto. La FIGURA 3.1 muestra una organización funcional típica.

Una vez que se ha otorgado el contrato para la ejecución de cierto proyecto, el Gerente de Proyecto toma el papel principal por parte de la empresa estableciendo comunicación directamente con el cliente, tomando en cuenta los recursos con que cuenta su empresa. La FIGURA 3.2 muestra los recursos disponibles para el Gerente de Proyecto. Su labor consiste ahora en formar el equipo de trabajo para el proyecto. La FIGURA 3.3 muestra una organización típica de un proyecto, misma que podrá variar para cubrir las necesidades de proyectos específicos.

Los primeros miembros asignados al equipo del proyecto para su iniciación generalmente son:

- a) Gerente de Proyecto
- b) Gerente de ingeniería
- c) Ingeniero de procesos
- d) Especialista en programación
- e) Ingeniero de costos
- f) Gerente de procuración
- g) Gerente de construcción

Estos miembros claves participan en el desarrollo de los planes detallados de ejecución del proyecto y a medida que éste avanza, se integran al equipo otros miembros adicionales.

La FIGURA 3.4 muestra una organización matricial que es la que se establece cuando el equipo del proyecto se forma dentro de una organización funcional. Una vez que los miembros del equipo del proyecto han sido asignados por sus departamentos funcionales, ellos se orientan hacia el proyecto reportando al Gerente de Proyecto sus funciones de ejecución y continúan reportando a sus departamentos funcionales los métodos de trabajo que emplean. De esta manera se asegura la existencia de un control en dos direcciones durante la ejecución del proyecto.

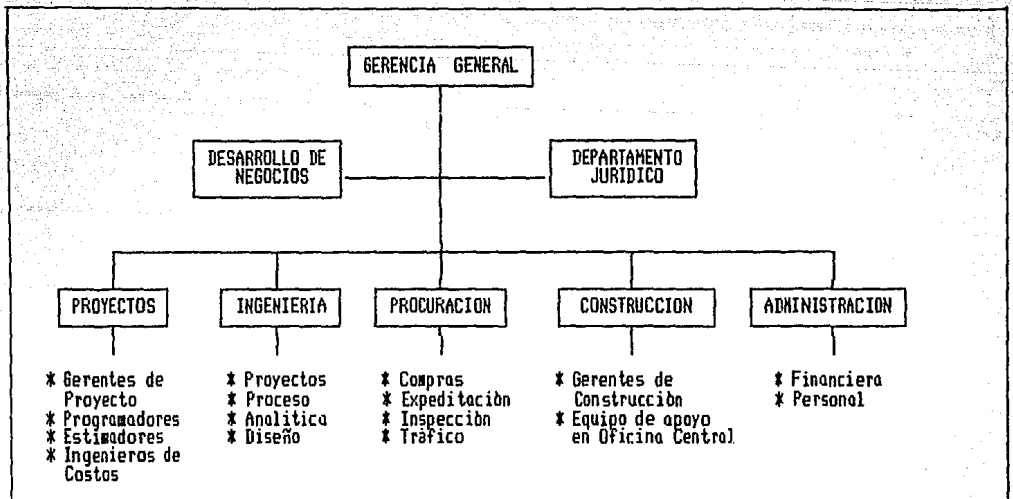


FIGURA 3.1 ORGANIZACION FUNCIONAL TIPICA

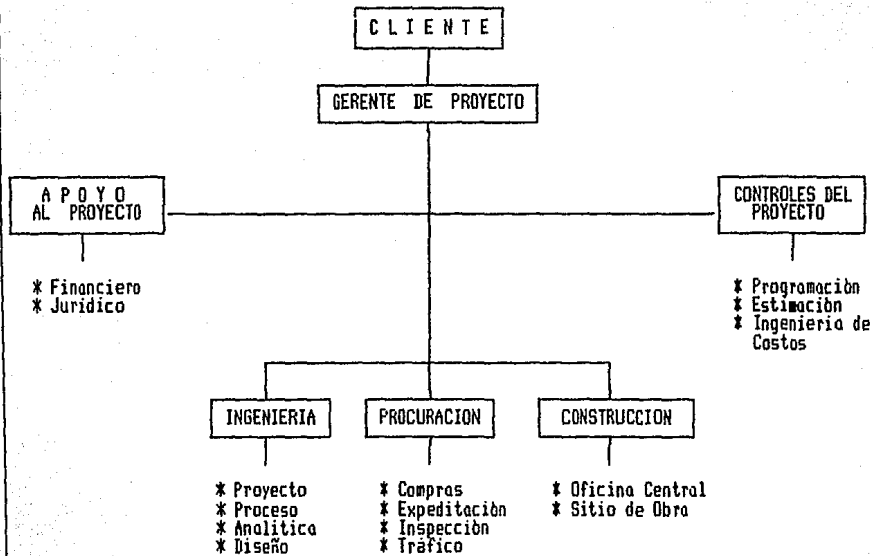


FIGURA 3.2 RECURSOS DISPONIBLES PARA EL GERENTE DE PROYECTO

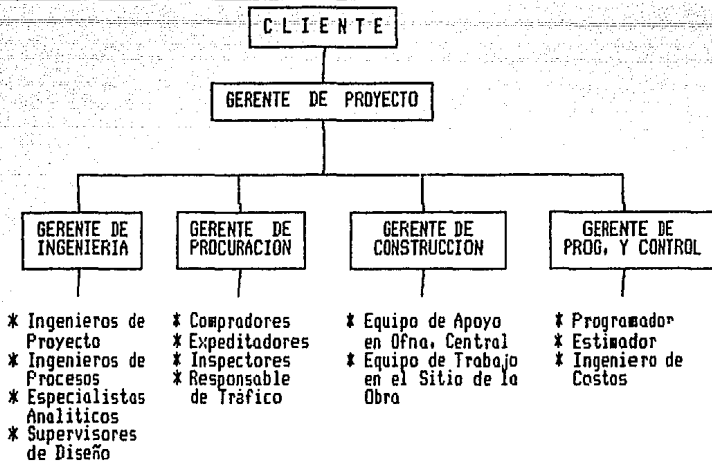


FIGURA 3.3 ORGANIZACION TIPICA DE UN EQUIPO DE PROYECTO

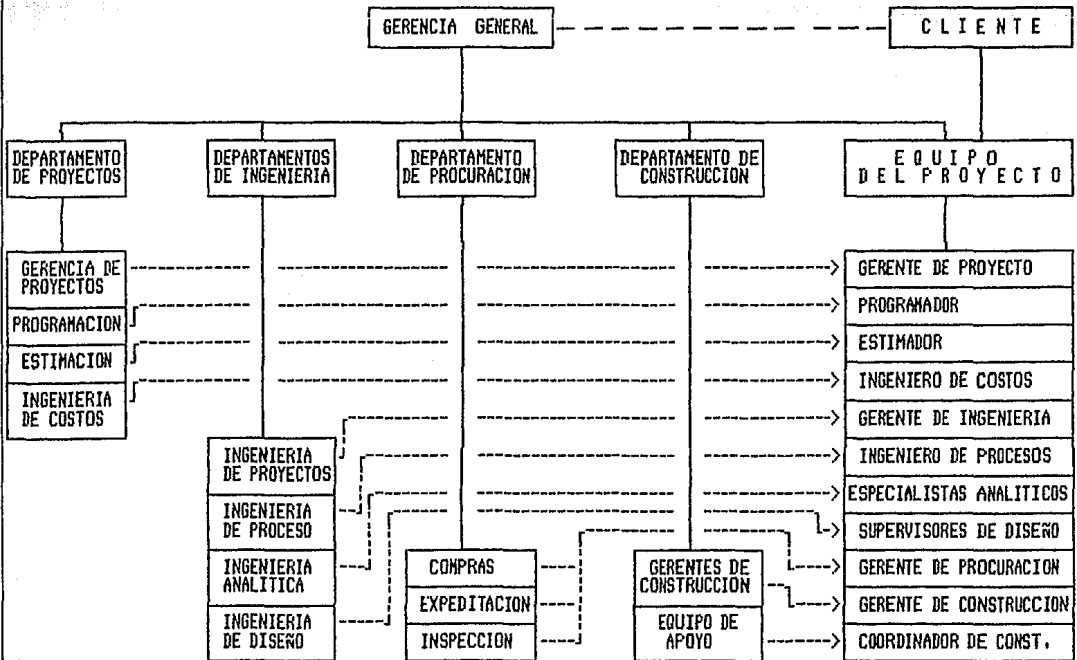


FIGURA 3.4 ORGANIZACION MATRICIAL TIPICA

### 3.3 MANUAL DE GERENCIA DE PROYECTO

El Manual de Gerencia de Proyecto es elaborado por la Gerencia de Proyecto tan pronto como sea otorgado el contrato; este documento cubre aspectos tales como las relaciones entre cliente y empresa, además de las necesidades de cada una de las partes.

Debido a su importancia como documento básico de procedimientos, su temprana aprobación por parte del cliente es importante para su inmediata aplicación. Es actualizado continuamente a lo largo de la vida del proyecto.

El alcance del Manual de Gerencia de Proyecto incluye todas las actividades del proyecto en cada una de sus fases constituyéndose de esta manera en el único documento que es utilizado por los responsables de todas las fases.

### 3.4 INGENIERIA

Se mencionó con anterioridad que entenderemos por "ingeniería" a la Ingeniería de Detalle, basada en la Ingeniería Básica, que se constituye en la primera fase del proyecto a partir de la cual se emplea la Gerencia de Proyecto.

La Ingeniería de Detalle es la que define la manera de construir las instalaciones del proyecto y está organizada en base a departamentos funcionales de diferentes disciplinas como son:

- 3.4.a Proceso
- 3.4.b Mecánica
- 3.4.c Tuberías
- 3.4.d Eléctrica
- 3.4.e Civil
- 3.4.f Arquitectura
- 3.4.g Instrumentación

Para proyectos de plantas industriales, los diferentes departamentos funcionales o disciplinas generan información como la siguiente:

- 3.4.1 Criterios de Diseño
- 3.4.2 Especificaciones de Materiales
- 3.4.3 Especificaciones de equipos e instrumentos
- 3.4.4 Arreglos definitivos de equipos
- 3.4.5 Diagramas de proceso
- 3.4.6 Diagramas de tuberías e instrumentos (DTI's)
- 3.4.7 Planos civiles (movimiento de tierras, cimentaciones, estructuras, drenajes y pavimentos)
- 3.4.8 Planos de tuberías
- 3.4.9 Planos eléctricos
- 3.4.10 Planos de instrumentación
- 3.4.11 Listas de materiales

La lista de actividades será elaborada por los especialistas de cada disciplina de acuerdo al alcance del proyecto definido inicialmente.

Durante el desarrollo de la ingeniería es necesario llevar a cabo el control de las Horas-Hombre (HH) empleadas por las diferentes disciplinas.

### 3.5 PROCURACION

La procuración del proyecto consiste en la adquisición de equipos y materiales que serán componentes de sus instalaciones.

La información técnica relacionada a los mencionados equipos y materiales es controlada por ingeniería; las aprobaciones son hechas por el Cliente y/o la Gerencia de Proyecto; los planos y las fechas de entrega son establecidas por el vendedor y la inspección y el transporte son realizados generalmente por otros.

El ciclo que sigue la procuración consiste en los siguientes pasos:

- 3.5.1 Elaboración de las solicitudes de cotización
- 3.5.2 Recepción de cotizaciones
- 3.5.3 Elaboración de tablas comparativas
- 3.5.4 Evaluación y aprobación de las cotizaciones.
- 3.5.5 Liberación de órdenes de compra
- 3.5.6 Expeditación
- 3.5.7 Inspección
- 3.5.8 Transporte

En cuanto al programa de procuración la lógica es simple; se trata de un cierto número de actividades similares, paralelas e independientes existiendo para cada una de ellas un número fijo de subactividades secuenciales.

El transporte del equipo o material al lugar de la obra puede representar hasta un 25% del valor de la compra y más aún si se habla de importación.

Los costos de procuración en un proyecto de tipo industrial pueden llegar hasta el 50% o 60% del costo total del proyecto; lo elevado de estos porcentajes implica la necesidad de un adecuado control en el cumplimiento o desarrollo del ciclo de procuración.

### 3.6 CONSTRUCCION

La construcción consiste en la erección de las diversas instalaciones tanto principales como auxiliares de conformidad con los planos y especificaciones desarrollados en la fase de ingeniería.

El mejor momento para evitar retrasos y sobrecostos en la construcción y por ende en la totalidad del proyecto es antes de comenzar a construir por lo que resulta lógico pensar en la introducción del concepto de preplaneación de la construcción a partir de la elección del sitio y en la fase de ingeniería

Probablemente la actividad más importante y productiva sea la preplaneación de la construcción en la elección del sitio, especialmente si se analizan la mayor cantidad posible de alternativas buscando la que pueda ofrecer los mayores ahorros. Aún cuando todos los detalles son inciertos en este momento, una visita al sitio propuesto por parte de personal de ingeniería y de construcción será de mucho provecho para identificar problemas y hacer recomendaciones en aspectos tales como acceso para equipo y materiales, arreglo general, instalaciones temporales y construcción de las instalaciones principales.

La preplaneación de la construcción durante el desarrollo de la ingeniería puede no tener un gran efecto positivo en el costo pero sí puede ofrecer ventajas en cuanto al proceso de construcción y por consiguiente al programa. Por ejemplo podría darse el caso una adición de

de unos cuantos centímetros en algún claro de cierto edificio que represente una cantidad muy pequeña de incremento de material pero grandes beneficios para el procedimiento de construcción.

En el inciso 3.2 se describieron las alternativas de organización para el proyecto; analizaremos ahora las funciones de las siguientes sub-organizaciones de la fase de construcción localizadas en la oficina central:

- 3.6.1 GERENCIA DE CONSTRUCCION.- Tiene la responsabilidad sobre todos los aspectos relacionados a la planeación y ejecución de los programas de construcción.
- 3.6.2 SERVICIOS TECNICOS DE CONSTRUCCION.- Tienen la responsabilidad sobre el control de calidad, inspección, métodos y procedimientos constructivos y enlace para la solución de problemas específicos surgidos en la obra.
- 3.6.3 ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION.- Tiene la responsabilidad sobre la formación, implementación, ejecución y control de aquellas actividades administrativas requeridas para apoyar a otros miembros de la organización.
- 3.6.4 PLANEACION PROGRAMACION Y CONTROL DE COSTOS.- Tiene la responsabilidad sobre la formación, integración e implementación de la planeación y programación, estimación y procedimientos y funciones de control de costos.
- 3.6.5 PERSONAL DE CONSTRUCCION.- Es responsable de todos los aspectos relacionados con el personal de construcción tanto en oficina central como en el sitio de la obra.

La organización de construcción en el sitio de obra está basada en la búsqueda de una dirección, coordinación y control eficientes y económicos del trabajo de construcción. La organización está diseñada para obtener el máximo grado de control de costos y programa, control de calidad e ingeniería de sitio.

Antes de la iniciación de la construcción, el personal clave será asignado al proyecto y contará con el suficiente tiempo a juicio de la oficina central para familiarizarse con todos los aspectos relacionados al trabajo.

Al igual que en las oficinas centrales, existe en el sitio de la obra una estructura de sub-organizaciones y personal como el siguiente:

- 3.6.6 GERENTE DE CONSTRUCCION RESIDENTE.- Es quien dirige la totalidad de la fase de construcción en campo y reporta directamente a la Gerencia de Construcción de la oficina central.
- 3.6.7 SUPERINTENDENCIA DE CONSTRUCCION.- Los superintendentes son asignados a áreas físicas o de procesos y son responsables ante el Gerente de Construcción Residente de dirigir y aprobar los métodos de construcción incluyendo los de subcontratistas.
- 3.6.8 COSTOS Y PROGRAMA.- Este grupo reporta directamente al Gerente de Construcción Residente y es responsable de informar sobre la planeación, programación y reportes de avance a lo largo de la fase de construcción. Es necesario el contacto con los frentes de trabajo con el fin de elaborar reportes realistas. Una gran contribución de este grupo al proyecto consiste en el monitoreo y análisis del avance de la obra; gracias a ello se pueden establecer pronósticos de flujo de efectivo y programa disponibles tanto para la empresa como para el cliente.

- 3.6.9 **PLANEACION.-** Se encarga de detallar las actividades del Nivel 2 de Planeacion y Control para generar las redes de actividades del Nivel 3 (Sec 4.1.1), mismas que incluyen actividades tan pequeñas como la instalación de algún tramo de tubería mostrado en determinado isométrico y la determinación de su costo y duración.

Este grupo también desarrolla el Plan Periódico de Trabajo el cual selecciona y califica los paquetes de trabajo asignados a cada cuadrilla en los siguientes periodos. Evalúan la ejecución del trabajo inmediatamente después de que este ha sido terminado por medio de alguna técnica computarizada de medición. El sistema deberá incluir los siguientes elementos básicos:

- a) Un programa de computadora preparado en la oficina central que almacena las cantidades de mano de obra y materiales permisibles para la ejecución de cada paquete de trabajo.
- b) Verificación por parte de personal asignado al sitio de obra de todas y cada una de las disciplinas con actividades reportadas como concluidas.
- c) Inclusión de estas verificaciones en el programa de computadora de la oficina central la cual procesa la información agregando las cantidades consumidas de materiales y mano de obra al costo del paquete de trabajo.

Un programa integrado de construcción que combine los requerimientos del trabajo con la disponibilidad anticipada de materiales y equipo se convierte en la herramienta más importante para llevar a cabo un efectivo control del programa de construcción.

- 3.6.10 **INGENIERIA DE CONSTRUCCION.-** Este grupo es dirigido por el Ingeniero Residente y tiene la responsabilidad de coordinar la ingeniería con el cliente, reportar, organizar y realizar la ingeniería de sitio y monitorear las pruebas de campo. El punto de enlace con el Control de Calidad es también el Ingeniero Residente.

- 3.6.11 **INSPECCION DE CONSTRUCCION.-** Es el grupo responsable de implementar el Control de Calidad y sus principales metas son las de inspeccionar, testificar y monitorear todo el trabajo de construcción teniendo de esta manera una evidencia tangible de que el trabajo ha sido satisfactoriamente ejecutado y todo está listo para las pruebas preliminares y el posterior funcionamiento. Los inspectores complementan e implementan el monitoreo de materiales requeridos y la interpretación técnica de ingeniería. Los inspectores de sitio se familiarizan con especificaciones y contratos de manera que están en condiciones de corregir interpretaciones de estos y también de planos y códigos aplicables.

Un Programa de Inspección para el sitio de la obra es creado para delinear las unidades y medidas usadas para pruebas, inspecciones y documentación de las actividades necesarias para lograr el éxito en la construcción del proyecto. El alcance del programa incluye el monitoreo de todas las actividades de construcción, garantizando que el trabajo será ejecutado de acuerdo a los planos, especificaciones y procedimientos de ingeniería.



### 3.7 PRUEBAS

El objetivo de la realización de las pruebas en sistemas y componentes mayores del proyecto es la detección de errores u omisiones que se hubieran cometido ya sea por el fabricante o por los responsables de las distintas fases de ejecución del proyecto.

La necesidad de establecer un programa bien planeado de pruebas radica en la búsqueda de una reducción del tiempo que se emplea para el proyecto desde que se concluye la construcción hasta la posterior puesta en marcha y por consiguiente el tiempo de ejecución del proyecto.

El programa de pruebas se define al inicio de la construcción, antes de haber instalado tuberías y cables a los equipos.

Un programa de pruebas deberá incluir pasos similares a los siguientes:

1o.- Se elabora una lista que incluya todos los sistemas y componentes mayores del proyecto incluyendo el tipo de pruebas que es necesario en cada uno de ellos. En cuanto al tipo de pruebas, estas pueden ser:

- a) Hidrostáticas.- Se realizan para verificar que líneas, equipo estático, - instrumentos, válvulas, etc., han sido fabricadas de acuerdo a especificaciones del proyecto.
- b) De instrumentación.- Comprende la verificación de toda la instrumentación en cuanto a que todos los circuitos estén completos, montados y calibrados.
- c) Eléctricas.- Personal especialista procede a hacer la inspección de las líneas de conducción, subestaciones, transformadores y centros de control de motores.
- d) Mecánicas.- Las pruebas mecánicas consisten en probar al vacío equipos como turbinas y motores y con agua las bombas; para compresores y unidades paquete se empleará aire, nitrógeno o gas.

Esta lista se mantiene actualizada a lo largo del periodo de pruebas adicionando pruebas o quitando las que ya no sean necesarias por cambios de diseño.

- 2o.- Organización de los grupos de pruebas y asignación de responsabilidades.
- 3o.- Se desarrolla un diagrama lógico de pruebas mostrando todas las pruebas a realizar e identificando la ruta crítica de acuerdo al programa de puesta en marcha.
- 4o.- Se elabora un Manual de Procedimientos de Prueba.

#### 3.7.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA

Los procedimientos de prueba constituyen la dirección técnica para el programa de pruebas. Los requerimientos de prueba y de diseño se trasladan a los procedimientos de prueba que son empleados para certificar la capacidad de sistemas y componentes. Los resultados de las pruebas son anexados a los procedimientos.

### 3.7.2 FORMATOS DE PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA

Se elaboran para asegurar que los procedimientos de prueba son consistentes en cuanto a su contenido y manera de realizar las pruebas. Un formato típico debe cubrirlos siguientes aspectos:

- 3.7.2.1 PROPOSITO.- Establece específicamente lo que va a ser verificado o determinado en la prueba.
- 3.7.2.2 REFERENCIAS.- Consiste en una lista de planos, manuales técnicos de equipo y otros documentos usados para desarrollar la prueba.
- 3.7.2.3 TIEMPO REQUERIDO.- Se estima el tiempo aproximado requerido para la realización de la prueba.
- 3.7.2.4 PREREQUISITOS.- Se establecen prerequisites en cuanto a las pruebas que debieron ejecutarse con anterioridad, estado de avance constructivo y condiciones ambientales.
- 3.7.2.5 EQUIPO DE PRUEBA.- Lista el equipo requerido.
- 3.7.2.6 LIMITACIONES Y PRECAUCIONES.- Se definen los límites de diseño y seguridad para equipos y personal.
- 3.7.2.7 METODO DE PRUEBA.- Contiene las instrucciones paso a paso para llevar a cabo la prueba.
- 3.7.2.8 REQUERIMIENTOS DE INFORMACION.- Lista en la que se especifica la información que se requiere de la prueba para su posterior análisis.
- 3.7.2.9 CRITERIO DE ACEPTACION.- Consiste en los requerimientos cualitativos y/o cuantitativos con los que se deberá cumplir de acuerdo a los documentos de diseño mismos que al compararse con los resultados de la prueba determinan su aceptación o rechazo.

### 3.7.3 EVALUACION DE RESULTADOS DE PRUEBAS

El último paso en el desarrollo del programa de pruebas del proyecto consiste en la evaluación de resultados.

Después de realizada la prueba, el reporte se envía al organismo responsable para una detallada revisión de resultados y su posterior aceptación o rechazo.

### **3.8 PUESTA EN MARCHA**

La organización de puesta en marcha tiene como base para su desarrollo los resultados de la fase de pruebas.

Se busca que las pruebas sean realizadas en una secuencia tal que permita la puesta en marcha ordenada del proyecto.

La entrega de las instalaciones del proyecto por parte de la organización de construcción a las de pruebas y puesta en marcha se hace en forma paulatina y no de un día para otro.

La organización de puesta en marcha está constituida por personal de operación y mantenimiento ampliamente documentado y familiarizado con la información básica del proyecto además de responsables de cada fase del proyecto y fabricantes de equipos e instrumentos.

Se elabora un reporte de puesta en marcha mismo que incluye una relación de los valores medidos en condiciones de operación y está dirigido a la Gerencia de Proyecto para su revisión y posterior envío al cliente. También deberá incluir comentarios sobre acciones que se requieran emprender para obtener condiciones satisfactorias de operación en caso de no haberlas logrado.

#### 4. SISTEMAS DE INFORMACION Y CONTROL DEL PROYECTO

Se señaló anteriormente que una de las principales ventajas de emplear el enfoque de Gerencia de Proyecto es que aumentan las probabilidades de lograr importantes ahorros de tiempo y dinero contra la forma tradicional de ejecutar proyectos que consiste en considerar independientes y secuenciales a todas las fases del proyecto. Precisamente para lograr este ahorro es necesario implementar un adecuado sistema de información y control, tanto para programa como para costos.

Como norma general, se establece que la implementación del sistema de información y control debe hacerse inmediatamente después de haber definido la organización del proyecto y lo antes posible en el ciclo de desarrollo del mismo.

Un sistema de control efectivo deberá cubrir básicamente los siguientes aspectos:

- 10.- Descripción detallada del trabajo a realizar
- 20.- Planes y programas para su realización
- 30.- Método para monitorear el avance y comparar con lo planeado.

En los siguientes incisos se dá una visión individual de los controles tanto de programa como de costos en cada fase del proyecto, para finalmente integrarlos en un único sistema para todas las fases del proyecto.

##### 4.1 CONTROL DE PROGRAMA

El control de programa del proyecto se logra mediante la unión de esfuerzos de especialistas en planeación y programación y las organizaciones de las distintas fases del proyecto. El control está basado en la eficiencia del sistema de información consistente en redes de actividades, programas, reportes, etc..

##### 4.1.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACION

Es importante definir con anticipación los niveles a los que se requiere un determinado tipo de información. El CUADRO 4.1 mostrado a continuación, presenta un sistema de clasificación de documentos con cuatro niveles de jerarquía.

NIVEL DE PLANEACION Y CONTROL	DOCUMENTOS BASICOS	DESCRIPCION Y USO
1	Programa Maestro	Resumen del programa completo del proyecto. Usado por el Gerente de Proyecto para reportar el estado del programa a el Cliente.
2	Redes de actividades de áreas o edificios.	Resumen semidetallado de cada área o edificio. Usado por el Ingeniero de Proyecto y el Gerente de Construcción para proporcionar a sus supervisores una visión global del proyecto.
3	-Programa de compras -Programa de planos y especificaciones -Redes particulares detalladas	Planes y programas detallados para cada disciplina o actividad. Usada por los supervisores para controlar la producción.
4	Reportes control de materiales y equipos	Lista detallada de materiales y equipos para entrega. Usada por supervisores para identificar las partidas a entregar.

CUADRO 4.1 CLASIFICACION DE DOCUMENTOS

#### 4.1.1.1 PLANEACION Y CONTROL NIVEL 1

El primer programa desarrollado para un proyecto es el llamado Programa Maestro el cual está basado en el Alcance General del mismo y en la experiencia que se tenga de proyectos similares. Deberá estar terminado en cuanto se tengan las fechas de autorización definitiva y de conclusión del proyecto. Este programa maestro se constituye en el documento básico del NIVEL 1 e incluye a todas las fases del proyecto.

#### 4.1.1.2 PLANEACION Y CONTROL NIVEL 2

Se trata de una serie de redes de actividades semidetalladas y con escala de tiempo que gráficamente representarán dependiendo del tipo de proyecto la descripción de actividades de trabajo para un edificio, área o disciplina principal específicos.

La actualización de estos documentos deberá ser por lo menos mensual, para coincidir con un reporte general del proyecto.

#### 4.1.1.3 PLANEACION Y CONTROL NIVEL 3

Uno de los documentos básicos es el programa de compras que consiste en una lista con fechas programadas de las actividades de proporción para materiales y equipos que serán realizadas tanto por la oficina matriz como por la oficina en obra para cada una de las disciplinas participantes.

Otro documento es el programa de planos y especificaciones por parte de ingeniería, que consiste en una lista preparada por los supervisores de cada disciplina incluyendo las fechas para la entrega de cada plano y especificación.

El ingeniero de planeación del proyecto revisa estos programas para asegurarse que están de acuerdo a la lógica de la red de actividades del proyecto.

#### 4.1.1.4 PLANEACION Y CONTROL NIVEL 4

Consiste en una lista detallada de materiales y equipo con fechas de entrega que es derivada de una serie de documentos generada por el equipo del proyecto. La información es obtenida de fuentes como:

- a) Planos y especificaciones de ingeniería
- b) Redes de actividades de niveles 1 y 2
- c) Reportes de ruta crítica
- d) Programas de compra
- e) Ordenes de compra

El reporte de materiales y equipos clasifica las partidas de acuerdo al tipo (válvulas, instrumentos, soportes, tubería, etc.), indicando su localización y estado de avance. Por medio de este reporte la Gerencia de Proyecto puede identificar las partidas susceptibles de originar retrasos y tomar las acciones correctivas.

#### 4.1.2 ANALISIS DEL PROGRAMA

Inmediatamente después de la actualización mensual de las redes de actividades de los niveles 1 y 2, el ingeniero de planeación del proyecto proporciona un análisis del programa. El tipo de análisis podrá variar de acuerdo a los intereses que se tengan al momento de realizarlo; los tópicos pueden ser:

- 4.1.2.1 Análisis de Ruta Crítica (Nivel 2 o 3)
- 4.1.2.2 Estado de Procuración (Nivel 3)
- 4.1.2.3 Estado de diagramas de flujo (Nivel 3)
- 4.1.2.4 Estado de planos de Ingeniería (Nivel 3)
- 4.1.2.5 Estado de la Construcción (Nivel 3)
- 4.1.2.6 Estado de equipos y materiales (Nivel 4)
- 4.1.2.7 Estado de Pruebas y Puesta en Marcha (Nivel 3)

Adicionalmente, se indica para el nivel 2 las rutas que son susceptibles de convertirse en críticas y se indica la necesidad de alguna junta extraordinaria para analizar el caso.

#### 4.2 CONTROL DE COSTOS

A continuación se presentan los sistemas de control de costos que son generalmente usados por una empresa que ofrece los servicios de ingeniería y/o construcción. Se dividirán en el control de costos de ingeniería y en el control de costos de construcción.

##### 4.2.1 CONTROL DE COSTOS DE INGENIERIA

Los costos de ingeniería tienen como referencia el consumo de horas-hombre (HH) tanto de ingeniería como de diseño y dibujo. Estas pueden ser estimadas desde el punto de vista de disciplina o de la Estructura de Desglose del Trabajo (Work Breakdown Structure (WBS)).

###### 4.2.1.1 CONTROL DE HH POR DISCIPLINA

Consiste en la comparación de HH estimadas contra las HH consumidas por todas las disciplinas participantes en el proyecto. La frecuencia con que se haga la comparación y los nuevos estimados de HH para llegar a la conclusión del proyecto, estarán de acuerdo con las necesidades particulares del mismo. Lo anterior es ilustrado por la FIGURA 4.1.

Como se puede observar en dicha figura, la curva de control proporciona una clara visibilidad a todos los niveles, desde la Supervisión hasta la Gerencia de Proyecto.

###### 4.2.1.2 CONTROL DE HH MEDIANTE LA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (WORK BREAKDOWN STRUCTURE)

Se introduce a continuación el concepto de Estructura de Desglose del Trabajo (Work Breakdown Structure), que gráficamente representa el desglose decreciente del trabajo al nivel práctico más bajo con fines de control.

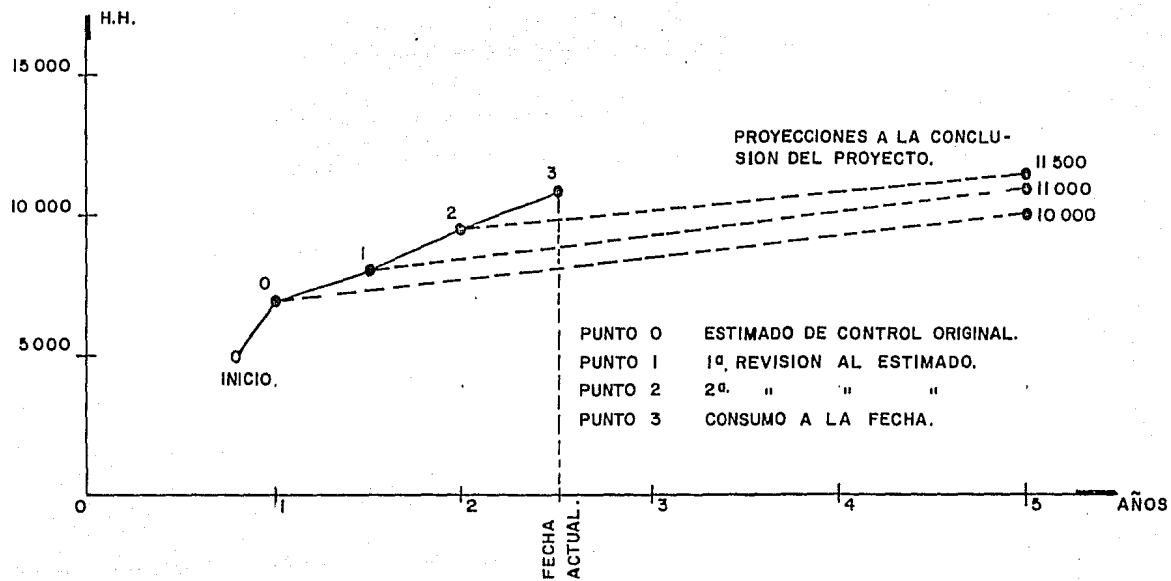


FIGURA 4.1 CURVA DE CONTROL PARA HORAS HOMBRE.(H.H.) ACUMULADAS.



Los objetivos que se persiguen con su inclusión son :

- a) Correlacionar los trabajos, programas, horas-hombre, ejecución e interfaces técnicas.
- b) Relacionar los planes directamente a los objetivos.

La FIGURA 4.2 muestra una estructura típica de desglose del trabajo.

Las razones para definir grupos y paquetes de trabajo en la ingeniería de un proyecto son:

- a) Proporcionar una base para la estimación y programación de las HH requeridas.
- b) Mejorar la adherencia al programa por medio del control de tareas individuales.
- c) Correlacionar los estimados de HH con unidades de trabajo identificables y por lo tanto permitir el control de las HH.

De lo anterior se desprende la necesidad de hacer compatibles las estimaciones y programas de ingeniería con los requerimientos de la Estructura de Desglose del Trabajo.

La Estructura de Desglose del Trabajo se constituye entonces en la herramienta básica para el desarrollo de estimaciones, programas y para el reporte de los resultados a niveles gerenciales.

Es posible ajustar los reportes a las necesidades de niveles gerenciales específicos para proporcionar el detalle relacionado con la responsabilidad de un gerente en particular.

#### 4.2.1.3 DOCUMENTOS DE CONTROL Y PANORAMA DEL PROYECTO

Para tener una mejor visión del impacto del consumo de HH y de las tendencias del progreso de un proyecto, se elabora en su momento un determinado número de documentos de control.

Los principales documentos o reportes de control son:

- a) Reporte de Estado del Proyecto.
- b) Reporte de Avance de Ingeniería.
- c) Reporte de Necesidades de Personal.

#### 4.2.2 CONTROL DE COSTOS DE CONSTRUCCION

Un primer paso para el control de costos de construcción es la elaboración de un eficiente estimado de control ya que si este es inadecuado, incompleto o irreal, ningún sistema será capaz de realizar el control de costos.

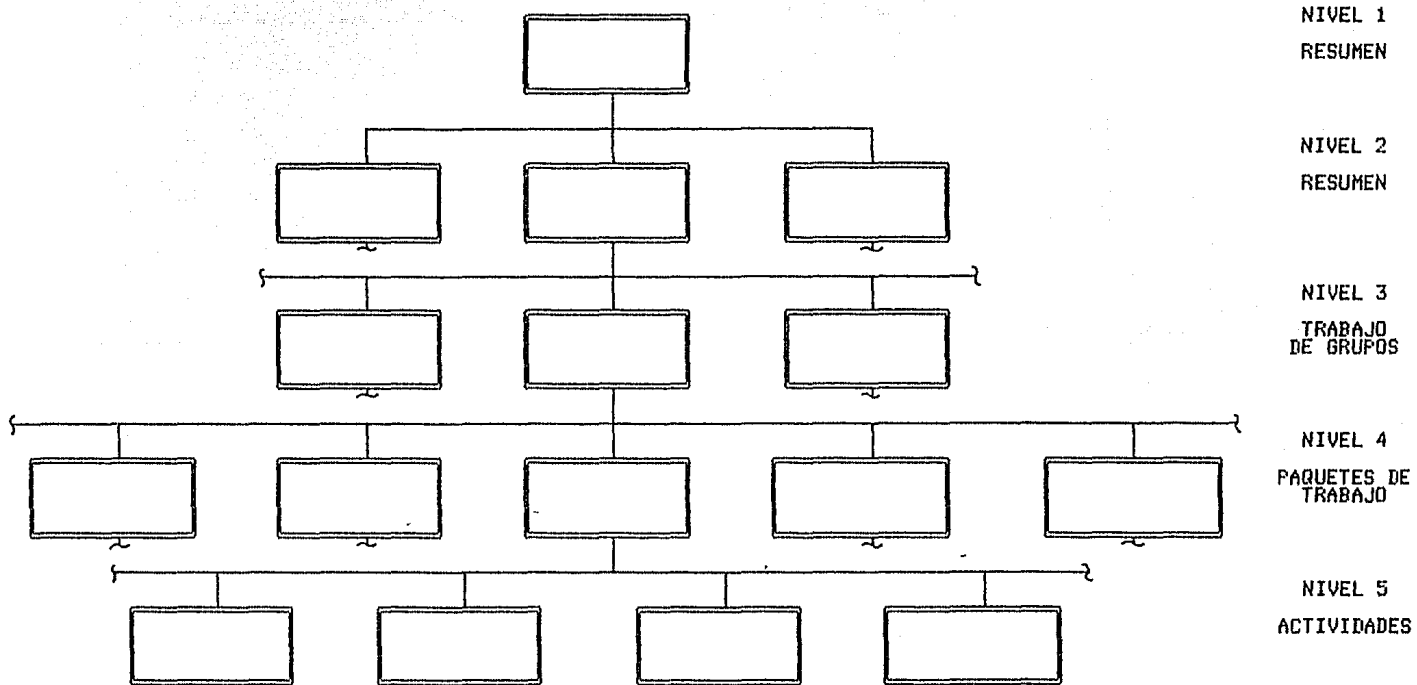


FIGURA 4.2 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO

#### 4.2.2.1 EVOLUCION DEL ESTIMADO DE CONTROL

Durante las fases de ingeniería y construcción se elaboran diferentes tipos de estimados de control dependiendo de el tiempo y la información disponible. Las etapas por las que pasa el estimado de un proyecto son:

- 1a.- **ESTIMADO DE ORDEN DE MAGNITUD.**- Se obtiene primero un Estimado de Orden de Magnitud, mismo que es elaborado en las primeras etapas del proyecto, antes del inicio de la construcción. La información para su elaboración puede ser tan elemental como el costo histórico que se tenga de algún proyecto similar y que se afecta por distintos factores, para hacerlo compatible con las condiciones actuales. Este estimado requiere un mínimo de tiempo y por lo tanto, tiene un bajo grado de exactitud.
- 2a.- **ESTIMADO PRELIMINARMENTE DETALLADO.**- Posteriormente se obtiene un Estimado Preliminarmente Detallado, el cual es establecido para tener un panorama completo del costo del proyecto a todos los niveles de detalle. Es elaborado en cuanto se tiene un arreglo físico preliminar de las instalaciones y equipos.
- 3a.- **ESTIMADO DE CONTROL.**- Finalmente se obtiene el Estimado de Control propiamente dicho, mismo que representa el grado más alto de exactitud basado en un alcance bien definido del trabajo y las cotizaciones para equipo mayor, incluyendo todos los materiales de construcción. La computadora puede ser utilizada para seleccionar partidas semejantes, buscando la simplificación del análisis.

#### 4.2.2.2 PRINCIPIOS DEL CONTROL DE COSTOS

Un control de costos para ser efectivo requiere de dos herramientas básicas como son:

- a) Alcance del trabajo bien definido.
- b) Estimado de control del proyecto.

La primera deberá ser elaborada con el suficiente nivel de detalle como para que al ocurrir algún cambio de alcance se tenga la facilidad de identificarlo y medir sus efectos en el costo y programa del proyecto. Si este cambio de alcance es aprobado, representará también un cambio en el estimado de control del proyecto.

La segunda herramienta, el estimado de control del proyecto, tendrá un nivel de detalle compatible con los métodos a usarse para reunir, reportar y controlar costos.

La Estructura de Desglose del Trabajo mencionada con anterioridad, proporciona por sí misma la manera de obtener las dos herramientas ya que los paquetes de trabajo definen en forma precisa el alcance del trabajo y proveen su estimado de costo.

Nos referiremos ahora a las funciones de los responsables de proporcionar la información de costos como son el ingeniero de costos del proyecto y el ingeniero de costos del sitio de la obra. El primero, ubicado en las oficinas

centrales de la empresa , tiene la responsabilidad de monitorear los costos y el consumo de HH asociados con el proyecto; los costos incluyen partidas como materiales comprados, contratos otorgados, gastos de oficina matriz y gastos de supervisión y construcción en el sitio de la obra. El segundo es responsable de la identificación y clasificación de todos los costos en que se está incurriendo, de acuerdo a algún sistema de numeración de cuentas previamente desarrollado en función de la Estructura de Desglose del Trabajo, mismos que irán incluidos en reportes periódicos.

El empleo de la computadora será de gran ayuda en el aspecto de costos, ya que puede ser utilizada para la recolección de información, su análisis y la posterior elaboración de reportes. Los reportes deberán presentarse siempre en forma oportuna y lo suficientemente detallados como para identificar las variaciones y tendencias de los costos a fin de efectuar las acciones correctivas pertinentes por parte del personal clave.

#### 4.2.2.3 REVISIONES AL ESTIMADO DE CONTROL

Las revisiones se efectúan periódicamente en el transcurso de la ejecución del proyecto, para medir su avance y reportar a la conclusión del proyecto el Estimado Final de Costos.

Una revisión consta de tres partes básicas que son:

- a) Consumos y avances a la fecha
- b) Pronóstico para terminar el proyecto
- c) Total o suma de las dos anteriores.

El estimado revisado en turno, se convierte en el estimado activo de control contra el que se medirán todas las actividades del proyecto a partir del momento en que se efectúe la revisión.

Esta operación practicada en forma continua favorece al control efectivo de costos, mismo que influirá a lo largo de la ejecución del proyecto.

### 4.3 SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL DE PROGRAMA Y COSTOS

Un sistema que integre programa y costos se hace imprescindible en proyectos como los actuales que representan una creciente complejidad, elevados costos y requerimientos de fuerza de trabajo; mediante su empleo, se tendrán facilidades para cubrir las necesidades del cliente en cuanto a la información de flujo de efectivo, programa y personal. Cabe mencionar que este sistema puede ser empleado para todas las fases del proyecto.

#### 4.3.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA INTEGRADO

El sistema que se describe a continuación ensambla la información de tal manera que elementos interdependientes del alcance del trabajo, programa y recursos, son integrados. La desviación con respecto a valores predeterminados puede ser identificada y evaluada con la consiguiente implementación de oportunas medidas correctivas.

Las funciones que debe cumplir el sistema son:

- a) Proporcionar la definición de alcance del trabajo, con el fin de asignar responsabilidades
- b) Identificar las actividades específicas de cada fase del proyecto.
- c) Proporcionar visibilidad para el control de personal y materiales.
- d) Proporcionar reportes de actividades, tiempo y costos de acuerdo a las necesidades de cada nivel gerencial.

El sistema integrado, estará constituido por los subsistemas de ingeniería y construcción. El subsistema de ingeniería es usado para planear y controlar todos los servicios de la oficina matriz; los servicios son desglosados hasta el nivel en el que sea posible estimar y asignar HH. El subsistema de construcción es usado para planear y controlar las actividades en el sitio de la obra; se asignan HH, materiales y equipos a cada actividad específica.

La información originada por la integración de los mencionados subsistemas consistente en un programa integrado, cantidades de HH, materiales y equipos, es distribuida a todos los niveles con el fin de ayudar al logro de un eficiente trabajo de planeación y control. Por ejemplo, si ocurre algún cambio en una actividad particular de ingeniería, su impacto en el programa de construcción es visualizado inmediatamente.

En virtud de lo anterior, el sistema integrado puede ser usado en forma efectiva para planear y controlar la ingeniería y construcción de un determinado proyecto.

#### 4.3.1.1 DEFINICION DEL PROYECTO

El proyecto es definido por la Estructura de Desglose del Trabajo la cual consta de lo siguiente:

- a) Un esquema de la subdivisión lógica del proyecto.
- b) Definición del tiempo, materiales, HH, y equipo necesarios para ejecutar cada paquete de trabajo.
- c) Descripción del proceso técnico que deberá desarrollarse para cada paquete de trabajo.

El establecimiento de la Estructura de Desglose del Trabajo es uno de los primeros pasos del proyecto en sus etapas más tempranas. Su función es la de subdividir la totalidad del proyecto en paquetes que lo representen con el propósito de poder estimar, monitorear su ejecución, programar, pronosticar y controlar su costo. Cada usuario del sistema requerirá distintos niveles de detalle para satisfacer sus necesidades específicas. Por ejemplo el trabajo de "concreto" de un proyecto puede estar representado por un simple paquete de trabajo para los niveles gerenciales superiores; sin embargo, este paquete de trabajo deberá ser posteriormente subdividido de acuerdo a los edificios del proyecto para el monitoreo de su ejecución y avance; una subdivisión posterior puede ser en base a niveles del edificio o elementos específicos de trabajo como concreto, acero de refuerzo, cimbra, etc. con el fin de monitorear su ejecución, asignar recursos (material, mano de obra y equipo), controlar y pronosticar su costo.

#### 4.3.1.2 PROGRAMAS DEL PROYECTO

Se crea una serie de programas en base a redes de actividades buscando la eficiencia en la planeación y el control de proyectos con interacciones complejas entre las diferentes actividades y fases que lo constituyen. Cada paquete de trabajo identificado en la Estructura de Desglose del Trabajo deberá estar representado al menos por una actividad en las redes del proyecto.

La computadora aparece nuevamente como un instrumento de gran ayuda, esta vez utilizando algún programa de Ruta Crítica.

#### 4.3.1.3 INTEGRACION DEL SISTEMA

La Estructura de Desglose del Trabajo define el alcance de todas las fases del proyecto. Para todas las actividades en las redes del proyecto se hace una referencia directa del alcance del trabajo en el respectivo paquete de trabajo. Partiendo de que todos los alcances conocidos del trabajo están representados en los paquetes de trabajo y que los mismos paquetes están referenciados a las actividades de las redes, se puede afirmar que todo el trabajo está representado en las redes del proyecto.

Se establece en el programa una interrelación directa a nivel de actividad de la red entre el alcance, el tiempo y los recursos. Como resultado, el impacto de los cambios de alcance desde el punto de vista de recursos y programa puede ser identificado y evaluado. En cuanto al cambio de alcance, una vez que se han tomado las decisiones pertinentes, la solución apropiada es incorporada al plan del proyecto a nivel de paquete de trabajo. Este procedimiento mantiene una base de datos actualizada y permite la distribución de la información a todos los niveles.

Durante el desarrollo del proyecto la supervisión puede evaluar el trabajo por medio de los paquetes de trabajo, comparando los consumos y avances actuales con lo planeado. Los reportes de costo y programa integrado identifican las desviaciones del plan aprobado y permiten una pronta atención a su solución.

#### 4.3.2 REPORTE

El sistema integrado proveerá reportes de fácil comprensión cubriendo aspectos de programas y costos. También deberá ser capaz de producir reportes extraordinarios a nivel de detalle para ser usados por supervisores y a nivel de resumen para uso de la gerencia.

La siguiente es una lista de reportes típicos que son elaborados tanto por ingeniería como por construcción:

##### Reportes de ingeniería

- a) Reportes de Ruta Crítica
- b) Reporte de HH por paquete de trabajo
- c) Reporte de HH por disciplina
- d) Diagrama de barras para actividades
- e) Reporte de trabajo ejecutado

- f) Programa de entrega de planos
- g) Programa de ingeniería y compras
- h) Reporte de necesidades de personal

#### Reportes de construcción

- a) Detalle de compra de material por paquete de trabajo
- b) Resumen de compra de material por paquete de trabajo
- c) Revisión del estimado de costos
- d) Reportes de Ruta Crítica
- e) Reporte de necesidades de personal
- f) Reporte de HH pronosticadas
- g) Reporte de análisis de actividades
- h) Reporte de detalle para paquetes de trabajo
- i) Reporte resumido de paquetes de trabajo
- j) Reporte de monitoreo de equipos y materiales
- k) Reporte de consumo de materiales
- l) Curvas de recursos

En los siguientes incisos se analizan algunos de los reportes arriba mencionados.

#### 4.3.2.1 REPORTE DE ANALISIS DE ACTIVIDADES

El Reporte de Análisis de Actividades es elaborado para la Superintendencia de Construcción que tiene la responsabilidad de dirigir el trabajo en el sitio de la obra. El reporte es una lista de aquellas actividades que están en ejecución o que están programadas para comenzar en los siguientes días. Consiste en una interrelación directa entre programas y recursos.

Buscando una mayor eficiencia, es posible dividir el reporte en dos partes. La primera contiene la última información disponible de cantidades y HH para cada paquete de trabajo y actividad de la red. La segunda parte contiene la información de una proyección de las cantidades y HH necesarias para completar una actividad dentro del tiempo programado.

Para la primera parte, la descripción de la actividad y las fechas de programa son obtenidas de los reportes de ruta crítica. El alcance de la información del trabajo comprende un número de paquete de trabajo, cantidades, responsabilidad de ejecución, HH estimadas y consumidas. El actual periodo de información, reportado en la última revisión, muestra la cantidad colocada, las HH consumidas para la colocación de la misma cantidad y el rendimiento obtenido. Al final de esta primera parte, se incluye un línea con los totales de HH presupuestadas para la actividad, las HH consumidas en el presente periodo y las HH consumidas a la fecha.

Para la segunda parte se toma información de la primera y se hacen proyecciones hacia el futuro basados en el número de semanas que faltan para terminar la actividad. Esta segunda parte lista las cantidades colocadas a la fecha y la HH consumidas. Incluye un cálculo basado en la cantidad estimada originalmente para determinar la cantidad a ser colocada. La cantidad que falta de ser colocada es dividida entre las semanas que faltan, para conocer el rendimiento necesario. El rendimiento necesario para completar la actividad es comparado con el rendimiento alcanzado a la fecha, estableciendo un fac-

tor de rendimiento del rendimiento requerido al alcanzado. Usando este reporte, la supervisión de campo puede determinar fácilmente cuales son las actividades que se están desviando del programa y tomar las acciones correctivas necesarias.

#### 4.3.2.2 REPORTE DE PAQUETE DE TRABAJO

El reporte de paquete de trabajo es un reporte elaborado también para la Superintendencia de Construcción. Se trata de una lista de actividades de cada paquete de trabajo con información estimada y actual (cantidades, HH, rendimientos) para cada concepto o partida. Se obtiene un porcentaje físico de terminación de cada actividad dividiendo las cantidades colocadas entre las estimadas. El porcentaje para la terminación de todo el paquete de trabajo se determina convirtiendo las diferentes unidades de medida de las cantidades a las HH equivalentes multiplicando las cantidades colocadas por el rendimiento estimado. El número obtenido es conocido como el Costo Presupuestado para el Trabajo Desarrollado. El valor total de este número en el paquete de trabajo es dividido por el total de la HH estimadas para obtener un porcentaje físico equivalente de conclusión de la totalidad del paquete. De esta manera se hacen los pronósticos y se conoce si el paquete de trabajo tendrá sobrecosto o no.

#### 4.3.2.3 CURVAS DE RECURSOS

Es posible obtener una serie de curvas de recursos, los cuales pueden ser unidades monetarias, HH o cantidades de material. El recurso es graficado contra una escala de tiempo, el cual puede ser el tiempo de programa del total del proyecto, de un edificio o de un paquete de trabajo. La gráfica también muestra la cantidad del recurso consumido a la fecha y una proyección de la razón de consumo para el equilibrio del recurso basado en el programa actual, siendo este el caso en que el tiempo de conclusión puede ser mayor que el tiempo de programa. Cuando se dé el caso de no permitir retrasos, se originarán posiblemente picos del recurso en la gráfica y más si la tendencia actual así lo indica. Cuando se presentan los picos de recursos, se hace una revisión de las actividades en el paquete de trabajo para determinar sus causas. Cuando es necesario, la lógica de la red puede ser cambiada para reducir el consumo del recurso a un nivel más realístico.

Una ventaja del sistema que se puede observar después del anterior análisis consiste en que las interrelaciones entre tareas, programas, HH y cantidades son integradas de manera que permitan una correlación directa de todos los paquetes de trabajo.

#### 4.3.2.4 RESUMEN DE PAQUETES DE TRABAJO DE INGENIERIA

Este reporte muestra las HH consumidas a la fecha y el avance en HH equivalentes. Cada una de ellas es comparada a las HH presupuestadas para así obtener porcentajes de HH consumidas y de avance logrado para el periodo actual y acumulativos. Se muestran también índices de ejecución los cuales son una medida del progreso alcanzado y de las HH consumidas. Para cada paquete de trabajo se hace un estimado de las HH a consumir para la terminación del mismo y de esta manera saber si se tendrá un saldo positivo o negativo.



#### 4.3.2.5 REPORTE DE HORAS HOMBRE (HH) POR PAQUETE DE TRABAJO

Este reporte proporciona presupuestos, HH consumidas y HH estimadas para las funciones de la oficina matriz por cada uno de los períodos reportados; puede ser producido en el NIVEL 4 de la Estructura de Desglose del Trabajo y en niveles inferiores para cualquier combinación de períodos; las HH pueden ser tomadas por período o acumuladas; los problemas comunes a muchos paquetes de trabajo pueden ser identificados. Las combinaciones más frecuentes de los anteriores parámetros son las siguientes:

- 1.- NIVEL 5 (nivel de paquetes de trabajo; ver FIG. 4.2) muestra las HH clasificadas por disciplina y código de trabajo para cada uno de los tres meses siguientes y para el siguiente período de nueve meses. Este reporte es actualizado mensualmente para ayudar en la asignación de HH.
- 2.- NIVEL 4 (nivel de grupos de trabajo; ver FIG. 4.2) muestra las HH acumulativas clasificadas por el responsable de su ejecución para cada período de seis meses. Este reporte es producido mensualmente para usarse en la preparación de las curvas de estado del grupo de trabajo.
- 3.- NIVEL 1 (nivel de proyecto; ver FIG. 4.2) es producido en la medida en que sea requerido para los períodos que se especifiquen, muestra las HH por período y/o acumulativas.

#### 4.3.2.6 DIAGRAMA DE BARRAS PARA PAQUETES DE TRABAJO

El diagrama de barras es dibujado para todos los paquetes de trabajo de ingeniería. Este muestra las actividades programadas para los nueve meses siguientes aproximadamente, existiendo la posibilidad de alargar o reducir este período. Los diagramas de barra son usados junto a los reportes de HH por paquete de trabajo como una herramienta de ayuda para dirigir las actividades.

#### 4.3.2.7 REPORTE DE EJECUCION DE LOS PAQUETES DE TRABAJO

Este reporte proporciona información de datos planeados, actuales y estimados. Se muestran HH y avance, avance e índices de HH, porcentaje acumulativo para la terminación e índices de ejecución actuales del total del proyecto en cuanto a las funciones de la oficina matriz (NIVEL 1; ver FIG. 4.2). El reporte se presenta en forma numérica y gráfica.

## 5. GARANTIA DE CALIDAD (QUALITY ASSURANCE)

La Garantía de Calidad se define básicamente como: "Las acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza de que una estructura, sistema o componente del proyecto se comportará satisfactoriamente cuando sea requerido".

La Garantía de Calidad incluye al Control de Calidad que es el término más ampliamente conocido debido a su aplicación y aceptación como parte integrante de modernos procesos de producción en la mayoría de las industrias.

Cuando se habla de plantas nucleares, este concepto es imprescindible ya que su aplicación está destinada a proteger a una población.

Su aplicación en proyectos no nucleares está en constante aumento, esto en razón de la necesidad de tener la confianza suficiente de que se está alcanzando un determinado nivel de calidad y que el producto final funcionará en forma satisfactoria.

### 5.1 COMPONENTES DE LA GARANTIA DE CALIDAD

Desglosando el concepto en las dos palabras que lo constituyen diremos que, "Calidad" se refiere al logro de un producto final que funcione satisfactoriamente y "Garantía" está relacionado a la certificación de que la calidad ha sido lograda en forma adecuada. Por lo tanto, y aunque parezca redundante, los dos componentes o funciones de la Garantía de Calidad son la Garantía y la Calidad.

La función de calidad llamada control de calidad es la que evita que una partida o proceso continúe adelante cuando no está de acuerdo con lo especificado. El control de calidad está estrechamente ligado con los procesos de producción, mismos que no solo se refieren a la fabricación, sino también a actividades de diseño y construcción.

La función de la garantía no siempre es definida con claridad; las actividades relacionadas con esta función son:

- 1.- Establecer Requerimientos de Garantía.- Los requerimientos pueden ser por ejemplo, el uso de procedimientos escritos durante determinada operación o el archivo de la descripción de actividades desarrolladas, etc.. No debe confundirse con requerimientos de especificaciones técnicas.
- 2.- Planear la Garantía.- Se estima el alcance de todas las partidas y actividades que deberán ser controladas y se verifica que las medidas de Garantía son apropiadas.
- 3.- Implementar el Programa.- Es la Verificación de que el programa está siendo implementado conforme a lo planeado.
- 4.- Medir la Efectividad del Programa.- La inexistencia de parámetros definidos hacen dificultoso el cumplimiento de esta actividad aunque las tendencias mostradas por el proyecto pueden identificar las actividades en las que el programa está siendo pasado por alto con los consiguientes efectos negativos en el diseño, la procuración o la construcción.

De las actividades anteriores, las dos primeras requieren enorme coordinación entre la organización de garantía de calidad y otras organizaciones participantes, principalmente con

la ingeniería; las dos últimas actividades deberán ser llevadas a cabo únicamente por la organización de garantía de calidad; la tercera actividad, misma que se refiere a la implementación del programa, podrá realizarse de distintas maneras en función del tipo de servicio a proporcionar. Por ejemplo, para la ingeniería de detalle puede consistir en la revisión de planos y especificaciones, siendo revisiones dirigidas a garantizar que el diseño y los productos que se emplean están de acuerdo con los requerimientos del programa de garantía de calidad y no a su exactitud o calidad técnica. Para procuración, puede consistir en la revisión de las ofertas de vendedores, para garantizar que estos cumplirán con los requerimientos del programa. Para construcción, puede consistir en la revisión de planos de vendedores y subcontratistas y de los procedimientos de trabajo, para tener la certeza de que ellos cumplirán con los requerimientos del mismo programa.

## 5.2 INTERRELACIONES DE LA GARANTIA DE CALIDAD EN UNA EMPRESA

La posición de la organización de garantía de calidad con respecto a otras organizaciones en una empresa, es de suma importancia en la determinación de la efectividad de su programa.

Se deberá buscar que la garantía de calidad reporte a un nivel gerencial que pueda iniciar de inmediato las medidas correctivas o los cambios de dirección requeridos.

Por lo general, la organización de garantía de calidad reporta al mismo nivel que lo hacen la de ingeniería o la de construcción.

## 5.3 APLICACIONES DE LA GARANTIA DE CALIDAD EN LAS PRINCIPALES FASES DEL PROYECTO

Si se ha decidido emplear la garantía de calidad en un proyecto, es necesario un previo análisis de los riesgos que implique cada estructura, sistema o componente del mismo.

Como se mencionó con anterioridad, en proyectos nucleares está en juego la seguridad pública; para proyectos no nucleares, el riesgo puede ser un deficiente funcionamiento del proyecto en su conjunto.

La organización de garantía de calidad establecerá los requerimientos para las diferentes fases del proyecto tales como ingeniería, procuración, construcción, pruebas, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

### 5.3.1 APLICACION DE LA GARANTIA DE CALIDAD EN INGENIERIA

La tarea de la organización de garantía de calidad en la fase de ingeniería, consiste en revisiones a planos y especificaciones; verificación de programas de computadora utilizados y revisiones interdisciplinarias de diseño.

La aplicación de la garantía de calidad en ingeniería, está destinada a verificar que las actividades descritas en esta fase sean efectivamente llevadas a cabo. Esta verificación se realiza revisando la producción de ingeniería, no en cuanto al aspecto técnico sino mas bien a que esta cumpla con los requerimientos de garantía de calidad. En las diversas disciplinas que tienen a su cargo la ejecución del proyecto, se realizan cálculos y análisis con la ayuda de computadoras; estos programas de computación deben ser verificados para tener la seguridad de que los resultados obtenidos por medio de su empleo son correctos.

En cuanto a las revisiones interdisciplinarias o intergrupos, estas van encaminadas a garantizar que el trabajo ha sido ejecutado de manera adecuada y que no se presentarán diferencias entre las consideraciones hechas por cada grupo participante en forma individual. Como ejemplo se puede mencionar cierto trabajo a realizar bajo la responsabilidad directa de algún grupo pero con la participación y soporte de otros grupos; el asegurarse de que existirá una adecuada comunicación entre todos ellos, refleja un buen sistema de trabajo.

### 5.3.2 APLICACION DE LA GARANTIA DE CALIDAD EN PROCURACION

La organización de garantía de calidad se ve envuelta directamente en la evaluación de proveedores cuando es aplicada en la fase de procuración.

Principalmente la evaluación está dirigida a la determinación de la capacidad para cumplir con los requerimientos específicos de garantía de calidad y puede incluir requerimientos específicos para el proveedor, tales como tener programas documentados de garantía y control de calidad, además de programas o procedimientos específicos para llevar a cabo procesos especiales como soldaduras, instalación, pruebas, etc.

Puede ser también necesaria una inspección a las instalaciones del proveedor antes de la selección final con el objeto de verificar que los programas y procedimientos descritos en su propuesta existan realmente.

Los resultados de la evaluación de proveedores y la inspección de instalaciones son determinantes para la elección final.

Como un chequeo final, las órdenes de compra y las especificaciones son por lo general revisadas y aprobadas por la organización de garantía de calidad.

Resumiendo, el objetivo de la aplicación de la garantía de calidad en la fase de procuración es el de garantizar que los equipos y servicios son comprados de proveedores calificados y que los requerimientos para estos son adecuados tal como se acordó previamente entre comprador y proveedor.

### 5.3.3 APLICACION DE LA GARANTIA DE CALIDAD EN CONSTRUCCION

La aplicación de la garantía de calidad en la fase de construcción comienza con la llegada de los diversos materiales y equipos al lugar de la obra; suponiendo que el proceso de garantía de calidad ha sido o está siendo llevado a cabo en las fases de ingeniería y procuración.

Cuando ocurre la recepción, se verifica que el equipo o material tenga en orden los documentos de procuración. Pueden también ser necesarias pruebas adicionales, además de la inspección visual.

Una vez que materiales y equipos han sido recibidos, es necesario almacenarlos de manera adecuada, la cual dependerá del tipo de material o equipo de que se trate. Materiales como el acero estructural o el acero de refuerzo, pueden ser almacenados en exteriores sin protección especial; algunos otros materiales quizás requieran una protección si se decide almacenarlos en exteriores; válvulas, bombas y tuberías requerirán almacenaje bajo cubierta y ciertos equipos como bombas e instrumentos de precisión pueden inclusive requerir condiciones ambientales controladas. El

objetivo es el de mantener equipos y materiales en las mismas condiciones de cuando fueron recibidos hasta el momento de su instalación o uso.

Durante el período de almacenaje, puede ser necesario un mantenimiento en el equipo o en su sistema de protección, tal como pintado, lubricación y limpieza.

Además de los anteriores servicios, no se deberá descuidar el control de calidad en los materiales de construcción.

Es muy factible que durante el desarrollo de la construcción sucedan cambios originados por ingeniería, cuando esto ocurra, la tarea de la organización de garantía de calidad consiste en verificar que la documentación con la última revisión llegue al sitio de la obra lo antes posible.

## 6. APLICACION DEL ENFOQUE DE GERENCIA DE PROYECTO

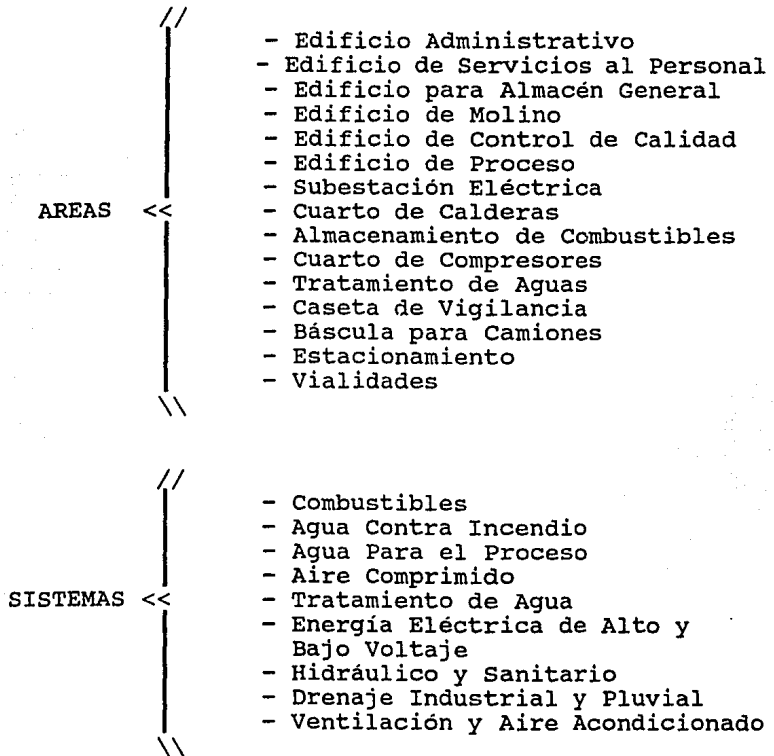
Este capítulo tiene como objetivo mostrar una aplicación práctica del enfoque de Gerencia de Proyecto tratando de establecer una especie de matriz con todo lo expuesto en capítulos anteriores, lógicamente teniendo en cuenta las limitaciones que implica el pretender abarcar todos los aspectos importantes de la ejecución del proyecto.

El proyecto a analizar pertenece al área de la Industria Alimenticia y consiste en la construcción de una planta destinada a la deshidratación de vegetales.

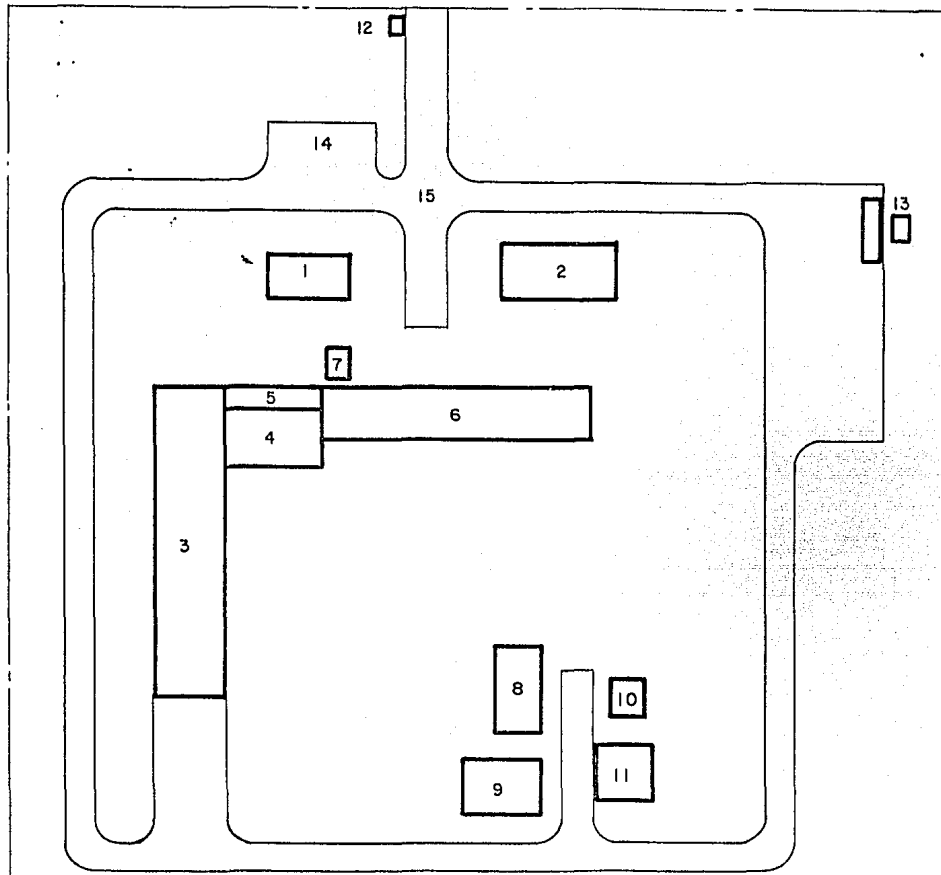
### 6.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

La descripción del proyecto es establecida casi en su totalidad por el contrato de ejecución y sirve de base para definir el alcance del trabajo.

Los sistemas y áreas de la planta incluidos en el proyecto son:



La localización de áreas es mostrada en el Arreglo General (FIGURA 6.1).



LIMITE DE  
PREDIO

No	DESCRIPCION .
1	EDIFICIO ADMINISTRATIVO.
2	SERVICIOS AL PERSONAL.
3	ALMACEN GENERAL.
4	EDIFICIO DE MOLINO.
5	CONTROL DE CALIDAD.
6	EDIFICIO DE PROCESO.
7	SUBESTACION ELECTRICA .
8	CUARTO DE CALDERAS.
9	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES.
10	CUARTO DE COMPRESORES.
11	TRATAMIENTO DE AGUAS.
12	CASETA DE VIGILANCIA
13	BASCULA PARA CAMIONES.
14	ESTACIONAMIENTO.
15	VIALIDADES.

FIG. 6.1

PLANTA DESHIDRATADORA  
DE VEGETALES  
ARREGLO GENERAL

## 6.2 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto es la base para definir la Estructura de Desglose del Trabajo que a su vez se constituye en parte fundamental de la planeación, ejecución y control del proyecto en todas sus fases.

Se muestra a continuación el alcance de los trabajos a realizar en las fases de ingeniería, procuración, construcción, pruebas y puesta en marcha para el proyecto.

### 6.2.1 ALCANCE DE INGENIERIA DE DETALLE

El alcance de los Servicios de Ingeniería de Detalle incluirá para las diversas disciplinas los conceptos siguientes:

#### DISCIPLINA DE PROCESO

- Bases y Criterios de Diseño
- Diagramas de Flujo (para cada sistema)
- Diagramas de Tuberías e Instrumentos
- Lista de Equipos (para cada sistema)
- Información de Condiciones de Operación
- Procedimientos de Identificación (de áreas, partidas de equipos, tuberías, válvulas y accesorios)
- Memorias de Cálculo (Balance de materia y energía)

#### DISCIPLINA DE INSTRUMENTACION

- Criterios de Diseño
- Diagramas de Tuberías e Instrumentación
- Índice de Instrumentos
- Diagramas de Instrumentación y Control
- Diagramas Lógicos
- Especificaciones de Instrumentos
- Panel de Instrumentos (sistema contra incendio)
- Diagramas Elementales
- Especificación del Panel de Instrumentos
- Localización de Instrumentos
- Detalles Típicos de Instalación
- Lista de Materiales

#### DISCIPLINA MECANICA

- Bases y Criterios de Diseño
- Memorias de Cálculo (tanques, recipientes y ventilación)
- Planos (tanques, recipientes, arreglo de equipos y ventilación)
- Especificaciones para equipos
- Hojas de Datos

#### DISCIPLINA DE TUBERIAS

- Criterios de Diseño
- Especificaciones para tuberías, válvulas y accesorios



- Planos (arreglo de equipos y tuberías, sistema contra incendio)
- Lista de Materiales

#### DISCIPLINA DE FLEXIBILIDAD

- Soportes de Tuberías
- Estudio de Flexibilidad
- Especificaciones de Accesorios
- Lista de Materiales

#### DISCIPLINA ELECTRICA

- Criterios de Diseño
- Planos (alumbrado, bajo y alto voltaje, diagramas, red de tierras y pararrayos, sistema telefónico)
- Especificaciones de Equipo
- Lista de Materiales

#### DISCIPLINA CIVIL

- Criterios de Diseño
- Especificaciones de Materiales
- Planos (desarrollo de sitio, cimentaciones, estructuras)
- Lista de Materiales
- Memorias de Cálculo

#### ARQUITECTURA

- Criterios de Diseño
- Arreglo General
- Planos (plantas, fachadas, cortes, acabados, puertas y ventanas, instalación hidráulica y sanitaria)
- Especificaciones de Materiales
- Lista de Materiales

### 6.2.2 ALCANCE DE PROCURACION

El alcance de los servicios de procuración para la planta abarca desde la recepción de la especificación y/o hoja de datos del equipo hasta la entrega del mismo en el sitio de la obra.

Los equipos electromecánicos e instrumentos a considerar son los siguientes:

- Tanque de Gas L.P.
- Tanques Atmosféricos.
- Calderas
- Compresor de Aire
- Secador de Aire
- Filtros
- Bombas de Agua Contra Incendio

- Bombas para Combustible
- Sistema de Aire Lavado
- Báscula para Camiones
- Transformadores Eléctricos
- Subestación Eléctrica de Alta Tensión
- Centros de Control de Motores
- Termómetros y Manómetros
- Válvulas de Control y Válvulas de Alivio
- Medidores de Nivel y de Flujo
- Tablero del Sistema Contra Incendio

### 6.2.3 ALCANCE DE CONSTRUCCION

El Alcance de los Servicios de Construcción cubre los siguientes aspectos:

- Construcción de vías de acceso a la planta
- Movimiento de tierras
- Trazo y nivelación del terreno
- Plataformas y terracerías
- Construcción de instalaciones temporales
- Construcción de cimentaciones para los edificios
- Construcción civil de los edificios de la planta.
- Construcción de vialidades, drenajes y estacionamientos.
- Construcción de cimentaciones y estructuras necesarias para las áreas de Tratamiento de Aguas y Combustibles.
- Montaje e interconexión de equipos electromecánicos y tableros de instrumentación y control.
- Instalaciones Eléctricas de redes de tierras y pararrayos, charolas y conduits, cableado, alumbrado, sonido y teléfonos.
- Prefabricación y montaje de tuberías.
- Prefabricación y montaje de soportes para tuberías
- Instalación e interconexión de instrumentos de medición y control.

### 6.2.4 ALCANCE DE PRUEBAS

El Alcance de los Servicios de Pruebas consiste en la realización de pruebas a partir de cierto avance en la fase de procuración en que son necesarias las pruebas individuales a los equipos procurados, posteriormente se realizarán pruebas a los equipos e instrumentos ya instalados y finalmente se probarán los sistemas componentes del proyecto.

## 6.2.5 ALCANCE DE PUESTA EN MARCHA

El Alcance de los Servicios de Puesta en Marcha comienza con la realización de pruebas preoperacionales, el posterior ajuste a equipos e instrumentos en caso de ser necesario y finalmente la propia puesta en marcha de la planta.

## 6.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Un proyecto podrá catalogarse como exitoso si al término de su ejecución se demuestra que los objetivos han sido cumplidos en forma satisfactoria para el Cliente.

Los objetivos del proyecto en cuanto a tiempo, costo y calidad son los siguientes:

### 6.3.1 TIEMPO

El Cliente necesita que la planta esté concluida en un plazo de catorce (14) meses pues así lo requieren sus compromisos y la necesidad de recuperar su inversión.

### 6.3.2 COSTO

El costo del proyecto será el resultado de los estimados previamente autorizados por el Cliente. El contrato está basado en el reembolso de costos por concepto de materiales y horas hombre empleadas, con un máximo garantizado por la Empresa que ofrece los servicios. El costo de equipos permanentes para la planta será cubierto directamente por el Cliente.

### 6.3.3 CALIDAD

El Cliente requiere que se incluya al ejecutar el proyecto una organización de Garantía de Calidad para tener la seguridad de que todos los sistemas y partes componentes de la planta funcionarán de manera adecuada al entrar ésta en operación.

## 6.4 ORGANIZACION DEL PROYECTO

La organización del proyecto es establecida en base al alcance y los objetivos del mismo.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se piensa en organizar el proyecto matricialmente tal como se muestra en la FIGURA 6.2.

## 6.5 PROGRAMA DE FECHAS CLAVE

Este programa se determina en base al plazo de terminación del proyecto y a la experiencia que se tenga de proyectos anteriores. Las fechas clave están definidas generalmente por el inicio y terminación de las fases del proyecto y de algunos otros eventos cuya importancia justifique su inclusión.

El programa de fechas clave se utilizará a lo largo del proyecto, tanto para funciones de planeación como de control y su actualización es constante a lo largo de la ejecución del proyecto

El programa de fechas clave para el proyecto que se presenta, es mostrado en la FIGURA 6.3.

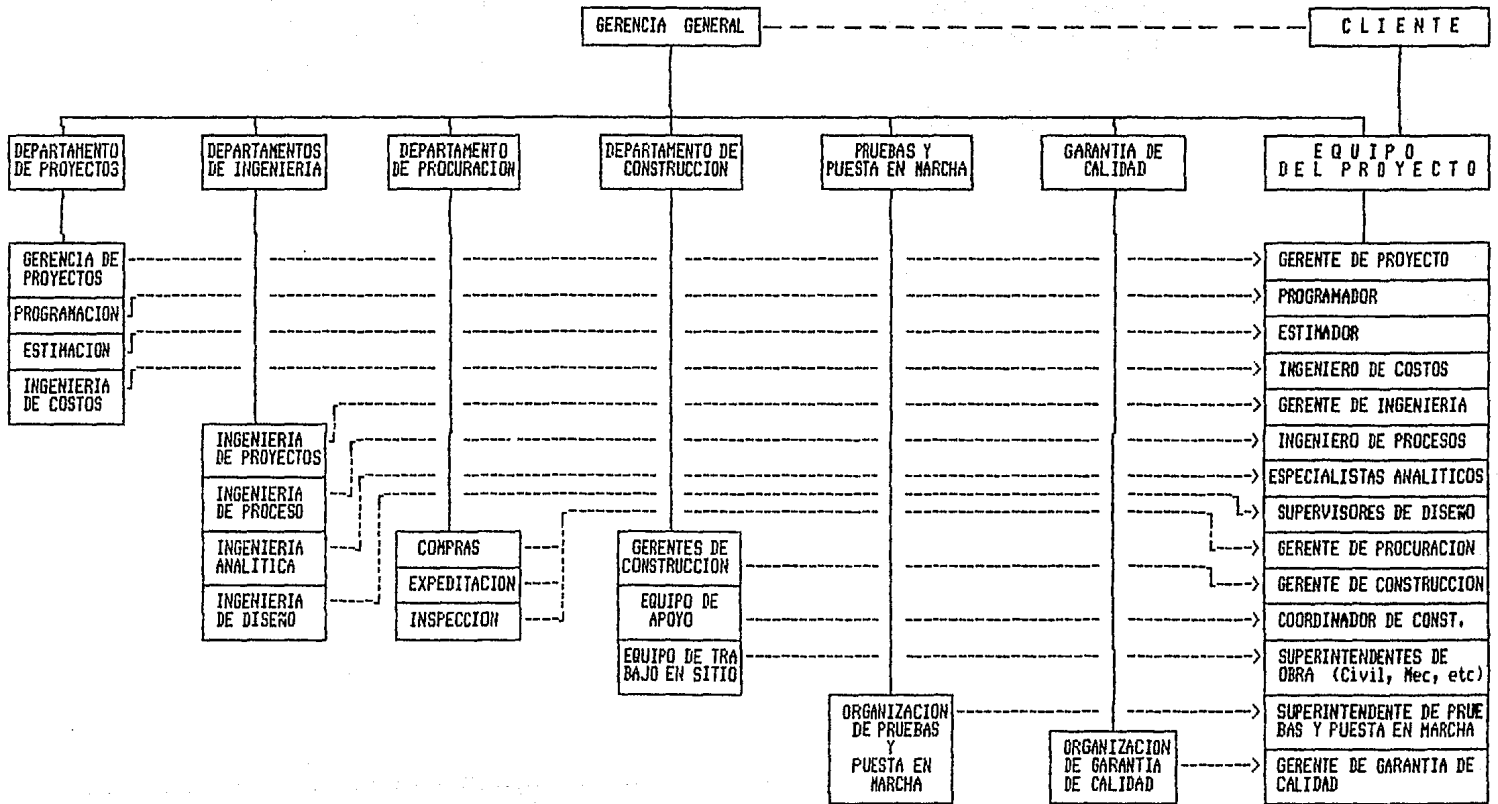


FIGURA 6.2 ORGANIZACION MATRICIAL DEL PROYECTO

FASE O EVENTO DEL PROYECTO	DURACION DEL PROYECTO (meses)																
	A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
INGENIERIA BASICA (por otros)	*=====*			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (por otros)	.	.	.	*===*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
INGENIERIA DE DETALLE	.	.	.	*=====*										.	.	.	.
PROCURACION	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*=====*				.	.	.	.
CONSTRUCCION	.	.	.	.	.	.	*=====*										.
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*=====*			

---> Ejecución del Proyecto

FIGURA 6.3 PROGRAMA DE FECHAS CLAVE DEL PROYECTO

## 6.6 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO

Como se mencionó con anterioridad, la Estructura de Desglose del Trabajo está basada en el alcance del proyecto y representa una gran ayuda en las labores de planeación y control a todos los niveles. Se presenta a continuación las Estructuras de Desglose del Trabajo para construcción e ingeniería, mismas que en un determinado nivel se relacionan entre sí y también con las demás fases del proyecto.

El desglose es parcial y está dirigido a ciertos puntos de interés con fines ilustrativos para relacionarlo con programas y costos.

### 6.6.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO PARA CONSTRUCCION

De acuerdo al proyecto de que se trate, es posible hacer modificaciones a la forma de definir la Estructura de Desglose del Trabajo.

Como se puede observar en la FIGURA 6.4, la estructura se asemeja a un árbol en cuya copa se encuentra la totalidad del proyecto y en su base las actividades constructivas a las que es posible asignar cantidades de mano de obra, materiales y equipos necesarios para su ejecución, relacionándolas de este modo con costos y programas.

### 6.6.2 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO PARA INGENIERIA

Para la fase de ingeniería, el desglose se hace primero por disciplinas en lugar de edificios que es como se vió en la fase de construcción. La Estructura se muestra en la FIGURA 6.5

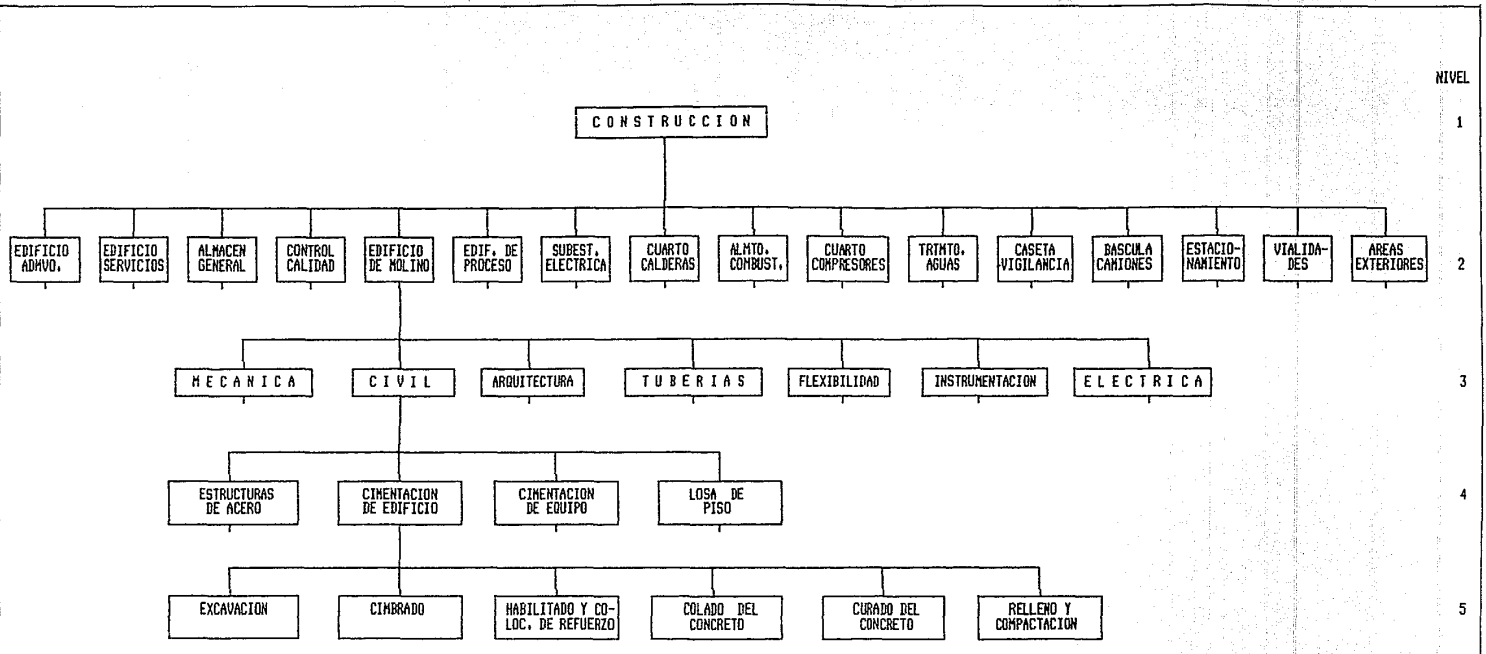
La parte inferior de la estructura está representada por planos o documentos, a los cuales es posible asignar cantidades de Horas-Hombre para relacionarlos con costos y programas.

## 6.7 PROGRAMA MAESTRO DEL PROYECTO

El Programa Maestro es el documento básico del Nivel I de Planeación y Control y consiste en un resumen del programa completo del proyecto elaborado a partir de los paquetes de trabajo definidos por la Estructura de Desglose del Trabajo para cada una de las fases del proyecto.

Para el proyecto de la Planta Deshidratadora de Vegetales, el Programa Maestro está constituido por los paquetes de trabajo mostrados en la FIGURA 6.6, mismos que corresponden a las fases de ingeniería, procuración, construcción, pruebas y puesta en marcha.

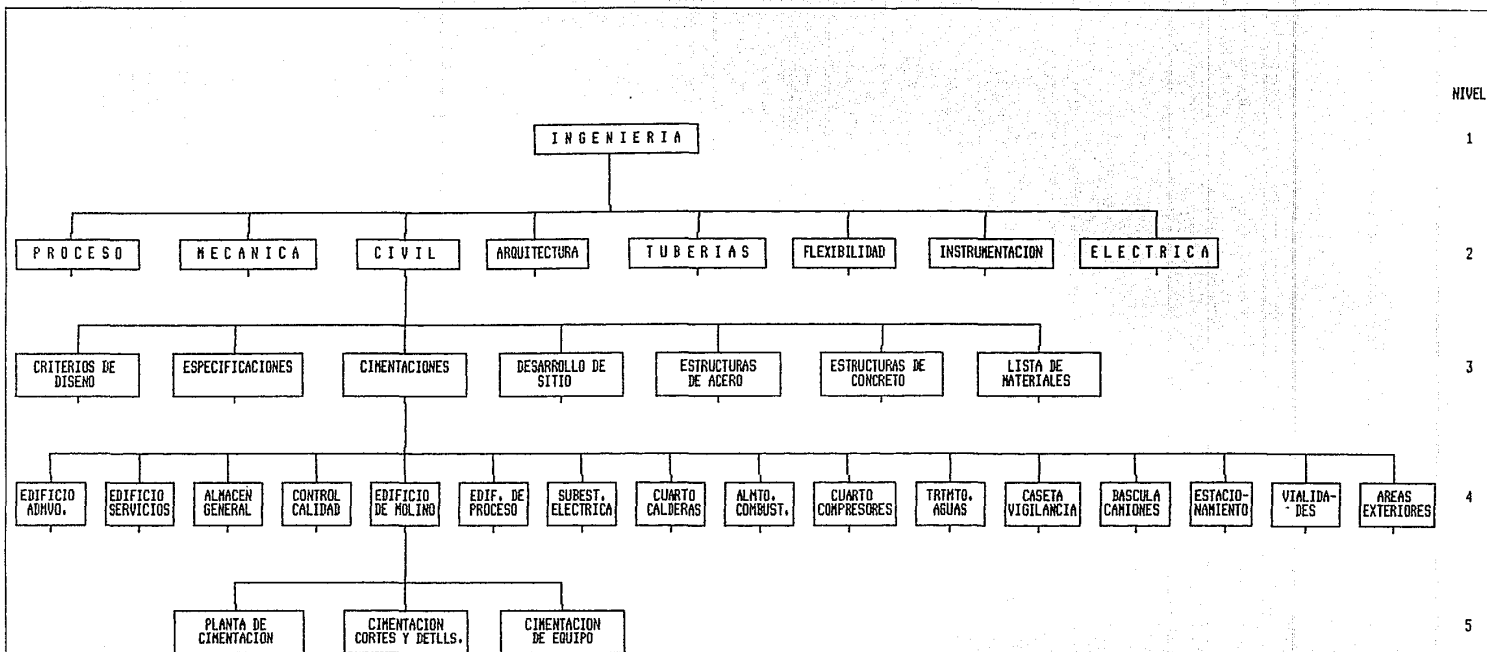
La duración y secuencia de los paquetes de trabajo es el resultado de la programación por el Método de la Ruta Crítica.



DESCRIPCION DE NIVELES

- 1 Fase del Proyecto
- 2 Edificios o Areas Fisicas
- 3 Tipo de Trabajo (Disciplinas)
- 4 Paquetes de Trabajo
- 5 Actividades

FIGURA 6.4 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (CONSTRUCCION)



DESCRIPCION DE NIVELES

- 1 Fase del Proyecto
- 2 Disciplinas
- 3 Paquetes de Trabajo
- 4 Localizaci6n
- 5 Planos o Documentos

FIGURA 6.5 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (INGENIERIA)



DESCRIPCION PAQUETE DE TRABAJO	DURACION DEL PROYECTO (meses)																
	A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A INGENIERIA BASICA (por otros)	*=====*																
B ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (por otros)			*===*														
C INGENIERIA DE DETALLE			*=====*														
P r o c e s o			*+++++++*														
1 Criterios y Bases de Diseño			*-*														
2 Diagramas de Flujo			*---*														
3 Diagramas de Tuberías e Instrumentos			*-----*														
4 Hojas de Datos				*-----*													
5 Listas de Equipos					*-----*												
Instrumentación					*+++++++*												
6 Criterios de Diseño					*-----*												
7 Diagramas de Tuberías e Instrumentos						*-----*											
8 Diagramas de Instru- mentación y Control							*-----*										
9 Especificaciones de Instrumentos								*-----*									
10 Lista de Instrumentos						*-----*											
M e c á n i c a					*+++++++*												
11 Criterios y Bases de Diseño					*-----*												
12 Tanques y Recipientes						*-----*											
13 Ventilación y Aire Acondicionado							*-----*										
14 Arreglo de Equipo								*-----*									
15 Especificaciones para Equipo									*-----*								
16 Hojas de Datos							*-----*										

FIGURA 6.6 PROGRAMA MAESTRO DEL PROYECTO

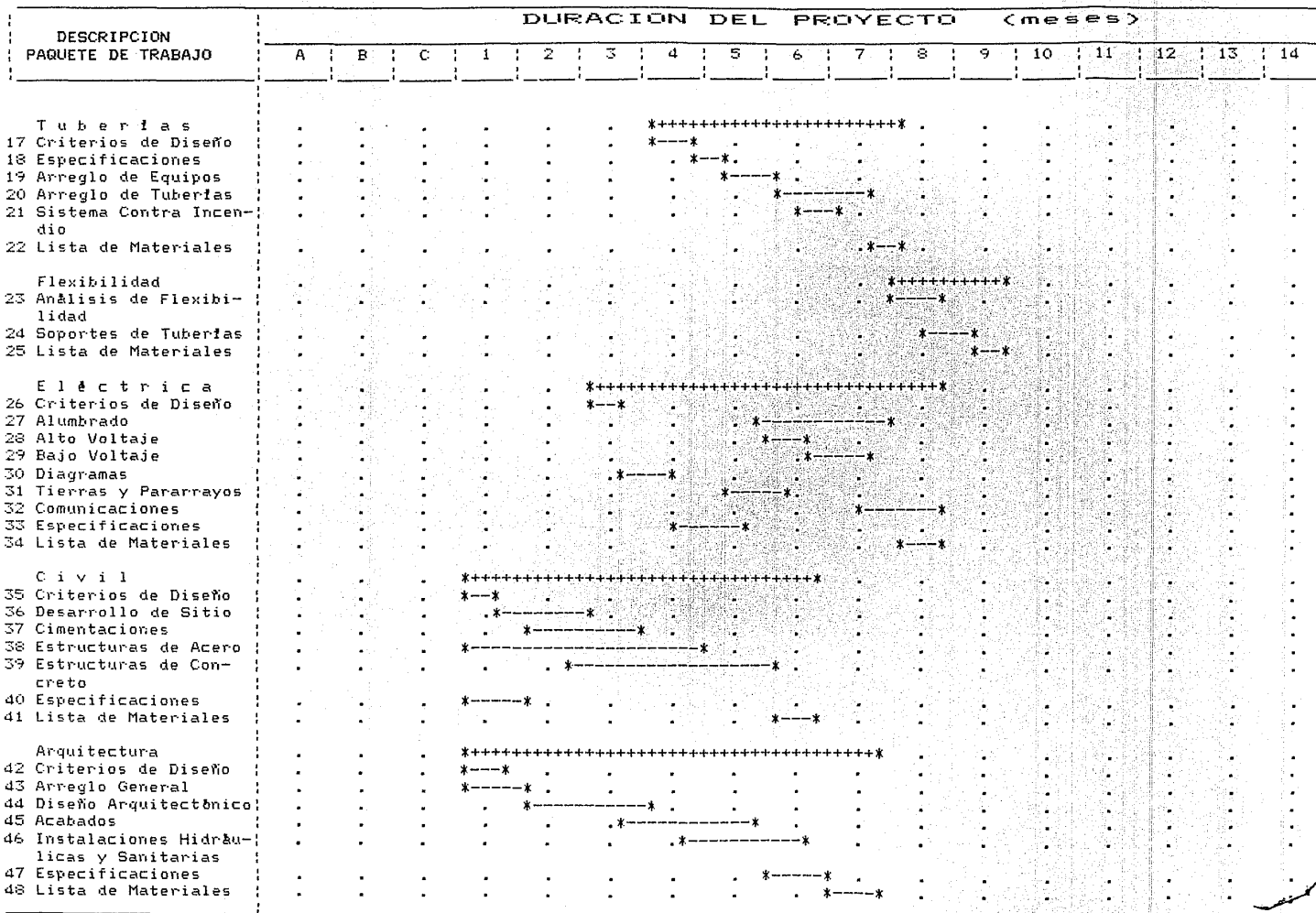


FIGURA 6.6 PROGRAMA MAESTRO DEL PROYECTO

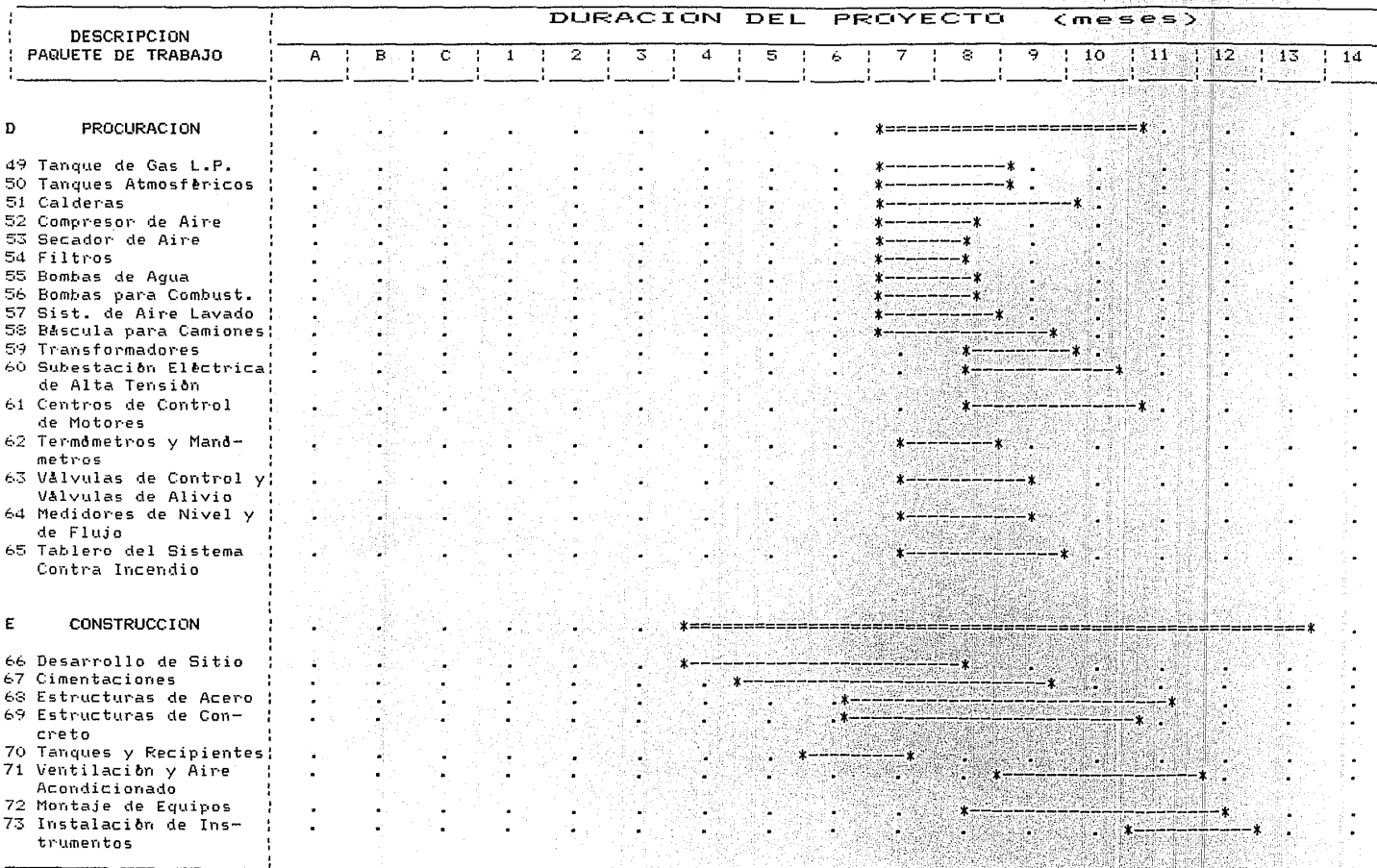


FIGURA 6.6 PROGRAMA MAESTRO DEL PROYECTO

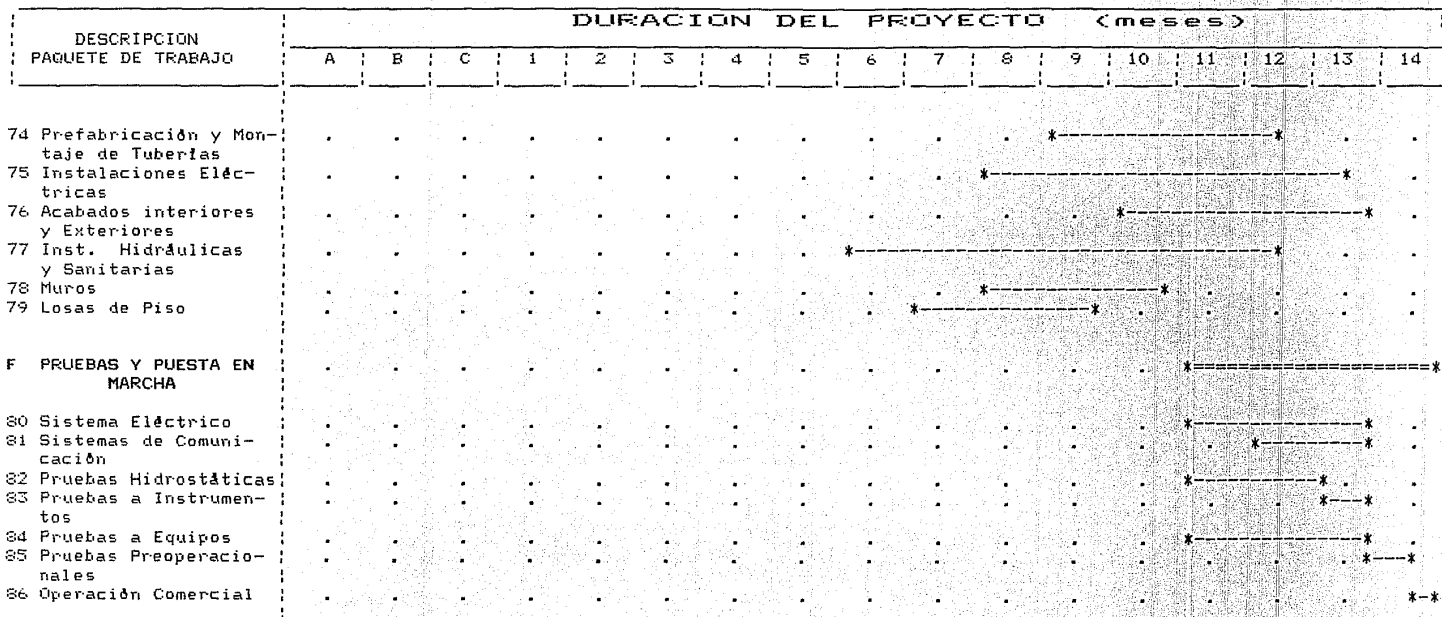


FIGURA 6.6 PROGRAMA MAESTRO DEL PROYECTO

## 6.8 REPORTE

Los reportes son el medio más eficiente para realizar el control del proyecto ya que gracias a su adecuada interpretación se pueden tomar las medidas correctivas necesarias y en su caso realizar reprogramaciones.

En el inciso 4.3.2 se mencionaron los reportes típicos que son elaborados tanto por ingeniería como por construcción y en los incisos siguientes se describieron algunos de ellos.

A continuación, de las FIGURAS 6.8 A LA 6.13, se muestran algunos de los reportes típicos que serán utilizados en la ejecución del proyecto que nos ocupa. Los reportes incluidos son:

Reporte de ingeniería

FIGURA 6.8 : REPORTE DE PAQUETES DE TRABAJO

Reportes de construcción

FIGURA 6.9 : ESTIMADO DE UN PAQUETE DE TRABAJO

FIGURA 6.10: REPORTE DE ANALISIS DE ACTIVIDADES (Parte A)

FIGURA 6.11: REPORTE DE ANALISIS DE ACTIVIDADES (Parte B)

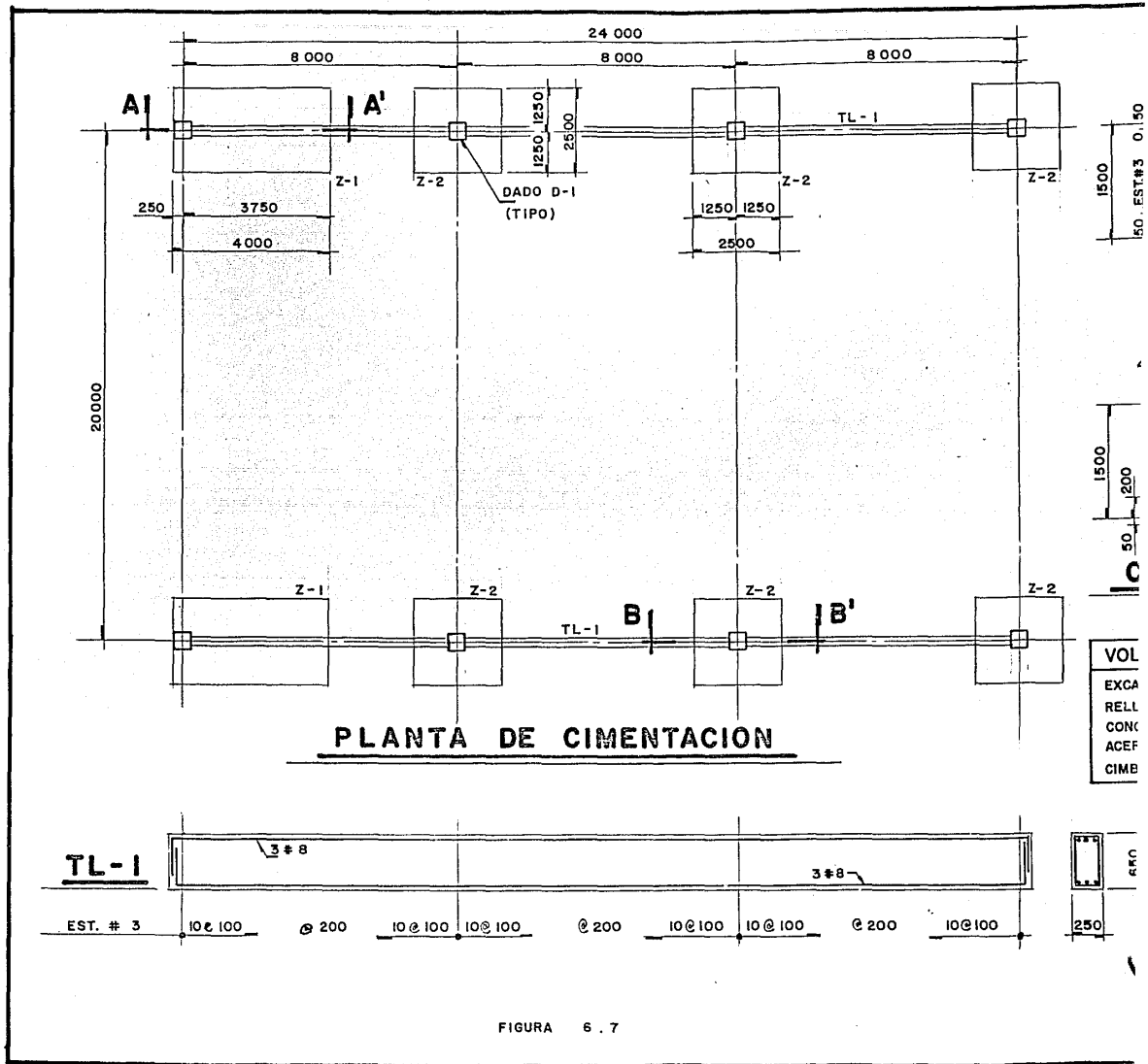
FIGURA 6.12: REPORTE DE PAQUETE DE TRABAJO A NIVEL DE DETALLE

FIGURA 6.13: REPORTE DE PAQUETES DE TRABAJO

Para una mejor comprensión de los reportes, se sugiere observar las FIGURAS 6.4, 6.5 y 6.7.

Los reportes de construcción están basados en el plano de la cimentación del Edificio de Molino mostrado en la FIGURA 6.7.

El renglón denominado "Procedencia" que aparece en la mayoría de los reportes mostrados, será de gran utilidad para lograr interpretar los valores que aparecen en las diferentes columnas así como para identificar los paquetes de trabajo y actividades en que es necesario tomar medidas correctivas.



**PLANTA DE CIMENTACION**

VOL
EXCA
RELL
CONC
ACEF
CIMB

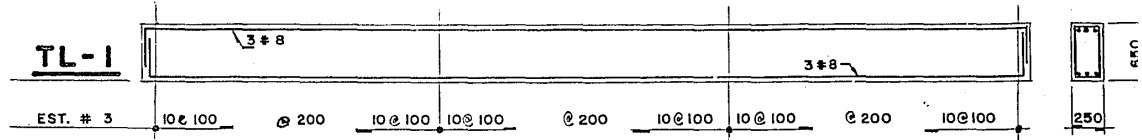
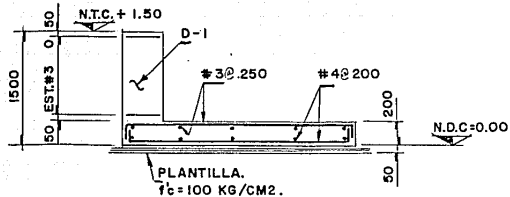
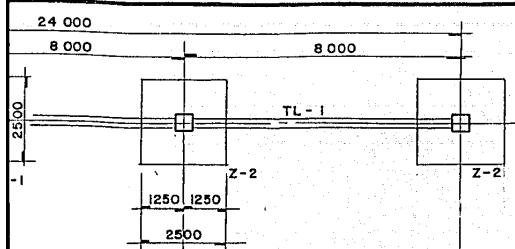
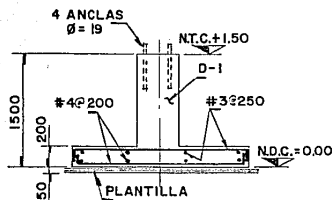


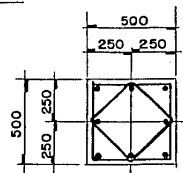
FIGURA 6.7



**CORTE A-A'**

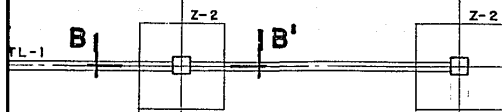


**CORTE B-B'**



• - 8 #6  
JGO. DE 2 EST. #3@200

**DADO D-1**



**CIMENTACION**

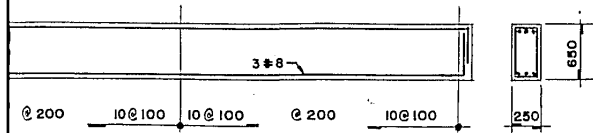
VOLUMENES DE OBRA	
EXCAVACION.	290 m <sup>3</sup>
RELLENO.	200 m <sup>3</sup>
CONCRETO.	25 m <sup>3</sup>
ACERO DE REFUERZO.	2 200 Kg.
CIMBRA.	15 m <sup>2</sup>

**NOTAS**

1. - ACOTACIONES EN MILIMETROS
2. - NIVELES EN METROS.
3. - CONCRETO  $f'_c = 250$  Kg/cm<sup>2</sup>
4. - ACERO DE REFUERZO  
 $f_y = 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>

**SIMBOLOGIA**

- N.T.C. - NIVEL TOPE DE CONCRETO.  
N.D.C. - NIVEL DESPLANTE DE CIMENTACION.



EDIFICIO DE MOLINO  
CIMENTACION  
PLANTA CORTES Y DETALLES

DESCRIPCION PAQUETE DE TRABAJO	ORIGINAL		REVISADO		AVANCE			PRONOSTICO		SUPERAVIT o DEFICIT (-)
	H-H	Docu- mentos	H-H	Docu- mentos	H-H usadas	Doc, termina- dos	% termi- nado	H-H para terminar	H-H total	
CRITERIOS DE DISEÑO	30	1	30	1	30	1	100	0	30	0
ESPECIFICACIONES	60	1	60	1	60	1	100	0	60	0
CIMENTACIONES	4500	45	4900	49	2700	21	65	1715	4415	485
DESARROLLO DE SITIO	500	5	600	6	825	6	100	0	825	-225
ESTRUCTURAS DE ACERO	2000	20	2000	20	1930	12	75	750	2680	-680
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	1200	12	1200	12	835	6	65	420	1255	-55
LISTAS DE MATERIALES	500	1	500	1	0	0	0	500	500	0
SUNATORIA			9290		6380		66	3385	9765	-475

DISCIPLINA : Civil

FIGURA 6.8 REPORTE DE PAQUETES DE TRABAJO DE INGENIERIA



DESCRIPCION DE ACTIVIDAD								
	Cant.	Unidad	Material \$/U.	Mano de Obra Hr/U	Mano de Obra \$/Hr.	Material \$ (Mill)	Mano de Obra \$ (Mill)	Horas de Trabajo H-H
EXCAVACION	290	m3	-	.37	12,750	-	1,364	107
CIMBRADO	15	m2	18,600	15.62	14,800	0.279	3,463	234
HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO	2.2	Ton	750,000	27.43	16,250	1.650	0.975	60
COLADO DEL CONCRETO	25	m3	127,000	1.28	16,250	3.175	0.520	32
CURADO DEL CONCRETO	145	m2	-	0.1	12,750	-	0.191	15
RELLENO Y COMPACTACION	200	m3	-	0.76	14,800	-	2,250	152
TOTAL DEL PAQUETE DE TRABAJO						5.104	8.763	600
No. de Columna	1	2	3	4	5	6	7	8
Procedencia	Cuanti-		*	*	*	1 x 3	5 x 8	1 x 4
	ficación							

PAQUETE DE TRABAJO: Cimentación de Edificio

\* Valores Supuestos

TIPO DE TRABAJO : Civil

EDIFICIO : Molino

FIGURA 6.9 ESTIMADO DE UN PAQUETE DE TRABAJO DE CONSTRUCCION

ESTIMADO DE UN PAQUETE DE TRABAJO DE CONSTRUCCION  
 MTS

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	Ultimo Estimado				Periodo Actual				Total a la Fecha			
	Fecha de Inicio	Cont. U.	H-H	Rendim. H-H/U.	Cont.	H-H	Rendim.	Relacion de Rendim.	Cont.	H-H	Rendim.	Relacion de Rendim.
EXCAVACION		290 m3	107	0.37	90	41	0.46	1.23	290	148	0.51	1.38
CIMBRADO		15 m2	234	15.62	5	64	12.8	0.82	8	109	13.6	0.87
HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO		2.2 Ton.	60	27.43	0.7	17	24.3	0.88	1.3	35	26.8	0.98
COLADO DEL CONCRETO		25 m3	32	1.28	9	12	1.33	1.04	9	12	1.33	1.04
CURADO DEL CONCRETO		145 m2	15	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
RELLENO Y COMPACTACION		200 m3	152	0.76	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE ACTIVIDADES			600			134				304		
No. de Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Procedencia		Cuantif.	Estim.	3 / 2	Reportes de Sitio		6 / 5	7 / 4	Reportes Acumulativos		10 / 9	11 / 4

PAQUETE DE TRABAJO: Cimentación de Edificio

TIPO DE TRABAJO : Civil

EDIFICIO : Molino

FIGURA 6.10 REPORTE DE ANALISIS DE ACTIVIDADES (PARTE A)

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	Total a la fecha:		Análisis de Cantidades					Pronóstico para terminar		Comparación		
	Fecha de Inicio	Cont. U.	H-H	Cont. Período Actual	Faltante	Rend. Regdo. Faltante	Relación de Rend. Regdo.	Pronóstico Rend.	H-H	H-H/Sem. Reqdas.	H-H/Sem. Actual	Relación H-H/Sem
EXCAVACION		290 m <sup>3</sup>	148	90	0	-	-	-	-	-	-	
CIMBRADO		8 m <sup>2</sup>	109	5	7	1.4	0.28	13.6	95	20	64	0.31
HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO		1.3 Ton	35	0.7	0.9	0.18	0.26	26.8	24	4	17	0.29
COLADO DEL CONCRETO		9 m <sup>3</sup>	12	9	16	3.2	0.36	1.33	21	4	12	0.33
CURADO DEL CONCRETO												
RELLENO Y COMPACTACION												
TOTAL DE ACTIVIDADES												
No. de Columna	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Procedencia	= a 1	= a 9	= a 10	= a 5	2 - 9	17/Sem Falt.	18 / 16	= a 11	17 x 20	21/Sem Falt.	= a 6	22 / 23

PAQUETE DE TRABAJO: Cimentación de Edificio

TIPO DE TRABAJO : Civil

Semanas faltantes 5

EDIFICIO : Molino

FIGURA 6.11 REPORTE DE ANALISIS DE ACTIVIDADES (PARTE B)

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	R E P O R T E					A N A L I S I S				
	Tipo de Datos	Cont.	U.	Rendim. H-H/U	H-H	% Terminado	Costo Presu- puestado	H-H Proyec- todas	Deficit (-) o Superavit	
EXCAVACION	E A	290 290	m3	.37 .51	107 148	100	107	148 148	-41 -41	
CIMBRADO	E A	15 8	m2	15.62 13.60	234 109	53	125	220 204	16 30	
HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO	E A	2.2 1.3	Ton.	27.43 26.80	60 35	59	36	59 59	1 1	
COLADO DEL CONCRETO	E A	25 9	m3	1.28 1.33	32 12	36	12	32 33	0 -1	
CURADO DEL CONCRETO	E A	145 -	m2	0.10 -	15 -	0	0	15 15	0 0	
RELLENO Y COMPACTACION	E A	200 -	m3	0.76 -	152 -	0	0	152 152	0 0	
TOTAL DE ACTIVIDADES	E A				600 304	46	280	626 611	-24 -11	
No. de Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Precedencia	Cuanti- ficacion:			= a 4 (6.10)	= a 3 (6.10)	2(A) / 2(E)	2(A) * 4(E)	5(E) - 9(E)	7 - 5(A)	
				= a 9 (6.10)	= a 11 (6.10)	= a 10 (6.10)		2(E) * 4(A)	5(E) - 8(A)	

PAQUETE DE TRABAJO: Cimentación de Edificio  
TIPO DE TRABAJO : Civil  
EDIFICIO : Molino

Notas:  
- (6.10) ==> FIGURA 6.10  
- (A) ==> Actual  
- (E) ==> Estimado

FIGURA 6.12 REPORTE DE PAQUETE DE TRABAJO A NIVEL DE DETALLE

DESCRIPCION PAQUETE DE TRABAJO	Tipo de Inf.	H-H	% terminado	Costo presupuesto	H-H proyectadas	Superavit o Deficit (-)				
	CIMENTACION DE EDIFICIO	Estimada: 600 Actual: 304	600 304	46	280	626 611	-24 -11			
ESTRUCTURA DE ACERO	Estimada: 1050 Actual: 239	1050 239	50	525	940 912	286 138				
CIMENTACION DE EQUIPO	Estimada: 1650 Actual: 0	1650 0				* Actividad no iniciada				
LOSA DE PISO	Estimada: 845 Actual: 0	845 0				* Actividad no iniciada				
SUMATORIA	Estimada: 4145 Actual: 543	4145 543	19			262 127				

TIPO DE TRABAJO : Civil

EDIFICIO : Molino

FIGURA 6.13 REPORTE DE PAQUETES DE TRABAJO DE CONSTRUCCION

## 7. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El enfoque de Gerencia de Proyecto surge debido a la necesidad de ejecutar en forma ordenada proyectos que requieren de un esfuerzo multidisciplinario integrado.

Seguramente es posible lograr el éxito en la ejecución de algún proyecto sin emplear este enfoque; sin embargo, la probabilidad es mucho mayor cuando este es utilizado gracias a la gran ventaja que ofrece para la visualización de las actividades que se realizan en las distintas fases del proyecto, evitando de esta manera decisiones que al ser tomadas en forma unilateral por los responsables de la ejecución de alguna de las fases del proyecto, pudieran resultar perjudiciales para otras fases y por ende para la totalidad del proyecto.

La elaboración de un estimado realista para cada fase del proyecto y la implantación de un efectivo sistema de control de costos y programa, constituyen la base para el éxito del proyecto, entendiéndose como tal al cumplimiento de los objetivos fijados en cuanto a costo, tiempo y calidad.

El hecho de poner especial énfasis en el control de costos y programa, radica entre muchas otras razones, en que para todo proyecto existe un cierto límite en ambos parámetros pasando el cual, el proyecto en su conjunto deja de ser rentable y por consiguiente hace inútil el esfuerzo que representó la inversión.

En cuanto al uso de la computadora, cabe señalar que además de las ventajas mencionadas en su momento, esta es de gran utilidad cuando se simulan distintas condiciones que se pudieran presentar como resultado de restricciones en los recursos de ejecución o fechas de entrega de equipo, etc. conociendo los efectos en forma inmediata y precisa.

Resulta también lógico pensar que la Gerencia de Proyecto no es la solución perfecta para todo tipo de proyectos; su implementación deberá ser objeto de estudio. Por lo que respecta a proyectos con participación de la Industria de la Construcción, se puede asegurar que su aplicación es factible en la mayoría de los casos, especialmente si se trata de Construcción Industrial.

La fase de construcción llega a representar un elevado porcentaje del monto total de la inversión, siendo este un factor que inclina la balanza a favor de un constructor para constituirse en Gerente del Proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

- AHUJA N., Hira. Successful construction cost control. Ed. de John F. Peel Brahtz. EUA, Wiley, 1980. 388 p. (Construction Management and Engineering).
- BARRIE S., Donald y otros. Directions in managing construction. Ed de John F. Peel Brahtz. EUA, Wiley, 1981. 468 p. (Construction Management and Engineering).
- DAVIS W., Edward y otros. Project management: techniques, applications and managerial issues. Ed. "Institute of Industrial Engineers" e "Industrial Engineering & Management Press". 2 ed. EUA, IIE, 1983. 222 p.
- JIMENEZ ROMERO, Mario Arturo. Manual para la administración de proyectos de plantas industriales. México, D.F., 1984, hh. 150-160. Tesis (maestro en ingeniería química (proyectos)). Universidad Nacional Autónoma de México.
- KERRIDGE E., Arthur y otros. Project management: engineering & construction. Ed. de Arthur E. Kerridge y Charles H. Vervalin. Houston, Gulf, 1986. 371 p.
- KERZNER D., Harold. Project management for executives. Nueva York, Van Nostrand, 1982. 716 p.
- LAGUNAS SALGADO, Elia Margarita. Procedimiento para la programación de proyectos. México, D.F., 1982. 147 h. Tesis (maestro en ingeniería química (proyectos)). Universidad Nacional Autónoma de México.
- LOZANO RIOS, Leticia y otros. Administración de proyectos. Ed. del Departamento de Apoyo a Programas Tecnológicos de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, UNAM, 1985. pp. 113-121.
- MODER J., Joseph; Cecil R. Philips y Edward W. Davis. Project management with cpm, pert and precedence diagramming. 3 ed. Nueva York, Van Nostrand, 1983. 389p.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. The implementation of project management: the professional's handbook. Ed. de Linn C. Stuckenbruck. Southern California, Addison-Wesley, 1981. 254 p.
- WILLENBROCK H., Jack y otros. Planning, engineering and construction of electric power generation facilities. Ed. de John F. Peel Brahtz. EUA, Wiley, 1980. 869 p. (Construction Management and Engineering).