



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

## **GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS**



**APUNTES DE TODO EL CURSO**

1996

Handwritten notes and scribbles, including the word "MAY" and other illegible characters.

## GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

### I.- EL PROCESO DE GESTION

#### 1.- Definiciones

La GESTION es un conjunto de acciones y métodos, que integrados - con varios departamentos y actividades, proporcionan una forma - coordinada de lograr los objetivos, definiendo, seleccionando y - controlando las acciones, en función a los medios de que se dispo- ne y del resultado que se espera obtener, asegurando la utiliza- ción de recursos, de acuerdo con un presupuesto y un programa pre- determinados. La gestión, implica además una acción y un propósi- to, de llevar adelante el proyecto hacia sus objetivos y metas.

Un PROYECTO, es cualquier tarea, que tiene un principio y un fin- definibles, que requiere el empleo de uno o más recursos en cada- una de las actividades separadas, actividades que son interdepen- dientes y que deben completarse para alcanzar los objetivos del - proyecto.

Adicionalmente, a continuación se dan algunas definiciones de tér- minos usuales que se emplean en la gestión de proyectos.

Política.- La política de una empresa es el entendimiento por par- te de sus miembros, que hace que bajo ciertas circuns- tancias, las acciones de cada uno, sean mas predecí- bles para las otras; la política es una guía para to- mar decisiones sirviendo de puentes entre los objeti- vos básicos y las decisiones cotidianas.

Filosofía.- La filosofía de la gestión o administración, se refie- re a los conceptos generales y actividades integrales fundamentales, para la cooperación de un grupo social con objeto de desarrollar una estructura dentro de la cual pensar y actuar separar lo importante de lo que- no es.

**Regla.-** Establecimiento preciso de que se debe hacer ó no hacer - en la misma forma cada vez y sin ninguna desviación permitida, sin margen para tomar decisiones; la regla es en este sentido diferente a las políticas que estimulan la toma de decisiones ofreciendo un guía.

**Norma.-** Es la manifestación de pautas para la toma de decisiones y además, de métodos de acción para manejar problemas.

**Ley.-** Declaración de una orden que es invariable bajo ciertas condiciones; las leyes son declaraciones rígidas que proporcionan una estructura para la formulación de políticas.

**Procedimiento.-** Sistema que describe en detalle los pasos que deben darse para llevar a cabo una tarea, haciendo énfasis en los a diferencia de las políticas que se concentran en enfoques generales básicos.

## **2.- El Proyecto.**

La palabra proyecto en el idioma castellano se interpreta generalmente como sólo la intención de hacer algo, sin embargo, la interpretación que aquí se le dará incluye también la realización o ejecución de una obra o tarea, de acuerdo con la definición de proyecto, dada anteriormente.

El proyecto forma parte del ciclo de producción, cuyas partes son las siguientes:

- a. Factibilidad
- b. Planeación
- c. Ingeniería
- d. Fabricación y/o abastecimientos
- e. Construcción y montaje

- f. Pruebas y puesta en servicio
- g. Operación
- h. Mantenimiento
- i. Investigación

El proyecto está formado por las partes c,d,e y f anteriores - del ciclo de producción; los proyectos pueden ser cíclicos, como la fabricación en serie de un producto industrial y no-cíclicos como la instalación de una nueva planta industrial. La gestión de proyectos que se estudiará aquí, se refiere básicamente a los proyectos no-cíclicos.

El éxito de la gestión de un proyecto, depende fundamentalmente de la capacidad para realizar adecuadamente cada una de las partes del proyecto (ingeniería, fabricación y/o abastecimientos construcción y las pruebas de puesta en servicio), que se realizan parte en forma secuencial y parte en forma paralela, teniendo una cantidad muy importante de interrelaciones permanentes; adicionalmente se requiere coordinar todas las partes del proyecto en base a los objetivos metas del proyecto en su conjunto, para lo cual es necesaria una gran habilidad.

Otras condiciones básicas para el éxito de la gestión de proyectos, son las siguientes.

- . apoyo total de la Dirección
- . estructura de la organización adecuada para su aplicación
- . replanteamiento de los sistemas de planeación y control de la empresa
- . debe nombrarse un responsable o jefe del proyecto
- . definir el grado de interrelación con las demás áreas de la compañía
- . definir el grado de autoridad otorgada al jefe del proyecto

Adicionalmente, la gestión de un equipo humano para realizar un proyecto, requiere:

- . una meta que sea específica
- . darle mucha importancia a la selección del personal
- . darle mucha importancia a la planeación y al control, puesto que el tiempo es decisivo
- . que el jefe o responsable del proyecto más que dirigir, coordine.

El requisito fundamental de gestión de proyectos, es que éste sea considerado como una sola entidad para su organización, - llenar los puestos de trabajo, elaborar los planes y controlar el proyecto.

Algunas de las características especiales de los proyectos, - son las siguientes:

- . todos los proyectos tienen un "cliente"
- . la gestión por proyectos afecta a casi toda la empresa
- . la introducción de la gestión por proyectos implica hacer - cambios

En general, los casos en que es conveniente la aplicación de - la gestión por proyectos, son los siguientes:

- . trabajos únicos en su especie; cuando una empresa emprende - una tarea que se aparta de su línea de operación en que se - enfrenta a un conjunto especial de problemas de adaptación
- . complejidades de organización, en donde varias divisiones - de una organización necesitan trabajar juntas; cuando varios subcontratistas intervienen en un trabajo o en las tareas - del gobierno que afectan muchos departamentos.
- . intervención de varias tecnologías, como por ejemplo en los - trabajos de laboratorios, de investigación, en organismos de desarrollo o en empresas de ingeniería, en donde el personal está organizado por especialidades.
- . situaciones poco usuales con relación al personal o al medio ambiente sindical.

- . ubicación remota, en donde el organismo subsidiario es una -  
versión en pequeño de la oficina matriz.
- . influencias del cliente.
- . urgencia, cuando se requiere alcanzar un objetivo particular  
lo más pronto posible.

En las figs. Nos. 1 y 2 se muestran el proceso de un proyecto-  
y el ciclo de vida de un proyecto respectivamente, de una cen-  
tral termoeléctrica en donde pueden observarse algunas de las-  
interrelaciones mencionadas anteriormente.

En términos generales, las funciones de cada una de las partes  
del proyecto, son las siguientes:

#### Ingeniería.

- . preparación del alcance del proyecto
- . elaboración de presupuestos.

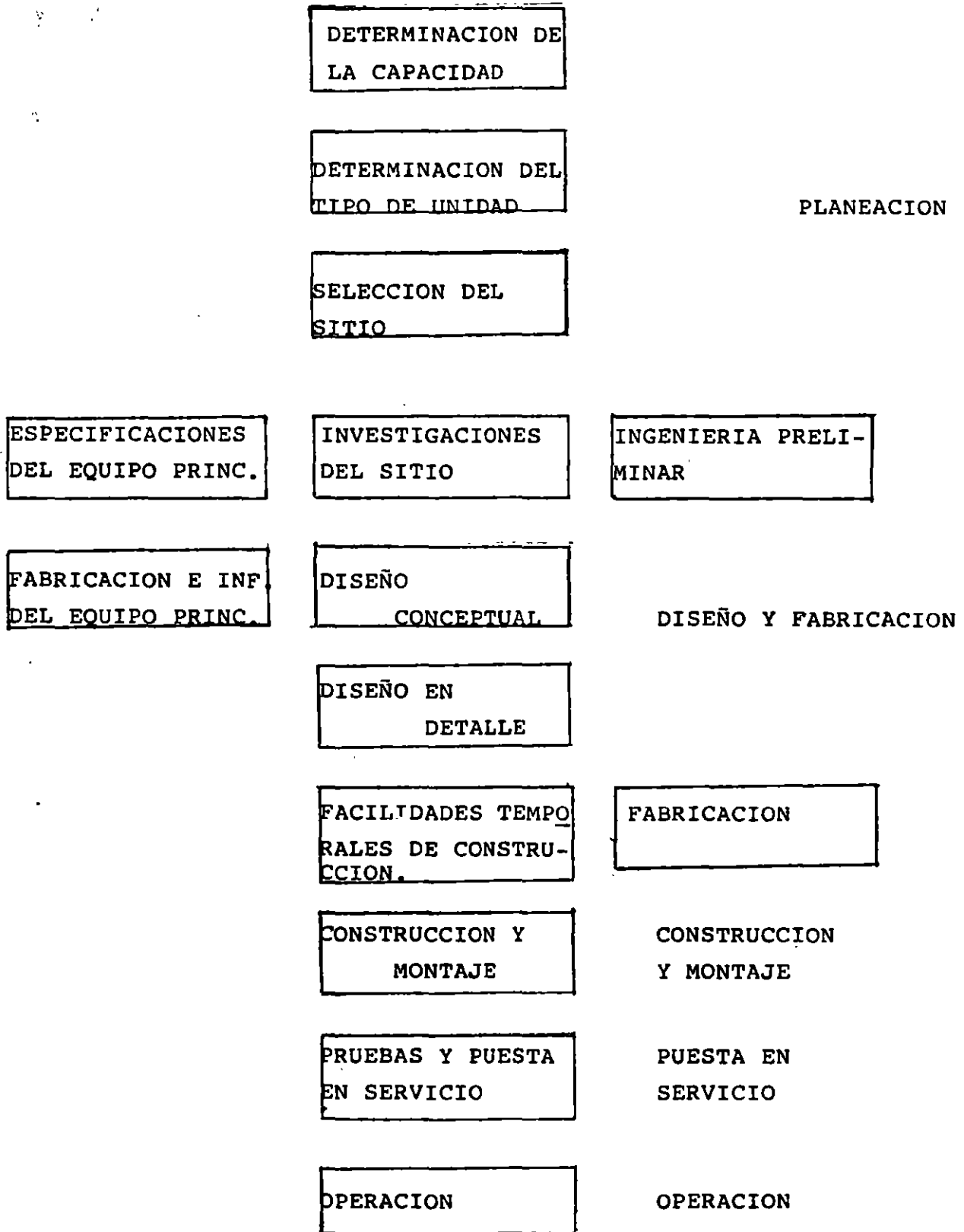


Fig.1 PROCESO DEL PROYECTO DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA.



Fig.2. ejemplo de ciclo de vida de un proyecto.

ETAPAS DEL PROYECTO	TIEMPO	AÑOS		
		1	2	3
PLANEACION	Sitios, tamaños y tipos de U., flujos	Aprobación		
INGENIERIA BASICA (PRELIMINAR Y CONCEPTUAL)	Diseño conceptual Diagramas prins. Arreglos Espec.comp.			
INGENIERIA DETALLADA	Especificaciones, paquetes de compra, planos, estudios, evaluaciones, ordenes de compra, optimizaciones.			
FABRICACION (ABASTECIMIENTOS)	Caldera, turbogenerador, tubería, bombas, tableros, estructuras, transformadores, cables.			
CONSTRUCCION Y MONTAJE	Caminos de acceso, obras provisionales, cimentaciones, estructuras, montaje de equipos, inst. elec e ins			
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.	Pruebas de construcción, eléctricas, funcionales y de puesta en serv.			

- . preparación de los programas de ingeniería
- . participación en los estudios de la selección de sitios
- . preparación de reportes de impacto o trascendencia en el medio ambiente
- . elaboración de estudios de optimización
- . preparación de los arreglos de la planta
- . análisis de todos los sistemas
- . realización de todos los cálculos de diseño
- . elaboración de las especificaciones de equipos
- . análisis de ofertas y elaboración de recomendaciones de compra
- . elaboración de todos los planos de construcción
- . revisión y aprobación de los planos de fabricantes
- . programación de entrenamiento de personal

#### Abastecimientos.

- . mantener una lista aprobada de vendedores
- . solicitar a ingeniería la aprobación de nuevos vendedores -  
propuestos
- . participar en la evaluación de ofertas cuando sea necesario
- . desarrollar todas las funciones financieras y administrati--  
vas relacionadas con la adjudicación de órdenes de compra
- . colocación de la órdenes de compra
- . colaborar en las inspecciones del equipo en los talleres de  
los fabricantes
- . efectuar la expeditación y embarque de los equipos. componentes  
y materiales
- . responsabilizarse del transporte de todos los equipos, mate-  
riales, partes y componentes desde los talleres de los fabrica  
ntes, hasta el sitio de construcción, a menos que se espe-  
cifique en forma deferente en la orden de compra o contrato
- . suministro de todos los materiales solicitados en el campo -  
de acuerdo con las requisiciones correspondientes

#### Construcción.

- . planeación de la construcción, facilidades temporales, equi--

- pos, herramientas, etc.
- . secuencia y programación del trabajo
  - . servicios de construcción
  - . organización y dirección de la construcción
  - . ingeniería de campo
  - . supervisión de campo
  - . métodos y procedimientos de construcción
  - . control de calidad
  - . control de costos
  - . adquisiciones de campo y control de materiales
  - . seguridad, higiene, primeros auxilios y protección
  - . programas de entrenamiento de personal
  - . apoyo a puesta en servicio
  - . ejecución de la construcción y montaje de las instalaciones - permanentes y temporales o facilidades de campo
  - . recibo y almacenamiento de equipos y materiales

### Pruebas y puesta en servicio.

- . preparación de programas detallados de verificación, pruebas y operación inicial de todos los equipos y sistemas de la - planta
- . preparación de procedimientos detallados de verificación, - pruebas y operación inicial de todos los equipos y sistemas - de la planta
- . aceptación de los equipos, estructuras y sistemas, de parte - de construcción cuando se hayan completado
- . verificación de todos los equipos, estructuras y sistemas
- . probar todos los equipos y sistemas
- . operar inicialmente todos los equipos y sistemas
- . asistir al personal de producción para poner en operación - comercial la planta

### 3.- La Gestión y la Administración

La gestión, que en ocasiones se confunde con Administración,-

Dirección o Gerencia es realmente un estilo o una forma de - administración similar al "Management", que considera a la - administración como una concepción de conjunto sin constituir una categoría precisa de actos.

Siendo la gestión un estilo o forma de administración, enseguida se analizará ésta brevemente, para posteriormente destacar cuales son las características de la gestión.

### Administración

Se puede definir a la administración como un método por medio del cual un grupo de personas en cooperación persigue la satisfacción de objetivos institucionales, mediante ciertos mecanismos de operación.

Los objetivos claramente definidos son el fundamento para el desarrollo de las varias funciones de la administración o gestión, sin embargo, el trabajo de utilizar objetivos en una organización no es una tarea sencilla debido a los conflictos - resultantes por las relaciones entre los objetivos personales y los objetivos de la organización.

El comportamiento racional puede ser definido en términos de si las decisiones y acciones se orientan a lograr los objetivos pre-establecidos.

Los individuos tienen propósitos que los hacen actuar en una forma que les permite alcanzar ciertas metas; algunas de éstas metas tienden a oponerse entre sí, otras son mas importantes, algunas a corto plazo y otras a largo plazo.

Un grupo en cooperación debe mantener un conjunto de objetivos comunes a sus maniobras, aún cuando los objetivos de la organización no son personales.

Algunas metas de la organización se opondrán con las del indi

viduo, sin embargo, normalmente existe una zona de indiferencia - amplia y continuará cooperando a menos que se convenza que la - oposición es irreconciliable. Los objetivos de la organización - dan dirección a las actividades del grupo y sirven como medio por el cual múltiples intereses se canalizan hacia un esfuerzo común.

Los principales tipos de objetivos son los siguientes:

- . amplios finales de la empresa como un todo
- . de enlace o metas intermedias para la organización completa
- . específicos, relacionados con propósitos a corto plazo
- . jerárquicos: Organización completa, división, departamento, sección, etc.

Todas e individualmente, las metas parciales deben ser consistentes y contribuir a las del nivel inmediato superior.

#### 4.- Desarrollo de la Administración.

Una revisión al desarrollo del pensamiento acerca de la gestión ó gerencia proporciona la perspectiva para la comprensión de lo que mas adelante se expone, ya que un estudio de la administración sin el reconocimiento de su herencia cultural y filosófica se considera incompleto.

La administración se ha practicado desde que el hombre se encuentra organizado en grupo sobre la tierra, sin embargo, la forma como se ha practicado (la administración), ha variado a través del tiempo, distinguiéndose en general 5 formas de administración con sus características propias, aún cuando todas tienen en común la fijación previa de objetivos, procedimientos para lograrlos, la organización de recursos (humanos, materiales y tiempo), así como la aplicación de un control sobre los elementos anteriores. La biblia relata los problemas que afrontó Moisés para dirigir a su pueblo y la historia del imperio romano contiene información de como

se manejaban los problemas administrativos.

En términos generales la clasificación del desarrollo de las formas de administración puede hacerse de acuerdo con la siguiente división:

- a.- Administración autocrática o autoritaria
- b.           "           científica
- c.           "           con atención a las relaciones humanas
- d.           "           por resultados
- e.           "           con responsabilidad social

A continuación se hará una breve descripción de cada una de éstas formas de administración.

a.- Administración autocrática.- En esta forma de administración, la persona de mas alto nivel jerárquico es la que toma todas las decisiones importantes, siendo su palabra ley. Esta forma de administración se empleó desde la remota antigüedad en que se construyeron las pirámides de Egipto, el Templo del Rey Salomón, etc., hasta el siglo XIX cuando ya había llegado la revolución industrial (así llamó Toynbee a los inventos del siglo XVIII) y desaparecido el feudalismo. Hasta ésa época ningún medio importante de gestión o de análisis se desarrolló para tratar los problemas de la administración a pesar de que hubo algunos hechos aislados como el establecimiento de la contabilidad por las grandes casas comerciales de Italia (siglo XIII y XIV) con el crecimiento del comercio en el mediterráneo, el intercambio de partes en la fabricación y la aplicación de la sociedad anónima (principios del siglo XIX) como forma legal de organizar un negocio.

b.- Administración científica.- A principios de este siglo (XX), varios ingenieros de E.U.A. y de Europa se dedicaron a buscar nuevas formas de realizar el trabajo y administrar una empresa, conociéndose a este sistema como adminis

tración científica considerándose a F.W. Taylor de EUA, - como su creador, y estando su esencia en las siguientes áreas:

- . el descubrimiento a través de métodos científicos, en lugar de métodos empíricos, de los elementos básicos en el trabajo del hombre
- . la identificación de la gerencia al planear el trabajo
- . la selección y entrenamiento de los trabajadores y el desarrollo de la cooperación, en lugar de los esfuerzos individuales de los empleados
- . la división racional del trabajo entre la gerencia y los trabajadores, para aumentar la eficiencia.

Las principales características de la administración científica son:

- . estudio de tiempo y movimientos
- . incentivos de pagos para lograr trabajos
- . planeación y programación
- . uniformidad de métodos, herramientas y partes
- . contabilidad de costos
- . compras de acuerdo con especificaciones y concursos o licitaciones
- . sistemas de control de producción

Aunque en los tiempos de su implantación, se consideró a la administración científica como radical, actualmente se le considera ortodoxa y autoritaria, reemplazándose algunos de sus métodos por otros nuevos, pero conservándose la mayoría de sus principios básicos.

Además de Federick W. Taylor, a quién se considera el padre de la administración científica, hubo las siguientes contribuciones principales:

- . Henry R. Towne (1886) del ASME, con su estudio "el ingeniero como economista"

- . Henri Fayol, estableció que la teoría de la administración es igualmente aplicable a todas las formas de cooperación humana organizada
- . Henry L. Gantt, insistió en la psicología del trabajador y en la importancia del estado de ánimo en la producción, sistema de diagramas de programación que hasta la fecha se utiliza
- . Morris L. Cooke, demostró la aplicación de la administración científica en campo no industriales como de ciudades
- . Frank Gilberth, introdujo el estudio de tiempos y movimientos en la industria e investigó el "método del mejor camino"

De 1920 a 1940 la administración científica estuvo en manos de expertos de la eficiencia que concentraron sus esfuerzos en los aspectos mecánicos de la producción, con los siguientes inconvenientes:

- . falta de consideración a las necesidades psicológicas de los trabajadores
- . falta de consideración a los aspectos sociológicos de cooperación
- . falta de consideración a mejorar en los niveles más altos de la organización, al concentrarse en los detalles de taller

c.- Administración con atención a las relaciones humanas.

Un poco antes de la primera guerra mundial, la sociedad y los legisladores empezaron a considerar que los grandes negocios estaban explotando a los trabajadores y a los consumidores, razón por la cual, el bienestar de los trabajadores empezó a recibir mayor atención, que se ha incrementado hasta la fecha, habiéndose promulgado leyes para mejorar las condiciones de trabajo y para proteger la salud de los trabajadores y adquiriéndose una mayor cono-



ciencia de los problemas de relaciones humanas.

El período de 1920 a 1960 se caracteriza porque la administración enfoca sus acciones hacia la atención de las relaciones humanas, al darse cuenta que las relaciones laborales representaban un problema administrativo de gran escala, actitud que persiste hasta el presente.

- d.- Administración por resultados. La administración por resultados o por objetivos surgió como una respuesta a la baja eficiencia obtenida con la administración científica que hace énfasis en la metodología (estandarización de tiempo, programas de trabajo, planes de pago, descripción de puestos, análisis de costos, etc.), con especial atención en las actividades tanto de los obreros como de los supervisores; el movimiento de la administración por resultados, se inició en la década de los sesenta y puede definirse como administración por resultados en lugar de administración por actividades.

La administración por resultados, tiene las siguientes reglas fundamentales:

- . las metas individuales y de grupo apoyan los objetivos de la organización.
- . los gerentes, especialistas y empleados clave, participan en el establecimiento de objetivos del puesto.
- . los objetivos son específicos, alcanzables y se pueden medir en unidades, costos, proporciones, porcentajes, tiempos, etc.
- . los estándares de ejecución son el resultado de un acuerdo entre el que ocupa el puesto y el superior.
- . los objetivos que los trabajadores se imponen a si mismo tienen detrás el más alto estímulo.
- . las responsabilidades, autoridades y actividades señalan hacia objetivos específicos.
- . el reconocimiento y acción hacia el trabajo sobresaliente son muy necesarios.
- . los objetivos del puesto deben revisarse regularmente y

cuando se cambia el contenido del puesto.

En general, la administración por resultados pone más atención - a los objetivos que a la ejecución de las actividades, y para tener y trabajar eficazmente requiere que se establezcan metas a to dos los niveles desde el más elevado hasta el mas bajo además de una delegación en todos los niveles de la organización.

- e. Administración con responsabilidad social. Debido a que recientemente ha habido una tendencia creciente a culpar a los negocios - de muchos de los males sociales, la opinión pública, las presio-- nes de los empleados y los requerimientos legislativos, han hecho que se añada una nueva dimensión la campo de acción de la ad-- ministración: La responsabilidad social. Este cambio es parte de una revolución social que afecta a las grandes instituciones so-- ciales del hombre como gobi<sup>o</sup>rno, educación, religión, capitalismo, familia, etc., de la cual se tienen señales visibles, siendo nece-- sario entre otras cosas una evaluación de los efectos sociales - que tienen la introducción de ciertas innovaciones tecnológicas;- las demandas a las que se enfrenta actualmente la administración, son las siguientes:

- . producir más y mejores mercancías
- . mejorar el medio ambiente y otras condiciones de vida
- . adaptarse a grandes cambios en el ambiente político y económico

Para hacer frente a éstas demandas, algunas compañías han emprendi-- do una planeación con relación a las responsabilidades sociales - que incluye:

- . mejor atención a las necesidades de los empleados
- . mayor participación de los empleados en el establecimiento de - metas.
- . mayor participación en las actividades de la comunidad
- . más normas para proteger a los consumidores y para asegurar la obtención de productos de calidad
- . mejor servicio

- . más cooperación con el gobierno en su tarea de resolver los problemas sociales
- . mayor honradez en la publicidad y en la información a los consumidores sobre los productos que realmente sirven y cuales no.

Por otra parte, la sociedad tiene derecho a que una conducta corporativa incluya lo siguiente:

- . calidad del producto
- . seguridad del producto
- . precios con una utilidad razonable
- . promoción honrada de ventas
- . puestos que interesen y desarrollen a los trabajadores
- . evitar la discriminación por raza, credo, sexo, etc., en la selección y promoción
- . salud y seguridad del trabajador
- . jubilaciones decorosas para empleados
- . pago de salario equitativos
- . protección del medio ambiente

##### 5.-El Proceso Administrativo

Una forma de observar el método de la administración, es identificar las funciones básicas que en conjunto forman el sistema; - una lista de las funciones de la administración no es otra cosa que un recurso analítico útil para resaltar los elementos básicos inherentes al trabajo de la gestión.

Las funciones del proceso de administración en su sentido ejecutivo en el presente, son esencialmente las mismas que presentó Henri Fayol por primera vez en el año de 1916, y que son las siguientes:

- . planeación
- . organización
- . integración
- . dirección
- . control

En la Fig. 3, se muestra un esquema del proceso administrativo y a continuación, se hará una breve discusión de las diferentes funciones de la administración.

## 6.-PLANEACION

En términos generales, las actividades que se requieren desarrollar en la función, son las siguientes:

- . identificación de:
  - a. Oportunidades
  - b. Necesidades
  - c. Problemas
- . elaboración de pronósticos para determinar hacia donde llevará el curso actual.
- . fijar objetivos para precisar los resultados finales deseados, que pueden ser en términos de:
  - a. Resultados, terminaciones
  - b. Productividad
  - c. Estándares de comportamiento
  - d. Proyectos de desarrollo
  - e. Desarrollo organizacional
- . buscar las acciones mas adecuadas para alcanzar los objetivos
- . seleccionar la acción mas eficaz, teniendo en cuenta los recursos disponibles hoy y los previsibles en el futuro
- . desarrollar estrategias, para decidir como y cuando alcanzar las metas fijadas
- . elaboración de programas, estableciendo prioridades, secuencias y sincronización de los pasos a seguir
- . requerimientos, justificación y asignación de recursos para pre supuestar, en :
  - a. Facilidades
  - b. Equipo
  - c. Materiales
  - d. Personal
  - e. Programas de tiempo

- . establecer procedimientos para normalizar métodos, como por ejemplo:
  - a. Estándares
  - b. Programa del plan de acción táctico
  - c. Requerimientos de control, con necesidades de información
  - d. Lista de tareas
  - e. Programas de trabajo
  - f. Criterios y procedimientos para revisión de los planes
  - g. Interrelaciones con otras funciones
- . formulación de políticas, es decir, tomar decisiones sobre asuntos importantes y recurrentes.

Matriz de responsabilidades y relaciones funcionales.- Es una herramienta muy valiosa que se define la inicio del proyecto y que se emplea en la elaboración del manual del proyecto y procedimientos del proyecto así como el plan del mismo; en la Tabla 2 se muestra un ejemplo de esta matriz para el desarrollo de una central termoeléctrica, anotándose en los renglones las partes del proyecto, en las columnas las áreas funcionales y en el cruce de los ejes se anota la actividad que le corresponde clasificada en la siguiente forma:

Responsabilidad primaria y aprobación final = 1  
Información = 2  
Aprobación = 3  
Trabajo en detalle = 4

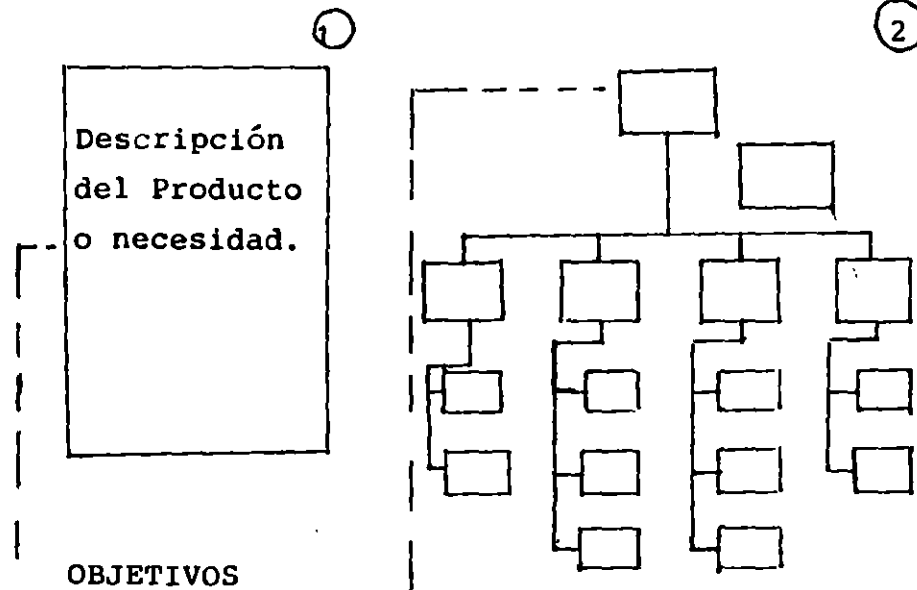
El grado de interrelación y responsabilidad se define en el manual de gestión y en los procedimientos

Finalmente, aún cuando la programación es parte de la planeación, debido a la gran importancia que tiene, se dedicará un capítulo especial para su estudio y análisis.- Las interrelaciones de la programación con las demás partes de la planeación, se pueden observar en la fig 9 del proceso de planeación

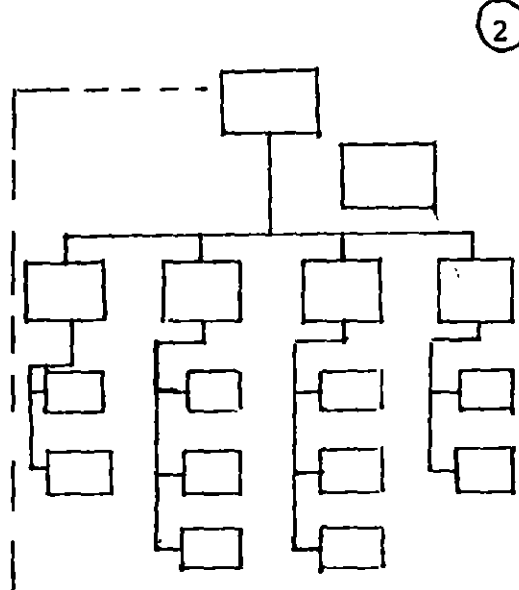
Tabla 2 .- MATRIZ DE RELACIONES FUNCIONALES

AREAS PARTES O ACTIVIDADES FUNCIONALES	Abastecimientos	Construcción	Ingeniería	Fabricantes o Contratistas	Finanzas	Planeación	Operación
Elección del tamaño de unidades		2	2.3	2		1.4	2
Selección del sitio							
Definición y cambios de alcance							
Planeación y programación							
Diseño Conceptual y criterio de diseño							
Especificaciones							
Evaluaciones y recomendaciones de compra							
Colocación de órdenes							
Fabricación							
Planos de construcción.							
Transporte, expedición.							
Construcción de campo							
Control de costos							
Puesta en servicio							
Operación							

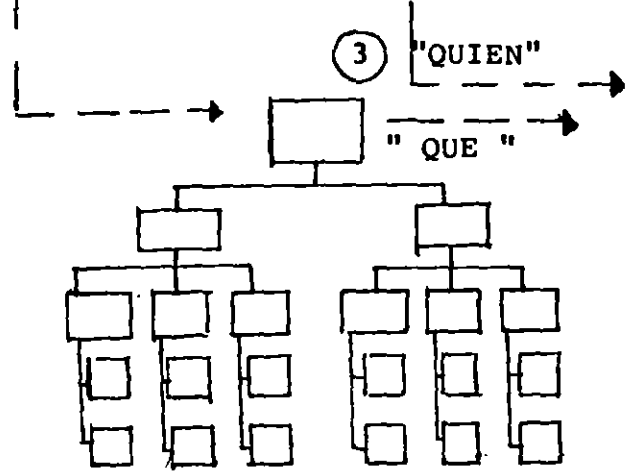
- 1.- Responsabilidad primaria y aprobación final
- 2.- Información
- 3.- Aprobación
- 4.- Trabajo en detalle



OBJETIVOS

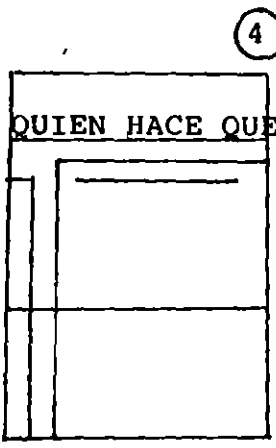


ORGANIZACION

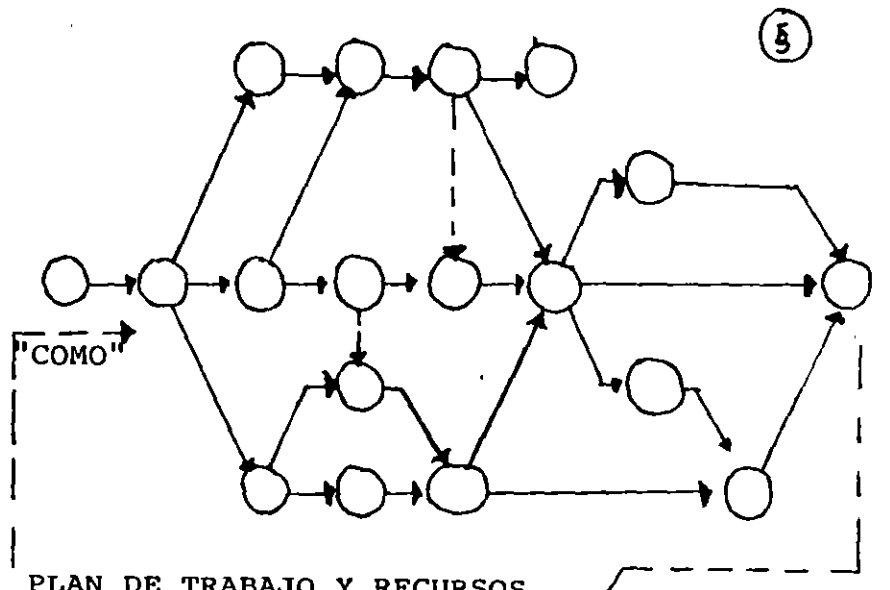


ALCACE DEL TRABAJO.- ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL PROYECTO.

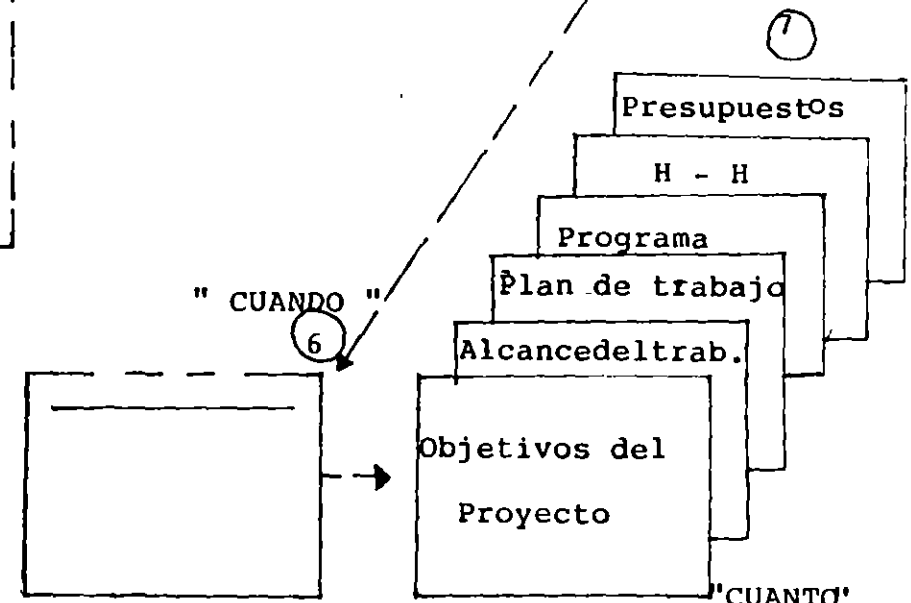
"QUIEN"  
"QUE"



ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES.



PLAN DE TRABAJO Y RECURSOS



PROGRAMA DE TRABAJO

PLAN DE PROYECTO

"CUANTO"

## 7.- ORGANIZACION

La organización es la estructura y asociación por la cual un grupo de seres humanos en cooperación asigna las tareas entre sus miembros, indentifica las relaciones entre ellos e integra sus actividades hacia objetivos y planes comunes, con el fin de lograr la máxima eficiencia. La teoría de la organización ha sido vista desde una amplia perspectiva como un sistema de interacciones humanas y también ha sido estudiada en detalles precisos y bajo condiciones rigurosamente controladas.

Los tipos de organización formal, considerando la estructura de las relaciones de autoridad (el derecho y el poder de actuar) son los siguientes:

- . lineal.- Es la mas simple y directa, en la que cada puesto tiene autoridad general sobre los empleados de inferior jerarquía para las operaciones principales de la empresa
- . consultiva staff.- Es de consulta (general o especializada) de la estructura lineal, sin autoridad para establecer sistemas para actuar
- . funcional matriz.- Permite a un especialista de un area determinada apoyar a sus directivos dentro de un campo limitado y de autoridad claramente definida. Este tipo se ha desarrollado debido a la creciente complejidad de las operaciones y a la necesidad de un mayor número de especialistas para auxiliar a los puestos de línea.

En la Tabla 3 se muestran las principales ventajas y desventajas de éstos tipos de organización.



TIPO DE ORGANIZACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
LINEAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Conserva la simplicidad</li> <li>. Hace una división clara de la autoridad</li> <li>. Estimula la acción rápida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. No toma en cuenta a los especialistas de planeación</li> <li>. Esclaviza a los hombres clave</li> <li>. Depende de la conservación de algunos hombres clave</li> </ul>
CONSULTIVA (staff)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Permite a los especialistas dar consejo experto</li> <li>. Libera al ejecutivo de línea de los análisis detallados</li> <li>. Permite un medio de entrenamiento a los especialistas - jóvenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Confunde a la organización si las funciones no son claras</li> <li>. Reduce la fuerza de los expertos para poner en práctica sus recomendaciones</li> <li>. Tiende a la centralización de la organización</li> </ul>
FUNCIONAL (matriz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Releva a los ejecutivos de línea de las decisiones especializadas de rutina</li> <li>. Proporciona una estructura para la aplicación del conocimiento de expertos</li> <li>. Disminuye la presión por la necesidad de muchos ejecutivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Hace las relaciones mas complejas</li> <li>. Hace de los límites de autoridad de cada especialista un problema de difícil coordinación.</li> <li>. Tiende a la centralización de la organización</li> </ul>

TABLA 3.- COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS TIPOS BASICOS DE ORGANIZACION.

La organización matricial puede definirse como la organización - que emplea un sistema de mando múltiple incluyendo, además de la estructura necesaria para lograrlo, los mecanismos de apoyo requeridos y un esquema para el comportamiento organizacional. La organización matricial es de forma compleja, difícil y a veces frustrante, pero debido a que cada vez es necesario tratar con organizaciones de alta complejidad y ambigüedad por los tamaños de las empresas, se requieren lograr resultados de personas y cosas que no se encuentren bajo control directo.

Organización para la gestión de proyecto.- Debido a la características especiales de los proyectos y a que tienen un objetivo determinado y único, que debe lograrse dentro del tiempo, calidad y costo asignados, es natural que también se requiera una organización específica para realizarlo.

Las consideraciones de planeación para definir la estructura de la organización del proyecto, son en términos generales las siguientes:

- . actividades a desarrollar para lograr los objetivos
- . tipo de actividad de la empresa
- . magnitud de los trabajos a desarrollar
- . recursos necesarios requeridos y disponibles
- . fechas de terminación del trabajo y de obtención de resultados

Las características fundamentales que deben de tener las organizaciones para la gestión de proyectos son las siguientes:

- . ser de duración finita, hasta lograr su objetivo
- . dedicada a su objetivo, sin desviaciones hacía otras labores
- . ser flexible para adaptarse a la variabilidad de los recursos necesarios
- . considerar la participación de entidades ajenas

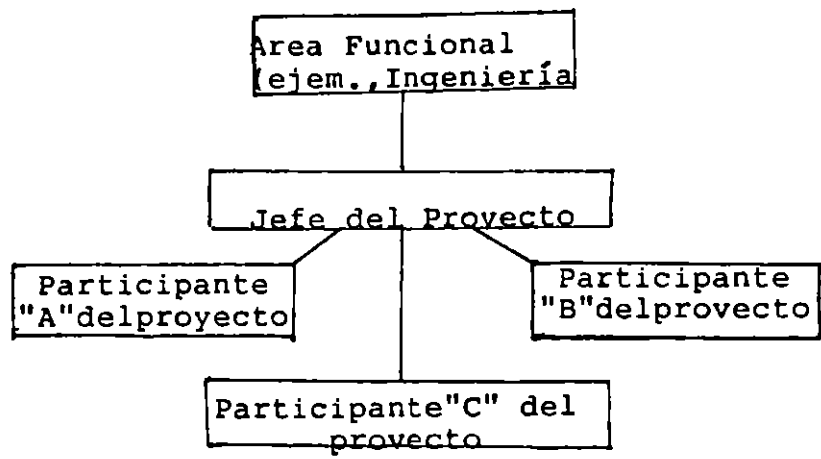
Básicamente se emplean tres enfoques de organización diferentes para la gestión de proyectos, que pueden colocarse en un conti-

nio basado en la cantidad de autoridad formal otorgada al jefe o gerente del proyecto y la cantidad de interacción requerida fuera de su unidad inmediata de trabajo.

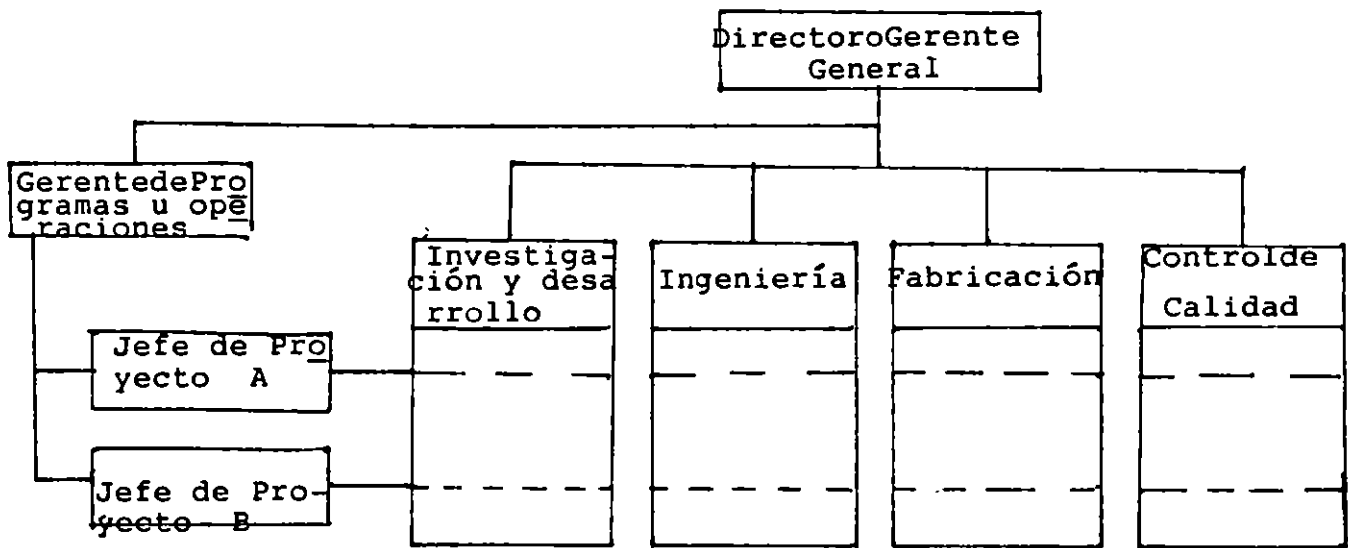
En un extremo del continuo, está el modelo lineal de la gestión de proyectos (fig. 11 a), que se caracteriza por un jefe de proyecto con alto grado de autoridad formal sobre los miembros del equipo del proyecto y con una cantidad mínima de interacción fuera requerida para la realización del proyecto; por lo general, el jefe del proyecto tiene alto grado de autonomía en la toma de decisiones y su autoridad está bien definida tanto en el proyecto como con los miembros del equipo del proyecto.

El modelo de organización de proyecto por matriz (fig. 11b), se encuentra localizado cerca del centro del continuo, con un jefe de proyecto que necesita mayor cantidad de interacción fuera realizar el proyecto y menor grado de autoridad formal para las inversiones del proyecto; este modelo de matriz, generalmente se emplea cuando un proyecto requiere especialistas multidisciplinarios y los recursos de varias funciones dentro de la empresa. En este caso, el jefe del proyecto comparte la autoridad sobre los recursos con los jefes funcionales de la empresa, violando con mayor claridad las normas de la organización tradicional como la cadena de mando, la autoridad que corresponde a la unidad de mando; por lo general, el jefe del proyecto decide QUE se hace y CUANDO, y los jefes funcionales COMO Y QUIEN.

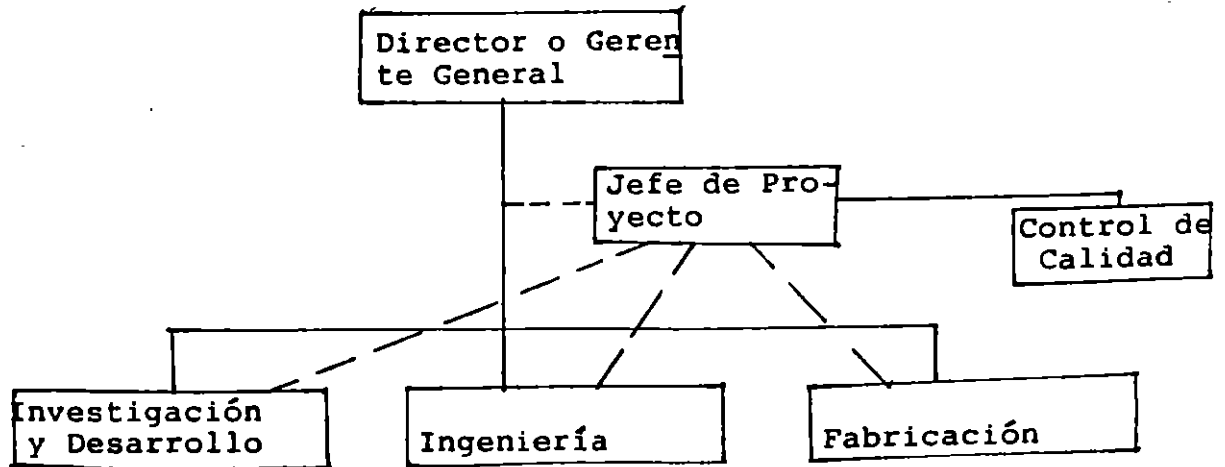
En el otro extremo del continuo de organizaciones de proyecto se encuentra el modelo de organización llamado staff (fig. 11c), que a diferencia del modelo lineal y del modelo de matriz, el jefe del proyecto requiere mayor cantidad de interacción fuera y posee menos autoridad formal, realizándose casi todo el trabajo en el área funcional y el jefe del proyecto tiene poca o ninguna autoridad en las áreas funcionales que realizan algún trabajo del proyecto.



a.- MODELO LINEAL



b.- MODELO MATRIZ (Funcional)



c.- MODELO STAFF (consultiva)

Fig. 11.- ESTRUCTURAS DE ORGANIZACION PARA PROYECTOS.

## 8.- CONTROL

La esencia del control está en comparar las acciones existentes contra ciertos resultados deseados determinados en la planeación; muchos de los avances en la administración son básicamente mejoras en las técnicas de control

Los elementos esenciales de cualquier sistema de control son los siguientes:

- . un objetivo, meta, plan, política, estandar, norma, regla de decisión, criterio o punto de comparación predeterminado que debe ser establecido explícitamente y que responda a la pregunta de cuales deben ser los resultados. La predicción de acontecimientos futuros proporciona la base para interpretar los acontecimientos cuando éstos sucedan y pone a disposición una estructura para un mejor entendimiento de la experiencia real.
- . un medio para medir la actividad desarrollándose; las mediciones de la ejecución real deben ser hechas en unidades similares a las del criterio predeterminado. La rapidez de la información aumenta el valor del sistema de control y el grado de exactitud de la medición dependerá de las necesidades de la aplicación específica; es también muy importante determinar que grado de desviación de los resultados es suficientemente grande para ser significativa y ameritar atención. Adicionalmente el método de presentar comparaciones de la ejecución con el criterio es un aspecto importante, por ejemplo, las técnicas gráficas ofrecen medios para observar relaciones importantes que están confundidas por detalles insignificantes.
- . un medio para comparar La actividad real con un criterio, que incluye el estudio de las relaciones con técnicas como las razones, proporciones, tendencias, ecuaciones matemáticas y diagramas, para agregar un significado a las mediciones de la ejecución real. El propósito de comparar la actuación con la ejecución planeada no es solo para determinar -

cuando se ha cometido un error, sino para permitir predecir los -  
problemas futuros.

- . algunos medios de corregir la actividad para obtener el resultado deseado, que pueda incluir la decisión de no realizar acción si - la ejecución está bajo control. El propósito es el de proveer las medidas para que una acción correcta se tome en el momento oportuno, evitando que se accione cuando no es necesario ó se deje de - hacerlo cuando se requiere. El sistema de control del proyecto - deberá proporcionar información para poder:
  - . predecir las necesidades futuras en cualquier etapa del proyecto.
  - . evaluar el comportamiento del personal
  - . evaluar las técnicas de planeación, programación, estimación y - de presupuestos
  - . juzgar la calidad del producto que está siendo elaborado.
  - . evaluar en si mismo el sistema de control
  - . enfocar la atención a tiempo sobre los problemas para gestionar su corrección

Este último punto es de tanta importancia que tiene mayor peso - que todas las otras combinaciones.-

Los recursos y elementos que son necesarios controlar son los siguientes:

- . personal
- . tiempo
- . dinero
- . equipos
- . calidad
- . materiales

Teoricamente todos los recursos son elementos variables, es decir en una situación ideal se podrá incrementar uno o varios de ellos y conseguir un decremento correspondiente, de uno o varios de los otros, aunque no necesariamente igual; por ejemplo, empleando mas

gente en un proyecto, se puede reducir el tiempo de su desarrollo o incrementando los salarios (dinero) se obtienen trabajadores - más hábiles para reducir de nuevo el elemento tiempo, o bién em--pleando mas tiempo se reduce la necesidad de equipos. Existen des de luego límites para llevar a cabo este proceso y en cualquier - proyecto uno o mas de los elementos pueden considerarse fijos pa--ra propósitos prácticos.

Los principios básicos para la creación de un sistema de control--son los siguientes:

- . control en el punto estratégico. Se refiere a la identificación y ajuste de puntos críticos, clave o limitativos para lograr un control óptimo, resaltando la discriminación entre factores im--portantes e insignificantes, ya que un buen control no signifi--ca uno máximo, que es costoso
- . retroalimentación. Es el proceso de ajustar las acciones futuras con base en la información acerca de la experiencia
- . flexibilidad. Es la forma en la cual el sistema de control res--ponde a las condiciones cambiantes y se adapta a nuevos métodos que incluyen la falla del propio sistema de control
- . adaptación a la organización.- Significa que los controles deben hacerse a la medida de la organización, incluyendo el flujo de información de la ejecución real
- . autocontrol.- Significa que las unidades deben ser planeadas pa--ra controlarse a si mismas, es decir, que si un departamento pue--de tener sus propias metas y sistemas de control, muchos deta--lles pueden manejarse dentro del departamento
- . control directo.- Significa que el sistema de control debe ser--diseñado para mantener contacto directo entre el que controla y lo que es controlado

- . factor humano.- Es necesario considerar que un sistema de control que incluya a personas, es afectado por la forma psicológica en que éstas ven el sistema

Las características de un sistema de control de proyecto que sea operante, son las siguientes:

- . ser conceptualmente simple
- . que haga lo que se intenta hacer
- . ser adecuado a las necesidades de la organización
- . ser fácil de implementar
- . ser flexible

Como se mencionó anteriormente, el objetivo mas importante de un sistema de control de proyectos, es el de enfocar la atención sobre los problemas a tiempo de que la gestión haga algo para solucionarlos; estos problemas, pueden aparecer en el uso de cualquiera de los recursos o elementos como personal, tiempo, dinero, equipo o calidad del producto. Para el control de recursos, los siguientes puntos de verificación son de lo mas importante:

- . autorización del proyecto; en esta parte, cuando se esta listo para proceder con el proyecto, se revisan y aceptan los objetivos
- . planeación del proyecto; el plan del proyecto, incluye una descripción detallada de las tareas y un análisis de las habilidades requeridas
- . asignación de personal
- . estimaciones de tiempo; se revisan en detalle la lista de tarea del proyecto y la documentación analítica, se aplican estándares para la estimación del tiempo requerido para completar el proyecto, revisándose y ajustandose para futuros puntos de verificación
- . programación; se revisan los estimados de las tareas para desa-



rollar un programa completo del proyecto que deberá revisar y -  
ajustarse para futuros puntos de verificación.

- . presupuestos; se hace un listado de tiempos y tareas y se aplican tarifas estandares para desarrollar un cuadro completo de - costo del proyecto, que deben ser revisados a lo largo del trabajo

La información para el control, que no debe confundirse con la información de después de los hechos para contabilidad, deberá tener las características siguientes:

- . poder indicar que se ha desarrollado un problema o que aparentemente se desarrollará
- . proporcionar indicaciones de la causa de los problemas y de las probables soluciones
- . ser presentada en tal forma de capacitar a la gestión a dirigir su atención a aquellas areas que lo requieren y a ignorar las - otras areas.-
- . ser presentado a tiempo para que se tomen acciones correctivas.

La descripción de las cuatro actividades de la planeación es la - siguiente (plan del proyecto)

- . estimación; el propósito de las estimaciones es el de determinar cuantas horas-hombre y máquina se requerirán para la ejecución del proyecto así como las cantidades de otros recursos necesarios.- Las estimaciones pueden hacerse en varias, formas por - ejemplo usando una combinación de datos históricos y estándares, para producir estimaciones que reflejen tanto las condiciones - deseables como las reales
- . presupuestos; el propósito de los presupuestos es el de estimar el costo en dinero de los recursos que se usarán en el proyecto como una herramienta para el control del proyecto, aunque tam--

bién se pueden emplear para otros propósitos externos, como -  
ejemplo para la justificación económica del proyecto.

- . programas; mientras que en las estimaciones se determinan cuán-  
to de los varios recursos se consumirán en la ejecución del -  
proyecto, en la programación se determina la duración de las -  
tareas y las fechas de cuando deben realizarse.- La programación  
debe hacerse de acuerdo con el tamaño del proyecto, tomando en  
cuenta las técnicas y la interdependencia de las tareas
  
- . distribución de recursos; el propósito de la distribución de re-  
cursos, es el de asignar o comprometer los recursos específicos  
a las tareas del proyecto, tomando en cuenta que el personal se  
asigne de acuerdo con sus habilidades y disponibilidad.

9.- Relaciones humanas y ciencias de la conducta.- Las relaciones -  
humanas, son el curso de una motivación efectiva en una situa--  
ción dada, con el fin de obtener equilibrio en los objetivos, -  
que dan mayor satisfacción humana y ayudan a lograr las metas -  
de la empresa. En las relaciones humanas, el papel de la gesti-  
ón, se convierte en una tarea de motivación, dentro de la estruc-  
tura del grupo.

Los elementos esenciales de las relaciones humanas son:

- . satisfacción de las necesidades humanas
- . teoría de la motivación
- . distribución de las situaciones y de los puestos
- . organización informal
- . dinámica de grupos pequeños

En las relaciones humanas, el individuo es la unidad básica de sa-  
tisfacción, que cuando se combina con otros individuos, en una in-  
teracción conciente, forma una organización a medida que la combi-  
nación madura, para obtener metas comunes por el esfuerzo del -

grupo, sus características, como la distribución de funciones, la distribución de funciones, la creación de los sistemas de posición relativa, la asignación de poderes, la aceptación de la autoridad y el desarrollo de la lealtad al grupo, se oponen fuertemente a los cambios.

Históricamente, el inicio del movimiento de las relaciones humanas se acredita al experimento Hawthorne, realizado en Chicago de 1927 a 1932 por un grupo de sicólogos en Hawthorne Works de la Western Electric Company, para ayudar a resolver el descontento y la insatisfacción de los 30,000 empleados de la empresa.

Inicialmente se contrató a expertos en eficiencia, que empleaban las suposiciones de F.W. Taylor, ajustando las horas de trabajo, los períodos de descanso, eliminación de movimientos inútiles, -- plan de incentivos, iluminación, temperatura, humedad y otras condiciones ambientales, sin embargo, los resultados de los experimentos rigurosamente controlados, mostraron que la productividad aumentó, no solo en los grupos en donde hubo cambios ambientales, sino también en donde nada se alteró. De lo anterior quedó claro que, algunas fuerzas de motivación, independientes de los factores físicos, afectaban la producción de los trabajadores, concluyendo que se trataba de fenómenos psicológicos, que no podían explicarse con los procedimientos analíticos desarrollados.

La conclusión de los investigadores, fué que la producción aumentó por un cambio en la actitud de los trabajadores, hacia su trabajo y hacia su equipo; los investigadores al buscar la ayuda y cooperación de los trabajadores, los hicieron sentirse importantes, no como engranes de una máquina, sino como un grupo tratando de ayudar a la compañía a resolver un problema.

Se observó que los sentimientos y actitudes, eran mas importantes para el trabajador, que las horas de labores y los salarios, interesándose más en la relación de su salario con el de los demás, - que en su valor absoluto; la motivación, fué una fuerza interna para encontrar un medio al que pertenecer, en donde, el propósito de su trabajo fuera visible y donde un alto nivel de ejecución le diera sensación de importancia. Sin éste ambiente, el trabajador

se sentía frustrado, apareciendo como factores de ella (la frustración), la fatiga, baja producción, ausentismo, etc.

El impacto global del experimento Hawthorne, fué que, al trabajador ya no se le consideró solo una extensión de su máquina, sino un ser humano complejo, cuyas necesidades psicológicas y sociales requieren atención y que, los mayores aumentos de productividad, se logran a través de un mejor entendimiento de los factores humanos en la organización.

La satisfacción de las necesidades humanas, es un elemento clave de las relaciones humanas, debiéndose reconocer que, las personas difieren en cuanto al temperamento, estabilidad emocional, sentido gregario, habilidad para aceptar la crítica, etc.; los psicólogos, clasifican las necesidades humanas en primaria y secundaria-biológicas y sociales. Las primarias, son los impulsos psicológicos básicos del cuerpo humano como el hambre, sed, sueño, aire para respirar, temperatura, humedad, etc.; las secundarias, son las derivadas de la interacción de la persona con el medio, que se desarrollan conforme una persona madura, e incluyen consideraciones como el amor propio, rivalidad, sentido de pertenecer a algo, modo de actuar, libre determinación y el mejoramiento propio.

#### 10.- CARACTERISTICAS DE LA GESTION

La gestión de acuerdo con lo mencionado anteriormente, es en realidad un estilo o una forma de administración, en donde la acción y propósitos para llevar adelante el proyecto hacia sus objetivos y metas, estan apoyadas en las dos funciones del proceso administrativo, a las cuales se les dá énfasis especial y que son:

- . la planeación
- . el control

Un análisis del contenido de la gestión, hace resaltar los sigui

## II.-PROGRAMAS

### 1.-GENERAL

Estrictamente, la programación es una parte del proceso de planeación, pero debido a la gran importancia que tienen los programas, como una herramienta para la planeación y el control de los proyectos, se trata en este capítulo en forma separada.-

Un programa, es un ordenamiento de actividades en la secuencia correcta y fecha de ejecución, tiempo de duración, recursos necesarios para la realización y sistemas para monitorear y controlar su avance; la forma de representación de los programas es por medio de diagramas, de los cuales existen dos tipos básicos:

- diagramas de barras o gráfica de Gantt;
- diagramas de redes

Estos diagramas, se emplean para la planeación y control de los proyectos y ambos tipos tienen ciertas características, que los hacen útiles para diferentes aplicaciones.

Las características principales de los diagramas de barras son las siguientes:

- permiten una representación visual de la escala de tiempo involucrada
- identificación rápida de una tarea en particular
- reconocimiento rápido de los tiempos relativos a cada actividad

Por otra parte, las características de los diagramas de redes, son las siguientes:

- muestran rápidamente las tareas que son críticas, para el logro de los objetivos generales del proyecto
- muestran el grado de flexibilidad en los tiempos de las actividades no críticas
- permiten evaluar fácilmente los cambios necesarios para el plan de acción

El empleo del análisis de diagramas de redes para la planeación, programación y control de proyectos está actualmente generalizado, habiéndose empleado y publicado los resultados por primera vez en el año de 1957; los primeros sistemas para la aplicación en trabajos con diagramas de redes, se conocieron simultáneamente, y son los siguientes:

- PERT (Program Evaluation and Review Technique)
- CPM (Critical Path Method)

Posteriormente a estos métodos, se han creado otras técnicas para la preparación de redes, algunos de los cuales, se emplean con el fin de manejar algunos requisitos y / o restricciones de los proyectos y otros mejoran las técnicas originales para la preparación de las redes, empleándose también en ciertos

casos diferentes convencionalismos; algunos de estos métodos posteriores al PERT y CPM, son los siguientes:

- PEP (Program Evaluation Procedure)
- CPA (Critical Path Analysis)
- LESS (Least- Cost Estimating and Scheduling)
- MPM (método potencial Metra, de la Metra Internacional de Francia)
- Diagrama de Precedencias

Las diferencias fundamentales entre el método PERT y CPM de redes, son las siguientes:

- el PERT se originó en la Oficina de proyectos Especiales del Departamento de Marina de Estados Unidos, en colaboración con el Despacho de consultores Booz y Allen Hamilton, para planear y controlar el diseño, desarrollo y avance, en forma coordinada, de los diferentes contratistas y agencias que trabajaban en los proyectos del misil " Polaris " es decir, estaba orientado hacia la terminación o inicio de actividades, para la reducción del proyecto
- el CPM se origino ( en el mismo tiempo que el PERT ), en la División de estudios de Ingeniería de la compañía de Du Pont de Nemors, de productos químicos de Estados Unidos, y su objetivo era el de controlar el trabajo que se requería para efectuar una revisión completa y reparaciones que eran necesarios en una planta química grande, es decir, que se desarrolló como una técnica orientada hacia la ejecución óptima de las actividades de un proyecto, recortando sus costos.
- el CPM, desde su origen permitía estimar el enlace de tiempo y costo en la ejecución de las actividades y, tomar decisiones entre alternativas de menor duración y mayor costo (el método PERT no tenía en un principio ésta característica ).
- el PERT, desde el principio tenía la capacidad para introducir el cálculo de probabilidades en las estimaciones de la duración de las actividades (el CPM no tenía esta característica)

En la actualidad los dos sistemas son esencialmente equivalentes , ya que ambas técnicas se han ido revisando y refinando, eliminando gradualmente sus diferencias.

Un diagrama de red, es un modelo de las tareas necesarias, que <sup>se</sup> deben llevar a cabo <sup>para lograr</sup> los objetivos del proyecto y representa gráficamente las distintas tareas o actividades, que deben llevarse a cabo, por medio de líneas en forma de flecha, empezando y terminando cada una en un punto de tiempo identificable, llamados eventos y que, por lo general se representan en forma de círculos en el diagrama; la red, muestra también las relaciones entre las diferentes tareas, basadas en la práctica normal o en restricciones físicas .-

En los métodos MPM y Diagramas de Precedencia , cada actividad se representa dentro de un cuadro y la secuencia lógica entre las actividades se desarrolla mediante flechas, que representan la práctica o las restricciones.-

La aplicación de los diagramas de red, tiene ventajas en los siguientes casos:

- en proyectos que tienen actividades con momentos precisos de inicios y terminaciones
- cuando deben llevarse a cabo un gran número (más de 20) de actividades o tareas interrelacionadas, cualquiera de las cuales puede ocurrir simultáneamente.

Las ventajas que tiene la aplicación del análisis de diagramas de redes, son las siguientes:

- permite evaluar los objetivos de los proyectos en términos de tiempo y costo desde la etapa de planeación.
- permite controlar los proyectos en tal forma que, tan pronto como el comportamiento real sea diferente del plan original, pueden tomarse las medidas necesarias.
- proporciona un medio de comunicación objetivo, entre los diversos departamentos y compañías involucradas en un proyecto y entre los gerentes y los que lo implantan.
- proporciona una disciplina de pensamiento, que debe aplicarse antes del inicio de proyecto, en tal forma que puedan evaluarse todas las acciones desde el principio.
- ayuda a la implantación explícita de métodos de trabajo, con lo cual se establece una disciplina en la organización.
- ayuda a definir claramente la responsabilidad.
- permite simular y evaluar métodos alternativos para completar el proyecto, enfatizando las tareas que son críticas para lograrlo.
- hace que la recopilación de datos y estadísticas, constituya una función formal en la organización.

Para la preparación de un diagrama de red se requiere el conocimiento de lo siguiente, lo que implica tener objetivos claramente definidos para el proyecto:

- actividades
- eventos
- relaciones lógicas
- estimación de duración (tiempo) de las actividades
- estimación de los recursos necesarios, para completar las actividades, en el tiempo estimado

Los dos elementos básicos de la red, son las actividades y los eventos, y las características más importantes es la definición de las relaciones lógicas.-

Una actividad, comprende todas las acciones necesarias para llevar a cabo una tarea específica; la serie de acciones necesarias para completar un proyecto, puede especificarse como un conjunto de actividades separadas.-

Un evento, tiene lugar en un punto preciso en el tiempo y está asociado a una actividad, para mostrar un logro definible en la terminación del proyecto, como por ejemplo, el inicio y terminación de una actividad, o el momento de tiempo en que se completa una proporción de una actividad.-

La definición de las interrelaciones lógicas entre actividades, y su representación en los diagramas de red, permiten la identificación de actividades que son críticas para lograr los objetivos y permiten un análisis rápido, del efecto de las demoras en ciertas actividades y las de restricciones en los recursos asignados; existen dos tipos de relación lógica: de lógica estricta y de lógica libre.-

La lógica estricta, es una restricción impuesta por la secuencia natural de los eventos y que es imposible cambiar.-

La lógica libre, por lo regular auto impuesta, representa la práctica normal dentro del proyecto.-

La especificación de las relaciones lógicas, es independiente del tiempo y recursos con los que se cuenta

En este punto, deben contestarse las tres preguntas básicas sobre cada actividad:

a.- ¿Qué actividades deben ser realizadas inmediatamente antes de la ejecución de esta ?

b.- ¿Qué actividades deben de llevarse a cabo inmediatamente después de realizar la presente?

c.- ¿Qué actividades se pueden realizar simultáneamente a la ejecución de ésta?

Después de definir las actividades, eventos y relaciones lógicas, se procede a determinar las relaciones de los eventos con el tiempo, es decir, definir el tiempo que cada actividad requiere; el tiempo estimado depende mucho de la asignación de recursos supuestos.-

Es importante decidir sobre la unidad de tiempo a utilizar, de acuerdo a la duración del proyecto, con objeto de que cada actividad tenga duración de cuando menos la unidad.-

El siguiente paso en el análisis de una red, es la asignación de recursos a una actividad, que determina en alto grado su duración, de acuerdo a la disponibilidad de personal, equipo y dinero, debiéndose intentar la nivelación de recursos para la ejecución del proyecto.-

## ***2.- REGLAS PARA LA PREPARACION DE DIAGRAMAS DE REDES***

Para sacar provecho a los diagramas de redes o de flechas, es necesario prepararlos siguiendo una serie de convenciones y reglas. Unos autores recomiendan unas, otros recomiendan otras y la práctica otras más, habiendo en conjunto muchas reglas en común, en las que todos están de acuerdo.

Estas reglas, por otra parte, van cambiando con el tiempo, a medida de que se van desarrollando nuevos métodos o se crean nuevos programas para la solución de estos problemas, por medio de computadoras. En el cálculo de la red, las reglas empleadas son las siguientes.

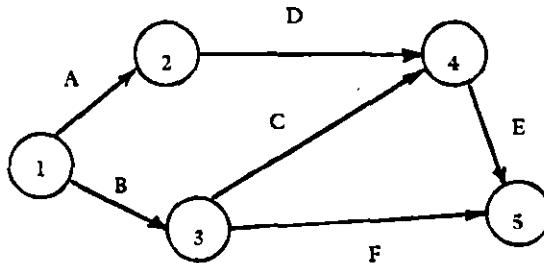
**Regla 1.** Las actividades se representan por medio de flechas.-

Las actividades quedan limitadas por nodos o EVENTOS, que son acontecimientos que



enen lugar cuando termina una o varias de las actividades, que concurren a ese nodo o evento

**Regla 2.** Se usa una flecha y sólo una para representar cada actividad, no teniendo ninguna importancia ni significación la longitud, la forma y el sentido de cada flecha. La cola representa el comienzo de la actividad y la punta el final de la misma.

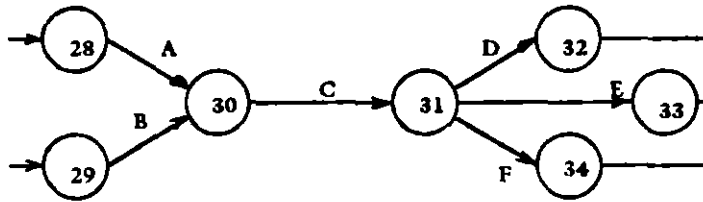


**Fig. II- 1.- Diagrama de flechas**

**Regla 3.** Cada flecha o actividad, queda denominada de acuerdo con el nodo que la antecede y que la precede, y la descripción de la actividad, se coloca sobre la flecha misma. En el diagrama anterior, la actividad "A" se denomina (1-2).

**Regla 4.** Para dibujar el diagrama de flechas del proyecto, lo más práctico es dibujar todas las flechas correspondientes a las actividades iniciales, y avanzar hacia adelante, siguiendo la lógica del programa y estableciendo sistemáticamente todas las relaciones lógicas que existen entre las diversas actividades, hasta llegar a la actividad final

**Regla 5.** A los nodos en que concurren más de una actividad, se les denomina "CONCURRENTES" y aquellos de los que parten más de una actividad, se les llama "DIVERGENTES"



**Fig. II-2.- Ejemplo de modos "concurrente" y "divergente"**

**Regla 6.** Antes de que una actividad pueda comenzar, deben haberse terminado todas las actividades concurrentes al nodo donde dicha actividad comienza. Así, por ejemplo, en la figura siguiente, la actividad (5- 6) no puede ser comenzada mientras no terminen las actividades (4-5) y (3-5)

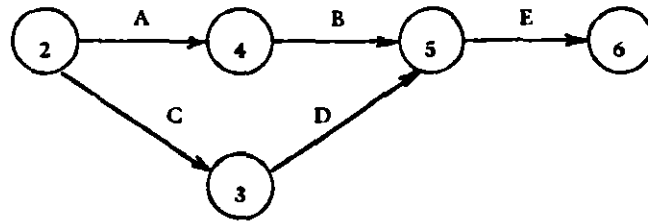


Fig.II-3- Ejemplo de diagrama de flechas

Regla 7. Como según la regla 2, no se puede representar a dos actividades con los mismos números y en muchos casos, ocurre que hay dos actividades y sólo dos que comienzan en un mismo nodo, y terminan en un mismo nodo, se utilizan las "FLECHAS DE LIGA", adicionales, que no tienen duración, pero si tienen utilidad para dar una secuencia lógica al diagrama de flechas

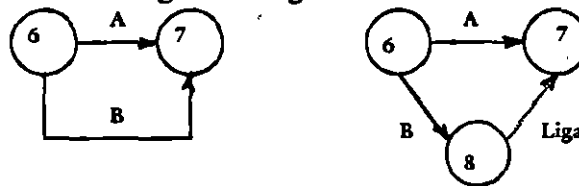


Fig II- 4- Aplicación de flecha de liga

Regla 8. En algunos casos, es conveniente poner al principio de todos los diagramas de flechas, una flecha de tiempo de iniciación o que corresponda a actividades previas del proyecto en sí.- A esta flecha se le puede asignar o no, según convenga, un tiempo posteriormente.

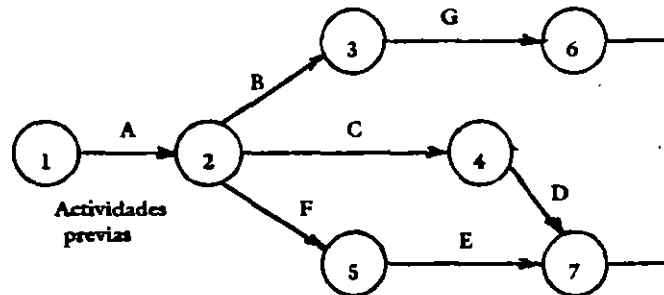


Fig.. II- 5 - Ejemplo de "actividades previas"

Regla 9. Cuando se hace un diagrama de flechas, debe tenerse especial cuidado en que, las secuencias lógicas sean correctas. Es muy común cometer errores a este respecto.

Por ejemplo, en caso de que exista una actividad "C", que depende de dos actividades "A" y "B", y una actividad "D", que depende exclusivamente de la actividad "A", es fácil cometer error dibujando el diagrama, como indica la figura siguiente:

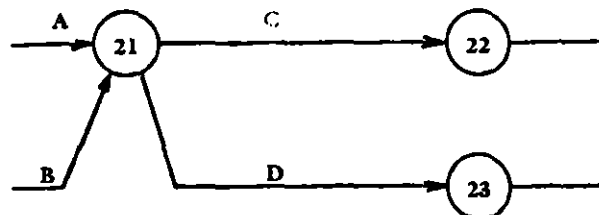


Fig. II-6.- DIAGRAMA INCORRECTO

La forma correcta de dibujar el diagrama, es diseñarlo tal como se indica a continuación, utilizando una flecha de liga, para dar la secuencia lógica:

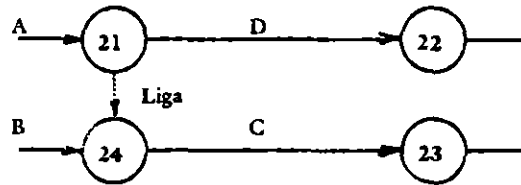


Fig. II-7.- Forma correcta del diagrama de la fig II-6

### 3.- ASIGNACION DE TIEMPOS A LAS ACTIVIDADES

La asignación de tiempos a las actividades del diagrama, se puede ir haciendo a medida que se dibuja cada flecha, o bien, se puede terminar el diagrama completo, para establecer todas las secuencias lógicas y, entonces, asignar la duración de cada actividad.

En las páginas anteriores, se ha indicado cual es el proceso que debe seguirse para programar el proyecto y ahí se indicó, que la duración de cada actividad dependerá, básicamente, de los recursos que se deben utilizar para su realización.

La asignación de tiempos se hace basándose en la experiencia de las personas que realizan la planeación, considerando que ya han participado en actividades similares a la considerada y que pueden estimar con bastante aproximación el valor medio que tendrá dicha actividad.

Hay, por otra parte, ciertos tipos de proyectos como, por ejemplo, el desarrollo de nuevos productos o de investigación, en los que hay mucha incertidumbre acerca de la posible duración de las actividades. Para resolver este problema, se ha desarrollado una solución estadística, que fué la base del Sistema "PERT" y se funda en que, la distribución de probabilidades de los tiempos de duración de actividad con mucha incertidumbre, sigue la distribución conocida como "DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES BETA", la que para ser utilizada requiere de tres estimaciones de tiempo para cada actividad:

**El tiempo optimista** - Es el tiempo menor en que se estima que determinada actividad puede ser desarrollada, o sea, el tiempo que tomaría realizarla si todo sucediera mejor de lo esperado.

**El tiempo más probable** - Es la mejor estimación del tiempo en que pueda realizarse una actividad, si todo ocurre normalmente.

**El tiempo pesimista** - Es el tiempo mayor que se estima que puede durar la actividad, o sea el tiempo que tomaría si todo saliera mal. No debe considerarse en este caso la probabilidad de catástrofes. Cuando se hacen estimaciones de tiempo como las tres indicadas, se establecen curvas de distribución de probabilidades como las que se indican en las figuras siguientes, donde:

$T_o$  = tiempo optimista

$T_m$  = tiempo más probable

$T_p$  = tiempo pesimista

$T_e$  = tiempo esperando

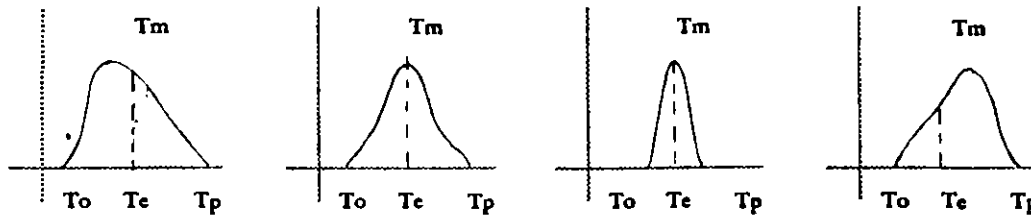


Fig. II- 8.- *Curvas de distribución de probabilidades*

Las posiciones relativas de  $T_e$ ,  $T_m$  y  $T_p$ , en las curvas de distribución, dependen lógicamente de los valores numéricos que hayan sido dados por el programador.

El valor de  $T_e$  para cualquier tipo de distribución como los aquí estudiados es:

$$T_e = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6}$$

Cuando mayor sea la separación entre el tiempo optimista y el pesimista, mayor será la incertidumbre acerca del tiempo que realmente se ejecutará la actividad.

El concepto variancia es una medida de la incertidumbre. Cuando la variancia es grande, hay mayor incertidumbre acerca de cual será el tiempo real de la realización de una actividad.

Por otra parte, la duración de una actividad es una variable aleatoria, cuya distribución de probabilidad tiene características que dependen del grado de control que se tenga de los factores que intervienen en la ejecución de la actividad.

Una actividad bien controlada tiene una variancia chica y se tiene menor incertidumbre acerca del tiempo real en que va a realizarse

Al calcular los diagramas de flechas, cualquiera que sea el método que se use para dar valor a la duración de las actividades, siempre se trabaja con un solo valor, ya sea el directamente estimado o el calculado como tiempo medio, usando el sistema del PERT.

#### 4.- CALCULO DE UN DIAGRAMA DE FLECHAS

Antes de proceder al cálculo de un Diagrama de Flechas, es conveniente definir algunos términos que se usan en los cálculos y que son los siguientes:

$t$  = tiempo directamente estimado o tiempo medio calculado en base a  $T_o$ ,  $T_m$  y  $T_p$

FMP = Fecha mas próxima en que puede ocurrir un evento

**FML** = Fecha mas lejana en que puede ocurrir un evento

**CMP** = Comienzo más próximo de una actividad, o sea la fecha más próxima en que pueda comenzar

**CML** = Comienzo más lejano de una actividad, o sea, la fecha más lejana en que puede comenzar

**TMP** = Terminación más próxima de una actividad o sea, la fecha más próxima en que puede terminar

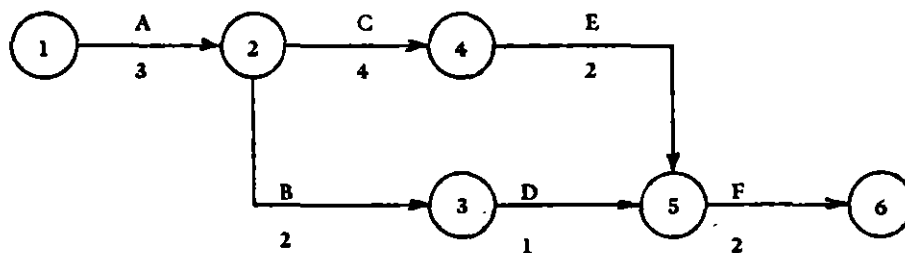
**TML**= Terminación mas lejana de una actividad. o sea la fecha mas lejana en que puede terminar

**MT** = Margen total de tiempo o tiempo flotante total

**ML** = Margen libre de tiempo o tiempo flotante libre

**MI** = Margen independiente, o tiempo flotante independiente.

Para mejor comprender el proceso de cálculo, se considerará el diagrama elemental que se indica a continuación, en el que se ha sustituido la descripción de las actividades, por una letra mayúscula.



**Fig. II -9.- Ejemplo de un diagrama de flechas**

Este caso, el evento inicial se ha denominado ( 1 ) y a éste le corresponde un tiempo cero. En esta forma los tiempos, que pueden ser días, horas, minutos o cualquier otra unidad de tiempo, se calculan como las edades de las personas, ya que se considera que un niño no tiene un año sino hasta el momento que ha transcurrido el primer año

El cálculo de los tiempos del diagrama de flechas se hace recorriendo éste, actividad por actividad, sin dejar alguna hasta llegar el evento final, en un camino de recorrido hacia adelante. Después, se completan los cálculos haciendo un recorrido semejante, pero en sentido contrario, desde el evento final hasta el inicial

### Recorrido hacia adelante

Las reglas que deben seguirse, para el cálculo del diagrama de flechas en el recorrido hacia adelante, son las siguientes:

a) La fecha más próxima en que puede ocurrir el evento inicial, se hace igual a cero:

FMP = 0, para el evento inicial

b) Se considera que cada actividad comienza en cuanto el evento anterior correspondiente tiene lugar, o sea:  $CMP$  de una actividad =  $FMP$  del evento que la precede.

c) En los nodos concurrentes, la fecha más próxima en que puede ocurrir el evento correspondiente al nodo en cuestión, es la fecha más alejada de las terminaciones más próximas de todas las actividades que concurren a este nodo:

$FMP$  = Fecha más próxima de un evento, es la más alejada de las terminaciones más próximas (  $TMP$  1,  $TMP$  2, .....  $TMP$  n ) para un evento concurrente, con actividades que concurren.

Aplicado estas reglas al diagrama se tiene:

**Nodo 1.** haciendo  $FMP_1 = 0$

Actividades A, ( 1-2 ).-

$$CMP ( A ) = FMP_1 = 0$$

$$TMP ( A ) = CMP ( A ) + t = 0 + 3 = 3$$

**Nodo 2.**  $FMP_2 = 3$ , ya que antes del nodo 2 existe únicamente la actividad "A".

A continuación, se pueden seguir los cálculos por cualquiera de las dos rutas posibles, por 2-3, ó por 2-4; en este caso se seguirá por 2-3.

Actividad B, ( 2-3 ).-

$$CMP ( B ) = FMP_2 = 3$$

$$TMP ( B ) = CMP ( B ) + t = 3 + 2 = 5$$

**Nodo 3.**  $FMP_3 = TMP ( B ) = 5$

Actividades D, ( 3-5 ).-

$$CMP ( D ) = FMP_3 = 5$$

$$TMP ( D ) = CMP ( D ) + t = 5 + 1 = 6$$

Actividad C, ( 2-4 )

$$CMP ( C ) = FMP_2 = 3$$

$$TMP ( C ) = CMP ( C ) + t = 3 + 4 = 7$$

**Nodo 4.**  $FMP_4 = TMP ( C ) = 7$

Actividad E, ( 4-5 ).-

$$CMP ( E ) = FMP_4 = 7$$

$$TMP ( E ) = CMP ( E ) + t = 7 + 2 = 9$$

**Nodo 5.**  $FMP_5$  es el mayor de los tiempos  $TMP$  de las actividades ( 3-5 ) y ( 4-5 ), que concurren a este nodo.

Por lo tanto,  $FMP_5 = 9$

Actividad F, ( 5-6 ).-

$$CMP ( F ) = FMP_5 = 9$$

$$TMP ( F ) = CMP ( F ) + t = 9 + 2 = 11$$

**Nodo 6.**  $FMP_6 = TMP ( F ) = 11$

El valor de  $FMP_6$  da la duración total del diagrama de flechas.

En el caso que se pone como ejemplo, si se cumplen los tiempos de ejecución <sup>planeados,</sup> la duración total del proceso será de 11 unidades de tiempo.

**Recorrido hacia atrás**

El objetivo que se persigue al recorrer el diagrama de flechas en sentido contrario al anterior, es el de calcular la fecha más lejana en el que puede tener <sup>lugar</sup> cada evento y las fechas de comienzo y terminación más lejanas de las actividades del diagrama.

Para hacer estos cálculos se hacen las siguientes consideraciones:

a) La fecha más lejana en que puede tener lugar el evento final, debe ser igual a la fecha más próxima que se calculó <sup>en</sup> el recorrido hacia adelante

Es decir:

$$FML6 = FMP6 = 11$$

b) El comienzo más lejano de <sup>cualquier</sup> actividad, es igual a la fecha más lejana del evento que la sucede, menos la duración de la actividad en cuestión, con la siguiente consideración

$$TML (\text{De una actividad}) = FML (\text{Del evento posterior})$$

Por lo que se tiene:

$$\begin{aligned} CML (\text{de una actividad}) &= TML (\text{De la misma actividad}) - t \\ &= FML - t \end{aligned}$$

c) La fecha más lejana en que puede ocurrir un evento, es la <sup>fecha</sup> más cercana de comienzo más lejano de las actividades que <sup>salen de ese</sup> evento

$FML (\text{De un evento}) = a$  la más cercana de la fecha de comienzo más lejano, de las actividades que se originan en dicho evento (CML, CML2...CMLn) para n actividades.

Para mejor comprensión de las reglas, se van a aplicar al mismo ejemplo anterior:

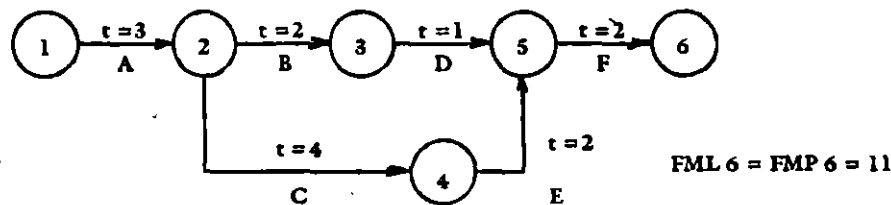


Fig. II- 10 .- Ejemplo de un diagrama de flechas ( igual a la Figura II - 9 )

Nodo 6 . Haciendo  $FML6 = FMP6 = 11$

Actividad F, (5-6)

$$TML(F) = FML6 = 11$$

$$CML(F) = TML (F) - t = 11 - 2 = 9$$

Nodo 5.  $FML5 = CML (F) = 9$

**Actividad D, (3-5)**

$$TML(D) = FML5 = 9$$

$$CML(D) = TML (D) - t = 9 - 1 = 8$$

### Actividad E. (4-5)

Nodo 4. FML 4 = CML(E) = 7

Nodo 3. FML 3 = CML(D) = 8

$$TML(E) = FML5 = 9$$

$$CML(E) = TML(E) - t = 9 - 2 = 7$$

### Actividad B. (2-3)

$$TML(B) = FML3 = 8$$

$$CML(B) = TML(B) - t = 8 - 2 = 6$$

### Actividad C. (2-4)-

$$TML(C) = FML4 = 7$$

$$CML(C) = TML(C) - t = 7 - 4 = 3$$

Nodo 2. La fecha más lejana en que puede ocurrir este evento, es la menor de las fechas del comienzo más lejano de las actividades B y C,

Por lo tanto: FML2 = 3

### Actividad A. (1-2)-

$$TML(A) = FML2 = 3$$

$$CML(A) = TML(A) - t = 3 - 3 = 0$$

Este resultado final de CML(A) = 0, sirve de comprobación de los cálculos, ya que FMP1 = FML1 = 0 en el evento inicial; de la misma forma que FML6 = FMP6, en el evento final.

### Cálculo del margen total para cada actividad

El margen total de una actividad es igual a la diferencia entre la fecha más lejana del evento sucesor de una actividad y la fecha de terminación más próxima de la actividad en cuestión, es decir, para cada actividad X (M-N):

$$MT_x = FML_n - TMP_x$$

El margen total es, por lo tanto, el tiempo que puede retrasarse cualquier actividad, sin que se afecte el comienzo más próximo a la fecha de ocurrencia de cualquier evento o actividad del camino crítico del diagrama.-

La definición anterior es equivalente a decir que el margen total, es igual a la diferencia entre la terminación más lejana y la terminación más próxima de una actividad o entre el comienzo más lejano y el comienzo más próximo de la misma:

$$MT_x = TML_x - TMP_x = CML_x - CMP_x$$

El margen total es el número de unidades de tiempo que faltan para que la actividad se vuelva crítica.

El margen total es, en general, el número de unidades de tiempo que puede tomar adicionalmente el tiempo de realización de una actividad, sin causar un retraso, o sea, sin aumentar, la fecha esperada de cualquier evento, que se encuentre en la ruta crítica.



el ejemplo anterior las actividades A, C, E y F se encuentran en la ruta Crítica y no tienen por lo tanto Margen Total, en cambio, las B y D si tienen margen total que es, siguiendo los conceptos expresados:

Para la actividad B ( 2-3).-

$$MT = TML(B) - TMP(B) = 8 - 5 = 3$$

ó también:  $MT = CML(B) - CMP(B) = 6 - 3 = 3$

ó también:  $MT = FML3 - TMP(B) = 8 - 5 = 3$

Para actividad D (3-5).-

Siguiendo nada más uno de los caminos de cálculo indicados:

$$MT = CML(D) - CMP(D) = 8 - 5 = 3$$

Se puede ver que cuando dos actividades están en serie, como la B y D, tienen el mismo margen total.- En este caso, constituyen, además, la única Ruta subcritica del diagrama en cuestión

### Calculo del margen libre para cada actividad

Las únicas actividades que tienen Margen Libre son aquellas que concurren a un nodo y no pertenecen a ninguna Ruta Crítica.

El Margen Libre es igual a la diferencia entre la fecha más próxima del evento posterior de una actividad y la fecha correspondiente a la terminación más próxima de la misma actividad, es decir, para una actividad X ( M-N ):

$$ML_x = FMP_n - TMP_x$$

El margen libre, es por lo tanto, el tiempo que puede retardarse la terminación de una actividad, sin afectar el comienzo más próximo de cualquier otra actividad o a la fecha más próxima de cualquier evento, en el diagrama de flechas correspondientes.

En el ejemplo la única actividad que tiene Margen Libre es D (3-5), por ser la única actividad que llega a un nodo concurrente y no está al mismo tiempo en una Ruta Crítica.

En la actividad D (3-5)

$$ML(D) = FMP_5 - TMP(D) = 9 - 6 = 3$$

Este tiempo es también el tiempo que puede tomar la actividad D (3-5) adicionalmente, sobre su terminación más próxima esperada, sin que el evento (5) deje de realizarse en su fecha más próxima esperada.

Aplicando la fórmula de ML a cualquiera de las demás actividades del diagrama que sirvió de ejemplo, se encuentra que en todos los casos  $ML = 0$

Haciendo el cálculo, por ejemplo, para la actividad C:

$$ML_c = FMP_4 - TMP(C) = 7 - 7 = 0$$

Es interesante llamar la atención sobre el hecho de que el Margen Total es siempre igual o Mayor que el Margen Libre, ya que, para una actividad X (M-N):

$$MT_x = FML_n - TMP_x$$

$$ML_x = FMP_n - TMP_x$$

y FML es siempre igual o mayor que FMP

### Cálculo del margen independiente para cada actividad

Las únicas actividades que pueden tener Margen Independiente positivo, son aquellas que llegan a un nodo concurrente, y no están en una ruta crítica.

Solamente los Márgenes Independientes positivos sirven en el trabajo de programación.

El margen Independiente se obtiene restando a la fecha más Próxima del evento posterior de una actividad, la suma de la fecha más lejana del evento anterior de la misma actividad y la duración de ésta.

O sea, para la actividad x (M-N)

$$MI(X) = FMP(N) - [FML(M) + t]$$

Cuando una actividad tiene Margen Independiente, aunque las actividades que concurren a su nodo inicial terminen en su terminación Más Lejana, haciendo que dicho evento tenga lugar en su Fecha Más Lejana, de todas maneras esta actividad puede retrasarse el tiempo correspondiente a su Margen Independiente, sin afectar a la fecha más próxima de su evento terminal.

En la figura siguiente sólo la actividad D tiene margen independiente positivo. Las duraciones se indican en los rectángulos que aparecen debajo de cada flecha.

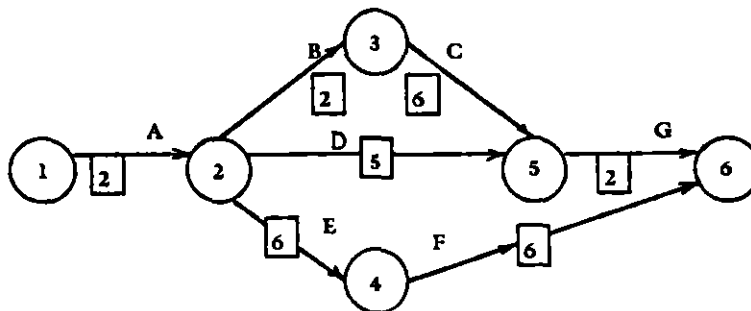


Fig. II 11.- Ejemplo de un diagrama de flechas.

En el diagrama anterior, la Ruta Crítica corresponde a las actividades A-E-F, con un tiempo total para todo el diagrama de :2+6+6=14.

Si se calcula el diagrama anterior se obtiene lo que se muestra en la siguiente tabla:

Actividad	Duración	CMP	CML	TMP	TML	MT	ML	MI	R.C.
A	2	0	0	2	2	0	0	0	X
B	2	2	4	4	6	2	0	0	
C	6	4	6	10	12	2	0	-2	
D	5	2	7	7	12	5	3	3	
E	6	2	2	8	8	0	0	0	X
F	6	8	8	14	14	0	0	0	X
G	2	10	12	12	12	2	2	0	

Puede observarse en los datos de la tabla anterior <sup>que</sup> para las actividades que están en la ruta crítica, todos los márgenes son iguales a cero y que, por otra parte, las actividades que están en serie, a través de nodos no concurrentes, tienen los mismos márgenes totales, tal como se muestra en las actividades B y C.

Con los datos de la tabla anterior, puede construirse la gráfica de la fig. II- 12 empleando los CMP. y duraciones, mostrando las actividades críticas e información esencial de los márgenes, que indican los retrasos permitidos

### 5.-DIAGRAMAS POR ACTIVIDADES EN LOS NODOS

Otra forma de presentar un diagrama de actividades, que se ha extendido ya mucho en la actualidad, es el de "Actividades en los Nodos". Como su nombre lo indica y a diferencia del método clásico ya analizado, en este caso las actividades se representan en los Nodos y las flechas se utilizan únicamente para establecer las secuencias lógicas entre actividades.

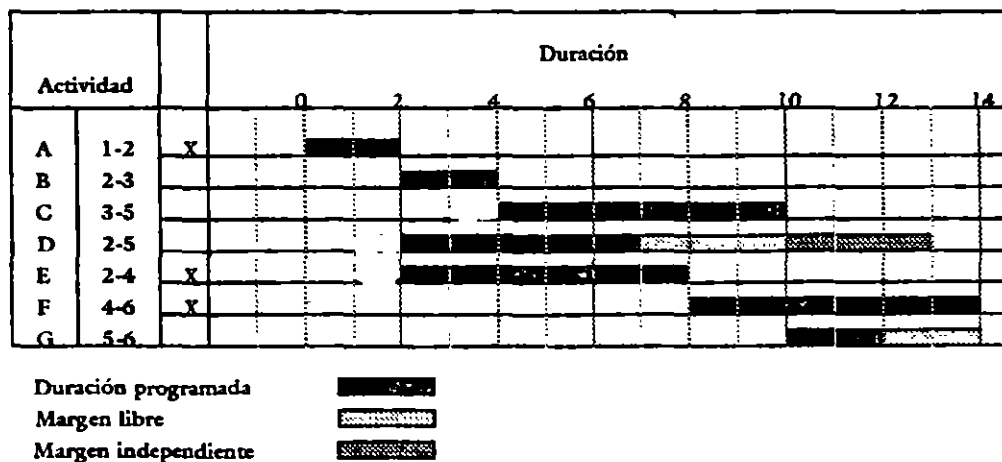


FIG. II- 12.- GRAFICA DE BARRAS DE DIAGRAMA DE FLECHAS DE LA FIG. II-11

En la figura II-12A Se representa un diagrama de flechas correspondientes a las actividades a realizar para llevar a cabo un estudio de mercado y en la fig. II-13.- se representa el mismo diagrama, dibujado con actividades en los Nodos.

Nótese que <sup>en</sup> el diagrama con actividades en los nodos no se muestra ninguna actividad de liga. En realidad lo que ocurre en este tipo de representación, es que todas las actividades son de liga.

La ventaja principal de la preparación de diagramas con actividades en los nodos en su gran simplicidad. La preparación se facilita mucho por el hecho de no tener que utilizar flechas de liga.

Para el cálculo manual de los diagramas se emplean los símbolos que se muestran en la Figura II- 14

En la figura II-15 se muestra un diagrama con actividades en los nodos, con todos los valores ya calculados. Los pasos del calculo han sido los siguientes:

Siendo la actividad 1 la actividad inicial , las flechas que salen de este nodo indican que cuando la actividad 1 se termine se podrán comenzar las 2 y 4. Al terminarse estas dos actividades será posible comenzar la actividad 3. Para que se pueda comenzar la actividad 5, es solamente necesario que se termine la 4. Finalmente , cuando las actividades 5 y 3 hayan ambas terminado, se podra comenzar la actividad 6.

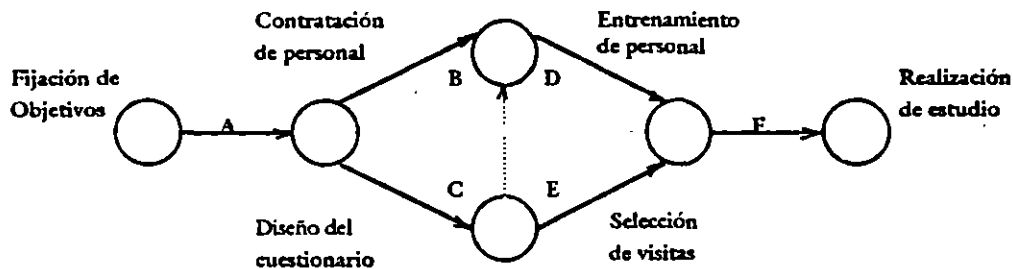


Fig.II-12A Diagrama de flechas de estudio de mercado.

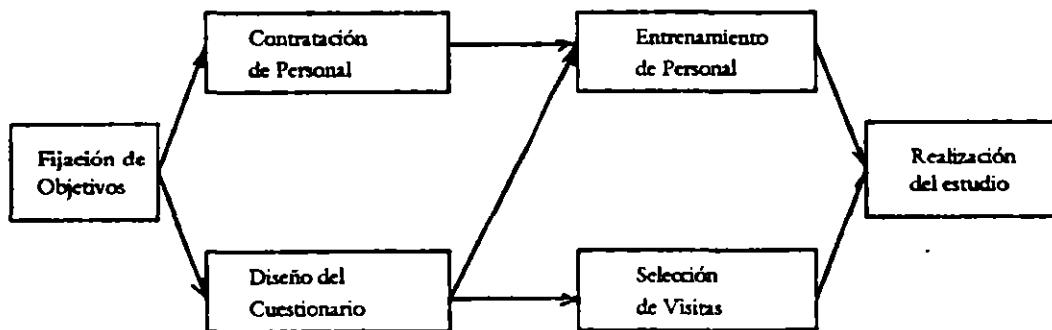


Fig. II-13.- Diagrama de actividades en los nodos correspondientes de la fig. II-12.

Comienzos		Terminaciones		
CMP	DESCRIPCION			TMP
	Número		t	
CML	MT	ML	MI	TML

Fig. II-14.- Simbología empleada en los diagramas de actividades en los nodos

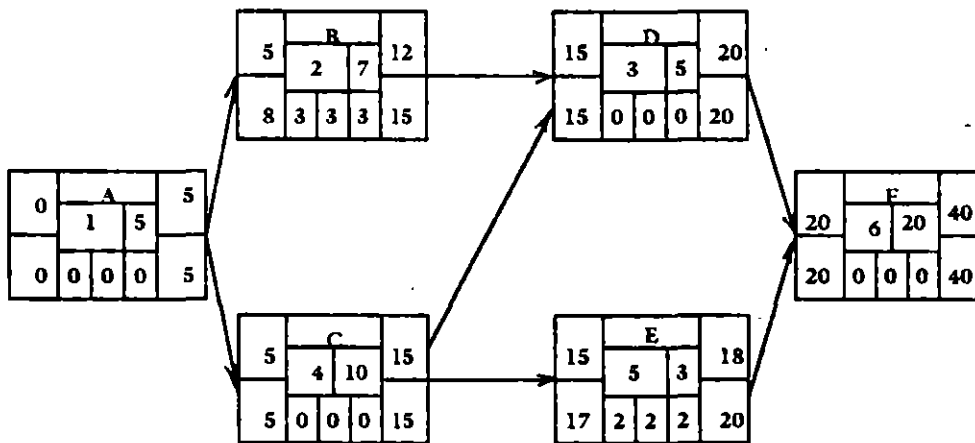


Fig. II-15.- Diagrama con valores calculados

En el recorrido hacia adelante, el comienzo Más Próximo de la actividad inicial 1 es cero y la TMP (1) = 0+5=5. Para la siguiente actividad 2, por ejemplo, CMP= 5, valor que se encuentra regresando hacia atrás de la flecha que proviene del nodo 1. Cuando varias actividades convergen a una actividad, su CMP es la fecha más alejada de las terminaciones más próximas, de las actividades que concurren en este nodo. En esta forma, para la actividad 6, el comienzo Más Próximo es el valor mayor seleccionado entre 20 y 18, es decir, 20.

El recorrido hacia atrás se comienza con la actividad terminal. Se hace a su terminación Mas Lejana igual a la terminación más próxima. Para la actividad 6, la TML=40 y su CML6=40-20=20.

Para encontrar las TML de las demás actividades, se recorren de regreso cada una de las flechas que llegan a cada actividad se toma el menor de los CML de las puntas de flechas:

Si es una sola flecha, se hace la TML de las actividades que está en la cola de la flecha igual al CML de la actividad que está en la punta de la flecha. Si son varias flechas, como en el caso de la actividad 1, por ejemplo, el CML(1)= 5, ya que los comienzos Más Lejanos correspondientes a las puntas de las flechas que salen de 1, son ocho y cinco, y se elige el valor menor, o sea, 5. El Margen Total de cada actividad se calcula en la forma habitual, como la diferencia entre el CML y el CMP de cada actividad, o como la diferencia entre la TML y la TMP, que da el mismo valor. El cálculo del Margen Libre de una actividad

es un poco más difícil. Recordando la fórmula que daba el margen libre, en el caso de las actividades en las flechas, se tiene que para una actividad X(M-N):

$$ML(X) = FMP(N) - TMP(X)$$

En un diagrama de flechas, los Comienzos Más próximos de las actividades que tienen su origen en un nodo., son iguales entre sí e iguales a la Fecha Más Próxima de dicho nodo.

Por lo tanto, en un diagrama con actividades en los nodos, el margen libre de una actividad X, es igual a la diferencia entre el comienzo Más Próximo de las actividades posteriores a esta actividad y la terminación Más Próxima de la propia actividad X

$$ML(X) = CMP(\text{Actividades posteriores}) - TMP(X)$$

**Ejemplo:**

Para la actividad C,  $ML(C) = 15 - 15 = 0$

Para la actividad E,  $ML(E) = 20 - 18 = 2$

Para el cálculo del Margen Independiente en un diagrama de flechas, para una actividad X (M-N), es igual a:

$$MI(x) = FMP(N) - [FML(M) + T]$$

Se ha visto en el cálculo del Margen Libre, que la FMP(M) es igual al comienzo Más Próximo de cualquiera de las actividades que siguen a la actividad X (M-N).

Por otra parte, en un diagrama de flechas, las Terminaciones Más Lejanas de las actividades que concurren a un nodo son iguales a la Fecha Más Lejana de dicho Nodo.

Por lo tanto:

$$MI(X) = CMP(\text{ACTIVIDADES POSTERIORES}) - [TML(\text{activ. anteri.}) + t]$$

**Ejemplo:** Para la actividad C,  $MI(C) = 15 - (5 + 10) = 0$

Para la actividad E,  $MI(E) = 20 - (15 + 3) = 2$

## **6.- COMPRESION DE LA RED**

Ocurre muchas veces que la duración calculada de un proyecto, no coincide con la duración de compromiso o de contrato, por lo que es necesario volver a revisar las redes de actividades para ver la forma de reducir el tiempo total del proyecto, para hacerlo igual o menor al marcado por la fecha citada de contrato.

En algunos casos es suficiente una revisión de los tiempos de las actividades críticas, que para propósitos de precisar más los tiempos correspondientes, pueden ser fácilmente reducibles con lo que el problema puede ser resuelto de inmediato.

Debe sin embargo, ponerse especial atención en el hecho, de que en muchos casos, la diferencia en el tiempo total entre la Ruta Crítica y la primera Subcrítica puede ser muy pequeña, es decir, que la Holgura Total de la subcrítica puede ser solamente de uno a dos días y que al reducir en esa misma

cantidad del tiempo total de la Ruta Crítica, la suscrita se vuelve Crítica también y debe ser analizada en una forma semejante, siendo así ya necesario reducir simultáneamente las dos Rutas, para poder disminuir el tiempo total del proyecto.

## 7.- RELACION DE COSTO Y TIEMPO

Existe una relación directa entre el tiempo de ejecución de un proyecto y su costo, que incluye la mano de obra, capital, equipos, métodos y productividad, existiendo un punto óptimo para su ejecución; cuando el proyecto se realiza en un tiempo menor al óptimo, se requiere mano de obra o equipo adicional que aumentan los costos unitarios disminuyendo la productividad y si el proyecto se realiza en un tiempo mayor al óptimo, aumenta el costo debido al incremento en los cargos fijos (supervisión, renta de equipo, etc.).

Una actividad cualquiera de un proyecto puede ser ejecutada en tiempos muy diferentes según sea la organización del trabajo y los recursos que en éste se apliquen.

Con la experiencia obtenida en trabajos similares anteriores o haciendo un estudio de tiempos y movimientos de las actividades en cuestión, se pueden obtener curvas de costo -Tiempo, como la que se muestra en la siguiente figura II-16

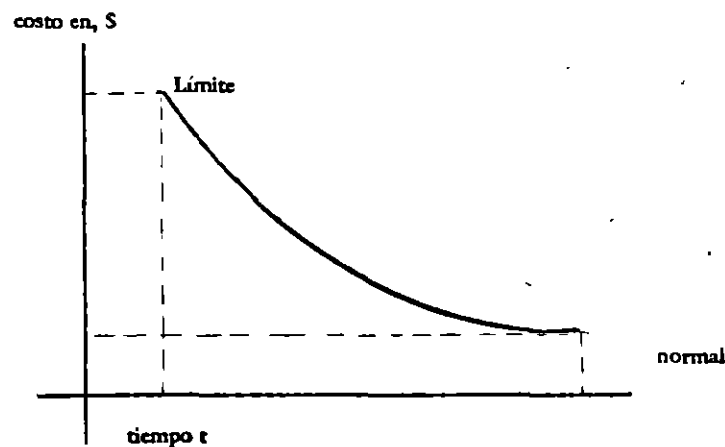


Figura II -16.- *Curva de relación costo - tiempo.*

La curva mostrada es típica para la mayor parte de los proyectos y puede observarse que una actividad puede realizarse en tiempo menor que el normal, mediante incrementos casi despreciables del costo correspondiente, debido a la forma de la curva, muy aplastada en la proximidad del punto normal.

Se considera el tiempo normal, como el que corresponde a las condiciones de trabajo más efectivas, con observación de que si el trabajo se realiza en un tiempo mayor del indicado como normal, los costos aumentarán en lugar de disminuir.

Si se quiere comprimir el tiempo de una actividad y se aplican recursos adicionales de personal, herramienta y equipo, llegará un momento en que las condiciones de trabajo quedarán saturadas y habrá un punto de en que a un incremento considerable de recursos y de costo, no corresponderá una

disminución apreciable del tiempo de terminación. Al punto indicado corresponde el tiempo y el costo límite.

En todo proyecto existen adicionalmente los costos indirectos o fijos. Como puede verse en la siguiente figura II-17,

para cada actividad o para un proyecto completo, deben sumarse los costos indirectos y directos para obtener el costo total.

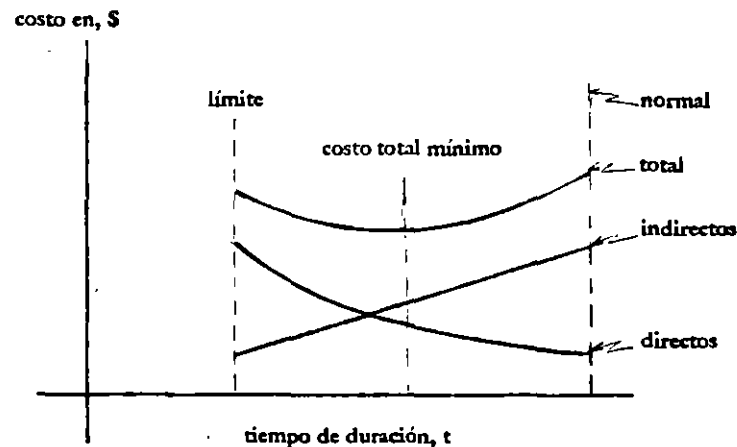


Fig. II-17.- Relación de costos de un proyecto.

Combinado la curva de costo directo-tiempo, con la estimación de gastos fijos acumulados en función del tiempo, se tiene una curva relaciona costo total y tiempo, Esta curva tiene siempre su valor mínimo en el tiempo que es menor a la duración normal del proyecto.

Para optimizar el costo de un proyecto, haciéndolo mínimo, al terminar la programación inicial debe hacerse siempre un estudio de compresión, para calcular cual es el tiempo total que debe tomar un proyecto, para minimizar el costo total.

## 8.- NIVELACION DE RECURSOS

Con objeto de reducir los costos de recursos sin utilización y simplificar la gestión de proyectos, es muy importante que se traten de nivelar la asignación de recursos, periodo por periodo, dentro de los límites de las holguras de cada actividad; normalmente los métodos para la elaborar un nuevo programa de actividades con nivelación o limitación de recursos tienden a ser empíricos, es decir que se establece una regla para mejorar progresivamente la asignación de recursos hasta llegar a una solución aceptable.

Un método, consiste en utilizar la holgura o margen libre asociado con las actividades, para pasar los recursos de los periodos de máxima demanda, sin embargo, el proceso se complica por interdependencia de las necesidades de recursos, porque al nivelar uno, otros pueden elevarse mucho.

Para la nivelación de recursos, se prepara un diagrama de flechas preliminar y se estima la cantidad de personal y tiempo requerido para cada actividad, como se muestra en la Fig. I 1-18 y enseguida se efectúa el cálculo normal de fechas de realización y tiempo flotante para cada actividad, con lo cual se elabora una gráfica de tiempo en papel tabulado, en tal forma que cada actividad empieza en su



comienzo mas próximo, su tiempo flotante se indica con línea punteada y las actividades ficticias se representan con líneas verticales conservando la lógica de la red, es decir, que cada actividad debe empezar y terminar en el evento correspondiente, como se muestra en la fig. II-19, en donde los días están marcados en la parte superior y en la inferior los requerimientos totales de personal.-

Reprogramando actividades no críticas, aprovechando sus tiempos flotantes, investigando las oportunidades para reducir fluctuaciones en personal requerido, manteniendo la misma duración del proyecto, se obtiene la gráfica. La nivelación de recursos materiales se hace en la misma forma que la mano de obra, definiendo primeramente si se desea reducir el "pico" o la amplitud de las fluctuaciones.

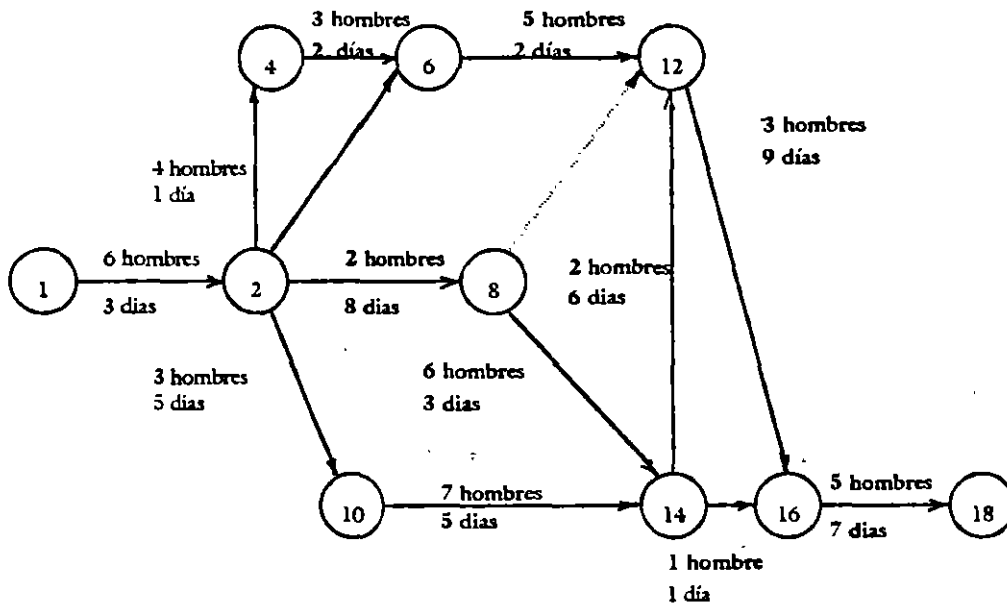


FIG. II -18.- DIAGRAMA CON ESTIMACIONES DE PERSONAL Y TIEMPO

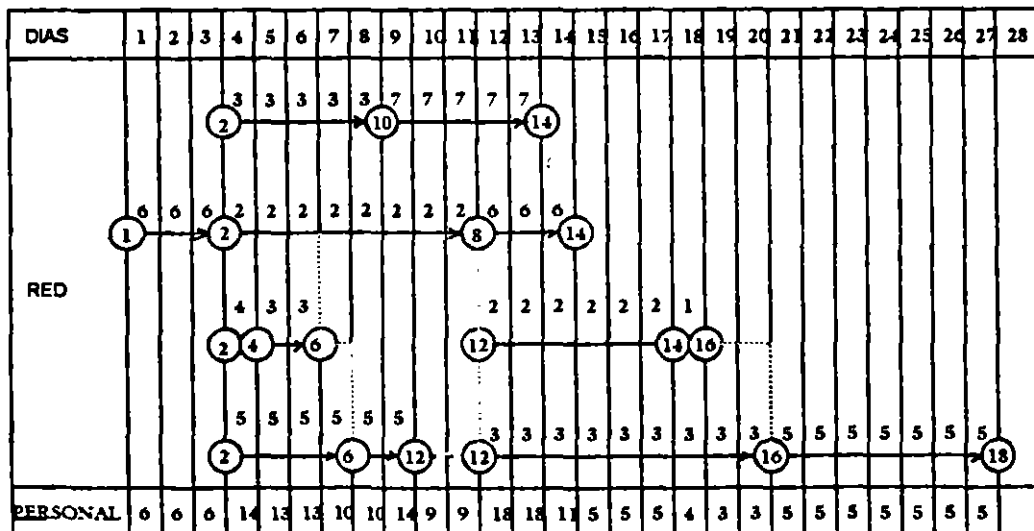


FIG.II-19.- GRAFICA DE TIEMPO DEL DIAGRAMA II-18

En resumen, los pasos que se siguen para calcular los tiempos y costos de un proyecto son los siguientes:

- a.- Con el diagrama de flechas, se asignan tiempos normales y si la duración total del proyecto queda dentro del tiempo máximo requerido, se continua con el trabajo.
- b.- El segundo paso consiste en optimizar la ruta crítica haciendo una compr eión de la red para obtener el costo mínimo posible y si este tiempo es conveniente, seguir adelante con el proyecto.
- c.- El tercer paso es el que toma en cuenta los recursos asignados al proyecto y analiza si son suficientes para la realización del mismo, ya sea con tiempos normales o con tiempos correspon-dientes al costo mínimo.

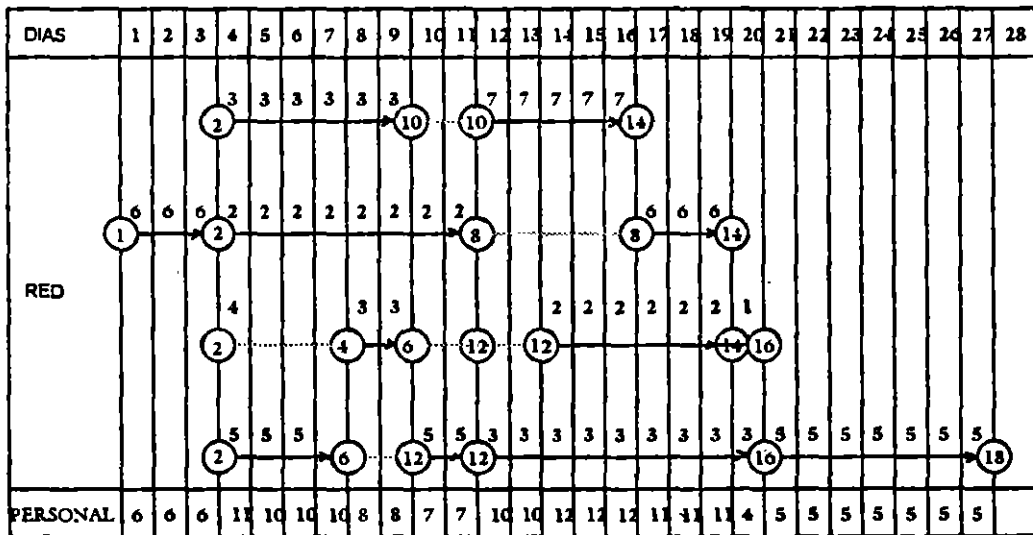


FIG.II-20 .- REPROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES NO - CRITICAS DEL DIAGRAMA 11 - 19

### III . INGENIERIA Y DISEÑO

#### 1.- DEFINICIONES Y FILOSOFIA DE DISEÑO

Con objeto de proporcionar una base sólida de referencia y comunicación entre los grupos de diseño de todas las disciplinas, la ingeniería de costos, planeación y programación, construcción, pruebas y puesta en servicio, cliente y agencias reguladoras, el diseño de las centrales termoeléctricas se hace por sistemas,

**Sistema.-** Se define como un agrupamiento de componentes que tienen un comportamiento interrelacionado para realizar una función específica dentro de la central;

**Central Termoeléctrica:** Una central termoeléctrica es una planta industrial o sistema total, formada por una serie de sistemas, todos integrados y todos interactuando para obtención del producto final que es la electricidad empleando como materia prima, para su elaboración, combustibles.

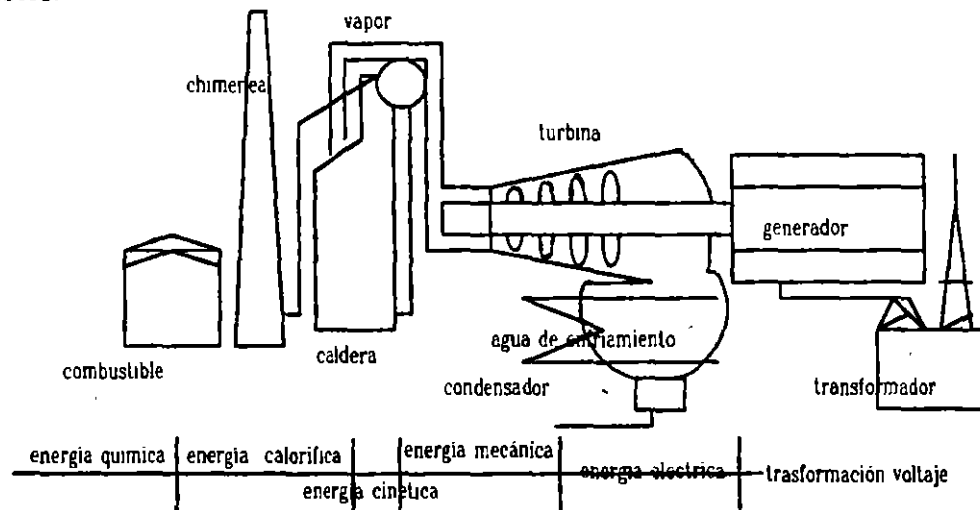


Fig. III-1 CONVERSIONES DE ENERGIA EN EL PROCESO TECNOLOGICO DE LAS PLANTAS TERMOELECTRICAS

El proceso tecnológico de una central termoeléctrica, se muestra en la fig.III-1, en donde pueden observarse las transformaciones de energía y algunos de los equipos principales; además de los procesos de transformaciones de energía, la central termoeléctrica requiere de varios servicios auxiliares, como aire, electricidad, agua, gases, etc. como se muestra en la Fig. III-2.

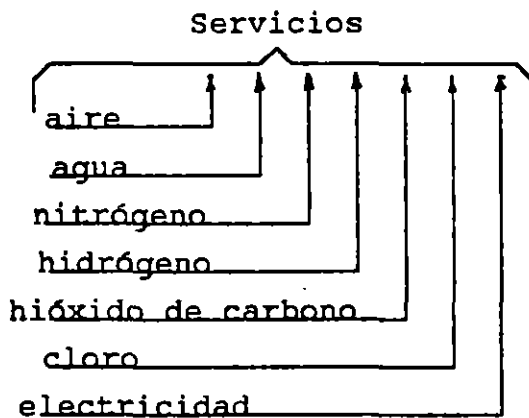
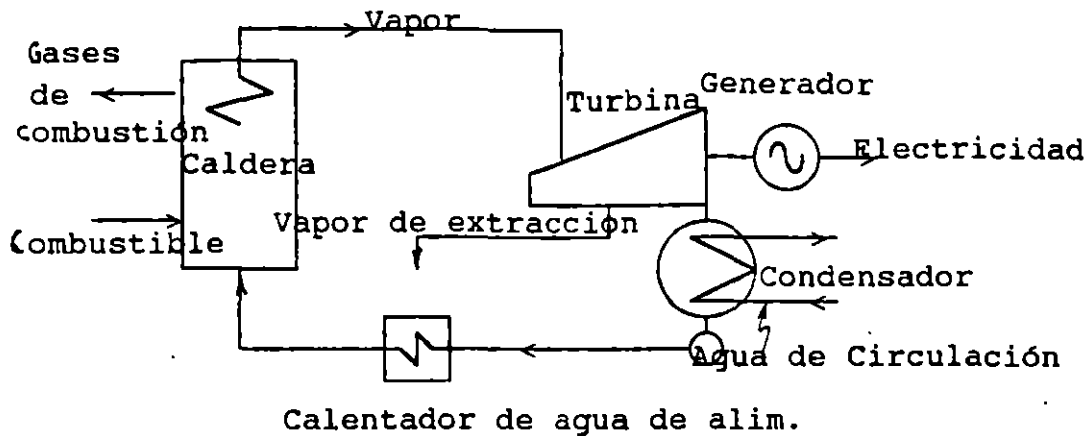


Fig. III- 2 FLUJOS DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA

La filosofía de la ingeniería de proyectos ó diseño de una central termoeléctrica, se basa en el objetivo de proporcionar una central completa y económica que produzca energía eléctrica al más bajo costo posible con la mejor eficiencia y la mejor calidad, adecuada para cumplir con los requerimientos de operación de acuerdo con una buena práctica de ingeniería de plantas de potencia. Para lograr éste objetivo esencial, establecer el control de costos apropiado, evaluar el comportamiento térmico, disponibilidad y adjudicar apropiadamente contratos y órdenes de compra, se aplican los criterios básicos siguientes:

- A). El objetivo del diseño es de lograr un mínimo costo combinado para la inversión de planta, combustible, operación y mantenimiento, consistente con una alta confiabilidad y disponibilidad, protección del medio ambiente y vida esperada de planta.
- b). Todo lo que implique un costo adicional, únicamente se propone cuando mejore la disponibilidad, economía de combustible, reduzca el mantenimiento o los costos de operación, proteja el medio ambiente o se tenga una rápida recuperación de la inversión.
- c). No se hacen inversiones o compras, a menos que las partes proporcionen confiabilidad, economía, solidez o simplicidad.

- d). Las inversiones de todas las facilidades que no estén directamente conectadas con la generación de energía eléctrica, se conservan al mínimo.
- e). No se hacen inversiones para futuras facilidades, a menos que la inversión más los cargos que conlleven, sean significativamente menores que los costos futuros estimados de la parte considerada.
- f). Al analizar propuestas y hacer recomendaciones de compra, no únicamente se considera el costo inicial del equipo, sino también la calidad, comportamiento, mantenimiento y confiabilidad.
- g). Los sistemas con alto impacto ambiental potencial, deben incorporar previsiones para cumplir con las regulaciones aplicables.

## 2.- **EL PROCESO DE DISEÑO**

El diseño o ingeniería, es una etapa del proyecto y este, el proyecto como se mencionó anteriormente, esta constituido por las siguientes etapas.

- Diseño o ingeniería
- Fabricación y adquisiciones
- Construcción y montaje
- Pruebas y puesta en servicio

El producto final del diseño, esta formado por las siguientes partes:

• **Documentación escrita:** consiste de especificaciones (de equipos, sistemas y materiales de construcción) reportes, manuales, listas e instrucciones.

• **Documentación gráfica:** consiste en planos, dibujos, diagramas y sistemas de curvas.

Las funciones de las especificaciones, son las de definir el comportamiento, métodos de fabricación y ensamble, acabados, manejo, transporte, almacenamiento, etc. de varios materiales y equipos.

La función de los planos, es definir la localización, extensión, forma, detalles<sup>de</sup> ensamble etc. de varios materiales y equipos.

## **ESPECIFICACIONES**

Las especificaciones, que junto con los planos son el principal producto final del diseño, deben cumplir con los requerimientos establecidos en los siguientes documentos:

- Descripción de sistemas
- Criterios de diseño
- Estudios conceptuales
- Programa de control de calidad
- Guías y estándares de diseño

Adicionalmente, es muy importante que se especifique correctamente lo siguiente:

- a ) Alcance del suministro
- b ) Códigos y estándares aplicables
- c ) Materiales de fabricación
- d ) Trabajos incluidos
- e ) Trabajos no- incluidos
- f ) Control y pruebas de materiales de fabricación
- g ) Descripción del servicio
- h ) Características técnicas generales y capacidad del vendedor.
- i ) Penalización por no cumplimiento en :
  - Tiempo de entrega
  - Comportamiento
  - Eficiencia
  - Otros
- j ) Compatibilidad de materiales
- k ) Identificación y control de interfases
- l ) Garantías
- m ) Costo de operación
- n ) Ciclos y transitorios térmicos y de presión

- o ) Procedimiento de evaluación de ofertas**
- p ) Parámetros económicos como:**
  - Vida útil de la planta
  - Interesés
  - Cargos
  - Factor de valor presente
  - Otros
- q ) Procedimiento de montaje o instalación**
- r ) Costo estimado del equipo**
- s ) Lista de fabricantes**
- t ) Tiempo estimado para presentación de ofertas**
- u ) Tiempo estimado para fabricación**
- v ) Características y métodos de fabricación del equipo.**
- w ) Requerimientos de análisis de diseño de componentes.**
- x ) Limitaciones del medio ambiente para operación.**
- y ) Requerimientos de limpieza durante:**
  - fabricación
  - empaque
  - recepción y almacenamiento en el sitio
  - otros
- z ) Cuestionario**
- aa ) Análisis de accidentes**
- bb ) Aceptación <sup>de</sup> inspección final en fábrica**
- cc ) Pruebas de comportamiento o aceptación, incluyendo las conexiones ó equipos necesarios.**
- dd ) Procedimientos de reparaciones**

**ee ) Servicio de supervisión de montaje y arranque**

**ff ) Herramientas especiales**

**gg ) Partes de repuesto**

**hh ) Limitaciones y preparaciones para embarque**

**ii ) Requerimientos de inspecciones y de documentos de control de calidad en la fábrica y en el sitio.**

**jj ) Métodos de control de calidad de fabricantes**

**kk ) Equipo auxiliar**

**ll ) Análisis de fallas con resultado en:**

- riesgo personal
- pérdida de seguridad
- disparo de unidad
- reducción de capacidad
- daño de equipo

**mm ) Procedimientos de pruebas no destructivas y criterios de aceptación**

**nn ) Marcado o etiquetado**

**oo ) Pintura o protección**

**pp ) Consideraciones en el diseño, en cuanto a:**

- aceleración sísmica
- temperatura ambiente ( incluye la del agua)
- humedad
- vibración
- ruidos mecánicos
- proyectiles
- fuego
- inundación



- pérdida de energía
- disparo de la unidad
- forma normal y eventual de falla
- falla de equipos adyacentes o conectados
- suministro de energía
- control
- indicación
- alarmas
- protección
- otros

**qq ) Requerimientos de datos de diseño, cálculos y estudios del fabricante**

**rr ) Características de comportamiento**

**ss ) Características de dimensiones y capacidad del equipo**

**tt ) Consideraciones y condiciones de operación en:**

- arranque
- cargas parciales
- transitorios normales
- condiciones de falla
- paro
- accidentes
- confiabilidad y disponibilidad
- operabilidad
- facilidades de mantenimiento, reparación e inspecciones en servicio
- disipación en calor
- control de corrosión

**PLANOS.-**

Los planos que constituyen la documentación gráfica del diseño y que junto con las especificaciones son el principal producto final, deben cumplir con los requerimientos establecidos en los siguientes documentos, criterios e información:

- descripción del sistema
- criterios de diseño
- diagramas de flujo
- diagramas de tubería e instrumentación
- arreglos
- diagramas unifilares
- diagramas lógicos de control
- condiciones de diseño
- límites o fronteras
- códigos y estándares aplicables
- materiales
- especificaciones generales aplicables
- especificaciones y control de interfases

En términos generales, las funciones de la ingeniería o diseño, pueden agruparse en la siguiente forma:

- elaboración del alcance del proyecto
- elaboración de presupuestos
- elaboración de programas de ingeniería
- participación en los estudios de selección del sitio
- elaboración de reportes de trascendencia o impacto en el medio ambiente
- elaboración de estudio de optimización
- preparación de los arreglos de la planta
- análisis de todos los sistemas
- realización de todos los cálculos de diseño
- elaboración de las especificaciones de equipos
- preparación de paquetes de compra de equipos

- análisis de ofertas y elaboración de recomendaciones de compra
- elaboración de todos los planos de construcción
- revisión y aprobación de los planos de fabricantes
- programación de entrenamiento de personal

### 3.- **NATURALEZA DEL DISEÑO**

Los esfuerzos del diseño, los describe el diseñador o ingeniero arquitecto, en términos de sistemas, estructuras y componentes, diseñando él los sistemas y estructuras y los fabricantes diseñan y fabrican los componentes.

El diseño del proyecto de una central termoeléctrica, incluye aproximadamente 100 sistemas, que requieren la emisión de unas 150 especificaciones y de unos 1500 planos para construcción, manejándose unos 6000 planos de fabricantes; éste esfuerzo de diseño requiere aproximadamente 0.8 h-h /kW instalado, durante un tiempo de 3 años, tiempo dentro del cual, el medio ambiente técnico, sociológico y legal dentro del cual se coloca el sistema, puede cambiar significativamente;

Las decisiones de diseño, deben considerar las fronteras del sistema de una forma suficientemente amplia para asegurarse que todas las interrelaciones significativas estén incluidas.

### 4.- **INTERFASES DE DISEÑO**

El diseñador debe considerar en forma muy especial las interfases que existen con otras etapas del proyecto, como la planeación (para obtención de información, etc.), la fabricación o abastecimientos, la construcción y la puesta en servicio.

En la figura III -3 , se muestran las interfases del proceso funcional de un proyecto

Los mayores problemas de interfase que se tienen son con construcción debido a la forma natural en que desarrollan: en sentido contrario. En efecto el diseño se hace por sistemas, diseñando primero la parte superior ( equipos y estructuras ) y al final la parte inferior o sea las cimentaciones, mientras que la construcción se hace al revés, primero se hace la cimentación, después las estructuras y al final se montan los equipos y componentes, además de que el montaje no se hace por sistemas, sino por pisos , zonas o partes.

### 5.- **INFORMACION DE CONSTRUCCION**

Con objeto de reducir al mínimo los problemas de construcción, se establece un programa para que el personal de construcción participe en las diversas etapas del diseño (preliminar, conceptual y detallado) proporcionando información y opiniones, sobre los conceptos que se indican a continuación.

iente.  
 aneación  
 nología  
 digos  
 glamentos  
 tios  
 ros Diseños  
 bricantes

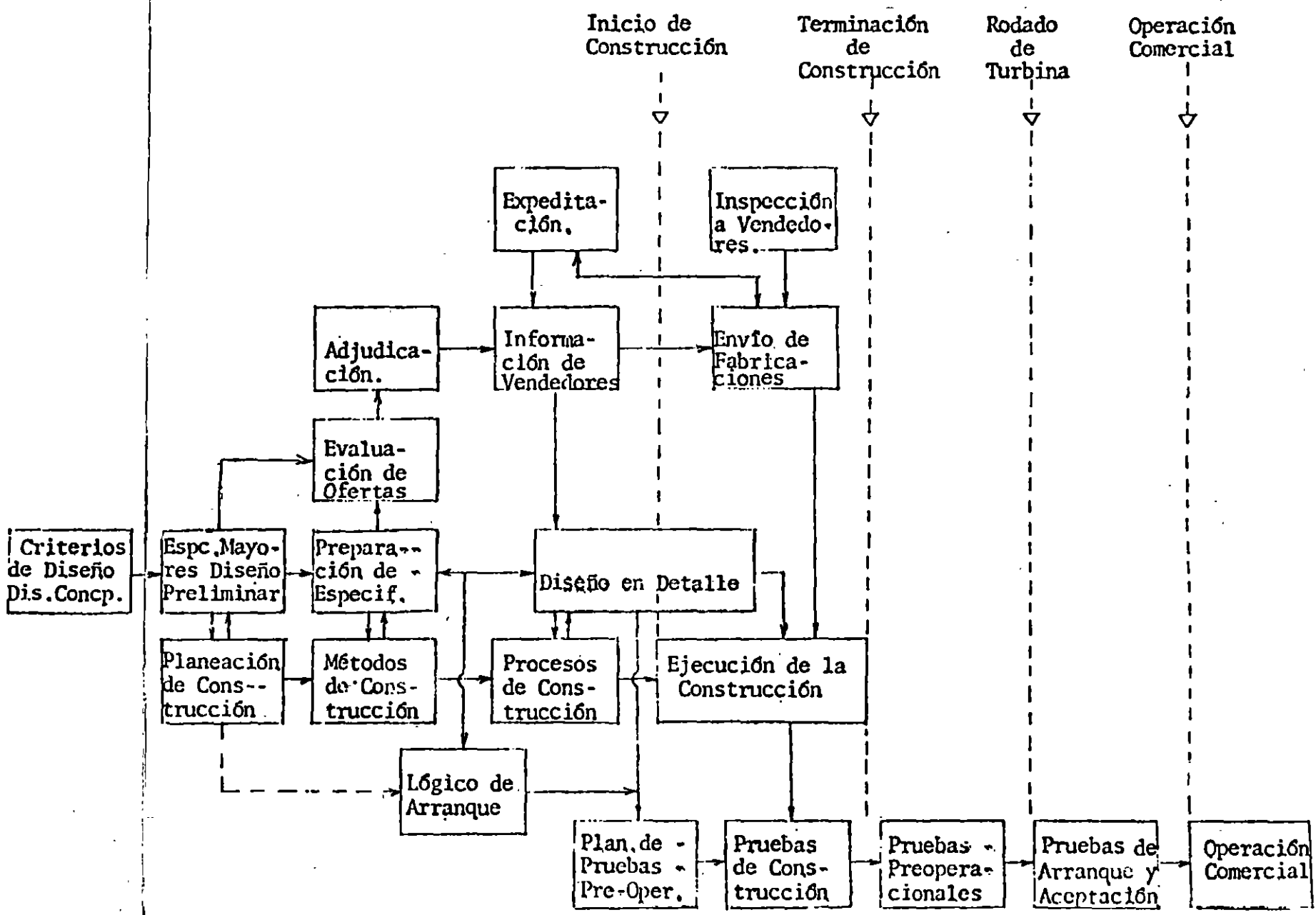


Fig. III-3. INTERFASES DEL PROCESO FUNCIONAL DE UN PROYECTO

a) Durante la selección del sitio y diseño preliminar en que se establece el arreglo inicial, en:

- acceso para equipos y materiales
- áreas de ensamble y arreglos
- facilidades temporales
- servicios de construcción
- preparaciones de sitio
- prefabricación o ensamble en el campo
- provisiones especiales de transporte

b) Durante el diseño conceptual, en que se establece el arreglo final, en:

- secuencias de construcción
- programas de fabricación
- avances de construcción
- mantenimiento de equipos
- terminales de cables de control
- fabricación modular
- facilidades bajo tierra permanentes
- prefabricación

c) Durante el diseño en detalle, las listas de equipos y el sistema de control, deben satisfacer los requerimientos de operación o cliente, el diseñador y los responsables de construcción y puesta en servicio en cuanto a :

- identificación
- descripción
- adquisición
- contabilidad
- control

Los términos de "Diseño preliminar" y "Diseño conceptual", mencionados anteriormente tienen los siguientes significados:

**Diseño preliminar** .- Es la disposición o agrupamiento de los edificios individuales y partes externas de la central en el sitio, con la cual se tienen todas las ventajas posibles de los recursos del lugar, y la disposición de la planta mayor o grupos de la planta en el edificio principal de la estación que conduce a la determinación de la forma y dimensiones principales de la casa de máquinas.

**Diseño conceptual**.- El trabajo del diseño conceptual consiste de ingeniería y diseño, de una extensión necesaria para desarrollar especificaciones funcionales, localización de equipos, conceptos de arreglos y criterios de diseño de la planta; el resultado de éste trabajo se muestra en el arreglo de conjunto, diagramas de arreglos generales de la planta, diagramas de flujo, diagramas unifilares eléctricos, memorandas, tabulaciones, esquemas, etc. Incluye entre otros, los siguientes estudios y análisis:

- arreglos preliminares (de conjunto, accesos al sitio, edificios, estructuras, equipos)
- requerimientos de posibles unidades futuras
- requerimientos de excavaciones y cimentaciones
- instalación de equipo mayor
- fuente de agua de enfriamiento
- arreglos de estanques y de torres de enfriamiento
- arreglos de obras de toma y descarga
- localización de subestación y línea de transmisión
- arreglos y facilidades de manejo de combustible
- FFCC y caminos de acceso para la construcción y operación
- arreglos de espacios para construcción
- edificios temporales y estacionamientos durante la construcción
- selección de pendientes
- costo estimado preliminar de la planta (salarios, productividad, tamaño de equipos, construcción, diseño, indirecto).
- programas de ruta crítica (ingeniería, adquisiciones, planos, construcción)

## **7.- COORDINACION DEL DISEÑO CON CONSTRUCCION**

La coordinación entre los ingenieros de diseño, que deben estar enterados de las preferencias de los de construcción, y los ingenieros de construcción, que deben estar enterados de las consecuencias de apartarse de las condiciones especificadas por el diseñador, se logra mediante una comunicación adecuada, cuyo grado de formalización y control, debe definirse desde el

principio del proyecto en el manual de Gestión del proyecto; los modos de comunicación para lograr ésta coordinación, son los siguientes:

## **DESARROLLO DEL DISEÑO**

El desarrollo del diseño se inicia cuando se toma la decisión de construir una planta nueva o bien cuando se recibe una solicitud de propuesta, que debe incluir una lista de las facilidades de planta requeridas.

Después de recibir la solicitud de propuesta, se procede a nombrar un Jefe o Gerente del Proyecto cuyo trabajo inicial es el de definir el alcance y delinear el tipo de organización necesaria; la definición del alcance, incluye lo siguiente:

- lista de partes; especificaciones, planos; procedimientos.
- lista de servicios; gestión del proyecto, licenciamiento, ingeniería y diseño, abastecimientos, control de calidad y garantía de calidad, gestión de construcción y pruebas de puesta en servicio.

El tipo de organización se define para proporcionar control técnico y administrativo.

El control técnico y su consistencia, se logran por medio de los jefes de disciplinas, los procedimientos de las disciplinas y por los estándares.

Para realizar sus funciones, el Jefe ó Gerente del Proyecto y su staff, solicitan a los jefes de las disciplinas lo siguiente:

- definición detallada de los elementos de la planta.
- tareas o actividades de la gestión de diseño.
- tareas o actividades de la gestión de construcción.
- estimación de la mano de obra ó personal requerido para el alcance de trabajo definido.

Un plan del proyecto bien desarrollado, debe reflejar o establecer un mutuo entendimiento entre propietario (operación), diseñador, constructor, etc., y debe identificar en forma muy clara lo siguiente:

- tareas
- el segundo paso es la elaboración de un programa Integrado del Proyecto Preliminar que se realiza a partir de los Eventos Mayores Principales, programando tareas o actividades de eventos claves intermedios de construcción, como por ejemplo la terminación del pedestal del turbogenerador, el izaje del domo de la caldera, la terminación de la construcción de un determinado piso o nivel, etc.; éste programa que consta de unas 30 ó 50 actividades, se suministra con la propuesta y una vez aprobado sirve de base para realizar el plan del proyecto.

- el tercer punto es la elaboración de una grafica de barras de 75 a 100 actividades apartir del punto anterior (Programa Integrado del proyecto Preliminar), y que recibe el nombre de "Resumen del Plan del Proyecto"; en este documento se establecen las metas de proyecto y se emplean para registrar los avances, sirviendo además de base para la elaboración del Programa Integrado del proyecto.
- el cuarto y último paso es la elaboración del programa Integrado del proyecto, en donde, como su nombre lo indica, se integran los programas de las diversas áreas como Diseño, Abastecimientos y Fabricación, Construcción así como las Pruebas y la puesta en servicio; éste Programa se elabora en red CPM o PERT y es una de las herramientas más valiosas para la comunicación, solución de probleenas de interface y el control del proyecto.

## **DOCUMENTOS CLAVE DE DISEÑO**

El objetivo de la utilización de sistemas para el diseño de una central termoelectrica, es el de proporcionar una base sólida de referencia y comunicación entre los grupos de diseño de todas las disciplinas, la ingeniería de costos, planeación y programación, construcción, pruebas y puesta en servicio, operación o cliente y agencias reguladoras, para lo cual es mucho muy importante que todos los sistemas tengan las siguientes características:

- estén claramente definidos
- tengan nombres estándar
- estén claramente identificados sus componentes o alcance
- estén claramente identificados sus límites o fronteras

De acuerdo con lo anterior, el diseño debe pensarse y hacerse en términos de sistemas y se deben desarrollar algunos documentos Claves para éste propósito; los documentos principales de todas las disciplinas que se emplean para los esfuerzos de la ingeniería de diseño de cualquier sistema son los siguientes;

- estudios
- tabulaciones
- diagramas
- planos
- reportes
- esquemas
- códigos



Algunos de estos documentos se designan como "Documentos clave" para el diseño de sistemas, siendo dichos documentos clave los siguientes:

- descripción de sistemas ( mecánico, eléctrico y de control )
- diagramas de flujo de sistemas (mecánico y control)
- diagramas de tubería e instrumentación de sistemas (mecánico y control)
- diagramas unifilares eléctricos con medición y protección de sistemas (eléctrico)

Las definiciones de éstos documentos clave, son las siguientes:

Descripción de sistemas: es un resumen escrito describiendo las funciones específicas, el intento del diseño y las principales características de un sistema.

Diagrama de flujo: es una representación esquemática de un sistema mecánico específico mostrando las relaciones operacionales entre los varios componentes y definiendo las variables de diseño para los principales modos de operación.

Diagrama de tubería e instrumentación: es una representación de la tubería, instrumentación y control del proceso de un sistema específico, mostrando esquemáticamente las relaciones entre los varios componente.

Diagrama lógico de control: es una representación gráfica de la operación de los controles individuales de los equipos del sistema, usando símbolos lógicos digitales básicos; éstos símbolos relacionan funcionalmente las acciones de entrada, del proceso y manuales, al control del proceso y a las acciones de salida y lecturas (display) mostradas del operador.

Diagramas unifilares: es una representación de los sistemas eléctricos de toda la planta, mostrando por medio de una línea sencilla y símbolos gráficos a los equipos y sus interconexiones.

Los propósitos de los documentos clave son los siguientes:

- presentar la información importante de una manera organizada para la revisión del diseño fundamental por parte de los Jefes o Gerentes de Ingeniería y de las disciplinas.
- proporcionar una referencia para los ingenieros de otras disciplinas y grupos de especialistas que requieran cierta información específica de los sistemas.
- establecimiento de las bases para la preparación de los siguientes documentos:

a) Ingeniería de diseño en detalle

b) Documentos para monitorear la terminación de construcción.

c) Procedimientos para monitorear la terminación de construcción.

d) Procedimientos de operación

e) Reportes de análisis de seguridad (preliminar y final)

• proporcionar un registro final para:

a) Libro de datos de la planta

b) Archivos históricos de la compañía

c) Biblioteca de referencia técnica

- descripción de sistemas; la responsabilidad del control, preparación autorización de estos documentos es del Supervisor del Grupo de la disciplina a cuya área pertenezca el sistema particular.
- diagramas de flujo de sistemas; la responsabilidad del control, preparación y aprobación de éstos documentos es del Supervisor del Grupo Mecánico.
- diagramas de tubería e instrumentación de los sistemas; la responsabilidad de su control, preparación y aprobación de estos documentos es del Supervisor del Grupo Mecánico ayudado por el Supervisor del grupo de Control de sistemas,
- diagramas unifilares eléctricos con medición y protección; la responsabilidad de su control, preparación y aprobación; de estos documentos, es el del Supervisor Eléctrico, ayudado por el Supervisor del Grupo de Control de Sistemas.
- diagramas lógicos de control de sistemas (mecánicos); la responsabilidad de las funciones de control de estos documentos, es del Supervisor del Grupo Mecánico, la responsabilidad de su control, preparación y aprobación de estos documentos, es del supervisor Eléctrico, ayudado por el Supervisor del grupo de Control del Sistemas
- diagramas lógicos de control de sistemas (eléctricos); la responsabilidad de las funciones de control de estos documentos es del Supervisor del Grupo Eléctrico, la responsabilidad de su control y preparación es del Supervisor del Grupo de control de Sistemas.

## **LIMITES Y ALCANCE DE SISTEMAS**

La filosofía general del alcance es la de definir las interfases y fronteras de dos sistemas relacionados, para lo cual se emplea el concepto de sistema proveedor de un servicio y sistema receptor de un servicio; el sistema que se pone en servicio primero después de un paro normal de la planta, se designa como el sistema proveedor o suministrador de un servicio y el otro como el sistema receptor del servicio.

Los puntos de aislamiento entre los sistemas, que siempre se incluyen en el sistema que se pone primero en servicio, son generalmente los siguientes:

- Interruptores de circuitos para sistemas eléctricos
- Válvulas de aislamiento para sistemas mecánicos
- Terminales de conexión para sistemas de instrumentación y control

Los documentos que se requieren de los fabricantes, se establecen en las especificaciones de acuerdo con lo siguiente

- asegurar que se tenga disponible la información adecuada para la ingeniería
- que el grado de control sobre los procesos de trabajo de los fabricantes consistente con el equipo suministrado
- que el grado de verificación de la garantía de la calidad es adecuada

Por otra parte, es muy importante eliminar la documentación innecesaria, que aumenta el ciclo de revisión, que afecta el programa del proyecto y resulta en gastos extras

Los requerimientos técnicos que deben de satisfacer los documentos (planos y procedimientos) de los fabricantes, son los siguientes

- conformidad con las especificaciones de compra
- referencias de la orden de compra y número del equipo
- certificación del fabricante de que los planos puedan emplearse en el diseño
- inclusión de la información completa requerida
- planos con dimensiones y pesos incluyendo detalles de cimentaciones y referencias a códigos o estándares en la forma aplicable
- cumplimiento con algún requerimiento único
- localización, tamaño y tipo de conexiones de interfase eléctricas, de la tubería y de instrumentación, incluyendo terminales para soldadura, detalles de bridas y cargas permisibles de boquillas
- pintura y /o recubrimiento para la localización del equipo
- previsiones de espacio levantamiento para la instalación, mantenimiento y reposición
- previsiones para venteo y / o drenaje
- necesidades de servicios (aire comprimido, gas, energía, agua, etc.)
- identificación de materiales con referencia a las especificaciones de ASME y / o ASTM.

- requerimientos de almacenamientos en el sitio incluyendo la lubricación
- lista adecuada de refacciones o partes de repuesto para el alcance completo del suministro
- procedimientos de prueba conteniendo los puntos de prueba monitoreados, métodos de medición y criterios de aceptación
- cumplimiento con los requerimientos de procedimientos de soldadura, prueba hidrostática y pruebas no destructivas

A pesar de que no se deberán revisar los detalles del diseño de fabricante, si se deberán hacer notar las deficiencias obvias.-

Adicionalmente se deberán verificar en los planos, de los siguientes equipos, el cumplimiento de los requerimientos técnicos y de diseño en la forma establecida en las especificaciones, códigos y estándares:

- bombas .-
  - a.- Compatibilidad de materiales con el control químico y / o lavado de puesta en servicio
  - b.- Sistema de sellos adecuados para el servicio
  - c.- Interfase con el sistema de agua de enfriamiento
- 1. cambiadores de calor .-
  - a.- Requerimientos de aislamiento
  - b.- Compatibilidad de materiales con el resto del sistema
- tanques .-
  - a.- Requerimientos de aislamiento
  - b.- Requerimientos de recubrimiento de camisas (lining)
- válvulas .-
  - a.- Material adecuado de la cubierta (trim)
  - b.- Cédula
  - c.- Valor apropiado de Cv
  - d.- Diámetro de pasos para el flujo mínimo
  - e.- Espesor mínimo de la pared
  - f.- Detalles de terminaciones de soldadura, accesorios, etc.
- "carretes" de tubería .-

- a.- Dimensiones y localización de soldaduras de campo para su instalación
  - b.- Piezas de <sup>hierro</sup> hierro
  - c.- Espesor mínimo de pared o de cédula
  - d.- Tipos de conexiones, ramales
- soportes, colgantes y restricciones de tubería .-
    - a.- Localización de la planta, elevación y dirección de la trayectoria o <sup>trayectoria</sup> de la tubería
    - b.- Cédula de materiales
    - c.- Tipos adecuados
    - d.- Consideración de todas las cargas y direcciones
    - e.- Desplazamiento
    - f.- Interferencias
    - g.- Cargas estructurales
    - h.- Detalles de acero suplementario y soldaduras de taller de tubería
- juntas de expansión .-
    - a.- Tipos de materiales
    - b.- Número de convoluciones
    - c.- Movimiento adecuado axial, o angular
    - d.- Régimen de reacciones "estado frío" (cold spring)
    - e.- Varillas de amarre

En el caso de que <sup>en</sup> las especificaciones se soliciten cálculos o resultados de pruebas, la revisión deberá limitarse a las siguientes verificaciones:

- criterios o entradas correctas, consistentes con las condiciones en la especificación
- técnicas apropiadas de prueba
- métodos apropiados de prueba o conversión de los datos de prueba
- terminación de cálculos
- resumen de resultados para mostrar el comportamiento o cumplimiento satisfactorio.

## 20.- ESTIMACIONES O PRESUPUESTOS.

Las estimaciones y presupuestos que se elaboran de los proyectos, están basados en experiencias del pasado en la ejecución de trabajos similares, así como en el criterio de los ejecutivos y en las tendencias de costos.

Los diferentes tipos de estimaciones para control, que se preparan a través de las fases de ingeniería y construcción, y que dependen de la etapa y datos disponibles, son los siguientes:

- estimación de orden de magnitud.- Su preparación requiere de un mínimo de tiempo. tiene el menor grado de exactitud y se desarrolla sobre bases históricas de datos, empleando un

método de factoreo para convertir datos de costos de plantas similares, a diferentes localizaciones y a costos actualizados.

Este tipo de estimaciones, se aplica durante las fases de ingeniería conceptual y diseño.

- estimación detallada preliminar.- se emite después de la preparación de varias de orden de magnitud y es una estimación de control para propósitos de monitoreo de rango completo del proyecto. Este tipo de estimación, se actualiza periódicamente, hasta que se emite la estimación para control de presupuesto.
- estimación para control o presupuesto.- Normalmente se prepara cuando se otorga el permiso de construcción; representa el mayor grado de precisión obtenible a la fecha de su preparación y está basada en lo siguiente:
  - a) Alcance de trabajo bien definido
  - b) Cotizaciones de precios de los equipos y partes mayores, incluyendo muchos materiales de construcción.
  - c) Investigación completa de labores, salarios y prestaciones.
  - d) Análisis de disponibilidad y productividad en labores esperadas.

El costo total de la inversión de un proyecto de planta termoeléctrica, está formado por la siguientes partes:

- equipo y materiales de instalación permanentes
- ingeniería o diseño
- construcción
- varios (terrenos, mejoramiento, organización, puesta en servicio etc..)
- indirectos
- inflación o escalación e intereses durante la construcción

El costo de la ingeniería varia entre 3% y el 5% de la inversión total y está formada en su mayor parte por los salarios que se pagan al personal; dependiendo del tamaño, tipo y complejidad de la planta, el personal requerido varia entre 0.6 y 1.0 horas - hombre/ KW instalado ( h-h / KW ).

## 22.- ORGANIZACION

### A.- GENERAL

En la fig.III -24, se muestra un esquema general de las relaciones entre los diferentes grupos que intervienen para la construcción de una planta, que debe considerarse en la estructura de organización.

Normalmente, las compañías o consultores de ingeniería están organizadas en forma matricial, para el diseño de las plantas termoeléctricas, tal como se muestra en la fig. III- 25, lo cual, les

permite funcionar con las ventajas de la administración por proyectos que elimina en cierto modo la burocracia de las organizaciones grandes y complejas; cuando se inicia un proyecto el departamento de ingeniería, asigna personal a dichos proyectos, que lo regresan nuevamente al departamento de ingeniería al término del proyecto. En esta forma de organización, el jefe del proyecto es el responsable de QUE es lo que se hace y CUANDO se hace, y el departamento de ingeniería es responsable de COMO se hace CON QUIEN se hace.

#### **B. - RESPONSABILIDADES**

En general, las responsabilidades del departamento de ingeniería y de la jefatura de proyecto son las siguientes:

##### **Departamento de Ingeniería.**

- Dirección técnica del proyecto completo
- supervisión técnica de la producción del personal del proyecto.
- control de calidad, ingeniería y diseño de todos los planos, cálculos de diseño, especificaciones, reportes técnicos,
- elaboración de los criterios teóricos básicos de diseño de la planta en las diferentes disciplinas
- preparación de diagramas preliminares como planos de conjunto, diagramas de flujo, diagramas unifilares, balances térmicos, etc.
- desarrollo de ciertos trabajos especializados como análisis de esfuerzos de tubería, análisis dinámico del turbo- generador, dimensionado de equipos principales, etc.

##### **Jefatura de proyecto**

- elaboración de todos los planos para construcción. y estudios necesarios
- preparación de las especificaciones detalladas de equipos, estructuras, sistemas, materiales y construcción.
- realización de estudios y cálculos de diseño
- evaluación de ofertas, reportes y recomendaciones
- revisión y aprobación de los planos de vendedores, archivo de planos de fabricantes y control adquisiciones de equipo y materiales
- archivo del proyecto
- elaboración de toda la información requerida para la preparación de programas y reportes
- supervisión administrativa del diseño de planta, satisfacción de necesidades secretariales y de oficina del proyecto
- inspección y contabilidad de la ingeniería de construcción en el sitio



En la Fig.III-25 se muestra la división del trabajo por disciplinas del Departamento de Ingeniería; el trabajo que realizan los grupos de los Supervisores en la Jefatura del proyecto es el siguiente:

Supervisión Civil / Estructural

**a. Grupo civil.**

- sistema de agua de circulación
- estructura de entrada
- estructura de descarga
- desarrollo del sitio
- excavaciones
- facilidades
- drenaje
- caminos
- ferrocarriles
- estanques de evaporación
- almacenamiento
- dibujo
- especificaciones (civil / estructural y de compra de materiales)

**b. Grupo de Cimentaciones.**

- generador de vapor
- edificio turbo- generador
- edificios auxiliares
- edificios de control
- edificios micelaneos
- tanques y equipos del patio
- dibujo

**c. Grupo acero estructural.**

- edificio turbo - generador
- pedestal turbo - generador

- edificios miscelaneos del sitio
- dibujo

### Supervisión Mecánica

#### a. Grupo generador de vapor (diseño de los sistemas del generador de vapor y sistemas relacionados)

- vapor principal y vapor recalentado
- . agua y vapor
- . gases de combustión y aire
- . gas combustible y aceite combustible
- . manejo de carbón y cenizas
- . sopladores de hollín
- . diagramas de proceso e instrumentación
- . especificaciones de equipo y evaluación de ofertas
- . información para criterios de diseño, libro de alcance, reporte ambiental y manual de la planta.

#### b. Grupo turbo- generador (diseño de los sistemas de turbo- generador y sistemas relacionados).

- . vapor principal y vapor recalentado
- . condensado y agua de alimentación
- . extracciones de vapor, calentadores de agua de alimentación, drenajes y venteos
- . vapor de sellos, hidrógeno y CO<sub>2</sub>
- . extracción de aire del condensador
- . aceite lubricante del turbo - generador
- . control químico del condensado y agua de alimentación
- . agua de circulación
- . diagramas de proceso e instrumentación
- . especificaciones de equipo y evaluación de ofertas.
- . información para criterios de diseño, libro de alcance, reporte ambiental y manual de la planta

#### c. Grupo facilidades de planta

- . agua de servicio
- . circuito cerrado de agua de enfriamiento
- . almacenamiento de aceite combustible
- . manejo de carbón y cenizas
- . caldera auxiliar
- . vapor auxiliar
- . ventilación, calefacción y aire acondicionado de la planta
- . equipos de taller y almacén
- . aire comprimido
- . protección contra-incendio
- . generador diesel de emergencia
- . drenaje sanitario y pluvial
- . desechos de aceites
- . diagramas de proceso e instrumentación
- . especificaciones de equipos y evaluación de ofertas

- . información para criterios de diseño, libro de alcance, reporte ambiental y manual de la planta
- d. Grupo de esfuerzos.
  - . esfuerzos en tubería
  - . isométricos
  - . requerimientos del campo, monitoreo del programa de tubería para pruebas pre-operacionales
  - . implementación de diseños, especificaciones y datos de vendedores.

#### Supervisión de control de sistemas

- a. Grupo turbo- generador y sistemas auxiliares
  - . aplicaciones de computadora
  - . sistemas de control del turbo- generador y auxiliares
  - . especificaciones relacionadas
  - . diagramas lógicos
  - . diagramas de proceso e instrumentación.

#### Grupo generador de vapor (G.DE V.) y sistemas auxiliares

- . controles de caldera
- . control de quemadores
- . controles de temperatura de vapor y de agua de alimentación
- . diagramas lógicos
- c. Grupos auxiliares de planta, control e instrumentación de equipos.
  - . tableros de control
  - . especificaciones de equipos y evaluación de ofertas
  - . índice de instrumentos
  - . detalles de instalación
  - . diagramas de localización

#### Supervisión Diseño de Planta

- a. Grupo control de materiales
  - . lista de válvulas y lista de líneas
  - . salida de materiales
  - . especificación de materiales
  - . revisión de ofertas

#### b. Grupos soporte de tubería.

- . diseño y dibujo de los soportes de tubería
- . especificaciones de soportes de tubería análisis térmico y pesos, no efectuado por el Grupo de esfuerzos
- . cargas para el grupo civil / estructural

#### c. Grupo diseño de tubería

- . generador de vapor, edificio turbo -generador
- . patios, manejo de carbón y cenizas
- . planos de diseño de tubería

- . arreglo de equipos
  - . coordinación para la distribución de espacios
  - . arreglo de tubería en el modelo de diseño
  - . criterios de diseño, procedimientos de proyecto
- Supervisión Eléctrica.

a. Grupo de equipos.

- . estudios de los sistemas auxiliares eléctricos de potencia
- . esquemas de diagramas unifilares
- . especificaciones de equipos y evaluación de ofertas
- . diseño de los sistemas de comunicaciones, alumbrado y tierras, criterios de diseño, manual de la planta

b. Grupo de control y protección eléctrica.

- . esquemas lógicos
- . esquemas elementales
- . protección eléctrica
- . especificaciones de materiales
- . revisión de planos de vendedores
- . criterios de diseño, manual de la planta

c. Grupo de diseño físico

- . planos de charolas y conductos
- . rutas e instalación de cables
- . planos de ductos bajo tierra y trincheras
- . planos de arreglos de equipo eléctrico
- . especificaciones de materiales
- . revisión de planos de fabricantes

d. Grupo de cableado

- . diagramas unifilares
- . diagramas elementales
- . diagramas de cableado
- . cédula de circuitos
- . especificaciones de materiales
- . revisión de planos de fabricantes

#### D.- ALTERNATIVAS DE ORGANIZACION

La organización de la compañía eléctrica para realizar los proyectos puede ser en cualquiera de las siguientes formas:

- . ingeniería, abastecimientos y construcción con recursos propios
- . ingeniería, abastecimientos y construcción con un contratista arquitecto / ingeniero/consultor (llève en mano)
- . ingeniería con un contratista de ingeniería (ingeniero / arquitecto) y la construcción con un contratista general o bien con la gestión de construcción que coordine a su subcontratistas

. ingeniería con un contratista de ingeniería y la compañía eléctrica actuando como el constructor.

Los servicios, normalmente se contratan sobre una base profesional, considerando la reputación y experiencia de la compañía en el campo específico de la ingeniería, quien proporciona la escala de salarios de su organización. Al contratista de ingeniería se le reembolsan todos los gastos directos como:

- . salarios
- . materiales y suministros
- . renta de computadoras
- . costo de consultores externos
- . servicios telefónicos
- . etc.

A los gastos directos anteriores se les agrega un % que cubre los gastos indirectos y que típicamente incluye lo siguiente:

- . prestaciones de empleados
- . impuestos y seguros
- . supervisión de oficinas
- . utilidades
- . etc.

Las fórmulas para calcular estos gastos indirectos varían de acuerdo con la compañía, pero en general, el total es alrededor del 100 % sobre la base de salarios que se pagan a los empleados de la organización de diseño.

Los servicios de construcción de campo se pueden pagar también sobre una base de tiempo y materiales o de costos reembolsables; los costos directos reembolsables incluyen los siguientes:

- . compra de materiales y equipo
- . pago a subcontratistas
- . operación de oficinas de campo

- . salarios, más prestaciones del personal no- manual de las oficinas de campo, incluyendo un 20 a 30 % de supervisión de la oficina matriz.
- . salarios más prestaciones del personal obrero manual

Al contratista de construcción, normalmente se le paga una utilidad sobre la carga de la nómina, que puede ser un precio alzado (lump sum), o bien un porcentaje del costo de los trabajos; en ocasiones se emplea un plan de metas de horas - hombre o de tiempo de duración del proyecto para pagar los servicios de supervisión de campo con objeto de promover la eficiencia.

Los pagos a los subcontratistas, normalmente se hacen sobre la base de precio firme, adjudicado en concurso competitivo, para lo cual se requiere que la ingeniería sea firme y completa.

## VI.- PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

### 1.- GENERAL

Las pruebas y puesta en servicio, que son prácticamente la cuarta y última parte del proyecto, necesitando, al igual que la ingeniería, fabricación y construcción, de las funciones en su sentido ejecutivo del proceso administrativo para su gestión.

Las pruebas de puesta en servicio o arranque de una planta nueva, comprenden los trabajos de planeación, pruebas, ajustes y operación de todos los equipos, estructuras y sistemas, empezando desde la etapa final de construcción y finalizando con la entrada en operación comercial.

El objetivo principal de la planeación es proporcionar las bases y medidas necesarias para poner en servicio la planta con un alto grado de confiabilidad mediante un programa que permita hacerlo con la mayor seguridad y economía posible.

Un plan de pruebas comprende los trabajos de elaboración de programas, procedimientos, documentación, especificaciones de pruebas, organización, definición de responsabilidades, requerimientos de personal y reportes de avance principalmente, trabajando estrechamente con el personal de diseño, con objeto de coordinar efectivamente la puesta en servicio.

Para la puesta en servicio se distinguen cuatro tipos de pruebas propiamente dichas, y son los siguientes:

- Pruebas de construcción
- Pruebas de postconstrucción
- Pruebas preoperacionales
- Pruebas de puesta en servicio

Las pruebas de construcción son las que realiza el constructor y que incluyen las siguientes:

- pruebas hidrostáticas o neumáticas del equipo y tuberías ensambladas en el campo.
- pruebas de presión y continuidad de toda la tubería de instrumentación.
- pruebas y comprobación de relación de vueltas y polaridad de transformadores.
- pruebas de alto voltaje en cables, transformadores y equipos de alto voltaje.
- comprobación de continuidad y cableado correcto.
- pruebas de aislamiento a equipos eléctricos con "megger" desde su recibo hasta la operación inicial.
- pruebas mecánicas y ajustes durante el montaje en el campo para asegurar la correcta operación de los equipos.
- limpieza manual y mecánica de equipos y recipientes, preparatorios para la operación.
- limpieza inicial de los sistemas de lubricación de equipos y lubricación inicial de éstos, para la operación inicial.
- alineamiento y balanceo de equipos rotatorios.
- montaje de todas las instalaciones temporales, incluyendo equipos, tuberías, cableados, etc., necesarios para la operación de los equipos durante las pruebas de puesta en servicio.



Las pruebas de postconstrucción son actividades que realiza el personal de puesta en servicio cuando se ha terminado la construcción y que comprende principalmente lo siguiente:

- calibración de instrumentos
- pruebas funcionales eléctricas de los controles, protecciones, señalización, etc., sin la energización de los circuitos de potencia.

Las pruebas preoperacionales son actividades que realiza el personal de puesta en servicio conjuntamente con el de operación antes del rodado con vapor de la turbina y de la producción de vapor, comprendiendo principalmente las siguientes:

- operación de todos los equipos, estructuras y sistemas cuando se haya terminado la construcción y montaje, y se determine que la instalación es satisfactoria y puede operarse sin causar daños.
- terminación de las pruebas eléctricas y comprobación de controles.
- verificación de los equipos eléctricos como transformadores, motores y sus relevadores, controles y protecciones para operación con ajustes apropiados.
- ajustes iniciales y calibración de los sistemas de control.
- programación y coordinación de la operación de todos los equipos con las medidas de seguridad necesarias.
- supervisión y coordinación de las actividades de puesta en servicio programadas por los ingenieros de servicio de los fabricantes.
- producción de agua desmineralizada o evaporada.
- limpieza, lavado químico y soplado con vapor de los sistemas que lo requieren antes de la operación.

Las pruebas de puesta en servicio son las actividades que se

realizan desde que se rueda por primera vez con vapor la turbina hasta la operación a plena carga de la planta nueva.

## 2.- ALCANCE

El alcance de los trabajos de Pruebas y Puesta en Servicio, - incluye los siguientes conceptos, de acuerdo como fueron definidos en el punto 1 anterior GENERAL:

- . planeación de las pruebas;
- . pruebas de postconstrucción;
- . pruebas pre-operacionales;
- . pruebas de puesta en servicio.-

## 3.- PLANEACION

EL plan de Pruebas y Puesta en Servicio (Arranque), incluirá como minimo lo siguiente:

- . una lista completa de todos los sistemas y componentes mayores, incluyendo las pruebas que deben realizarse en cada uno de ellos, como por ejemplo, lavado, prueba hidrostática o -neumática, eléctricas, de instrumentación, preoperacional, etc, identificando en ésta lista los requerimientos de procedimientos de pruebas necesarios.
- . una gráfica de organización u organigrama, identificando el personal clave y sus funciones.
- . un diagrama lógico y programa de pruebas de puesta en servicio, indicando todas las pruebas a realizarse así como la -ruta crítica del programa.
- . un manual de pruebas y además todos los procedimientos administrativos y protocolos del proyecto para conducir el programa de pruebas de puesta en servicio.
- . una lista del equipo de pruebas necesario.

El objetivo de la planeación de las pruebas y puesta en servi

cio, es el de llevar la planta a plena carga o toda su capacidad, tan pronto como sea posible para demostrar que las estructuras, sistemas, equipos y componentes cumplen con los códigos, estándares e intento del diseño aplicables y opera separada y colectivamente en cumplimiento con sus criterios de diseño para funciones normales y de protección.

El manual de pruebas y los procedimientos administrativos asociados, se preparan después de que se han definido el objetivo y el alcance del trabajo y su propósito es el de proporcionar en suficiente detalle lo siguiente:

- . políticas apropiadas
- . procedimientos
- . instrucciones para el control administrativo del programa de pruebas.

El manual de pruebas deberá contener una descripción del programa de pruebas, políticas y la organización requerida para implementar el programa; la lista mínima de requerimientos del manual de pruebas, es la siguiente:

#### A. Introducción

- . propósito del manual de pruebas
- . propósito del programa de pruebas
- . políticas del programa de pruebas
- . definiciones
- . aprobación del manual de pruebas

#### B. Organización del programa de pruebas

- . organizaciones participantes
- . grupos participantes (grupos de trabajo de pruebas)
- . posiciones individuales, asociadas con el programa de pruebas

### C. Documentos del programa de pruebas

- . procedimientos de pruebas
- . índice de pruebas
- . listas de prerequisites
- . programas de pruebas
- . asignación del personal de pruebas
- . plan de pruebas
- . instrucciones de pruebas

### D. Comportamiento de pruebas

- . fase de pruebas de construcción y postconstrucción
- . fase de pruebas preoperacionales
- . fase inicial de puesta en servicio

### E. Auditorias

### F. Instrucciones de pruebas

- . formato de instrucciones de pruebas
- . revisión de instrucciones de pruebas
- . instrucciones adicionales de pruebas
- . aprobación de las instrucciones de pruebas

### G. Reportes

- . procedimiento de evaluación de resultados de pruebas

Una lista representativa de instrucciones de pruebas (inciso F anterior) del manual de pruebas es la siguiente:

- . transferencia de sistemas
- . autorización de remoción para reparación
- . plan de pruebas

- . secado
- . registro de control de pruebas
- . programas de pruebas
- . reportes de problemas en el arranque
- . conducción de las pruebas
- . eventos no usuales
- . lista de prerequisites
- . índice de pruebas
- . instrucciones de interfase en pruebas
- . calificación y entrenamiento de personal de pruebas
- . formas para los ingenieros de turnos de pruebas
- . documentos de procedimientos de pruebas
- . control de pruebas de equipos

La última etapa mayor en la definición de todo el programa de puesta en servicio, es el desarrollo del índice maestro de pruebas, que lista todas las estructuras y sistemas mayores de la planta junto con los procedimientos de pruebas.

Los procedimientos de pruebas proveen la dirección técnica para la puesta en servicio, en donde se incluyen los requerimientos de diseño y de pruebas para validar la habilidad de los componentes, equipos, sistemas y estructuras en su función requerida; los requerimientos de diseño y de pruebas, están contenidos en los siguientes documentos:

- . diseño gráfico y escrito del diseñador
- . especificaciones de fabricantes de equipos
- . compromisos con agencias reguladores
- . manuales técnicos de equipos
- . códigos y estándares aplicables

Existen tres tipos de procedimientos de prueba que se emplean en las pruebas de puesta en servicio y que son los siguientes:

- a. Procedimiento individual de pruebas; se prepara para verificar si un componente, equipo, subsistema o sistema de la planta, ha cumplido con los requerimientos específicos de prueba, registrándose los datos como evidencia de cumplimiento.
- b. Procedimiento genérico de pruebas; se emplea para realizar verificaciones y pruebas de construcción, además para desarrollar listas de verificación, procedimientos de inspecciones, verificación de alineamiento, prueba hidrostática, lavados y operación preliminar de componentes y sistemas. Los datos obtenidos, son para la evaluación de los resultados de pruebas.
- c. Procedimientos especiales; se emplean para realizar pruebas y operaciones no contenidas en los individuales o genéricos, como por ejemplo la limpieza química del condensador y sistema de agua de alimentación, el lavado (flushing) del sistema de aceite lubricante del turbo-generador.

De los procedimientos anteriores, el de pruebas individuales es de interés especial, por lo que a continuación se darán algunas características y filisofías, considerando que se han completado todas las pruebas de construcción.

A. Antes del inicio de una prueba, se considera que un sistema es operable, excepto en casos especiales, es decir, que se han realizado las siguientes pruebas genéricas:

- . las bombas están operables y listas para operación amplia
- . los instrumentos han sido calibrados y están en su punto de ajuste
- . las válvulas han sido recorridas y están listas para su operación normal

- . los circuitos de control han sido verificados y están disponibles para operación
  - . todas las alarmas funcionan apropiadamente
  - . se ha efectuado la prueba hidrostática
  - . se ha realizado la limpieza del sistema y se han satisfecho los criterios de limpieza
- B. Las pruebas de las alarmas no se deberán especificar - por escrito, excepto para aquellos componentes o sistemas cuya falla evite que se realicen funciones de protección.
- C. En caso de tener una alarma durante la prueba del sistema, se deberá incluir en la hoja de datos
- D. Siempre que sea práctico, se deberá incluir la operación apropiada del equipo con la verificación de los ajustes de disparos
- E. Las curvas de comportamiento de las bombas deberán verificarse en tres puntos diferentes, incluyendo el punto de diseño y los resultados no deberán desviarse más del 10%
- F. Siempre que sea práctico deberá verificarse el funcionamiento apropiado de los sistemas automáticos de control
- G. Los procedimientos de prueba deberán incluir la verificación, bajo condiciones simuladas de accidente de flujo, apertura y temperatura, los tiempos de apertura o cierre de válvulas actuadas por el sistema de protección.
- H. Durante las pruebas funcionales no es necesario ajustar las válvulas de alivio, excepto las válvulas de seguridad por código

L. Las fuentes de requerimientos de pruebas son las siguientes:

- . diseño y especificaciones de fabricantes
- . ASME
- . IEEE
- . NFC

J. Los procedimientos de pruebas deberán contener una lista separada de criterios cuantitativos de aceptación, del origen de cada criterio y la fuente de margen permisible

K. Los procedimientos de pruebas deberán también incluir la interpretación de los compromisos hechos en las especificaciones del diseñador que puedan afectar el procedimiento de prueba.

Con objeto de asegurar que los procedimientos de pruebas individuales son constantes, tanto en el contenido como en el formato, se deberá establecer un estandar que se emita y dé a conocer a todas las organizaciones participantes en la puesta en servicio; un formato estandar de procedimiento de prueba individual, es el siguiente:

a. Propósito; se establece lo que será probado y verificado durante el comportamiento del procedimiento de prueba individual, que deberá ser consistente con el propósito del índice de procedimientos de prueba.

b. Referencias; incluye lista de planos o diagramas, manuales técnicos de equipos, especificaciones de prueba o cualquier otro documento que se use en el desarrollo de la prueba, y deberá incluirse en la preparación del procedimiento la última revisión de los planos.



- c. Duración de la prueba; es la estimación aproximada del tiempo requerido para realizar la prueba y se deberá incluir la estimación del personal necesario.
- d. Prerequisitos; únicamente se listarán los títulos de los requisitos de lo siguiente aplicable:

Pruebas de prerequisites. Incluye una lista de pruebas o partes de pruebas que deben terminarse satisfactoriamente antes de realizar ésta prueba.

Estado de terminación de construcción. Descripción del estado de terminación de construcción requerido antes de realizar la prueba

Condiciones ambientales. Descripción de las condiciones ambientales que deberá haber durante la prueba, que en la mayoría de los casos serán las condiciones ambientales.

- e. Equipos de prueba; lista de equipos de prueba especiales diferentes a los de instalación permanente que se emplearán durante la prueba.
- f. Precauciones y limitaciones; prevee los límites de protección y de diseño para el personal y el equipo.
- g. Estado de la planta; descripción del estado de la planta requerido para realizar la prueba.
- h. Prerequisitos de condiciones del sistema; delinea el estado del sistema como las condiciones de las válvulas, instalación de equipo de prueba y temporales, así como la identificación del equipo que deberá y no deberá estar operando.

i. Método de prueba; consiste de una o más secciones conteniendo instrucciones de etapa por etapa para alcanzar los objetivos de la prueba, incluyendo una clara descripción de éstos objetivos en cada sección. Se deberán establecer puntos de inspección apropiados que incluirán:

- . identificación de la persona que realizará la observación.
- . fecha
- . aceptabilidad de los resultados

Los resultados de las pruebas se comparan con los anteriores de aceptación del procedimiento de pruebas para determinar su aceptación y las instrucciones de realización deberán ser en suficiente detalle para que la prueba sea conducida por personal entrenado y capacitado en el procedimiento; deberán considerarse los arreglos no estándares como conexiones temporales de tubería y cables eléctricos, así como la configuración de valvulas.

j. Requerimientos de datos; contiene las instrucciones necesarias para asegurarse que los datos requeridos se obtengan y estén claramente asociados con el contenido de las etapas de prueba en la sección de métodos de prueba, debiéndose incluir hojas impresas para registro de los datos observados.

k. Criterios de aceptación; son los requerimientos cualitativos o cuantitativos así como límites contenidos en los documentos de diseño, que determinan la aceptabilidad de los resultados y que deberá estar claramente establecidos en esta sección.

#### 4. VOLUMEN DE TRABAJO

Después de que han sido definidos los objetivos y el alcance

de la puesta en servicio, se deberá determinar la cantidad de trabajo que debe ser realizado, para lo cual es necesario el - conocimiento de lo siguiente:

- . arreglo de conjunto y general de toda la planta
- . características de diseño
- . filosofía operacional

En términos generales, los trabajos o funciones que es necesario realizar son los siguientes:

- A. Plan del programa de pruebas para cubrir las siguientes - áreas en la forma aplicable:
- . verificación, prueba y ajuste de los componentes, subsistemas y sistemas
  - . verificación de la limpieza de los sistemas
  - . pruebas preoperacionales de los sistemas de la planta
  - . sincronización inicial y pruebas durante la operación inicial
  - . solución de las deficiencias encontradas durante las verificaciones y las pruebas
- B. Desarrollo de un plan de pruebas preliminares de los sistemas de la planta, con el objeto de permitir una secuencia - ordenada de la puesta en servicio
- C. Decisión sobre el tipo y número aproximado de procedimientos -- que se requerirán para facilitar las actividades de pruebas
- D. Determinación del tamaño del grupo de pruebas que se requerirá para soportar la puesta en servicio y determinar la -

organización que suministrará el personal

La mayor participación en tiempo y mano de obra de la puesta en servicio lo constituye el necesario para la instrumentación - que deberá ponerse en servicio, de acuerdo con las siguientes - bases:

- a. Debe asegurarse que todos los elementos primarios estén instalados de acuerdo con los requerimientos de los planos y - del fabricante.
- b. Deben removerse todas las restricciones de embarque como tapo - nes en las terminales, alambrados de sujeción, cubiertas - protectoras, etc. que se hayan aplicado para proteger las - partes críticas.
- c. Debe recalibrarse el instrumento aún cuando se piense que és - te haya sido calibrado por el fabricante.

- d. Debe verificarse la continuidad de los circuitos desde el tablero de control al campo y de éste al tablero de control
- e. Deben verificarse los movimientos como el de las válvulas por sus controladores y de éstos por sus elementos sensores
- f. Deben verificarse las acciones de los circuitos de bloqueos y alarmas para ver que, desde sus puntos sensores, los relevadores hacen que todos los instrumentos dependientes tomen la acción apropiada
- g. Deben calibrarse los analizadores con las mezclas estándares químicas apropiadas

Se ha encontrado que se requieren hasta 3 horas por instrumento para realizar las etapas de la a a la e y también 3 horas para verificar cada sistema de bloqueo, considerando que los tableros se verifican previamente en la fábrica.

Un instrumento lo constituye cada indicador de presión, termopar, transmisor, registrador, controlador, sensor, válvula de control, solenoide, etc., esto es, un circuito ordinario consistiendo de un orificio como elemento sensor, un transmisor, un controlador-registrador y una válvula de control debe contarse como cuatro instrumentos.

Similarmente un analizador debe contarse como un instrumento y el sistema de muestreo puede contener tantos como diez instrumentos.

Un circuito de "bloqueo" incluye todos los relevadores, interruptores, indicadores y alarmas entre el contacto iniciador como "switch" de presión y el componente final de control como válvula de solenoide.

Este circuito puede contener tantos como 10 relevadores que -

se hace tanto para la lógica como para dispositivos de transferencia de potencia. Esto es, para contar el número de "bloques" es necesario descontar la cantidad de operadores finales, ya que el contacto iniciador puede controlar más de un actuador.

## 5. PRESUPUESTO

El presupuesto para la puesta en servicio puede calcularse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{COSTO} = A (0.10 + B + C + D + NE)$$

en donde:

A= costo fijo directo del capital (del proyecto)

B= factor del proceso = 0.05 para radicalmente nuevo; 0.02 para relativamente nuevo y -0.02 para procesos familiares.

C= factor de equipo = 0.07 para radicalmente nuevo; 0.04 para muy nuevos; 0.03 para relativamente nuevo y -0.03 para equipos familiares.

D= factor de mano de obra = 0.04 para escasa; 0.02 para relativamente poca y -0.01 sin problemas.

N= número de unidades de procesos involucrados.

E= factor de dependencia = 0.04 para unidades con procesos interdependientes; 0.02 para plantas moderadamente interdependientes y -0.02 para unidades independientes.

Si se incluyen los costos de las cuadrillas que apoyan a los ingenieros de puesta en servicio, el costo total de las pruebas de puesta en servicio, puede llegar hasta el 1 ó 2 % del costo total del proyecto, requiriéndose aproximadamente unos 15 ingenieros.

## 6. PROGRAMA

La preparación del programa de puesta en servicio, incluye una

evaluación del alcance de las pruebas independientes que deban realizarse, el orden de precedencias de esta actividades de pruebas, estimación de las duraciones de cada actividad y los requerimientos de personal (ingeniería, construcción, obreros) para soportar el trabajo. El alcance se determina usando el índice maestro de pruebas que delinea los requerimientos de pruebas sobre la base de sistema por sistema; cada prueba debe correlacionarse con los eventos clave, con lo cual se tendrá una indicación de cuales pruebas deberán realizarse para lograr un evento clave particular y posteriormente poder determinar la secuencia de las actividades de la prueba. Con la información anterior se podrá preparar una red de ruta <sup>crítica</sup> (CPM o PERT). que es una herramienta muy valiosa para analizar el plan óptimo de las actividades de pruebas desde el inicio de la puesta en servicio hasta su terminación; con la ayuda de esta herramienta podrá establecerse lo siguiente:

- . duración total de la puesta en servicio
- . listado de actividades críticas
- . programa de actividades

En la etapa de puesta en servicio del proyecto, es muy importante que la terminación de los sistemas de la planta y la transferencia secuencial para pruebas de puesta en servicio, pueda iniciarse tan pronto como sea posible, considerando que el programa de construcción tiene ahora la interfase de la lógica de la puesta en servicio y se deberá asegurar que los programas son compatibles para establecer la duración total del proyecto.

El plan detallado de pruebas, tiene en esta etapa de la puesta en servicio las siguientes aplicaciones:

- . acuerdo formal entre las siguientes partes, de que el listado de pruebas pueda realizarse durante el periodo autorizado.

- a. Coordinador de pruebas
- b. Diseñador
- c. Superintendente de operación
- d. Superintendente de construcción
- e. Fabricantes de equipos

- . proporcionar información acerca del trabajo requerido para soportar las pruebas
- . conocimiento de los sistemas afectados por el trabajo autorizado
- . jurisdicción operacional de cada sistema

La lista típica de eventos mayores principales del programa de puesta en servicio, es la siguiente y que debe servir de base para la programación de las pruebas:

- A. Energización del transformador de arranque
- B. Hervido alcalino de la caldera
- C. Rodado inicial de la turbina con vapor
- D. Primera sincronización
- E. Operación a plena carga

La duración del programa de puesta en servicio puede calcularse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{TIEMPO} = a (0.15+b+c+d+Ne)$$

en donde:

a= tiempo de construcción

b= factor de proceso =0.15 para radicalmente nuevo; 0.05 para relativamente nuevo y -0.01 para proceso familiar.

c= factor de equipo =0.15 para equipo radicalmente nuevo; 0.08 para muy nuevo; 0.05 para relativamente nuevo y -0.01 para equipo familiar.

d= factor de mano de obra =0.15 para muy escaso; 0.05 para relativamente escaso y -0.01 para abundante mano de obra.

e= factor de dependencia =0.25 para unidades muy interdependientes; 0.10 para moderadamente interdependientes y -0.02 para unidades independientes.



En las Figs. 1 y 2, se muestran programas de barras de la puesta en servicio de una planta termoeléctrica.

## 7.- ORGANIZACION

Las pruebas y puesta en servicio de una central termoeléctrica nueva, está llena de problemas como retrasos de suministros, fallas de equipos, errores de diseño, fallas de montaje, etc, por lo que se deberá tener una buena organización de personal experimentado, con la responsabilidad y autoridad necesaria - para realizar los trabajos de acuerdo con las siguientes metas esenciales:

- . asegurarse que la central está diseñada, construida y probada en cumplimiento a códigos, especificaciones y regulaciones aplicables.
- . realizar las pruebas requeridas de acuerdo con los estándares establecidos
- . realizar las pruebas dentro de los límites de tiempo establecidos por el programa del proyecto.
- . completar las pruebas y puesta en servicio con el presupuesto asignado.

El coordinador de pruebas, responsable de dirigir las actividades de pruebas, se deberá nombrar unos 18 o 24 meses antes de iniciar los trabajos de puesta en servicio y junto con el Jefe o Gerente del Proyecto, deberá conocer y definir los principales requerimientos de la puesta en servicio; el número de ingenieros necesarios para la puesta en servicio es de aproximadamente 15 que provienen de diferentes áreas.

La estructura de la organización para la puesta en servicio, es definida por el coordinador de pruebas con las responsabilidades específicas de todas las partes y áreas involucradas en el programa de pruebas; en la Fig 3, se muestra una estructura de organización típica de puesta en servicio.

El soporte requerido de estos grupos de la organización de -  
puesta en servicio, es el siguiente:

- . emisión de copias de planos de ingeniería, especificaciones y descripción de sistemas
- . preparación de los procedimientos de pruebas específicos
- . participación activa proporcionando ingenieros de puesta en servicio o supervisores de personal

Aproximadamente un año antes de que se inicien las activida--  
des de pruebas, se deberá formar un grupo de trabajo de prue-  
bas formado por un miembro y un suplente de cada una de las -  
siguientes organizaciones, presidido por el coordinador de -  
pruebas:

- . operación
- . diseñador
- . constructor
- . fabricante de la caldera
- . fabricante del turbo generador
- . laboratorio de pruebas

El objetivo de este grupo de trabajo es el de proporcionar -  
continuidad entre las fases de la construcción y de puesta en  
servicio del proyecto, además de una coordinación de todo el  
programa de pruebas y puesta en servicio, debiendo realizar -  
sus funciones en tal forma que se asegure que las pruebas se  
conduzcan apropiadamente y que se satisfacen todos los requere-  
mientos de pruebas.

Las responsabilidades del grupo de trabajo de pruebas, inclu-  
yen lo siguiente:

- . aprobación de la lista de eventos clave de todo el programa
- . aprobación de la lista de prerequisites para los even  
clave

- . aprobación de la secuencia de pruebas
- . revisión inicial y final de los procedimientos de pruebas; la aprobación de este grupo, constituye la autorización a realizar la prueba descrita por el procedimiento en la fecha programada como fué prevista en el plan detallado de pruebas.
- . aprobación de los cambios de campo a los procedimientos de pruebas.
- . aprobación de las asignaciones de personal de pruebas para los eventos clave
- . revisión de los resultados de las pruebas y firma indicadora de la terminación satisfactoria.
- . aprobación de autorizaciones de trabajos para repruebas, - que puedan requerirse debido a que se haya realizado algún trabajo en un sistema que ya había sido probado.
- . aprobación del índice maestro de pruebas.

## 8.- DIRECCION

La dirección de la puesta en servicio es la parte en que se ponen en ejecución los trabajos, habiéndose previamente desarrollado los planes, preparados los procedimientos requeridos, elaborado los programas, definida e implementada la organización y satisfechas todas las actividades de prerequisites de pruebas para que pueden iniciarse éstas; la realización de las pruebas, puede dividirse en las tres etapas mayores siguientes:

- . construcción y postconstrucción
- . preoperacional
- . puesta en servicio (arranque inicial)

A. Las pruebas de construcción y postconstrucción se inician después de que se ha terminado la instalación de un sistema, que se transfiere para las pruebas de construcción que consisten de lo siguiente.

- . realización de prueba hidrostática para asegurarse que no existen fugas en el sistema.
- . realización de la limpieza (flushing) del sistema y verificación de que los requerimientos de limpieza han sido obtenidos satisfactoriamente.
- . verificación de los sistemas mecánicos para asegurarse que los componentes individuales mecánicos de un sistema se encuentran listos para realizar la función intentada como parte del sistema total; éstas verificaciones consisten de los siguiente:
  - a. Inspección visual
  - b. Lubricación apropiada
  - c. Alineamiento apropiado
  - d. Recorrido de válvulas manuales, neumáticas y motorizadas
  - e. Pruebas de vibración
- . verificación de sistemas eléctricos de distribución de energía, así como de circuitos y sistemas de control, incluyendo el funcionamiento apropiado de los dispositivos de protección.
- . verificación de la instrumentación instalada para asegurarse que se encuentra apropiadamente alineada, calibrada y capaz de realizar sus funciones
- . realización de pruebas preoperacionales preliminares para determinar si no existe una deficiencia mayor en el sistema o componente no indentificada previamente, con lo que razonablemente se asegura que el sistema o componente operará apropiadamente y podrá <sup>pasar</sup> pruebas y operaciones posteriores; estas pruebas y verificaciones incluyen lo siguiente:
  - a. Lubricación, flujos, presiones y temperaturas
  - b. Flujo de agua de enfriamiento
  - c. Ajuste de interruptores límite

- d. Ajuste de dispositivos limitadores de par
- e. Medición del flujo de bombas
- f. Tiempo de la carrera de válvulas

B. Las pruebas preoperacionales se inician cuando se han terminado las pruebas de construcción y se transfiere el sistema al grupo de puesta en servicio, terminándose ésta - etapa de pruebas hasta que se hayan probado todos los sistemas y la planta se encuentre lista para subir carga; la conducción de éstas pruebas puede efectuarse sobre la base de sistemas individuales e integrados.

C. Las pruebas de puesta en servicio o arranque inicial que son la última etapa de pruebas, comienzan cuando se rueda por primera vez la turbina con vapor y estan incluidas - pruebas como el "estiramiento" de la turbina, prueba de - sobrevelocidad, sincronización, elevación de la carga en etapas hasta plena carga realizando análisis apropiados - de ciertos parámetros.

El coordinador de pruebas es el responsable de dirigir todas las pruebas de acuerdo con las instrucciones y procedimientos de pruebas mencionadas anteriormente, trabajando siempre bajo gran presión para completar todas las pruebas, resolver las deficiencias de pruebas y efectuar las reparaciones expeditamente; es obvio que el coordinador de pruebas es una - persona muy importante que debe ser bien entrenado y motivado porque el éxito de los trabajos dependen en gran medida de - su diligencia e iniciativa, teniendo asignados muchos trabajos y responsabilidades. Algunas de las responsabilidades del coordinador de pruebas son las siguientes.

Durante la etapa de preparación de pruebas:

- asegurarse que todas las etapas preparatorias delineadas - en el procedimiento de pruebas se han completado, inclu

do la verificación de que todos los equipos de prueba han sido instalados y calibrados apropiadamente

- . asegurarse que los prerequisites de estado de la planta - y condiciones de los sistemas estén establecidos
- . dirigir apropiadamente, breves pruebas preliminares incluyendo las de secado
- . verificar, antes de la iniciación de una prueba, los planos aplicables para asegurarse que se usan las última revisiones y datos de los sistemas

Durante la etapa de pruebas:

- . solicitar al personal de operación la realización de la primera etapa delineada en el procedimiento de pruebas.
- . observar personalmente los resultados y registro de pruebas marcadas en el procedimiento de pruebas
- . repetir pruebas o parte de pruebas debido a discrepancias, como por ejemplo datos inaceptables, corrección de deficiencias o pruebas realizadas incorrectamente.
- . corregir deficiencias menores o aprobar desviaciones de los procedimientos de prueba cuando sea necesario.
- . decidir sobre la repetición de una prueba o aceptar los resultados de una prueba que no satisfaga los criterios de aceptación como excepción; la decisión de repetir una prueba depende de muchos factores como el tiempo requerido, necesidades de mantener el estado de la planta o el sistema, extensión de la desviación del criterio de aceptación, etc.

## 9. CONTROL

Mediante el control se asegura el avance de la puesta en servicio hacia sus objetivos y metas de acuerdo con la planeación efectuada; la información para el control se procesa para producir los reportes de avance, siendo muy importante qu

reportes se produzcan a tiempo para proporcionar un cuadro general de la forma de comportamiento de la planta, los problemas que se presentan, como se resuelven los problemas y las características de comportamiento durante la operación comercial que pueden ser anticipadas.

PROGRAMA GENERAL PARA PUESTA EN SERVICIO DE UNA PLANTA TERMOLLECTRICA NUEVA

CONCEPTO	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Planeación de Pruebas			████████████████████															
Pruebas de construcción						████████████████████												
Pruebas de post-construcción								████████████████████										
Pruebas pre-operacionales											████████████████████							
Pruebas de puesta en servicio																	████████████████████	
Operación Comercial																		▼





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS  
GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECANICOS**

**TEMA: GESTION DE PROYECTOS  
ELECTROMECANICOS.**

**ING. MARTINIANO AGUILAR R.**

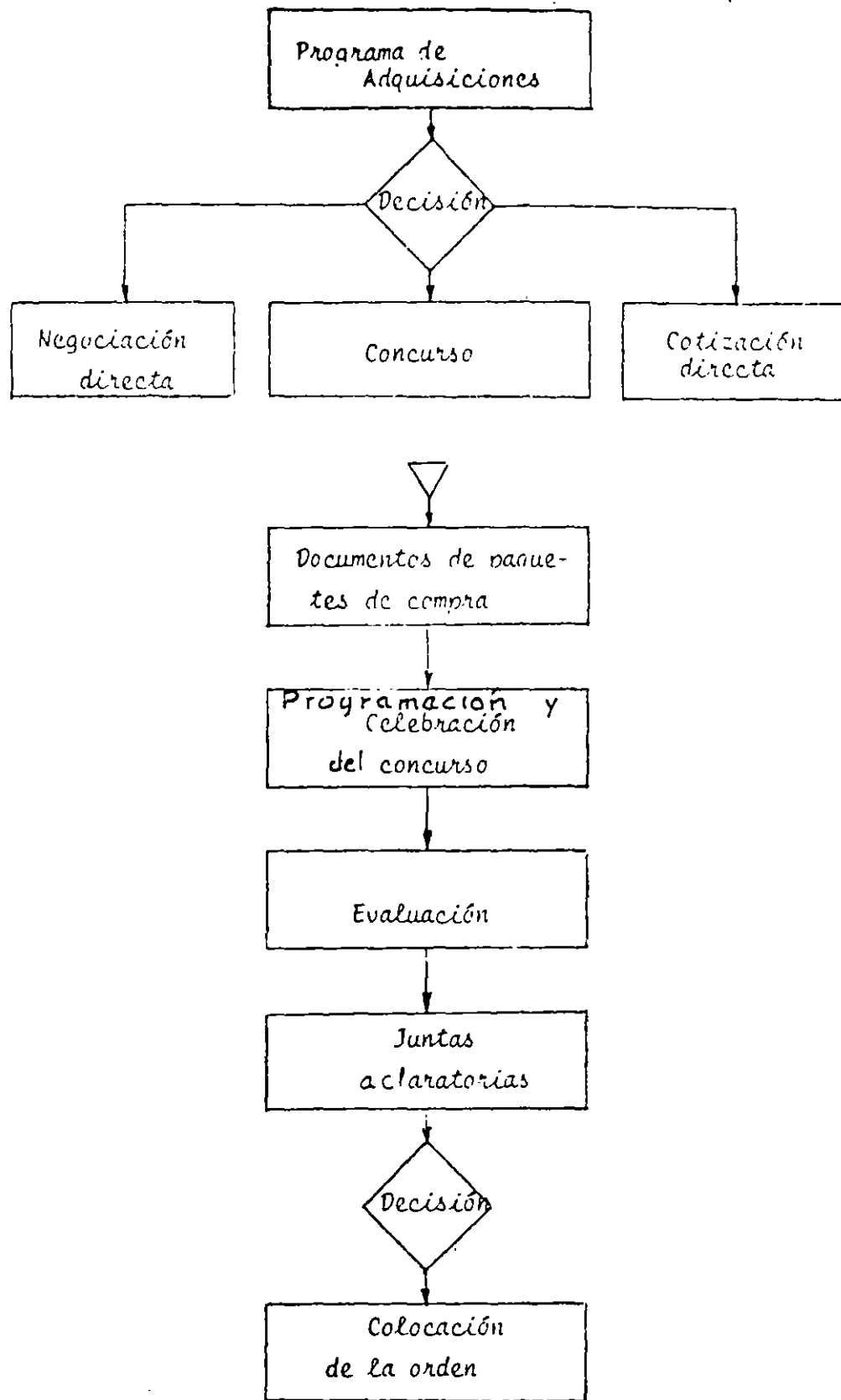


DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO DE ADQUISICIONES  
 FIG. IV - 1

Evaluación.- La evaluación de la oferta se efectúa para determinar:

- Responsabilidad de las ofertas
- Evaluación técnica de las ofertas que incluye:
  - a) Ajustes por diferencias de alcance
  - b) Características físicas
  - c) Características de operación y mantenimiento
  - d) Seguridad
  - e) Efecto de la eficiencia y capacidad
  - f) Programa de entrega
  - g) Lugar de fabricación, transporte
  - h) Contaminación
- Financiamiento
- Análisis de costos, precios, utilidades
- Revisión de que las propuestas no contengan errores aritméticos o de procedimientos
- Puntos de negociación
- Concursante ganador o de costo más bajo neto comparativo

Cuando se emplea el método de concurso, es necesario cumplir con lo siguiente:

- Abrir y leer las ofertas en el lugar, fecha y hora acordadas
- Preparación de un resumen y cuadro comparativo
- Cuando lo requieran, hacer arreglos para la revisión de la oferta y el resumen
- Determinar la responsabilidad por retrasos o modificaciones en cualquier oferta
- Revisión de posibles errores en las ofertas y empleo de los procedimientos correctos
- Determinar la responsabilidad de las propuestas
- Determinación de la oferta más baja y su responsabilidad
- Recibir y resolver las solicitudes de aclaración y las inconformidades.

Cuando se emplea la negociación directa para las adquisiciones, es necesario lo siguiente:

- Revisión de las ofertas para determinar que:
  - a) Todas las preguntas están contestadas
  - b) Está incluido el desglose de precios en la forma requerida
  - c) Las operaciones aritméticas están correctas
  - d) Estén aceptadas todas las adendas
  - e) Las condiciones de adjudicación están especificadas
  - f) Las excepciones de las ofertas son apropiadas para una decisión.

- Elaborar la evaluación técnica de las ofertas
- Elaborar un análisis de costos, precios y utilidades en la forma requerida
- Hacer una evaluación económica
- Seleccionar la oferta con la que se negociará
- Determinar la responsabilidad de la propuesta con la que se negociará.

Negociación.- Antes de la adjudicación del contrato, es necesario llevar a cabo reuniones de prenegociación para asegurarse que se entienden y resuelven todas las partes y condiciones del contrato, buscando soluciones alternativas en el caso de desacuerdos; durante esta etapa, se deberá recabar, entre otra la siguiente información:

- Personal y departamento de la compañía que realizará el trabajo
- Localización en donde se realizara el trabajo
- Partes que se subcontratarán y partes que realizará la compañía

Adjudicación.- La adjudicación se efectúa con base en la evaluación y en las subsecuentes negociaciones, debiéndose notificar la decisión a los concursantes que no ganaron el contrato

Gestión del contrato.- La gestión del contrato debe certificar y garantizar que el trabajo se efectúa de acuerdo con las especificaciones y condiciones del contrato, además de que se efectúen los pagos en la forma establecida, las actividades incluidas para lograr este propósito son:

- Documentación de inspecciones, cambios, modificaciones, garantías, pagos, supervisión y otros eventos que afectan el comportamiento.
- Coordinación del staff involucrado en la realización del contrato. ingeniería, legal, administrativo, financiero y directivo
- Gestión de políticas y procedimientos que incluyen el mantenimiento de la siguiente información de avance, en la forma requerida.

- a) Programa de la fabricación o producción
- b) Reporte mensual de avance de producción
- c) Reporte de recepción e inspección de materiales
- d) Reporte de avance
- e) Reporte financiero
- f) Red CPM o PERT

- Negociaciones para evitar disputas y problemas y seguir los procedimientos apropiados en modificaciones y cambios del contrato
- Suministro de información para soportar el diseño

- Cancelaciones de contrato (por mutuo consentimiento, por fallas)

Terminación y cierre.- Cuando el trabajo es aceptado y se hacen los pagos correspondientes se termina el ciclo de abastecimientos, debiendo previamente cumplir con ciertas actividades como

- Embalaje
- Transporte
- Recibo, almacenamiento
- Montaje
- Pruebas (aceptación, comportamiento)

## 2.- COMPRAS

En términos generales, las funciones y responsabilidades de compras, son las siguientes:

A - Compra de materiales y servicios consistentes con los requerimientos de calidad y suministro que incluye.

- a) Valoración de la habilidad del vendedor de suministrar a tiempo.
- b) Determinación de la habilidad del vendedor de suministrar la calidad correcta, que incluye.
  - Capacidad del taller del vendedor
  - Programa de control de calidad del vendedor
  - Experiencia previa

B.- Compras al más bajo precio obtenible, satisfaciendo las condiciones de cantidad, calidad y tiempo, que incluyen:

- Coordinación de la selección del vendedor con el cliente y/o gerencia
- Investigación de las fuentes de suministro
- Investigación financiera de ofertantes
- Negociación de contratos en la forma requerida

C.- Implementación de procedimientos, así como términos y condiciones del proyecto que incluye:

- Procedimientos internos
- Procedimientos externos
- Términos y condiciones generales
- Términos y condiciones especiales
- Instrucciones especiales a ofertantes
- Formas especiales de: órdenes de compra, requerimientos de ofertas y formatos de reportes.

D - Evaluaciones, que incluyen:

- a) Cuestionarios e investigaciones de vendedores
- b) Evaluaciones comerciales, que incluyen:
  - Requerimientos de especificaciones
  - Propuestas de vendedores
  - Negociación de desviaciones
  - Oferta más baja aparente Vs oferta más baja evaluada

E.- Adjudicación, que incluye

- Asistencia al cliente y proyecto
- Juntas de pre-adjudicación
- Condiciones de adjudicación

### 3.- EXPEDITACION

Las responsabilidades de expeditación pueden sintetizarse en las siguientes actividades:

- Coordinación
- Distribución de información

Los principales trabajos de expeditación de un proyecto, que considera la organización corporativa y de división, tanto de gabinete como de campo, incluye lo siguiente:

- a) Gabinete
  - Diagramas
  - Compras de materiales
  - Fabricación/ensamble
  - Embarques y rutas al sitio de trabajo
  - Libros de instrucciones
  - Partes de repuesto (refacciones)
- b) Campo
  - Reportes de campo
  - Elementos de asignación
  - Distribución de información/interfases
  - Procedimiento de requerimiento de compras
  - Reportes de fabricación de materiales

Las típicas áreas problema de expeditación, son las siguientes:

- Requerimientos de diagramas y programas
- Programas de embarque: prometidos por el vendedor y requeridos por el lugar de trabajo

- Coordinación con tráfico
- Libros de instrucciones y partes de repuesto
- Seguimiento de faltantes y daños

#### **4.- TRAFICO**

Las responsabilidades de tráfico son las que proporcionan el servicio de transporte de materiales y equipos a tiempo y seguramente, en forma económica, con cierto alcance de actividades que incluyen las siguientes planeaciones.

##### **a) Planeación de pre-contrato**

- Requerimientos de importación y exportación
- Investigación del sitio de trabajo
- Investigación del punto de destino
- Capacidades de transportación
- Investigación de empaçado y preservación
- Seguros y responsabilidad de los materiales en tránsito.
- Estudio de tarifas y estructuras de transportación
- Términos de compras e interrelación con las condiciones de tráfico

##### **b) Planeación de Post-contrato**

- Coordinación con compras para desarrollar los requerimientos de la orden de compra de tráfico
- Selección del agente aduanal (Freight Forwarding) y establecimiento de condiciones y documentos
- Coordinación con los departamentos de expeditación, contabilidad, finanzas, inspección y seguros
- Procedimientos de auditoría

#### **5.- INSPECCIÓN**

El proceso de las actividades de inspección es el de asegurar la calidad de los materiales y equipo, con relación a:

- Confiabilidad de la planta
- Confiabilidad de la seguridad
- Interfase de montaje y construcción

Para este propósito, se debe establecer la estructura de organización necesaria (corporativa y de división), los procedimientos y las actividades de inspección de acuerdo con el alcance definido

## **6.- COMPRAS DE CAMPO**

Las responsabilidades de compras de campo son las de apoyar oportunamente los esfuerzos de construcción, debiendo contar con la estructura de organización adecuada; estas responsabilidades incluyen el control de materiales y las compras que deben definirse de acuerdo con lo siguiente:

- a) Control de materiales
  - Recibo
  - Almacenamiento
  - Protección
  - Emisión
  - Excedente (surplus)
  - Inventario
  
- b) Compras
  - Tipos de materiales
  - Tipos de servicios
  - Requerimientos de emergencia
  - Renta de equipos y herramientas

Los elementos que deben establecerse en un inicio típico de proyecto, son los siguientes.

- Controles
- Archivos
- Reportes
- Elementos funcionales (arreglo de oficina/almacén, arreglo del área de almacenamiento exterior, equipos y herramientas manuales para obreros, equipo y herramientas para el inicio, otras consideraciones únicas para un proyecto dado, etc.).

## **7.- ORGANIZACIÓN**

La organización de abastecimientos debe estructurarse en tal forma que cumpla eficientemente con las siguientes funciones para lograr sus objetivos:

- a) Abastecimientos de proyectos
- b) Compras
- c) Convenios de servicios
- d) Expeditación
- e) Tráfico, importaciones y exportaciones
- f) Negociaciones
- g) Mercadotecnia de abastecimiento



El objetivo general es el de proveer un método común a todas las áreas involucradas en la administración de proyectos, para hacer más expedita la adquisición de bienes y servicios.

El objetivo particular de abastecimientos corporativo es el de administrar adecuadamente los recursos tanto internos como externos para proveer a los proyectos, de los bienes y servicios con las condiciones de calidad, precio, entrega, lugar y financiamiento adecuado y congruentes, con el objetivo particular de los proyectos.

#### a) Abastecimiento de Proyectos

Abastecimiento de proyectos Realiza la función de recepción de requisiciones, enrutamiento y control, así como, la coordinación de las actividades de abastecimiento para el proyecto, para asegurar el suministro de materiales, equipo, servicios y refacciones con la oportunidad, costo y calidad que se requiere en el proyecto

Para este propósito, realiza las siguientes actividades:

- Recibe requisiciones del usuario y de acuerdo a especialidades de negociador y selección de compras, hace el enrutamiento correspondiente
- Registra la recepción de requisiciones y hace seguimiento de las mismas en el flujo que siguen en compras, cotizaciones, tablas comparativas, etc.
- Otorga números de pedidos con clave, de acuerdo al proyecto de que se trate y al importador encargado.
- Enlace entre proyectos y abastecimientos.
- Coordina que el suministro ocurra a tiempo, utilizando los recursos disponibles en abastecimiento.
- Centro de información de abastecimiento para un proyecto determinado y archivo del mismo.
- Coordina que se elaboren finiquitos.
- Elabora reportes informativos a jefes de sección, jefes de departamento; jefes de proyecto, etc

#### b) Compras Proyectos

Compras: Es quien tiene a su cargo la labor de solicitar cotizaciones, negociar las adquisiciones y adquirir los bienes que los proyectos requieren al costo, tiempo, localización, calidad y financiamiento adecuado.

Las actividades que realiza son las siguientes:

- Recibe requisiciones de abastecimientos de proyectos en base a su especialidad.
- Solicita cotizaciones verbales o por escrito según el monto estimado de la requisición.
- Elabora tabla comparativa económica
- Solicita números de pedidos a abastecimiento de proyectos.
- Solicita trámites de permiso de importación a través de abastecimiento de proyectos.
- Realiza negociaciones.
- Coloca pedido o requisición.
- Mantiene estrecho contacto con el proveedor para hacer cumplir entregas, costo y calidad, soportándose en actividades de otras áreas

c) Convenios de servicio.

Convenios de servicio tiene a su cargo la labor de solicitar cotizaciones, negociar la adquisición de servicios y colocar contratos por los servicios requeridos, cuyo producto terminado es el suministro de los servicios que los proyectos requieren con costo, tiempo de ejecución, localización, calidad y financiamiento adecuado

Las actividades que realiza, son las siguientes.

- Recibe requisiciones de abastecimiento de proyectos en base a su especialidad.
- Solicita cotizaciones verbales o por escrito según el monto estimado de la requisición.
- Elabora tabla comparativa económica.
- Solicita números de contrato a abastecimiento de proyectos.
- Verifica registro de proveedores autorizados.
- Verifica y exige estado migratorio correcto de técnicos de servicio.
- Verifica y exige estado legal y laboral correcto de personal sindicalizado por servicios de mano de obra, administración y obra terminada.

- Realiza negociaciones.
- Coloca contrato
- Mantiene estrecho contacto con los proveedores para hacer cumplir las entregas, costo y calidad, soportándose en actividades de otras áreas

d) Expeditación

Expeditación tiene a su cargo la labor de visitar a proveedores, verificar su avance e informar a las áreas correspondientes para su registro y/o toma de decisiones alternas

Expeditación deberá verificar que los proveedores realicen las actividades necesarias para que se cumplan las fechas de entrega y/o fabricación acordadas con los pedidos y contratos

Para este propósito, deberá realizar las siguientes actividades:

- Recibe copias de pedido de los negociadores de compras y/o convenios de servicio que requieren expeditación.
- Recibe listado de requisiciones de abastecimiento de proyectos, de las que se requiere sean expeditadas.
- Elabora programa de expeditación.
- Realiza expeditación telefónica o de visita según se requiera.
- Emite reportes de expeditación.
- Recibe comunicación de mercancía que llega a frontera y que es embarcada de frontera a los distintos proyectos.
- Solicita mediante reporte de expeditación la participación de otras áreas de abastecimiento.
- Cuando sea necesario, solicita la asistencia de control de calidad y/o ingeniería de campo.

e) Tráfico, Importaciones y Exportaciones (T.I.E.)

T.I.E. es quien tiene a su cargo la labor de solicitar trámites de tráfico y comercio exterior según lo requiera compras y/o convenios de servicio.

Los productos terminados son varios, dependiendo si se trata de tráfico o de comercio exterior.

- i) Tráfico suministra el servicio de transportar los materiales y equipos en el tiempo adecuado y mediante la utilización de unidades adecuadas hasta el lugar requerido por los proyectos.
- ii) Comercio exterior suministra el servicio de internar a México (importaciones ) o de enviar fuera de México (Exportaciones) a los materiales y equipo según los requieran los negociadores para los proyectos en el tiempo adecuado y el menor riesgo posible

Las actividades que realiza son.

#### Tráfico

- Recibe solicitudes de servicio de transporte, de parte de negociadores y de abastecimiento de proyectos
- Solicita cotizaciones.
- Realiza negociaciones.
- Suministra el servicio de transporte de materiales y equipos

#### Comercio exterior

- Recibe solicitudes de trámite de permisos de importación y exportación de los negociadores y a través de abastecimiento de proyectos.
- Solicita trámites de importación y exportación.
- Solicita permisos de importación y exportación ante la Secretaría de Comercio.
- Mantiene seguimiento de las solicitudes de trámite.
- Recibe notificaciones de autorización de permisos
- Da instrucciones de despacho al Agente Aduanal
- Mantiene seguimiento de despachos, ante Agente Aduanal.
- Asesora al Agente Aduanal ante el seguimiento de discrepancias con la Secretaría de Hacienda.
- Informa de despachos aduanales realizados.

#### f) Negociaciones.

Negociaciones tiene a su cargo la labor de solicitar cotizaciones, negociar el suministro por largo plazo y adquirir los bienes solicitados que no estén negociados, con objeto de adquirir los materiales y materias primas que los proyectos requieren y que no están en la negociación de suministro, con el costo, tiempo, localización, calidad y financiamiento adecuados y establecidos en la negociación de suministro.

Las actividades que realiza son.

- Recibe requisiciones de abastecimiento de proyectos en base a su especialidad.
- Solicita cotizaciones verbales o por escrito
- Solicita número de pedido a abastecimiento de proyectos
- Coloca pedido o requisición.
- Mantiene estrecho contacto con el proveedor para hacer cumplir las condiciones del pedido.

#### g) Mercadotecnia de abastecimiento

Mercadotecnia de abastecimiento: Realiza la función de capacitación, validación y presentación de la información clave para la planeación, control y toma de decisiones en el abastecimiento.

Su trabajo está enfocado a la creación de estrategias para asegurar el abastecimiento de insumos y medios de transporte en el mediano y largo plazo, así como el establecimiento de sistemas de control de inventarios que permitan optimizar el capital en trabajo y que garanticen el buen funcionamiento de las Plantas.

#### Actividades

- Elaboración de sistemas de control para la detección de áreas de oportunidad y amenaza, que ayudan u obstaculizan según el caso, la consecución de los objetivos de la Gerencia.
- Generación de alternativas viables en cuanto a mercados de insumos, para el caso de optarse por un cambio de lo que actualmente se tiene.
- Determinación de ofertas y demandas de insumos y medios de transporte.
- Asesoramiento en la integración de empresas de insumos y medios de transporte.

- Elaboración de los reportes para los sistemas informativos de otras Gerencias.
- Realización de análisis económicos y financieros de los proveedores más importantes de insumos y medios de transporte para estudiar su crecimiento y desarrollo
- Establecimiento de reportes de diferentes tipos para informar a los negociadores de las condiciones clave de cada proveedor que ayuden a realizar una mejor labor de negociación.

## 8.- DOCUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

### a) Requisición

La requisición es el documento oficial con el cual se solicita a abastecimiento corporativo los bienes y servicios necesarios al proyecto. Esta requisición es del tipo unitario o sea que solo admite un artículo por requisición.

Las requisiciones deben ser lo más explícitas posible y deben además cumplir con ciertos requisitos para que se proceda a su tramitación en abastecimiento corporativo. Los requisitos son los siguientes.

- Utilización de formatos de serie
- Identificación con el nombre del proyecto
- Número de cuenta
- Descripción adecuada
- Firmas de: Solicitante, Jefe del Departamento, Control de Costos (previo conocimiento y autorización ante abastecimiento de proyectos).
- Costo aproximado de la requisición

En la Fig. IV-2, se muestra un ejemplo de requisición que consta de original y 7 copias cuya distribución se explica a continuación.

Copia verde. - La conserva el usuario como comprobación de la emisión.

Copia azul. - Abastecimiento de proyectos la envía a control de costos para enterarlo de la colocación, valor del compromiso y tiempo de entrega en días.

Copia amarilla. - Se conserva en abastecimiento de proyectos como comprobación de la colocación y para realizar las actividades de fuente informativa del estado de suministro.

Copia rosa. - Abastecimiento de proyectos la envía a control contable para proceder a su pago.

3 Copias blancas.- Una la conserva el almacén para control interno, otra la envía a control contable para su proceso y pago, y la tercera la envía a abastecimiento de proyectos para su registro, y el destino final es el usuario

Original - La conserva compras en el legajo del negociador para cualquier aclaración.

b) Autorización de compra (Tabla comparativa)

Dependiendo del monto de los artículos que se adquieren, existen niveles formales de autorización para compra. Estos niveles se negocian al iniciar un proyecto o bien se continúa utilizando niveles autorizados en proyectos anteriores. Un ejemplo de estos niveles se muestra a continuación:

De \$ 1.00	\$ 1,000.00	Compra por caja chica.
De \$ 1,001	\$ 10,000	Compra por requisición.
De \$ 10,001	en adelante	Compra por pedido y tabla comparativa.

Igualmente a lo anterior se fijan niveles económicos para las personas autorizadas a firmar en tabla comparativas

La autorización de compra es un documento en el cual el negociador ha invertido tiempo y dinero, por lo tanto se deben de abstener de hacer anotaciones o comentarios sobre ella. Lo que si será siempre aceptado será el valor agregado que se el dé por parte de las áreas que autorizan. Por ejemplo.

- Fecha en que lo requieren ( o tiempo en días).
- Indicar cambio de asignación en base a calidad de proveedor o tiempo de entrega.
- Observaciones adicionales que no se hayan considerado en la T C

c) Pedido

El pedido es el documento oficial, de validez comercial y legal que emite un negociador y establece compromisos entre el Comprador y Proveedores.

Es también el resultado de los dos anteriores procesamientos de documentos y contiene información más amplia que la codificación que se hace de la requisición.

Entre la información adicional que se incluye como cláusulas de un pedido, se tienen las siguientes

- Valor total de la requisición.
- Fecha de embarque o de entrega según se negocie.
- Negociación de embarque, compañía transportista, etc.
- Forma de pago cuando sea diferente de neto 30 días.

- Lugar de la entrega del material.
- Entrega de Ingeniería para aprobación cuando se requiera.
- Servicios de comisionamiento y arranque cuando se requiera
- Indicaciones de facturación y para efectos de pago
- Otros.

d) Contrato

El contrato es el documento oficial, de validez comercial y legal que emite un negociador y establece compromiso entre el Usuario y Contratistas

Es también, como en el pedido, el resultado de los procesamientos de requisición y tabla comparativa.

Entre la información adicional que se incluye esta la siguiente.

- Descripción amplia de la ejecución de la obra
- Cláusula de suspensión de las obras
- Resto de cláusulas

e) Permiso de Importación

El permiso de importación (P.I.) es un documento que se utiliza internamente en Abastecimiento Corporativo (compras, tráfico, importaciones, exportaciones y abastecimiento de proyectos).

Para todos aquellos materiales, equipo y refacciones que sean de suministro extranjero, se requiere solicitar trámite de P.I. ante tráfico, importaciones y exportaciones; dicho trámite es previo a la compra. Dependiendo de la mercancía que se trate, T.I.E. clasifica y notifica el tipo de manejo que se requiere, que puede ser:

- No requiere P I.
- Sujeto a aprobación de P I.
- Importación y/o exportación temporal.

f) Estado de suministros e importaciones

En abastecimiento de proyectos se registran todas las requisiciones que se emiten en un proyecto y además se les hace seguimiento durante todas sus etapas que son: tabla comparativa, colocación de pedido, expedición, trámite de P.I., embarque por el proveedor, embarque por agente aduanal (cuando se trate de importación) y finalmente cuando se recibe en el almacén.



Este registro que se envía a proyectos tiene dos propósitos : Primero proporcionar información de las actividades en abastecimiento y segundo que sirva como medio de comunicación para darle a conocer a abastecimiento cuales requisiciones requieren de un tratamiento especial o seguimiento estrecho.

## 9.- INFORMACIÓN ADICIONAL

### a) Anexos a la requisición

Previamente se comentó sobre como se debía elaborar una requisición, pero conforme va aumentando en valor y complejidad de lo que en la requisición se describe, es necesario anexar información complementaria. Por ejemplo

Para compras

- 4 juegos de especificaciones técnicas completas
- 4 juegos de dibujos completos
- Recomendaciones de fabricante

La anterior información servirá para dos funciones básicas importantes, que son:

- Facilitar la labor del negociador y no hacerle realizar trabajos de investigación
- Hacer más expedita la adquisición de bienes.

Para convenios de servicio

#### \*Fabricación y/o Construcción\*

- 4 juegos de especificaciones de fabricación o construcción.
- 4 juegos de volúmenes de obra
- 4 juegos de programa de construcción
- 4 juegos de planos completos.

#### \*Mano de Obra\*

- Programa de necesidades de personal (4 juegos con especialidad requerida incluida)
- Con herramienta o sin herramienta
- Tipo de contrato que se requiere: Administración, Obra terminada, otros.

#### \*Servicios Profesionales\*

- Localización (domicilio y/o oficina) del recurso humano.
- Fecha en que se requiere el servicio.
- Duración del servicio.

- Recomendación sobre contratistas.

Como para compras, el fin que se persigue es dar a los proyectos un mejor servicio mediante la facilitación de la labor del negociador y por lo tanto más expedita la adquisición de servicios.

b) Anexos para Permiso de Importación

Anteriormente se comentó que para los materiales, equipo y refacciones de origen extranjero es necesario obtener de T I E la autorización correspondiente para colocar pedido según el manejo de importación que corresponda. Para determinar dicho manejo, los importadores se auxilian primero de los tomos de fracciones arancelarias y segundo de las especificaciones técnicas o ilustraciones.

Es importante e interesante saber que en este paso, abastecimiento está tratando con oficinas gubernamentales y que por lo tanto se trata el caso según sea su turno y si no se acompaña la solicitud de P I con los anexos completos y suficientes, habrá rechazo o negación de la solicitud.

Un trámite de P I. o Exportación se tarda de 4 a 6 semanas. Un trámite de autorización de subsidio se tarda también de 4 a 6 semanas adicionales, no en paralelo. Un trámite de Importación o Exportación, se tarda de 4 a 6 semanas. Por último, un trámite de autorización para Importación Parcial, se tarda de 2 a 3 semanas después de obtenido el Permiso de Importación.

Una vez obtenidos todos los permisos, autorizaciones y que el material esté en frontera puede requerirse de 1 a 2 semanas para su despacho aduanal; en estos casos se puede acortar a 2 o 3 días con autorización del usuario mediante un memorándum para utilizar despacho extraordinario, el cual cuesta \$10,000 00 aproximadamente.

c) Programa del proyecto

En forma definitiva se puede decir que una vez que se ha decidido a llevar a cabo un proyecto, las 3 principales áreas que intervienen son: Ingeniería, Abastecimiento y Construcción.

Es también conocido que cuando Ingeniería se desplaza de su programa y Construcción no mueve su fecha de terminación, la resultante es obviamente una compresión a abastecimiento. Por tal motivo es de suma importancia que se proporcione un "Programa del Proyecto", pero más importante es aún que abastecimiento participe en la elaboración de ese programa, con lo cual se logra que abastecimientos proporcione datos más actualizados en cuanto a tiempos de cotizaciones y de fabricación por tener un conocimiento más amplio de las condiciones del mercado y de las problemáticas de una gran mayoría de los fabricantes y contratistas. Por otro lado conociendo sus limitaciones de recursos humanos, podrá

programar internamente la utilización de dichos recursos o bien podrá planear la contratación de nuevos recursos según cargas de trabajo

#### d) Actividades Críticas y/o Importantes

Estas últimas 3 herramientas, sirven principalmente de soporte para que abastecimiento dé un buen servicio y sobre todo que sea congruente con Proyectos y Construcción.

Con un listado de actividades críticas y/o importantes, se dará un seguimiento especial a las requisiciones enlistadas, por ejemplo

- Fecha de obtención de cotizaciones
- Fecha de entrega de tabla comparativa
- Colocación de pedido o contrato
- Otros.

Con este listado se elabora un análisis de variaciones en el que se incluyen las acciones que se están tomando para evitar que se demore la entrega o bien que se reduzca la demora.

## 10.- NEGOCIACIONES

### a) Consideraciones Básicas

Existen varias consideraciones que deben cumplirse en abastecimiento pero de entre éstas. Las siguientes son las más utilizadas

- Un negociador debe recabar al menos 3 cotizaciones.
- Invitar a los concursos a empresas, con buenos antecedentes.
- No contraer compromisos con proveedores y contratistas cuando existan saldos negativos en las cuentas de proyectos.
- Antes de colocar un contrato, se deberá verificar que el contratista esté autorizado por Relaciones Laborales.
- Tratar de que los términos de pago sean neto 30 días contra presentación de facturas y documentos de embarque en los suministros extranjeros.
- El único autorizado para otorgar un pedido o contrato es el negociador.

## b) Estrategias

Las estrategias más comúnmente utilizadas, son las siguientes:

- Revisión con proveedores o contratistas de sus cotizaciones contra especificaciones técnicas
- Revisión además de todos los aspectos comerciales con cada uno de los proveedores
- Solicitar a proveedores y contratistas, realicen el último esfuerzo económico antes de colocar pedido o contrato

## c) Participantes

Dependiendo de la complejidad de la negociación, el número de participantes variará, pero básicamente son los siguientes:

- Proveedor
- Negociador
- Jefe de proyecto
- Ingeniería
- Jefes de comisionamiento y arranque
- Para que se lleve a cabo una buena negociación, es imprescindible que el único contacto con el proveedor debe ser el negociador

## **IV.- ABASTECIMIENTOS**

### **1.- ELEMENTOS BÁSICOS DEL CICLO**

El Ciclo de abastecimientos de los Proyectos está formado principalmente por los siguientes elementos básicos:

- Programa de adquisiciones
- Paquetes de compra (especificaciones)
- Financiamiento
- Solicitud de ofertas
- Evaluación
- Negociación
- Adjudicación
- Gestión del contrato
- Terminación y cierre

Estos elementos básicos se encuentran mostrados en el diagrama de flujo de la Fig. IV-1 y sus principales características son las siguientes:

**Programa de adquisiciones.-** El ciclo de abastecimientos se inicia cuando el diseñador o ingeniero/ arquitecto envía al departamento de abastecimientos el programa de adquisiciones en donde se establecen los requerimientos de equipos, estructuras, servicios y sistemas necesarios para la construcción del Proyecto.

**Paquetes de compra (especificaciones).-** En los paquetes de compra o especificaciones, el diseñador define y describe la naturaleza de su necesidad que incluye un plan para satisfacer esa necesidad con un programa, la definición del trabajo que se hará, fecha de envío, etc., de acuerdo al contenido de las especificaciones dado en la parte "Documentos de diseño".

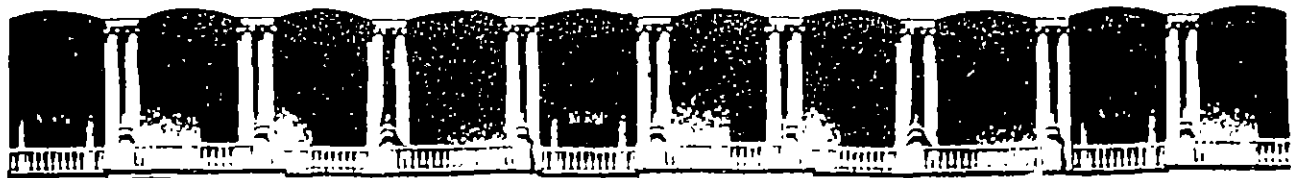
**Financiamiento.-** Es necesario que en el proceso de abastecimientos se incluya el control del financiamiento determinado la disponibilidad o solicitud de éste.

**Solicitud de ofertas.-** Básicamente existen dos formas de adquisiciones o abastecimientos:

- Por concurso
- Por negociación directa

Los concursos son efectivos cuando se tiene un número adecuado de proveedores calificados para contratar, con especificaciones definitivas que pueden publicarse y se dispone de tiempo para cumplir con los procedimientos necesarios de este método.

La negociación directa se emplea cuando no se tienen las condiciones del método de concurso, como por ejemplo en los trabajos de investigación y desarrollo.



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS  
GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECANICOS

VII.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN  
LOS PROYECTOS

ING. MARTINANO AGUILAR

**VII.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LOS  
PROYECTOS**

## LOS SISTEMAS DE CALIDAD

### LA RESPONSABILIDAD POR LA CALIDAD

El principal ejecutivo de cualquier organización es responsable de dos rubros importantes: la eficiencia y la calidad de los bienes o servicios que ofrece la compañía. En las grandes organizaciones tendrá la responsabilidad definitiva ante los accionistas por el manejo eficiente de la compañía y su rentabilidad.

En las organizaciones más pequeñas, donde quizá el principal ejecutivo sea también el propietario, tendrá una responsabilidad con sus empleados, con su familia y, con toda probabilidad, con el gerente de su banco por la viabilidad de la compañía.

### PRIMERAS CONSIDERACIONES

Cualquier organización, grande o pequeña, de propiedad privada o no, sólo puede conservarse viable si continúa produciendo artículos o servicios que desee el cliente y a un precio que éste esté dispuesto a pagar. Por consiguiente son dos aspectos los que deben considerarse en primer lugar al iniciar un programa de aseguramiento de la calidad.

Primero es la necesidad de satisfacer las necesidades del cliente, produciendo artículos o servicios adecuados para ese propósito dentro de un presupuesto y de un programa; en segundo lugar, la necesidad de proporcionar dichos satisfactores en la forma más eficiente y más efectiva en cuanto a costos, introduciendo sistemas de administración efectivos, además de los correspondientes a un estándar de aseguramiento de la calidad.

#### **La necesidad de satisfacer los requisitos del cliente**

Esto se puede lograr si se crea y pone en práctica un sistema de aseguramiento de la calidad utilizando los criterios existentes en los estándares generales apropiados.

#### **La mejoría en la eficiencia general del negocio**

En su mayor parte los criterios de las normas de aseguramiento de la calidad están encaminados a producir artículos y servicios que sean adecuados para el propósito final. Sin embargo, existen muchas otras funciones, además de aquellas especificadas en las normas, que



contribuyen a la eficiencia general de negocios de una organización; entre ellas están las de administración, secretarial, contabilidad, investigación de mercados, mantenimiento servicios posteriores a las ventas y relaciones públicas. Las fallas en cualesquiera de estas áreas pueden conducir a pérdidas de negocios.

Por lo general se considera que la satisfacción de las necesidades del cliente y la mejora global de la eficiencia del negocio son las dos principales razones para iniciar un programa de aseguramiento de la calidad, sin embargo, existen otros objetivos que pudieran considerarse, por ejemplo:

- aumentar la confianza del cliente,
- mejorar la imagen corporativa de la compañía,
- mejorar la participación y la moral del empleado,
- obtener el registro como una compañía de calidad asegurada.

En su sentido más amplio, el aseguramiento de la calidad se debe aplicar a todas las actividades del negocio -la presentación total- y no sólo al producto.

La administración también debe comprender -aunque rara vez lo hace- que quizá algunos de los empleados más importantes de una compañía son la recepcionista y la telefonista -son los vínculos con el mundo exterior-. Es frustrante, aunque sucede con demasiada frecuencia, quedar conectado con una extensión, mediante un conmutador telefónico, para encontrarse que en la extensión, mediante un conmutador telefónico, para encontrarse que en la extensión no contestan y la persona que llama se queda "abandonada". En estas y ofrecer una conexión alternativa. Muchas organizaciones grandes y de renombre pocas ocasiones llevan a cabo esta práctica.

El área de recepción es otro caso pertinente. Se conocen muchos casos de compañías que mantienen esperando a sus visitantes, o peor aún, se les trata con displicencia mientras la recepcionista termina una conversación telefónica privada o conversa nimiedades con otra colega. También hacer esperar a un visitante son malos modales.

Estos procedimientos inadecuados tienen un efecto adverso en la eficiencia general de una organización, y por consiguiente, su eliminación se debe incluir en cualquier programa creado para aumentar la efectividad, rentabilidad y competitividad de una empresa. Una compañía siempre debe ser considerada como "buena para hacer negocios con ella"

## **EL COSTO DE LA CALIDAD**

Todas las compañías emplean a alguien para asignarle la responsabilidad de la exactitud de sus operaciones financieras y, en general, esa persona ocupa una posición ejecutiva. Normalmente dicha persona está consciente de los costos relacionados con asuntos tales como el ausentismo, los días feriados y los paros; además el ejecutivo principal tendrá la obligación de

presentar un estado financiero bien hecho a las autoridades y, cuando fuera necesario, a los accionistas de la compañía. Sólo en casos extraordinarios una empresa empleará un ejecutivo que tenga la responsabilidad de la calidad. sin embargo en muchos casos, los costos de calidad de una compañía pueden ser iguales a su margen de utilidad, o incluso excederlo. Por lo general los costos de la calidad no se reconocen totalmente.

Lo más probable es que la compañía mantenga registros bastante detallados de las mercancías devueltas de acuerdo con las garantías ofrecidas, pero es raro que esté en posibilidad de identificar los costos de reprocesar artículos cuya calidad no cumpla con los estándares, revisar los dibujos y las especificaciones de los diseños, reparar estructuras defectuosas debido a malas soldaduras y otros. ¡Los costos de la calidad son el costo de arreglar las cosas! Cuando se hace un análisis de todos los costos relacionados, el resultado puede ser muy importante. Por tanto, todo alto ejecutivo debe, por necesidad, comprender cuáles son estos costos. La legislación exige mantener un análisis detallado de los asuntos financieros de la empresa, sin embargo en lo referente a los costos relacionados con arreglar las cosas, generalmente reciben poca atención.

En la mayoría de las organizaciones industriales existe un departamento responsable de la calidad y, como ya se afirmó, a este departamento se le dan diversos nombres y en todos ellos aparece la palabra "calidad". Como se ha visto, en muchos casos este departamento, aunque tiene la responsabilidad del control de la calidad del artículo producido, no es responsable de verificar que todas las actividades precedentes a la producción estuvieran correctas.

Las compañías deben intentar la integración y el control total de todas las actividades. Esto no lo puede lograr el departamento que únicamente tenga la responsabilidad del control de la calidad o de la inspección, puesto que el resultado será tan sólo una mayor actividad de inspección y de las pruebas no destructivas, lo que a su vez aumenta el costo de arreglar las cosas.

En su obra John Bull's Other Island, George Bernard Shaw escribió:

Existen dos cualidades en este mundo, eficiencia y falta de eficiencia; y sólo dos tipos de personas, las eficientes y las no eficientes.

Hay mucha verdad en esta afirmación. La eficiencia es la meta que debiera fijarse cada alto ejecutivo. Con frecuencia la persona ineficiente lo es por no estar contenta con el trabajo. Es probable que esa persona no sea la apropiada para el trabajo que se está realizando y la administración no ha identificado el problema. Todos estamos capacitados para algún propósito y todos somos capaces de realizar en forma eficiente una tarea u otra. El problema se encuentra en determinar para qué tarea está mejor capacitada la persona.

El entrenamiento apropiado puede hacer mucho para aumentar la eficiencia, pero a pesar de ello son demasiadas las compañías que no reconocen este hecho

Continuando con la definición de Bernard Shaw, estaría muy bien que el aseguramiento de la calidad se considerase como aseguramiento de la eficiencia. Si éste es el caso, entonces la responsabilidad de determinar la eficiencia de una organización debe recaer en alguien mucho más alto en la estructura administrativa.

Por tanto, al crear y poner en marcha un programa de aseguramiento de la calidad es necesario nombrar, en una posición ejecutiva, a una persona a quien se le responsabilice de dicho programa. La persona designada debe tener habilidades administrativas y se esperará de ella que sea el guía, el filósofo y el amigo mencionado.

También es esencial que sea capaz de comunicarse en todos los niveles. El conocimiento y la experiencia de la industria son requisitos esenciales, lo mismo que la comprensión y la aplicación de los sistemas administrativos. El conocimiento de las técnicas de la eficiencia sería una ventaja adicional. Una vez que se le nombre, esta persona debe representar de hecho al más alto ejecutivo y determinar, junto con otros representantes de la administración las funciones que se deben controlar para alcanzar la idoneidad requerida para el propósito de la compañía.

### **LOGRO DE LA ACEPTACIÓN DEL PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

Un efectivo programa de aseguramiento de la calidad incluye a todos los departamentos y funciones. Este tipo de programa sólo puede desarrollarse con la participación y cooperación completa de todos los interesados, quienes tienen que recibir la oportunidad de ayudar a darle forma. Cuando un programa ha sido minuciosamente discutido y se logra un acuerdo sobre el mismo, es mucho más probable que se acepte y ponga en marcha que uno impuesto -¡quién quiera que sea el que lo imponga!- Vale la pena dedicar gran cantidad de esfuerzos para obtener esta cooperación y aceptación. Por tanto, es necesario que los respectivos Jefes de departamentos y o áreas participen en la determinación del nivel aplicable del programa. Esto se puede lograr, en primera instancia, formando un equipo de trabajo que incluya representantes de todos los departamentos y, o áreas interesados.

### **CREACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO**

La responsabilidad de la formación del equipo de trabajo deber recaer en quien ha sido nombrado ejecutivo de calidad. Con el fin de colocar a esta persona en la función correcta y distinguir la posición de la que normalmente se relaciona con la "calidad" -que es el control o la inspección de la calidad- quizá valga la pena desarrollar aún más el concepto de Aseguramiento de Calidad imaginando que éste sea el nombre del departamento de la persona interesada. Para evitar que el nombre resulte demasiado complicado se podría abreviar: como AC y el ejecutivo de calidad se convertiría en el director de AC. Si cada vez que se use dicho

vocablo se cambia mentalmente por aseguramiento de la calidad, entonces será mucho más claro cuando se establezca una diferenciación entre la persona o el departamento que controla la "calidad" el equipo o servicio y la persona o departamento que asegura la calidad de todas las actividades y funciones que en definitiva determinan que los artículos y, o servicios que se producen no sólo sean idóneos para el propósito sino también que se hagan en la forma más eficiente y efectiva en cuanto a costos.

Es esencial que la persona que se desempeñe en el puesto de aseguramiento de la calidad (AC) represente el más alto ejecutivo de la organización y que tenga independencia de acción.

Cualquiera que sea su país de origen, todas las normas de aseguramiento de la calidad insisten mucho en este punto y, en general, el criterio es que resulta preferible que la persona nombrada sea independiente de todas las demás funciones.

En el caso de las grandes organizaciones es relativamente fácil lograr esta independencia y el departamento de aseguramiento de la calidad operará como un grupo completamente autónomo, pero en el caso de las organizaciones más pequeñas no es posible alcanzar esta independencia de un modo económico y es en estos casos que se debe definir la función, más que la persona.

### **ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA APROPIADO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El objetivo del grupo de trabajo es establecer el Sistema de aseguramiento de la calidad apropiado y aplicable a la organización de que se trate. La experiencia ha demostrado que antes de alcanzar este objetivo, es necesario, generalmente, ejecutar ciertas acciones, por ejemplo.

- Definir responsabilidades y líneas de comunicación dentro de cada departamento o área.
- Establecer interfases interdepartamentales.
- Revisar y establecer un acuerdo sobre las actividades y funciones que se controlarán mediante procedimientos.
- Comunicar a todos los empleados las razones para establecer un programa de aseguramiento de la calidad y los beneficios por obtener del mismo.

A continuación se estudiarán cada una de estas acciones.

### **Definir responsabilidades y líneas de comunicación dentro de cada departamento o área**

En muchas organizaciones las responsabilidades de las personas no están definidas con claridad. Existe la tendencia a nombrar a alguien en un determinado puesto y después delegar responsabilidades adicionales en esa persona según van aumentando su habilidad y experiencia. Conforme pasa el tiempo, esta persona llega a posiciones de supervisión o administración tan sólo por recibir estas responsabilidades adicionales y, después, cuando las cosas salen mal, resulta en extremo difícil identificar la causa o la fuente del problema.

Todas las responsabilidades deben documentarse como descripciones de puestos, que incluyan como mínimo:

- 1) El nombre o la descripción del puesto.
- 2) El grado o nivel del puesto.
- 3) La estructura de presentación de informes del puesto.
- 4) Si el puesto conlleva o no responsabilidades de supervisión.
- 5) Las principales responsabilidades de ese puesto.
- 6) Los conocimientos y la experiencia necesarios para ocupar ese puesto

La Fig 1, presenta un ejemplo de formato típico de una descripción de puestos.

Desarrollar descripciones de puestos incluirá establecer vínculos con todos los empleados y cuando se les pregunte cuáles creen que son sus responsabilidades, inevitablemente se producirán duplicaciones y traslapes. Pueden existir casos en los cuales las actividades no se cubran por completo porque las líneas de demarcación no se hayan establecido lo suficientemente claras y explícitas. Esta situación es en sí la causa de muchos de los llamados problemas de calidad.

El descubrimiento y la eliminación de la duplicidad de actividades es un área sensible y debe hacerse con cuidado y consideración, pues de lo contrario podría producir malestar y resentimiento entre los empleados que quizá sientan amenazados sus empleos.

Además de documentar las descripciones de puestos es aconsejable preparar un esquema de ascensos o mejoras en la carrera, que se relacionarán con el grado o nivel relevante de cualquier puesto determinado. Todos los empleados deben tener acceso a esta información; esto ayudará a hacerles sentirse como parte de la organización, lo que inevitablemente conducirá a una actitud más responsable hacia la compañía y, en definitiva, a alcanzar la eficiencia requerida para producir los artículos o servicios idóneos para el propósito, siempre bien desde la primera ocasión.

### Descripción típica del puesto

NOMBRE:	Aquí se insertaría el nombre apropiado del puesto.
NIVEL DEL PUESTO:	Aquí se inserta la categoría apropiada correspondiente al puesto.
DEPENDE DE:	Aquí se insertaría el puesto del supervisor inmediato de la persona.
SUPERVISAR A:	Aquí se insertarían las posibilidades de supervisión que existieran.
RESPONSABILIDADES PRINCIPALES:	Aquí se insertarían las principales responsabilidades relacionadas con el puesto, junto con cualquier interfase interdepartamental.
CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA:	Aquí se insertarían los conocimientos y experiencia mínima requeridos para llevar a cabo, en forma adecuada, los requisitos y responsabilidades del puesto.

Fig. 1 - Descripción típica del puesto

Cuando se han documentado las descripciones de puestos, con la información contenida será posible elaborar organigramas para cada uno de los departamentos interesados. Estos organigramas le permitirán a cada grado o nivel de empleados comprender y aceptar dónde se encuentran ubicados sus puestos dentro de la jerarquía y de quién depende cada persona.

### Establecer interfases interdepartamentales

Se pueden establecer organigramas individuales para los departamentos y, o las áreas, pero no se logrará la integración de la presentación total si se desarrollan en forma aislada. Ningún departamento puede trabajar solo. Siempre es necesario establecer enlaces con otros. Por ejemplo, las ventas tienen que vincularse con el diseño, la producción y las finanzas. Por tanto, se debe desarrollar un organigrama que identifique estas interfases; éstas, una vez establecidas, por supuesto que serían documentadas mediante las descripciones de puesto apropiadas y los procedimientos de trabajo.

Este organigrama detallado será el que identificará en definitiva los puestos principales y las rutas de presentación de informes de la compañía.

### **Revisar y establecer un acuerdo sobre las actividades y funciones que se controlarán mediante procedimientos**

Con el tiempo esta actividad determinará el nivel apropiado del programa de calidad y es aquí donde las propias normas proporcionan pautas útiles.

Se deben relacionar primero las actividades totales o las actividades importantes de la organización. Si una compañía se dedica al diseño, producción e instalación de un producto, se debe pormenorizar cada actividad dentro de cada uno de estos tres elementos. Por ejemplo, el control del diseño cubriría actividades tales como.

- a) Establecer parámetros de diseño.
- b) Presentar en forma detallada el diseño.
- c) Verificar el diseño.
- d) Aprobación del diseño.
- e) Control de los cambios en el diseño.
- f) Desarrollo de especificaciones.

Y otras.

El control de la producción cubriría actividades tales como:

- a) Inspección a la recepción.
- b) Inspección durante el proceso.
- c) Pruebas no destructivas.
- d) Inspección final.

Y otras.

## **DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

Cuando se han identificado todas las actividades principales puede documentarse un breve bosquejo que describa qué se hace para controlarlas. Estos bosquejos ayudan a determinar las necesidades de procedimientos y también se utilizarán en la creación del manual de aseguramiento de la calidad.

En la Fig. 2, se presenta un bosquejo típico de algunas de las actividades de control del diseño.

En este bosquejo se advertirá que en el control del diseño participan, por lo menos, seis actividades secundarias. Estas actividades secundarias se deben controlar mediante procedimientos individuales.

Se observará que se desarrollan varios "niveles" de documentación y, como se señaló antes, éstos son:

Documentos del sistema - que representa la función global. El acto en la presentación total.

Procedimientos - que detallan cómo se lleva a cabo cada actividad dentro de un sistema. Es la escena.

Por tanto, ahora puede hacerse el bosquejo para el control del diseño como un bosquejo de sistema. Se deben crear bosquejos similares para cada departamento interesado, incluyendo el propio departamento de aseguramiento de la calidad.

Finalmente, las responsabilidades del departamento de aseguramiento de la calidad serán:

- 1) Verificar la puesta en práctica y la exactitud del programa de calidad.
- 2) Identificar cualquier deficiencia dentro del programa.
- 3) Verificar la realización de las acciones pertinentes para corregir las deficiencias y también que se han tomado medidas para evitar que se repitan.
- 4) Verificar que el personal involucrado en la función del aseguramiento de la calidad esté adecuadamente entrenado para realizar sus actividades.

Un bosquejo de sistema documentado cubriría estos puntos.

La Fig. 3, presenta los bosquejos de sistemas que se requerirían para cumplir con los criterios de los diversos niveles del programa de calidad.

Se debe comprender que éstos sólo deben usarse como pautas, pues pudieran existir muchas actividades relacionadas con un determinado nivel de programa que no necesitan poner en práctica una compañía. Los dos ejemplos principales son el material suministrado por el comprador y los programas de muestreo. La mayor parte de las compañías no reciben material gratis ni tampoco requieren de programas de muestreo. Por consiguiente, si no son aplicables no es necesario tomarlos en cuenta.

No se debe poner en práctica un control sólo porque aparece en una norma de aseguramiento de la calidad. Estas normas pueden considerarse como el carrito de los supermercados. ¡El cliente sólo selecciona lo que necesita y deja el resto! Todos estamos conscientes de que comer demasiado conduce a la obesidad y a una muerte temprana. Demasiados controles conducen a la burocracia y la paralización.



## Bosquejo típico de un sistema para control de diseño

- 1.0 El departamento de Ingeniería de la Compañía XYZ pondrá en práctica y operará controles de diseño que proporcionarán lo siguiente:
  - 1.1 COMPROBACIÓN INICIAL DE LOS DOCUMENTOS DE DISEÑO -que definirán las responsabilidades y los métodos generales mediante los cuales los documentos de diseño quedan sujetos a una comprobación inicial sistemática dentro de las áreas donde se originan.
  - 1.2 COMPROBACIÓN INTERAREAS -que definirán las responsabilidades y los métodos generales mediante los cuales las áreas interrelacionadas comprueban los documentos en interfases de diseño.
  - 1.3 SITUACIÓN DE AUTORIZACIÓN Y REVISIÓN/IDENTIFICACIÓN DE DOCUMENTOS -que definirán la necesidad de autorización de documentos incluyendo los métodos estándar de aumentar e identificar las revisiones.
  - 1.4 REVISIÓN INTERNA DEL DISEÑO -que definirá las responsabilidades y métodos generales mediante los cuales se revisan los documentos para identificar el avance realizado.
  - 1.5 CONTROL DE LA INTERFASE DEL DISEÑO que definirá los métodos y responsabilidades para controlar las interfases entre sistemas, contratistas, autoridades reguladoras, etc.
  - 1.6 RETROALIMENTACION DE DISEÑO -que asegurará que los problemas que se informen en todas las etapas de un proyecto o contrato, provenientes de la producción debido al montaje, instalación, puesta en servicio y mantenimiento, reciban atención en forma tal que se evite la repetición de problemas anteriores y se fomenten mejoras futuras.
- 2.0 En procedimientos y descripciones de puestos, por escrito, se definirán los detalles de QUIEN , QUE Y COMO.  
  
N.B. Los documentos de diseño incluyen dibujos, especificaciones, hojas de datos, procedimientos, instrucciones, etc.

Fig. 2 - Bosquejo típico de un sistema para control de diseño

### Comparación entre niveles de programas

	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1. Sistema de calidad	X	X	X
2. Organización	X	X	X
3. Auditorías	X	X	X
4. Documentos del Sistema de calidad			
- Manual	X	X	
- Planes de inspección y pruebas	X	X	X
5. Control de producción	X	X	
6. Planeación (revisión del contrato)	X	X	X
7. Control de diseño	X		
8. Documentación y control del cambio	X	X	X
9. Control del equipo de inspección, medición y pruebas	X	X	X
10. Control del material* comprado y de servicios	X	X	X
11. Inspección a la recepción	X	X	X
12. Material suministrado por el comprador (entregado gratis)	X	X	
13. Inspección durante el proceso	X	X	X
14. Inspección final	X	X	X
15. Muestreo	X	X	X
16. Situación de la inspección	X	X	X
17. Identificación y posibilidad de comprobación	X	X	
18. Manejo y almacenamiento	X	X	X
19. Instrucciones de trabajo	X	X	X
20. Procesos especiales	X	X	
21. Conservación, empaque y embarque	X	X	
22. Registros	X	X	X
23. En desacuerdo con las especificaciones	X	X	X
24. Acción correctiva	X	X	X
25. Entrenamiento	X	X	X

\*Material -. nombre colectivo que abarca equipos, almacenes, suministros y piezas de repuesto.

Fig. 3 - Comparación entre niveles de programas

Si un procedimiento no hace algo, si resulta antieconómico operarlo, si estorba, si produce documentación innecesaria, ¡es mejor olvidarlo!

Una vez documentados los bosquejos del sistema, el siguiente paso a desarrollar es el índice de procedimientos

Cada bosquejo del sistema originará varias actividades que se deben controlar mediante procedimientos. Ahora se deben elaborar una relación y un índice de estas actividades.

Todos los procedimientos deben tener un número de documentos ya que los propios procedimientos formarán parte definitiva del sistema de documentos o biblioteca de la compañía.

Por consiguiente, debe crearse un sistema de numeración que identificará el procedimiento con el departamento que lo establece. Estos procedimientos no son documentos del aseguramiento de la calidad.

Una vez que se ha creado un índice se debe mantener actualizado. Si se determina que un procedimiento en particular ya no es relevante y que se puede descontinuar, debe declararse fuera de uso el número asignado a tal procedimiento y no utilizarlo de nuevo, haciéndose la anotación correspondiente en el índice del procedimiento.

Una vez que se han creado los bosquejos del sistema y el índice de procedimientos, será factible relacionar el sistema bosquejado con el nivel relevante.

El índice de procedimientos también se puede utilizar para identificar aquellos procedimientos que ya existen y los que tienen que redactarse para completar la presentación total. La revisión de la documentación ya existente puede mostrar la existencia de documentos duplicados o similares y probablemente la presencia de documentos que ya están fuera de uso. Esto presenta una buena oportunidad para una reevaluación y una sesión de limpieza.

## **APLICACIÓN A LAS INDUSTRIAS DE SERVICIOS**

A primera vista pudiera parecer que las diversas normas de aseguramiento de la calidad son aplicables tan sólo a productos manufacturados y que para las compañías de servicios sería muy difícil aplicarlas, pero desde luego que éste no es el caso.

Si se analizan los 25 criterios de un programa de calidad típico de "nivel uno", se observará que mucho de ellos están relacionados no sólo con la producción sino también con las industrias de servicios.

Por ejemplo (con referencia a la Fig. 3), independientemente de la industria en que opere, cada compañía requeriría lo siguiente:

- 1) Programa de calidad
- 2) Organización
- 3) Auditoría
- 4) Documentos del programa de calidad
- 5) Planeación
- 6) Documentación y control de los cambios
- 7) Control de los materiales y servicios comprados
- 8) Registros
- 9) Diferencias con las especificaciones
- 10) Acción correctiva
- 11) Entrenamiento

Incluso el ama de casa, al preparar un pastel, realiza actividades que pueden estar directamente relacionadas con una norma de programa de calidad. En la Fig. 4, se identifican las diversas actividades en la elaboración de un pastel.

Aseguramiento de la calidad en la confección de un pastel (Nivel 2)		
1.	Organización	Quién confecciona el pastel
2.	Planeación	Decidir el tipo de pastel idóneo para la ocasión (boda, cumpleaños, etc.)
3.	Instrucciones de trabajo	Receta
4.	Registros	Biblioteca de recetas
5.	Control de los artículos comprados	Ingredientes -marcas preferidas, fuente más económica
6.	Control de producción	Mezclado, batido, moldeado
7.	Control del equipo de medición y pruebas	Pesas, cucharas, jarras, etc.
8.	Proceso especial (tratamiento de calor)	Horneado
9.	Inspección durante el proceso (pruebas no destructivas)	Pruebas con tenedor, pruebas con palillos
10.	Protección y conservación de la calidad del producto	Almacenamiento/congelado
11.	Inspección y prueba del artículo terminado	Comer
12.	Control del material que no cumpla con las especificaciones	Consultar en el libro de cocina* la sección ¿qué hago? (tabla de revisión del material)
13.	Acción correctiva	Volver a convertir el pastel en un bizcocho
14.	Entrenamiento	Entrenamiento práctico en el trabajo por los padres o mediante clases de cocina

\* Bear, John and Marina (1970) Nueva York: Harcourt Brace Jovanovich Inc.

**Fig. 4 - Aseguramiento de la calidad en la confección de un pastel (Nivel 2)**

En este proceso sencillo de elaborar un pastel puede observarse que se abarcan 14 de las posibles 24 actividades del "nivel dos".

Se pudiera hacer la pregunta. "¿Qué ocurre si la cocinera decide elaborar un pastel de acuerdo a su propia receta?" Desde luego que esto sería una actividad de diseño y por tanto se convierte en un programa de "nivel uno".

Este es un ejemplo que siempre se acostumbra presentar en los cursos de entrenamiento. En uno de tales cursos un participante afirmó que se había realizado una acción correctiva, pero que no existía evidencia de que se hubiera efectuado acción alguna para evitar que se horneara otra vez un pastel imposible de comer. ¡La única conclusión posible es que esta acción sería cambiar a la cocinera!

## **PUESTA EN PRACTICA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

La etapa final es la puesta en práctica del sistema. Esto implicará la cooperación de todos los interesados y para obtener esta cooperación es necesario que todos los empleados comprendan las razones para ponerlo en práctica.

**Comunicar a todos los empleados las razones para establecer un programa de aseguramiento de la calidad y los beneficios por obtener del mismo.**

La mejor forma de lograrlo es sostener una serie de charlas, o seminarios, de "conciencia", comenzando con la alta dirección y continuando a través de todos los niveles del personal de categoría inferior. Nadie debe quedar fuera.

Se obtiene cooperación con más facilidad si estas sesiones de "conciencia" se efectúan antes de documentar los controles de procedimientos, pero después de que se ha redactado y aprobado el manual de calidad. Así, todos los empleados pueden preparar, y probablemente hacer resaltar, las áreas problemáticas que existen debido a controles inadecuados. De esta manera puede lograrse que el personal comprenda que forman parte del programa y que sólo les beneficiará si cooperan.

Por tanto, las sesiones de "conciencia" tienen mejores resultados si se realizan después de redactar y aprobar el manual de calidad. El manual debe proporcionar, en particular a los empleados de supervisión, un amplio bosquejo del programa dentro del área en que ellos participan.

También debe insistirse en la importancia de las revisiones y éstas deben incluir tanto las auditorías del sistema como de cumplimiento. La palabra "auditoria" quizá asuste a algunos de los empleados al hacerles pensar que serán supervisados en forma continua y sospechen que la administración está adoptando la actitud del "hermano mayor". Se les debe hacer

comprender con toda claridad que las auditorias se realizan, como se explica en el capítulo XV, en primer lugar, para evaluar lo adecuado del sistema y, en segundo lugar, sólo para verificar que se cumplan las instrucciones.

También se debe insistir en que cada persona es responsable de la calidad del trabajo que produce y que, posteriormente, la confianza en la calidad no puede delegarse en otros para que confirmen que se ha alcanzado el estándar de calidad requerido.

La meta debe ser "siempre bien en la primera ocasión". Esta es la meta principal de todo sistema de calidad, cualquiera que sea su nivel.

## **COSTOS Y BENEFICIOS**

Desarrollar y poner en práctica un sistema de aseguramiento de la calidad requerirá de tiempo y costará dinero. Es difícil dar un estimado de costos, ya que éstos dependerán del tamaño de la compañía y de la complejidad de sus operaciones, de si existe o no alguna forma de programa y cuántos procedimientos deben redactarse y ponerse en marcha. Es obvio que sería útil contar con registros de los costos de calidad ya existentes, lo que permitiría realizar una evaluación de ahorros cuando el programa esté en plena operación.

Al principio se producirán desembolsos relacionados con: el tiempo que necesite el grupo de trabajo para establecer los requisitos; el tiempo necesario para redactar los procedimientos y los costos que ocasionen las sesiones de "conciencia". Hasta cierto punto, estos costos pueden considerarse como gastos de capital, amortizándolos contra los ahorros importantes obtenidos en áreas tales como: revisiones a los documentos de ingeniería; reproceso de artículos defectuosos; reducción de los desechos y otros.

En la gráfica de la Fig. 5, se muestran estos costos en un formato usual. Se observará que en realidad, después del gasto inicial de capital, el costo disminuye con rapidez y los costos relacionados con mantener el programa deben conservarse relativamente estables. Los ahorros debido a la puesta en práctica aumentarán al principio y después se mantendrán, siempre que se ponga en práctica el sistema.

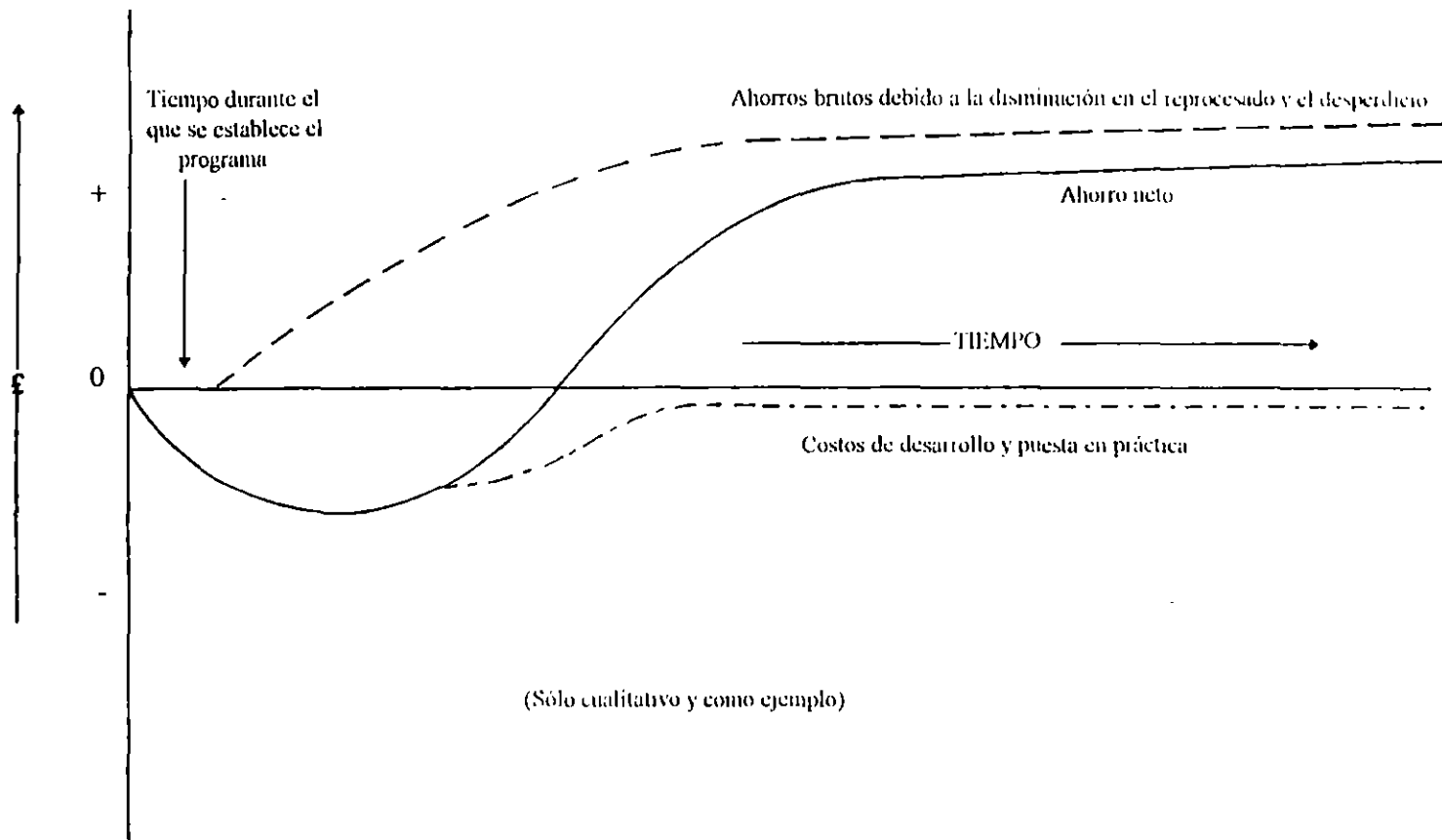


Fig. 5 - Gráfica sobre la efectividad en cuanto a costos

## **IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

La aplicación de los sistemas de aseguramiento de calidad, ha sido lenta, porque parte de los individuos relacionan estos sistemas para la fabricación de bienes de las industrias militares, aeroespaciales o al control de proyectos nucleoelectricos; es decir, no se analizan las ventajas de manejar los conceptos de aseguramiento de calidad adaptándolos a las necesidades de cada empresa.

En los últimos años se han desarrollado normas de aseguramiento de calidad aplicables a proyectos industriales convencionales.

El último impulso que se ha dado a estos sistemas para proyectos convencionales lo realizó el Organismo Internacional de Normalización (ISO), publicado en las normas ISO serie 9000 a 9004. En nuestro país, la DGN está coordinando actividades para que organizaciones como el Instituto Mexicano del Petróleo, Teléfonos de México, Comisión Federal de Electricidad (CFE) y diversas representaciones de industriales y empresas paraestatales definan las normas sobre sistemas de aseguramiento de calidad.

### **Organización de la empresa**

Para medular para el desarrollo e implantación del sistema de aseguramiento de calidad es la organización, en donde el sistema puede tener o no el éxito esperado

La situación para desarrollar e implantar el sistema se presenta cuando esta actividad se efectúa en una empresa con una organización formal, que tiene bien definidos sus niveles de dirección, coordinación, supervisión y operación, que tiene un manual de organización donde están claramente definidos los perfiles de puestos con sus funciones y responsabilidades y que, sobre todo, se respetan las funciones de todas las áreas. En algunas empresas no existe esta situación, y ahí es más difícil implantar un sistema porque no se ha trabajado con sistemas y no hay una definición clara de la organización, básicamente de funciones y responsabilidades.

Lo anterior implica que para que un sistema de calidad tenga probabilidades de éxito, se debe partir de lo siguiente:

- 1) El primer convencido de la benevolencia del sistema debe ser el Director General, para lo cual debe tener un conocimiento claro del alcance del sistema, ya que tiene que proporcionar, por una parte, los recursos necesarios para el desarrollo y, por otra, el apoyo para la implantación del sistema, así como para las decisiones que se tomen al respecto por el área de aseguramiento de calidad.



- 2) Se debe partir de una organización formalizada donde todas las áreas tengan definidas por escrito sus funciones y responsabilidades, preferentemente a través de un manual de organización.
- 3) Se debe incluir formalmente dentro de la organización el área responsable de desarrollar e implantar el sistema de aseguramiento de calidad, misma que debe tener un nivel jerárquico que le dé libertad de acción para que tenga la autoridad suficiente para prever, identificar y tomar acciones correctivas sobre las actividades inherentes al sistema.

Definida la organización de la empresa, el área que es responsable de desarrollar e implantar el sistema de aseguramiento de calidad, conociendo los requisitos a cubrir, procede a realizar un análisis para relacionar la organización con los requisitos aplicables, esto es con el propósito de conocer qué áreas de la empresa están involucradas en el sistema y cuál es el alcance de responsabilidades respecto al sistema de calidad de cada una de éstas

Los requisitos, se resumen como sigue:

- responsabilidad de la dirección;
- organización;
- revisión de contratos;
- control de diseño;
- control de documentos y datos;
- adquisiciones;
- productos suministrados por el cliente;
- identificación y rastreabilidad;
- producción o proceso;
- inspección y pruebas;
- equipo de inspección, medición y pruebas;
- técnicas estadísticas;
- estado de la inspección y pruebas;
- control de no conformidades;
- acciones correctivas y preventivas;
- manejo, almacenaje, empaque y embarque;
- entrenamiento y capacitación;
- servicio;
- registros de calidad; y
- auditorías internas de calidad.

El análisis de asignación de responsabilidades puede variar dependiendo de las funciones reales de cada área, y no hay que perder de vista que el sistema de aseguramiento de calidad se

va a adaptar a la organización y que la organización no se modificará para adaptarse al sistema, a excepción que la empresa no cuente con un área de aseguramiento de calidad.

**Organización.** La definición de la organización para desarrollar y aplicar el sistema de aseguramiento de calidad, así como la definición de la política de calidad es responsabilidad de la Dirección General, también es su responsabilidad al asignar los recursos y el personal necesarios para el desarrollo e implantación del sistema.

**Revisión de contratos.** Esta actividad implica una coordinación desde la elaboración de una oferta para que la empresa esté segura de cumplir con los requisitos técnicos, de aseguramiento de calidad, de fabricación y sobre todo, con tiempos de entrega y, una vez adquirido el contrato, verificar que se cumplirá con las condiciones ofrecidas y estipuladas en el contrato o pedido, por lo tanto, esta actividad es responsabilidad de las Gerencias de Ventas, Ingeniería de Producción y de Aseguramiento de Calidad.

**Control de diseño.** Todas las etapas de planeación, entradas de diseño, resultados, verificación y control de cambios de diseño, son responsabilidad de la Gerencia de Ingeniería.

**Control de documentos.** El sistema de aseguramiento de calidad va a estar soportado por una serie de documentos que deben de manejarse en forma controlada: el manual de aseguramiento de calidad y todos los procedimientos del sistema, los controla la Gerencia de Aseguramiento de Calidad; los documentos de diseño (dibujos, especificaciones, etc.) la Gerencia de Ingeniería; las órdenes de compra, la Gerencia Administrativa, etcétera.

**Compras.** La etapa de selección y evaluación de proveedores, así como la emisión del listado de proveedores aceptados es responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad. La Gerencia Administrativa es responsable de incluir en las órdenes de compra los datos sobre el producto incluyendo los requisitos de calidad. La Gerencia de Aseguramiento de Calidad es responsable de la verificación y aceptación de los productos o servicios comprados.

**Identificación y trazabilidad.** Estas actividades que se inician desde la recepción, hasta instalación y uso de las partes, componentes y equipos, son responsabilidad de la Gerencia de Producción.

**Producción.** La planeación y el control de la producción, actividades relevantes para que las operaciones sean planeadas y se puedan garantizar los tiempos de entrega, son responsabilidad de la Gerencia de Producción; también lo son todas las actividades de verificación del proceso de producción (verificación de equipo y maquinaria, calificar personal del área, supervisión de las actividades de producción).

**Procesos especiales.** Se consideran procesos especiales aquellos donde los resultados no pueden ser completamente verificados por subsecuentes inspecciones y pruebas, o cuando el proceso amerita técnicas especializadas o habilidades calificadas del personal responsable de las operaciones. Para este tipo de fabricación los procesos de soldadura y tratamientos térmicos son procesos especiales, y su control es responsabilidad de la Gerencia de Producción; también se consideran como procesos especiales los exámenes no destructivos, sin embargo éstos son controlados bajo la responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.

**Inspección y Pruebas.** La planeación de las intervenciones en recibo de materiales, producción en proceso y producto terminado para verificar la calidad, es responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad, para lo cual se elaboran los planes de calidad cuidando que se incluya el control de las pruebas requeridas en los documentos de ingeniería.

**Equipo de inspección, medición y pruebas.** Para asegurar la precisión de las mediciones realizadas y que éstas sean consistentes, es necesario establecer control, calibración y mantenimiento del equipo utilizado para inspección, medición y pruebas, algunas actividades operativas normalmente se contratan con laboratorios acreditados por la DGN, pero el control es responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.

**Técnicas estadísticas.** Este es un requisito aparentemente no aplicable a este tipo de fabricación; sin embargo las técnicas estadísticas se pueden utilizar para el manejo de información como manejo de no conformidades, quejas, etc. La identificación de los procesos o actividades donde se puedan utilizar las técnicas estadísticas, es responsabilidad de todas las áreas, pero principalmente de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.

**Estado de inspección y pruebas.** El propósito de este requisito es identificar, por diversos métodos, que las partes o componentes no pasen de un proceso a otro sin que se hayan realizado las inspecciones y pruebas requeridas; por tal motivo esta actividad es responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.

**Control de no conformidades.** A efecto de prevenir el uso de materiales, partes o componentes que no cumplen con los requisitos especificados, la Gerencia de Aseguramiento de Calidad es responsable de iniciar el control a través de las identificaciones correspondientes y la Gerencia de Producción es responsable de la segregación o disposición de los mismos.

**Acciones correctivas.** Esta es una actividad relevante en el sistema de aseguramiento de calidad y se puede separar en dos partes: la primera son las acciones correctivas que son realizadas para atender las no conformidades encontradas en el proceso de fabricación y cuando se tienen que tomar decisiones inmediatas, la segunda son las acciones correctivas encaminadas a prevenir la recurrencia de las causas adversas a la calidad y esto se logra a través del análisis de reportes de no conformidad, registros de aseguramiento de calidad, reportes de auditorías internas, etc., en periodos de tiempo establecidos. El control de estas funciones es responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad, sin embargo requiere del apoyo de las Gerencias de Ingeniería y Producción; normalmente para una mayor coordinación, se

forman comités de calidad que en este caso puede estar formado por participantes de las tres Gerencias.

**Manejo, almacenamiento, empaque y embarque.** Todo el cuidado que se ha tenido en las etapas de diseño, abastecimiento y la producción, se puede perder por mal manejo y almacenamiento, lo mismo sucede si no se tienen definidas las condiciones de empaque y embarque, la calidad lograda del producto se puede degradar, el control de estas funciones es responsabilidad de la Gerencia de Producción.

**Entrenamiento y capacitación.** Detectar las necesidades reales de capacitación, coordinándose con todas las áreas de la empresa, controlar los expedientes del personal calificado (operarios, inspectores, auditores y diseñadores), preparar e implantar los programas de capacitación, son funciones de la Gerencia Administrativa.

**Servicio.** Todas las actividades inherentes al servicio a clientes son coordinadas bajo la responsabilidad de la Gerencia de Ventas.

**Registros de calidad.** La evidencia de que un sistema de aseguramiento de calidad se aplica es a través de los registros generados por cada una de las actividades realizadas; por tal razón es de suma importancia el control de éstos, cada área es responsable de controlar sus registros, sin embargo la Gerencia de Aseguramiento de Calidad los concentra y controla a todos, ya que es el área que genera más registros.

**Auditorías internas de calidad.** Es a través de las auditorías como la Dirección General conoce si el sistema de aseguramiento de calidad se aplica como se planeó y es la única forma de medir la efectividad del sistema; esta actividad es responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.

## **Manual de aseguramiento de calidad**

El primer documento a elaborar es el manual de aseguramiento de calidad; la redacción de éste debe hacerse con mucho cuidado por dos razones principales: la primera es que el manual es el único documento del sistema que se maneja como controlado y como no controlado, es decir, el manual puede emitirse a personas u organizaciones externas a la compañía, por lo tanto, debe indicar qué se hace respecto al sistema de calidad y no cómo se hace, ya que este nivel de detalle se describe en los procedimientos que se manejan como documentos controlados; la segunda razón es que el manual resume todas las actividades e indica que área es la directamente responsable de ejecutarlas, coordinarlas o supervisarlas, es decir, este documento lo deben entender todas las personas involucradas en el sistema de calidad.

**Contenido del manual.** Existen diversas formas para presentación y redacción del manual, lo más recomendable es que sea lo más concreto posible en su redacción, siempre y cuando sean claras las ideas y completas; no es recomendable incluir los formatos utilizados en el sistema, éstos deben formar parte de los procedimientos.

Primeramente se incluyen en el manual las hojas de presentación, para control de distribución y la de control de revisiones. Se tiene que describir la declaración de políticas y objetivos de la Dirección General con respecto a la calidad con la firma de autorización correspondiente.

También es importante describir en el manual, en forma específica, los bienes que cubre el documento.

**Organización.** Se deben describir las funciones y responsabilidades respecto al sistema de aseguramiento de calidad de cada una de las Gerencias involucradas.

**Políticas de aseguramiento de calidad.** En este capítulo se describen las políticas de la empresa para cumplir con cada uno de los requisitos aplicables comenzando desde Revisión de Contratos, cuidando enunciar únicamente qué es lo que hace la empresa en cada requisito, es decir, redactado en forma de política. El nivel de descripción debe ser el necesario para que se entienda y comprenda el alcance de las actividades, cuidando no llegar al detalle de indicar cómo se ejecutan las actividades, porque ya no es política sino procedimiento.

## **Plan de calidad**

Con el propósito de planear adecuadamente las actividades de inspección, verificación y pruebas en las etapas de abastecimiento y producción, se elabora el plan de calidad. Partiendo del diagrama de flujo de fabricación de cada una de las partes del equipo, desde recibo de materia prima hasta el embarque del mismo, detallando cada actividad de producción, se definen cuáles son los puntos de inspección y pruebas donde interviene la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.

Este documento formaliza la intervención interna de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad en las etapas de abastecimiento y producción y, en su oportunidad, puede ser solicitado por el cliente para que éste defina su intervención como aseguramiento de calidad externo (a nivel supervisión), indicando cuáles son los puntos que le interesa verificar, previa notificación y cuáles son los puntos de espera obligatorios.

Este documento sirve también como base para presentar a los clientes el programa de fabricación e inspección, incluyendo fechas de inicio y conclusión de actividades.

## **Procedimientos del sistema de aseguramiento de calidad**

La descripción del manual de aseguramiento de calidad debe ser lo más concreta y clara posible para no caer en el error de que este manual cubra actividades ajenas al sistema de aseguramiento de calidad, por ejemplo. algunas veces se aprovecha para incluir todas las funciones y responsabilidades de la organización u otras políticas y el manual es de aseguramiento de calidad, más no manual de organización; sin embargo, es responsabilidad de la Dirección General la política para estructurar el manual de aseguramiento de calidad.

Lo anterior se subraya porque todas las políticas dictadas en el manual deben estar soportadas por procedimientos, ya sean para actividades coordinadas o específicas, es decir, absolutamente todas las funciones y actividades que se indiquen en el manual que se hace, se deben documentar en procedimientos para saber como se hacen y como se registran.

Por otra parte, el Plan de Calidad indica también cuántos procedimientos.

## **Instructivo para elaborar procedimientos**

Con el fin de tener un control adecuado de todos los procedimientos del sistema de aseguramiento de calidad, es necesario formalizar su estructura, presentación clasificación y control, para lo cual se debe elaborar y difundir a todas las áreas involucradas en el sistema, el instructivo o procedimiento para elaborar procedimientos, donde se den los lineamientos mencionados, considerando las políticas de la empresa.

La estructura de los procedimientos debe incluir, como mínimo lo siguiente:

- **Objetivo.** Propósito para el cual es elaborado el procedimiento;
- **Alcance.** Límites dentro de los cuales opera la aplicación del procedimiento;
- **Definiciones.** De términos técnicos raramente usados;
- **Referencias.** Fuentes de información suplementarias que pueden ayudar a comprender los fundamentos de acciones específicas:
  - **Criterios de Evaluación y Aceptación.**
  - **Registros, Documentos**
  - **Formatos.** Indicar los formatos a utilizar para registrar información, instrucciones y resultados. (Anexos)

## **Redacción de procedimientos**

Existen muchos aspectos que se deben cuidar para la elaboración de procedimientos, sobre todo si en la empresa es la primera vez que se documentan las actividades; normalmente es difícil cambiar nuestra rutina de trabajo, se piensa que es fácil escribir las actividades que hacemos y además, estamos seguros de que las hacemos bien, pero no siempre es así

Los procedimientos son imprácticos si no participan en su elaboración las personas que directamente realizan las actividades, éstas tienen que sentir que los documentos son fruto de su trabajo y experiencia y así es, porque sólo las personas que ejecutan la actividad directamente saben incluir en los procedimientos todos aquellos detalles que no están escritos en ninguna norma o código y que propician que el equipo cumpla con los requisitos especificados. Por lo tanto, sin la participación de la gente responsable de aplicar los procedimientos, difícilmente se desarrollarán documentos que posteriormente se usarán y serán prácticos.

Se puede trabajar en un taller para redacción de procedimientos, reuniendo a todo el personal de un área específica, se da a conocer el procedimiento para elaborar procedimientos y se explica exhaustivamente en qué consiste el sistema de calidad, la elaboración de procedimientos, la participación de los ahí reunidos y, como práctica, a cada individuo se le pueden proporcionar formatos para que haga el procedimiento de una de las actividades que realiza. No importa que otro grupo después se dé a la tarea de corregir los procedimientos en estructura, ortografía, etc., lo importante es que ya se comience a generar la documentación con la participación de todos.

## **Capacitación**

El desarrollo del sistema de aseguramiento de calidad requiere de la implantación de un programa de capacitación de un programa de capacitación que cubra necesidades reales del personal en aspectos específicos de aseguramiento de calidad, y actividades que realizan, y normas aplicables. El programa debe implantarse paralelamente al desarrollo de los documentos, ya que actividades como la calificación de procedimientos de actividades y habilidades, así como la calificación del personal que supervisa y realiza exámenes no destructivos, no se logran fácilmente en el corto plazo, ambas actividades son precedidas por un amplio programa de capacitación y entrenamiento para cumplir con los requisitos de códigos y normas.

Lo mismo ocurre para calificar al personal que realiza evaluación de proveedores, auditorías internas y actividades de diseño. Para estos casos los programas teóricos y prácticos se desarrollarán de acuerdo con los procedimientos específicos que defina la empresa.

## **Programa de trabajo**

Son muchas las tareas a cubrir para el desarrollo del sistema de aseguramiento de calidad, por lo que es recomendable hacer un programa de trabajo lo más detallado posible para darle seguimiento al desarrollo de cada actividad y, sobre todo, lograr concluir el sistema en el tiempo estimado, que puede variar de ocho o doce meses, dependiendo de la situación organizacional de la empresa y del apoyo real que dé la Dirección General.

## **Referencias**

- Especificación CFE L0000-31 "Requisitos de aseguramiento de calidad para proveedores de bienes y servicios".
- CAN 3-Z299.0 a 299.4
- API SPEC. Q1.
- ISO 9001 a 9004.
- ANSI/ASQC Q90 a Q94.
- Código ASME.



## LA CERTIFICACIÓN ISO-9000

### LA CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD EN MÉXICO

La certificación de la calidad es la actividad que consiste en verificar y acreditar el cumplimiento de las normas (mexicanas, internacionales, extranjeras o especificaciones de fabricante) a través de un documento que se expide como autorización o, en su caso, de un certificado.

Un sistema de certificación oficial de la calidad se define como *El conjunto de acciones permanentes y coordinadas que permiten determinar si un producto o servicio cumple con las Normas Oficiales Mexicanas, normas internacionales u otras especificaciones, y que son avaladas por un documento público oficial que acredita tal situación.*

*El Sistema de Certificación Oficial de la Calidad está integrado por tres apartados básicos, que consisten en:*

- 1) El Sistema de Certificación de productos y servicios sujetos al cumplimiento obligatorio de las Normas Oficiales Mexicanas
- 2) El sistema de Sello Oficial de Garantía.
- 3) Certificación, para fines de comprobación oficial o a petición de parte.

Las Normas Oficiales Mexicanas de carácter obligatorio tienen el propósito fundamental de velar por la seguridad e integridad física de los consumidores y, cuando lo requiera, del interés público.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización define a las Normas Oficiales Mexicanas que tendrán carácter obligatorio a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación (artículo 61):

- 1) instrumentos para medir, patrones de medida y métodos de medición y calibración;
- 2) métodos de prueba para fines de comprobación fiscal;
- 3) productos y servicios sujetos a Normas Oficiales Mexicanas conforme a otras disposiciones legales, como es el caso del artículo 29 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y del artículo 55 del Reglamento de la Distribución de Gas;
- 4) las materias primas o partes de productos finales sujetos a Norma Obligatoria, únicamente cuando para cumplir con las especificaciones de éstos, sean indispensables las de dichas materias o partes;
- 5) procesos, productos y servicios de los que dependa la seguridad de las personas;

- 6) equipo que utilice para su funcionamiento gases como energético;
- 7) materiales y equipos que utilicen energía eléctrica; y
- 8) productos y procesos que puedan causar contaminación.

Asimismo, se indican las normas que podrán ser declaradas obligatorias mediante resolución que se publicará en el Diario Oficial de la Federación (artículo 62).

Los casos a los que hace referencia son:

- 1) productos alimenticios y bebidas destinadas al consumo humano, incluyendo a sus envases, empaques y envolturas;
- 2) los productos y servicios de exportación, como apoyo para la concurrencia y permanencia en los mercados externos;
- 3) con el fin de evitar el dispendio o según lo requiera el interés público, se señalan los productos y servicios que utilicen energéticos o recursos naturales;
- 4) otros procesos, productos y servicios, cuando lo solicite algún sector económico o social del país.

El ámbito de aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas de carácter obligatorio es amplio, sin embargo, las tareas de verificación que se llevan a cabo se hacen de acuerdo con la capacidad y la infraestructura de los laboratorios autorizados, al personal disponible en la secretaría y a la organización y apoyo por parte de los sectores interesados.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización contempla medidas que se pueden tomar en el caso de que determinado producto o servicio, sujeto al cumplimiento obligatorio de una norma, no reúna las especificaciones respectivas, caso en el que se determina la prohibición de la comercialización de los productos o servicios que se encuentren fuera de las especificaciones señaladas en las Normas Oficiales Mexicanas hasta que se acondicione, reprocesen, reparen o sustituyan dichos productos. Cuando esto no sea posible se tomarán las providencias necesarias para que no se usen con el fin al que se destinarían de cumplir dichas especificaciones.

Si el producto o servicio se encuentra en el comercio, los comerciantes tendrán la obligación de abstenerse de venderlo a partir de la fecha en que se les notifique la resolución o se publique en el Diario Oficial.

Además de los objetivos de apoyo a la actividad productiva nacional, la ley busca la protección y orientación de los consumidores, por lo que señala que las normas oficiales no obligatorias, constituirán referencia técnica para determinar la calidad de los productos y

servicios. Tratándose de productos alimenticios y bebidas para consumo humano, no podrá usarse la denominación del producto que se establezca en la norma si no cumple las especificaciones fijadas en la misma, en este caso la propia ley indica que, para vigilar el cumplimiento de esta disposición, tanto la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi) como la Secretaría de Salud se coordinarán (artículo 65).

El alcance de lo anterior se establece en el último párrafo del artículo 63 de la ley que señala que, en todo caso, a falta de normas obligatorias mexicanas o del país de origen, los productos o servicios a importarse deberán tener como mínimo la calidad de las Normas Oficiales Mexicanas no obligatorias.

De lo anterior se desprende que se podrá verificar la calidad de los productos de importación conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, con objeto de orientar las adquisiciones de los consumidores, protegiendo sus intereses.

### **Certificación para fines de comprobación oficial o a petición de parte**

La certificación de la calidad para los fines señalados tiene como base a las Normas Oficiales Mexicanas, las internacionales, extranjeras y otras especificaciones.

En este rubro se encuentra el contraste de joyería y orfebrería de metales preciosos, la verificación de ingredientes, principalmente de consumo básico y generalizado, y la certificación a petición de parte, cuando lo requiera cualquier interesado, ya sea para efectos de una transacción comercial en el país o para la exportación.

Los certificados se expedirán previa comprobación de las especificaciones, la que se efectuará conforme al método de prueba oficial fijado en la norma o en las especificaciones pactadas.

La certificación, de acuerdo con lo previsto por la ley de la materia, se realiza por lotes o partidas de productos de origen nacional o de importación, para lo cual se recaban las muestras conforme al muestreo estadístico. La misma ley señala las condiciones bajo las cuales se realiza el muestreo y las instancias para llevar a cabo la verificación de los lotes correspondientes.

Respecto a la certificación por lote o por productos, hay que mencionar que, con base en el Programa de Simplificación Administrativa, y atendiendo a los lineamientos del Programa de Simplificación y Desregulación Económica, se ha instrumentado un acuerdo por el que las autorizaciones se otorgarán por modelo o prototipo, es decir, que se otorgarán por única vez y por tiempo indefinido, en lugar de hacerlo por lote y por cantidad determinada.

## **Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas**

El Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (Sinalp) fue creado por decreto en el año de 1980. La Ley Federal sobre Metrología y Normalización lo instituye.

Se considera que este sistema es una herramienta fundamentalmente para el desarrollo tecnológico, industrial y comercial del país. Es en los laboratorios donde se hace investigación, se desarrollan productos y se comprueba la calidad de los bienes nacionales y extranjeros, conforme a las diversas normas y especificaciones.

El Sinalp, tiene como objetivo acreditar a los laboratorios que demuestren contar con los elementos suficientes para realizar pruebas con alto grado de confiabilidad.

Las bases para el acreditamiento de un laboratorio tienen como parámetro las que establecen la Conferencia Internacional para el Acreditamiento de Laboratorios (ILAC) y otras organizaciones internacionales.

A continuación se señalan brevemente cuales son los requisitos exigidos para lograr el acreditamiento.

- organización;
- personal especializado;
- instalaciones y medio ambiente adecuados;
- equipo y calibración;
- métodos de prueba;
- seguridad;
- manejo de artículos;
- sistema de registro de las pruebas;
- informes de resultados; y
- archivo.

La coordinación de los trabajos del Sinalp está a cargo de la Secofi. La propia ley dispone que la Secretaría establecerá grupos de apoyo y consulta en los asuntos relacionados con el acreditamiento de laboratorios de prueba, para lo que integrará Comités de Evaluación formados por técnicos calificados y con experiencia de las rampas específicas.

Actualmente existen seis comités en las ramas siguientes:

- 1) construcción;
- 2) eléctrica y electrónica;
- 3) metal mecánica;
- 4) textil y del vestido;
- 5) alimentaria; y

6) química.

Se cuenta con 60 laboratorios acreditados en las seis ramas industriales mencionadas, laboratorios que todavía son insuficientes; ya que en comparación, los países desarrollados cuentan con varias centenas y, algunos, con miles.

Es importante señalar que la ley referida indica que los dictámenes expedidos por los laboratorios acreditados tendrán validez ante las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

Por último, es preciso señalar que un objetivo básico será el de negociar con otros países el reconocimiento mutuo de los resultados en las pruebas de laboratorios autorizados, por sistemas homólogos, lo que permitirá agilizar las transacciones comerciales.

Para llegar a esta situación se debe consolidar al Sinalp, dándole respetabilidad internamente para, en forma posterior, buscar su trascendencia.

### **Sistema del Sello Oficial de Garantía**

El Sello Oficial de Garantía es un instrumento creado en 1961, con el objeto de promover la producción nacional referida a las Normas Oficiales Mexicanas, fomentando la calidad, desde las materias primas en los procesos hasta en los artículos terminados.

El ingreso a este sistema es de carácter voluntario, es decir que las empresas que son responsables y serias solicitan autorización para utilizar la marca oficial de la calidad NOM.

En este contexto, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización contempla, de manera amplia y clara, las atribuciones y facultades para usar el Sello Oficial de Garantía, y contiene entre otros elementos, los siguientes:

- qué es el Sistema del Sello Oficial de Garantía;
- requisitos para ingresar al Sistema del Sello Oficial de Garantía; y
- acciones de la Secretaría para comprobar las condiciones bajo las cuales se autorizó el uso del Sello Oficial de Garantía.

La Ley de la materia establece que los fabricantes y prestadores de servicio que cumplan con las Normas Mexicanas no obligatorias podrán denotar tal circunstancia mediante el uso del Sello Oficial de Garantía, previa autorización de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Para utilizar el Sello Oficial de Garantía es menester contar con lo siguiente:

- un sistema permanente de control de calidad en las diferentes fases del proceso de producción;
- el personal técnico especializado para las actividades de control de calidad;
- verificación sistemática del producto o servicio de conformidad con las especificaciones del mismo; y
- que el producto o servicio cumpla satisfactoriamente las especificaciones correspondientes;

Para el aseguramiento de la calidad durante el proceso de producción, el artículo o servicio deberá haber utilizado lo siguiente:

- equipo suficiente de laboratorio,
- método de prueba apropiado; y
- control estadístico de la producción, en cuanto al cumplimiento de las especificaciones correspondientes.

La Ley especifica que el fabricante o prestador de servicio que obtenga la autorización para utilizar el Sello Oficial de Garantía expresará, por escrito y bajo protesta de decir verdad, que cumplirá con las especificaciones señaladas en la Norma Oficial Mexicana de que se trate en la Ley y en el Reglamento respectivo.

Las comprobaciones de las especificaciones de los productos y servicios que ostenten el Sello Oficial de Garantía se llevarán a cabo mediante una supervisión periódica y regular sobre el producto determinado, la materia prima y las partes o componentes.

Asimismo, se establece que la comprobación se podrá realizar en el laboratorio del fabricante o en el que le preste sus servicios.

Entre los objetivos principales de este sistema destacan los siguientes:

- mejorar la calidad de los productos manufacturados en territorio nacional;
- fomentar y consolidar la preferencia de los productos mexicanos en los mercados interno y externo; e
- inducir a los consumidores hacia la preferencia de productos o servicios que ostenten la contraseña oficial, frente a mercancías de procedencia extranjera

## **Instrumentos para medir**

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que todos los instrumentos de medir que se fabriquen en territorio nacional o que se importen deberán cumplir las Normas Oficiales Mexicanas o con las especificaciones que fije la Secretaría. Asimismo, señala que, en todo caso, el modelo deberá ser presentado previa su comercialización para su ensayo y autorización (autorización única por modelo).

En el mismo aspecto, la Ley indica que los fabricantes, importadores, distribuidores o comerciantes de instrumentos para medir no podrán venderlos, o permitir su uso, sin antes someterlos a verificación inicial, misma que tiene por objeto comprobar que los instrumentos fabricados o importados cumplan con las características técnicas de la autorización de modelo. La razón de lo anterior es que en muchas ocasiones, los instrumentos al ser transportados y estibados sufren desajustes en su mecanismo, alterando las características metroológicas con que se autorizaron.

Otra de las actividades que están encomendadas a la SECOFI es la de publicar en el Diario Oficial de la Federación los calendarios de verificación periódica anual de los instrumentos para medir que se utilizan en las industrias, comercios y servicios. En suma, se pretende verificar los instrumentos que se utilizan en transacciones comerciales, como es el caso de las básculas, bombas para despacho de gasolina, medidores para autotanques de gas y combustibles, dosificadoras y taxímetros, entre otros.

También se pueden realizar verificaciones extraordinarias de instrumentos para medir a petición de parte o porque la Secretaría considere conveniente cerciorarse de que los mismos reúnen los requisitos de norma.

Cuando los instrumentos reúnan las características metroológicas adecuadas, previo pago de derechos, se expedirá un Certificado de Verificación, y se adherirá al instrumento la calcomanía que denote el cumplimiento de la norma en el momento de la comprobación.

En caso contrario, el instrumento se desechará, lo que quiere decir que se impondrán sellos o fajillas que impidan su uso, otorgándose un plazo adecuado para su reparación, una vez realizada ésta, se procederá a verificar por segunda vez el instrumento. Cuando no sea posible la reparación el equipo se inutilizará o se destruirá.

## **Medición obligatoria en transacciones**

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala que en toda transacción comercial, industrial o de servicios que se efectúe a base de cantidad, esta deberá medirse utilizando los instrumentos de medir adecuados, o sea:

- para medir líquidos, los instrumentos tendrán sistemas de medición en volumen (litro);

- para masa, la medición se hará en kilogramos, y
- para distancia, en metros.

Así, se establece que la Secretaría determinará los instrumentos para medir apropiados en razón de las materias objeto de la transacción y de la mayor eficacia de la medición.

Por otra parte. La Ley señala que los instrumentos automáticos que se empleen en el suministro o abastecimiento de agua, gas y energía eléctrica deberán ser propiedad de las autoridades, empresas o personas que proporcionen el servicio, asumiendo éstas la responsabilidad de las condiciones de operación de los instrumentos empleados y su reparación. Para cumplir, están obligados a contar con el equipo patrón necesario para comprobar el grado de precisión de los instrumentos.

Por este servicio de verificación y reparación, la ley indica que no está permitido hacer cobro alguno.

Finalmente, se señala que todos los instrumentos para medir que sirvan de base para transacciones en el comercio deberán estar a la vista del consumidor, a fin de que el público pueda apreciar la operación de la medición.

Por lo que se refiere a la verificación, como ya se mencionó, es competencia de la Dirección General de Normas el constatar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas obligatorias o bien de aquéllas no obligatorias que algunas empresas desean cumplir voluntariamente con la finalidad de ostentar el Sello Oficial de Garantía.

Por esa razón, la Dirección General de Normas ha establecido programas de verificación, que se han realizado de acuerdo a la capacidad de recursos humanos y materiales con que cuenta esta unidad administrativa.

En el mercado nacional se encuentran un sinnúmero de mercancías de origen extranjero, y gran parte de ellas están sujetas al cumplimiento obligatorio de Normas Oficiales Mexicanas, así como otros en los que se cuenta con norma no obligatoria.

Esta situación ha motivado que los programas de verificación se intensifiquen, a fin de procurar que los artículos con norma obligatoria que se comercializan en el país cumplan con las características mínimas de seguridad y calidad establecidas en dichos documentos.

Las labores de verificación se han constituido en un factor de apoyo para la industria, fomentando la calidad de sus productos, ya que las mismas se traducen en una asesoría para el mejoramiento de los sistemas de aseguramiento de la calidad en las empresas. Por otra parte, las labores de verificación permiten conocer la calidad de los artículos nacionales y de importación, con lo cual se promueve la competencia leal entre productos que cuentan con norma obligatoria. Estimamos que el principal beneficiario de estas actividades es el



consumidor, ya que la finalidad es protegerlo para que sus adquisiciones sean óptimas y los bienes que utiliza sean seguros y de calidad

Las labores de verificación que realiza la Dirección General de Normas no dejan de resentir los problemas presupuestales que enfrenta el Ejecutivo Federal, y se ha pensado en la creación y en el establecimiento de una infraestructura que coadyuve a las actividades de verificación, lo cual significa que existan organismos privados autorizados por la Secretaría de Comercio y Fomento industrial para que desarrollen programas de verificación en diferentes ramas industriales y sirvan de base para que la Dirección General de Normas y en general el Gobierno Federal, aplique los sistemas de certificación establecidos.

Estos organismos, denominados Unidades de Verificación, además de coadyuvar en las actividades antes mencionadas, servirán para que el sector privado sea corresponsable de que la calidad de los artículos que se certifican satisfaga las normas e implique un compromiso de éstas ante las autoridades y los consumidores nacionales y extranjeros

La creación de estas Unidades de Verificación está contemplada en el proyecto del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización el cual, después de haber sido concertado con las diferentes cúpulas del sector privado, se encuentran próximo a su publicación por esta secretaria.

Los beneficios de la certificación de la calidad, de acuerdo con el Código y para la prevención de obstáculos técnicos al comercio del exterior radican en los objetivos del mismo, ya que trata de aumentar la eficiencia de la producción y facilitar el comercio internacional.

Los objetivos al adherirse a este código son, entre otros:

- evitar especulaciones innecesarias en el Comercio Exterior,
- asegurar la calidad de las exportaciones;
- proteger la salud y la vida de las personas, animales y el medio ambiente;
- contribuir a la normalización internacional sobre transferencia de tecnología; y
- mejorar la elaboración y aplicación que sobre los sistemas de certificación emplean los países en desarrollo.

Dentro de este último punto se deben mencionar los compromisos de asesoría técnica que los países desarrollados ofrecen en todos los ámbitos de la normalización y específicamente en estos casos, en sistemas de certificación.



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS  
GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECAVICOS

V CONSTRUCCION

ING. MARTINIANO AGUILAR

## V.- CONSTRUCCION

## PLANEACIÓN

### A.- INTRODUCCIÓN

La construcción y montaje de las centrales termoeléctricas, que junto con la ingeniería o diseño, fabricación o adquisiciones y pruebas y puesta en servicio hasta su operación, conforman lo que se conoce con el nombre de "Proyecto", es la parte de éste, cuya misión principal es la realización de los trabajos de montaje y construcción de la planta completa, de acuerdo con la planeación, especificaciones y planos producidos por ingeniería o diseño, hasta la puesta en servicio y operación comercial. Las principales funciones de construcción y montaje, como se indicó en el capítulo I, son las siguientes:

- Planeación de la construcción y montaje, facilidades temporales, equipos de construcción, mano de obra, etc.
- Organización y dirección de la construcción y montaje.
- Ejecución de la construcción y montaje.
- Secuencia y programación del trabajo de construcción.
- Ingeniería de campo.
- Supervisión de campo.
- Métodos y procedimientos de construcción.
- Control de calidad, costos y programas.
- Adquisiciones de campo y control de materiales.
- Seguridad, higiene, primeros auxilios, servicios médicos y protección contra-incendio.
- Gestión de la construcción y montaje.
- Programas de entrenamiento.
- Ejecución de las facilidades de campo.
- Apoyo a puesta en servicio.

Las bases para la planeación de la construcción y montaje, se efectúa en forma general, en la etapa de ingeniería o diseño, en donde se establecen los programas, presupuestos, etc., de la obra, tanto en el Programa Integrado del Proyecto como en el Plan del Proyecto, sin embargo, el personal de construcción y montaje debe intervenir adicionalmente en los siguientes aspectos de planeación:

- Planeación de las facilidades temporales de construcción,
- Planeación de la construcción (accesos y sistemas de construcción y montaje)

Este capítulo de la construcción y montaje de una central termoeléctrica, se desarrolla en la siguiente forma.

- 1 Planeación (de la construcción)
- 2 Organización
- 3 Facilidades temporales de construcción
- 4 Desarrollo del sitio y movimiento de tierra
- 5 Obra civil
- 6 Instalación de equipos
- 7 Instalación de la caldera
8. Instalación de tubería e instrumentación
- 9 Instalación del turbogenerador y auxiliares
10. Instalación del sistema eléctrico e instrumentación
- 11 Instalación del balance de planta
- 12 Control

A continuación se analizan los principales factores que se consideran en la planeación:

## **B.- NATURALEZA DEL SITIO**

Para la preparación del programa de construcción, es muy importante considerar el efecto de la localización geográfica del sitio sobre los trabajos de construcción, por lo que, se recomienda que tanto las responsabilidades de construcción como los programadores efectúen una visita previa al sitio; la información más importante que debe recabarse en ésta etapa es la siguiente:

- número promedio de días de lluvia
- condiciones del suelo
- condiciones del agua (nivel freático)

Los días de lluvia que se esperen tener, deben ser agregados al margen por imprevistos en el programa de construcción en las actividades que afecte.

El tipo de suelo del sitio, tiene influencia sobre las excavaciones, cimentaciones y compactación de rellenos principalmente.

El nivel freático del agua, tiene influencia en el programa de excavaciones por el tiempo necesario para desaguar el sitio.

Tanto los caminos de acceso interiores como exteriores, deben diseñarse para soportar las cargas y volumen de tráfico esperado durante construcción y operación; los caminos interiores de construcción deben seguir el patrón de arreglo de los caminos definitivos con objeto de que, tan pronto como sea posible se termine su superficie.

Las facilidades de construcción deben tener al alcance, tamaño, arreglo y calidad, de acuerdo a lo definido en la sección 3, considerando además los patrones de flujo de personal y materiales y una zona de un perímetro de unos 2 m adyacente a las estructuras, que se reserva para los materiales y maniobras necesarias para la continuación de las operaciones.

### C.- MODELOS

Los modelos son una herramienta muy valiosa, en la planeación de la construcción; los tipos de modelo que se emplean para este propósito son los siguientes.

- modelos de secuencias del sitio
- modelos de secuencia de edificios
- modelos de diseño preliminares
- modelos de diseño definitivos

### D.- REVISIÓN DEL DISEÑO

El objetivo de la revisión del diseño por parte del personal de construcción es el de asegurar la constructibilidad del diseño a un costo razonable; los documentos que se revisan son los siguientes:

- criterios de diseño
- reporte ambiental
- especificaciones
- planos de fabricantes (en algunos casos)
- estudios de ingeniería
- métodos de identificación de materiales y componentes
- planos para asegurarse que todas las partes de la planta son accesibles
- selección de "carretes"
- localización de juntas de construcción
- pruebas de construcción
- localización de puntos de lavado y de soplado
- localización de rutas para equipo mecánico
- identificación de rutas para equipo mecánico
- localización de válvulas e instrumentos
- fechas para envío de materiales de acuerdo con los requerimientos del programa
- prefabricación. Cuando se identifica temprano en el diseño son posibles muchas alternativas, pero cuando el diseño está muy avanzado la prefabricación es limitada y ya no se tienen las ventajas de simplificación de trabajos posteriormente en el sitio; la prefabricación es posible en equipos (modular), varillas de acero de refuerzo, charolas de cables, soportes, bancos de ductos, registros de hombre, bastidores de instrumentos y módulos de tubería.

## E.- MANO DE OBRA

Dentro de la planeación de construcción, debe determinarse si existe suficiente mano de obra en la región para llevar a cabo esta, y en caso contrario establecer un programa de reclutamiento y/o entrenamiento de personal, la mano de obra requerida para la construcción y montaje puede ser agrupada en dos categorías

- personal manual (obreros)
- personal no-manual

Del personal manual, se ha encontrado tradicionalmente escasez de soldadores calificados para el montaje de tubería, por lo que, se recomienda establecer un programa de entrenamiento especial para estos trabajadores. Aún cuando el personal para las obras es controlado por el mismo Sindicato de la Comisión Federal de Electricidad, se deberá establecer previamente para cada caso, los tabuladores de sueldos y los procedimientos de contratación y de terminación de las relaciones laborales.

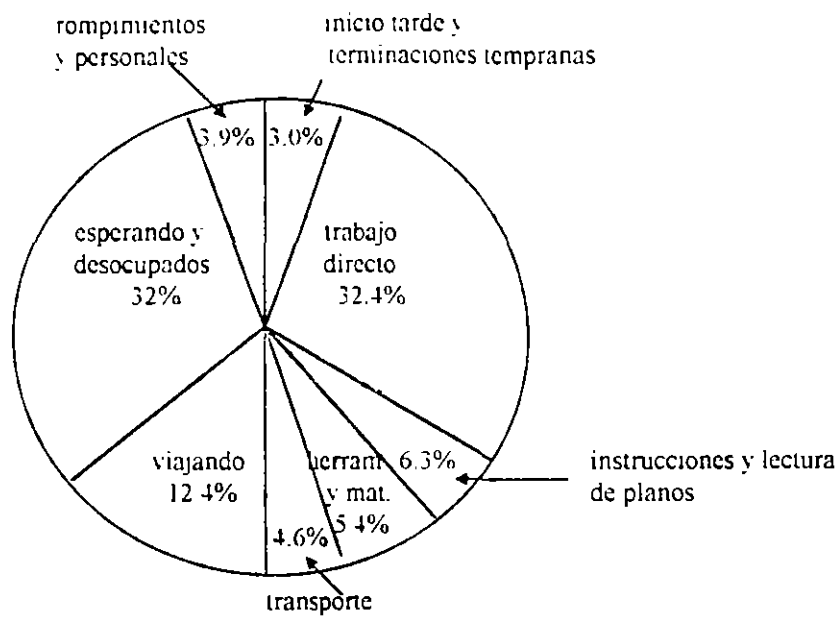
Los requerimientos de personal manual varían en general con los siguientes factores:

- localización geográfica
- una unidad o dos unidades
- complejidad del diseño
- grado de prefabricación y sub-ensamble
- productividad

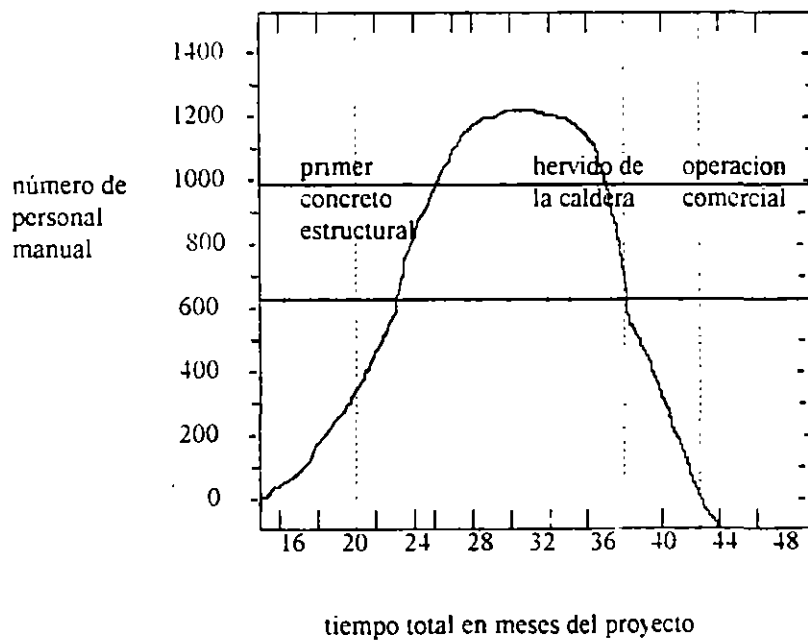
Es de mucha importancia tener programas para el mejoramiento de la productividad, ya que por la naturaleza del trabajo ésta es normalmente baja y el costo de la mano de obra del personal manual es del 20 al 25% del costo directo de capital de la planta; en la Fig. 1, se muestran los resultados de muestreos de trabajo (cuando se han realizado), observándose que el tiempo empleado en el trabajo directo es el 32% del total. La forma de ahorrar tiempo en forma significativa (sin necesidad de aceleraciones) para aplicarse al trabajo directo es mediante mejor supervisión, mejoramiento de la logística y una gestión más efectiva del trabajo; deberán hacerse esfuerzos para motivar al personal haciendo que se sientan como una parte importante de la propia compañía constructora.

La proyección del personal manual requerido con razonable aproximación puede hacerse cuando se tiene terminado un 65% de la ingeniería y se conocen los siguientes datos:

- m<sup>3</sup> de concreto
- toneladas de acero estructural
- m. lineales de tubería
- m. lineales de charolas
- m. lineales de conduits
- m. lineales de cables
- listas completas de equipos



**FIG. 1. RESULTADOS DE MUESTREOS NORMALES DE PRODUCTIVIDAD**



**FIG. 2. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL PARA CONSTRUCCION**



La productividad ( $h-h/m^3$ ) en los trabajos de concreto, es función de variables como el tamaño y accesibilidad de los colados, grado de congestionamiento durante los trabajos, extensión del relleno y precolado del concreto empleado, así como del método de transportación del concreto

La variación en la productividad ( $h-h/t$ ) en los trabajos de acero estructural, se debe a los diferentes requerimientos de soldadura y/o atornillado, extensión de las placas base, secuencia de construcción, así como los requerimientos de descarga y almacenamiento.

La relación de salarios que se paga al personal de acuerdo con su categoría es la siguiente:

- maestros adiestrados, hábiles	25%
- ayudantes de varias categorías (1a 2a 3a)	45%
- peones	30%

En adición al personal manual anterior, se requiere de varios grupos de personal no manual para realizar principalmente las siguientes funciones:

- supervisión directa de los trabajos
- ingeniería de campo
- adquisiciones de campo
- control de calidad
- ingeniería de costos, programación
- contabilidad y finanzas
- relaciones laborales, protección y seguridad
- administración (de contratos, nómina, etc.)

El número de empleados no manuales requeridos para realizar estas funciones varía de una obra a otra, pero en general se encuentra entre un 10 y un 20% del personal manual

En la Fig. 2, se muestran los requerimientos de personal manual y no manual durante el desarrollo de la construcción.

## **F.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS**

El tipo de equipo de construcción empleado depende de varios factores como el acceso y localización del sitio, arreglo y tipo de edificios, el grado de prefabricación, el peso de los principales componentes que haya que levantar, el volumen de obra, etc. El uso de herramientas apropiadas promueve la eficiencia y la alta productividad, además de que se requiere el empleo de algunas herramientas y equipos para seguridad del personal.

El tipo de equipo de construcción varía según las etapas de construcción, empleándose equipos para movimiento de tierra (excavaciones, rellenos, etc.), equipo de levantamiento pesado, equipo para manejo de materiales y herramientas de diferentes tipos; las etapas de construcción, pueden clasificarse en la siguiente forma

- obras temporales
- movimiento de tierra
- obra civil
- montaje de equipo permanente

Los edificios y facilidades temporales se describen en la sección 3 y el equipo empleado es en algunos casos similar al que se indicará para el movimiento de tierras que se efectúa simultáneamente

El movimiento de tierra puede ser dividido básicamente en los siguientes tipos:

- excavación y relleno para la pendiente del sitio
- excavación y relleno para el drenaje del sitio
- excavación y relleno de las cimentaciones de las principales estructuras
- excavación y relleno para el drenaje de las principales estructuras
- excavación y relleno de las cimentaciones de las estructuras auxiliares
- caminos de acceso permanentes, pendiente final del sitio y limpieza

Para la planeación del movimiento de tierra es necesario considerar los siguientes aspectos: cantidad de material a ser excavado, programa de tiempo para la excavación y lugar donde se colocará el material excavado.

Los equipos empleados normalmente en las obras temporales y en el movimiento de tierra son los siguientes:

- bulldozers o tractores de orugas
- escarpas o motoconformadores
- compactadores o aplanadoras
- grúas ligeras
- camiones con cargador (hiab)
- palas tipo hidráulica para excavación
- dragas

La obra civil incluye las actividades necesarias para la construcción y/o montaje de todos los edificios y estructuras que están compuestas de concreto estructural y/o acero estructural; también se incluye en la obra civil el tratamiento arquitectónico exterior e interior de los edificios.

Las variables que afectan la selección del equipo para la construcción de la obra civil, son las siguientes

- configuración física de la planta
- tamaño de la planta (una o varias unidades)
- condiciones de cimentación
- accesibilidad a las estructuras
- diseño de la planta
- programa de construcción
- preferencias del cliente

Adicionalmente, se tienen requerimientos de equipo para manejo de materiales, empleándose diversos tipos como camionetas (pick ups), camiones de plataforma, de volteo y con malacates, plataformas de ferrocarril (cuando exista este), etc. Es muy conveniente que se dejen aperturas en los edificios y estructuras para que este equipo pueda penetrar a descargar.

Los trabajos de montaje de equipo permanente incluyen todas las actividades desde la llegada del equipo y materiales, su almacenamiento, mantenimiento, manejo, montaje, ajuste y conservación hasta la puesta en servicio y entrega a operación.

El costo del equipo de construcción y manejo de materiales para las obras de una central termoeléctrica o su equivalente en renta, es de aproximadamente el 20% del total del costo de los salarios del personal manual.

El costo de las herramientas pequeñas para trabajo, protección y los consumibles como seguetas, limas, etc., es aproximadamente la mitad (50%) del costo del equipo para construcción y manejo de materiales.

## **H.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRATIVOS**

Durante la etapa de planeación de la construcción, deberán establecerse los procedimientos necesarios para la construcción y funcionamiento de las operaciones requeridas; estos procedimientos pueden clasificarse en:

- procedimientos de construcción
- procedimientos administrativos

Los procedimientos de construcción pueden dividirse en procedimientos de calidad y de no-calidad. La mayor parte del contenido de los procedimientos de calidad se toma de las especificaciones y de los planos de ingeniería, y se refieren a la instalación de varios componentes tanto normales como tubería, cables, etc., como a actividades claves como el montaje del domo del generador de vapor, el montaje del estator del generador, etc. a continuación se mencionan ejemplos típicos de procedimientos de calidad

- control de campo de los documentos de diseño del proyecto
- mantenimiento de materiales y equipos
- requisiciones de campo de materiales
- aprobación y control de diseño de campo
- seguridad de la planta
- operaciones de concreto
- tensionado de retenidas
- maniobras para izaje
- instalación de cimbras
- habilitación y colocación de acero de refuerzo
- instalación de conductos eléctricos
- instalación de buces ducto eléctricos
- instalación de centros de control de motores
- instalación de motores eléctricos
- alineamiento de la transmisión de equipo rotatorio
- instalación de tubería grande y pequeña
- instalación de supresores de choque hidráulicos
- instalación de equipo rotatorio

Los procedimientos de construcción del área de no-calidad, se refieren a partes como procedimientos de oficina, procedimientos de almacén, procedimientos de reclamaciones, etc.

Los procedimientos administrativos, se refieren a la dirección de problemas relacionados principalmente con:

- administración de personal
- control de materiales
- protección
- seguridad
- prevención y lucha contra incendios
- emergencias
- administración
- cumplimiento ambiental

Administración de personal. Antes de la contratación de cualquier personal manual, deberán establecerse los siguientes aspectos, mediante juntas previas y la firma del contrato colectivo con el Sindicato con derechos sobre la materia de trabajo:

- horario de trabajo
- tabulador de sueldos
- reglamento de trabajo
- procedimientos de contratación
- procedimiento de disputas jurisdicciones

Control de materiales. Deberán establecerse procedimientos para las requisiciones, compras, expeditación, recibo, almacenamiento y pago de los materiales y suministros; el sistema puede ser manual o computarizado de acuerdo con el tamaño del proyecto.

Protección. Se deberá establecer un programa de protección al personal, que debe funcionar desde el primer día de la obra (movilización al sitio) y que deberá incluir lo siguiente:

- facilidades para el tratamiento de daños, que debe estar localizados convenientemente y con los suministros necesarios.
- personal para suministrar primeros auxilios con vehículos adecuado para transportar al personal dañado con el doctor o al hospital.
- contactos con grupos locales (rescate, bomberos, etc.), para auxilio en caso de emergencia en el sitio de trabajo.
- programa de prevención de accidentes, mediante educación e inspección de la fuerza de trabajo.
- los registros que requieran ser mantenidos; deberán estar de acuerdo con el EMSS, la Ley Federal de Trabajo y compañías de seguros.

Seguridad. El programa de seguridad deberá coordinarse con las fuerzas de seguridad tanto locales como federales y ser suficientemente flexible para adaptarse a las diferentes etapas del proyecto; el programa deberá incluir lo siguiente:

- procedimientos de emergencia para:
  - a - desastres naturales
  - b.- accidentes
  - c.- disputas civiles y/o laborales
  - d.- amenazas de bombas
- procedimientos para el control de personal y suministro de materiales
- bardas apropiadas
- límites naturales
- alumbrado
- equipo de comunicación móvil para los guardias
- patrullas y cualquier otro equipo necesario para alcanzar los objetivos del programa de seguridad.

**Prevención y lucha contra-incendio** El programa de prevención y lucha contra incendios deberá estar de acuerdo con lo establecido por la Secretaría de Trabajo y Prevención Social (STPS), realizando inspecciones periódicas y contando con una brigada para combatir el fuego, se deberá tener un sistema de protección contra-incendio disponible hasta que el sistema definitivo se encuentre instalado, probado y puesto en servicio

Otros procedimientos que deben establecerse son los siguientes

- procedimientos administrativos para la correspondencia
- procedimientos administrativos para las comunicaciones
- procedimientos administrativos para el archivo
- procedimientos para el control del flujo de personal y tráfico durante los cambios de turnos
- procedimientos para monitorear las actividades de construcción con objeto de que no violen los acuerdos de protección ambiental

## **I.- LICENCIAS Y PERMISO**

Las actividades que normalmente requieren permisos para llevarse a cabo y que deben incluirse en la etapa de planeación para efectuarlas en la parte temprana del proyecto, son las siguientes:

- descargas de efluentes de plantas de tratamientos de aguas
- suministro de agua potable
- almacenamiento de combustible
- disposición de desechos sólidos
- entronques a carreteras o a ferrocarriles
- plan de protección contra-incendio
- señalización de chimeneas y estructuras altas y revisión por seguridad con relación a la altura
- cambios o peligros a la navegación

Las variables típicas que deben determinarse para la obtención de los permisos y licencias, son los siguientes:

- arreglo de conjunto, incluyendo las áreas para construcción
- sistema de enfriamiento
- fuente de combustible
- sistemas de desulfurización y limpieza de gases
- sistema de manejo de cenizas
- áreas para disposición de lodos y cenizas
- diseño y localización de las estructuras de entrada y descarga de agua
- sistema de manejo de carbón
- sistema de tratamiento químico

- balance total de agua del proyecto
- balance total de calor del proyecto
- procedimiento de construcción, incluyendo el control de avenidas
- rutas de líneas de transmisión
- caminos de acceso

## ORGANIZACIÓN

### A.- GENERAL

La construcción de una Planta Termoeléctrica o Industrial grande es un empresa compleja que requiere de una organización apropiada para operar eficientemente, necesitándose la experiencia de mucha gente y departamentos para dirigir principalmente los siguientes aspectos:

- Esfuerzos de construcción
- Proporcionar expertos de ingeniería
- Adquisición de materiales
- Monitorear costos
- Otros (protección, seguridad, etc.)

La complejidad del proyecto se refleja en la organización en el sitio que debe desarrollarse para soportar el trabajo.

Un plan de organización apropiado debe incluir lo siguiente:

- Establecer las relaciones que integran y coordinan las actividades de grupos y/o persona en el proceso
- Reducir la confusión
- Reducir la duplicación de esfuerzos
- Reducir la fricción entre el personal

Adicionalmente deberán atenderse los efectos laterales de las organizaciones grandes como por ejemplo.

- Necesidades de comunicación
- Entrenamiento, Capacitación
- Desarrollo de supervisores
- Identificación de empleados
- Motivación

Las áreas de expertos se organizan en grupos funcionales que colectivamente comprenden la organización del proyecto, dividida en los dos niveles siguientes:

- Un equipo de la organización del proyecto, que dirige el esfuerzo total del proyecto desde las oficinas centrales.
- Organización de la construcción en el campo que dirige las actividades en el sitio.



Las comunicaciones oportunas entre las oficinas y el campo y a todos los niveles son vitales para la terminación satisfactoria del proyecto, ya que las acciones de un grupo no son independientes de los otros grupos.

Para el desarrollo de las organizaciones del proyecto y del sitio, se pueden aplicar los dos siguientes tipos de esquemas:

- Organización centralizada o piramidal
- Organización matricial

La organización centralizada o piramidal es una estructura lineal que también se conoce como organización vertical y es muy efectiva para pequeños proyectos de construcción; en proyectos grandes tiene la desventaja de que no mejora las comunicaciones entre los grupos funcionales (dirección horizontal), que es vital para la terminación oportuna del proyecto. En la organización centralizada, normalmente coinciden los siguientes aspectos:

- Líneas de comunicación
  - Dirección técnica
- Dirección administrativa
- Guía técnica
- Dirección del proyecto
- Coordinación

En los proyectos grandes es preferible la organización matricial, que está basada en el concepto de equipo, de hacer trabajar a diferentes especialistas en un aspecto particular en un proyecto, en el que cada miembro del equipo responde a más de un supervisor, por ejemplo, a uno por la dirección técnica y administrativa, a otro por la guía técnica, a otro por la dirección del proyecto, etc., por lo que, las líneas de autoridad son tanto verticales como horizontales.

La gestión en la organización matricial es más difícil que la gestión en la organización centralizada o piramidal, siendo esencial una comprensión total de la organización, para asegurarse que el trabajo se realiza de una manera eficiente; en la realidad, la mayoría de las estructuras de organización son una combinación de ambos tipos, especialmente la organización en el sitio.

En la Fig. 1 y 2, muestran las estructuras de organización típicas en el sitio y en las oficinas respectivamente.

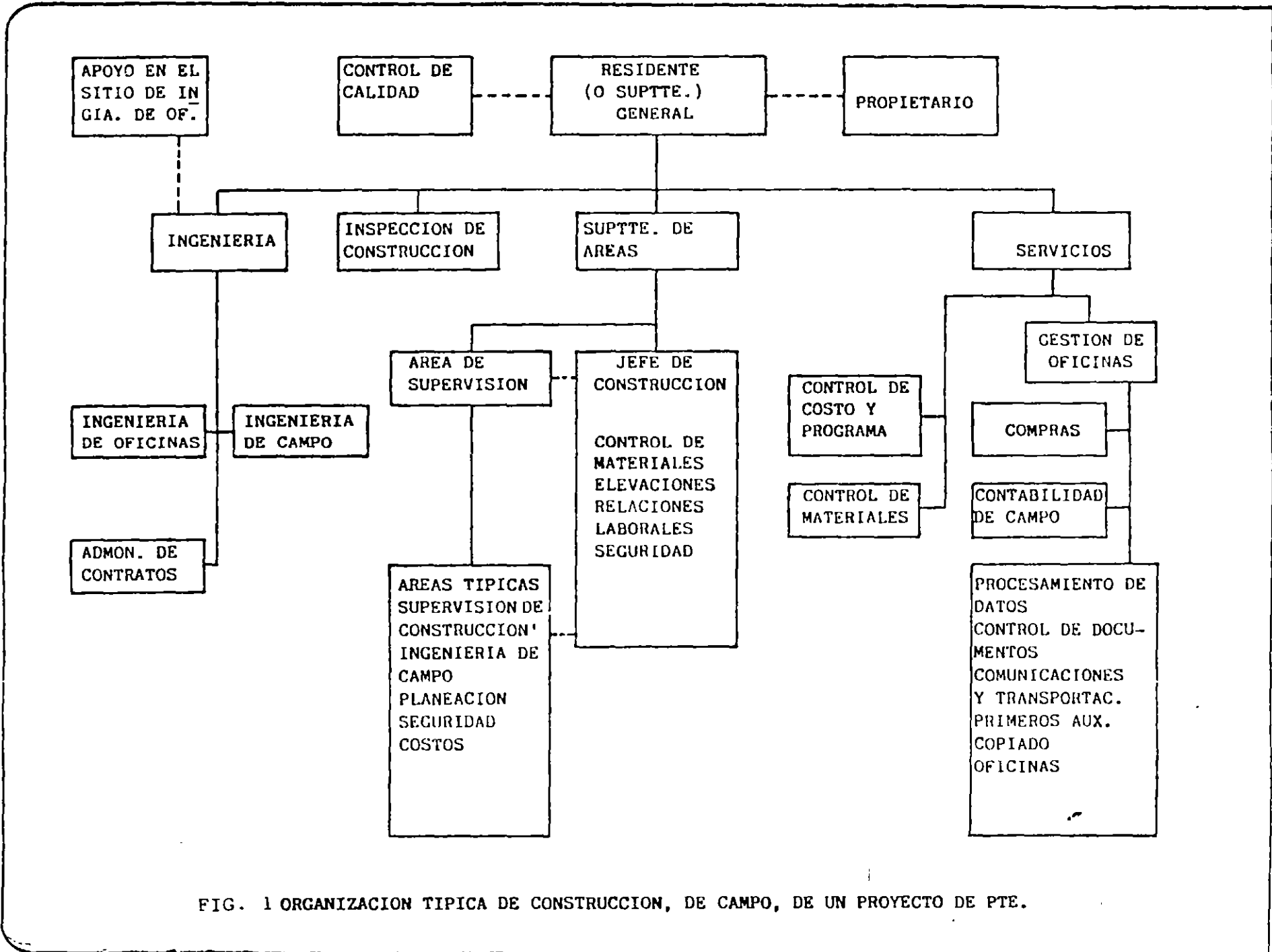


FIG. 1 ORGANIZACION TIPICA DE CONSTRUCCION, DE CAMPO, DE UN PROYECTO DE PTE.

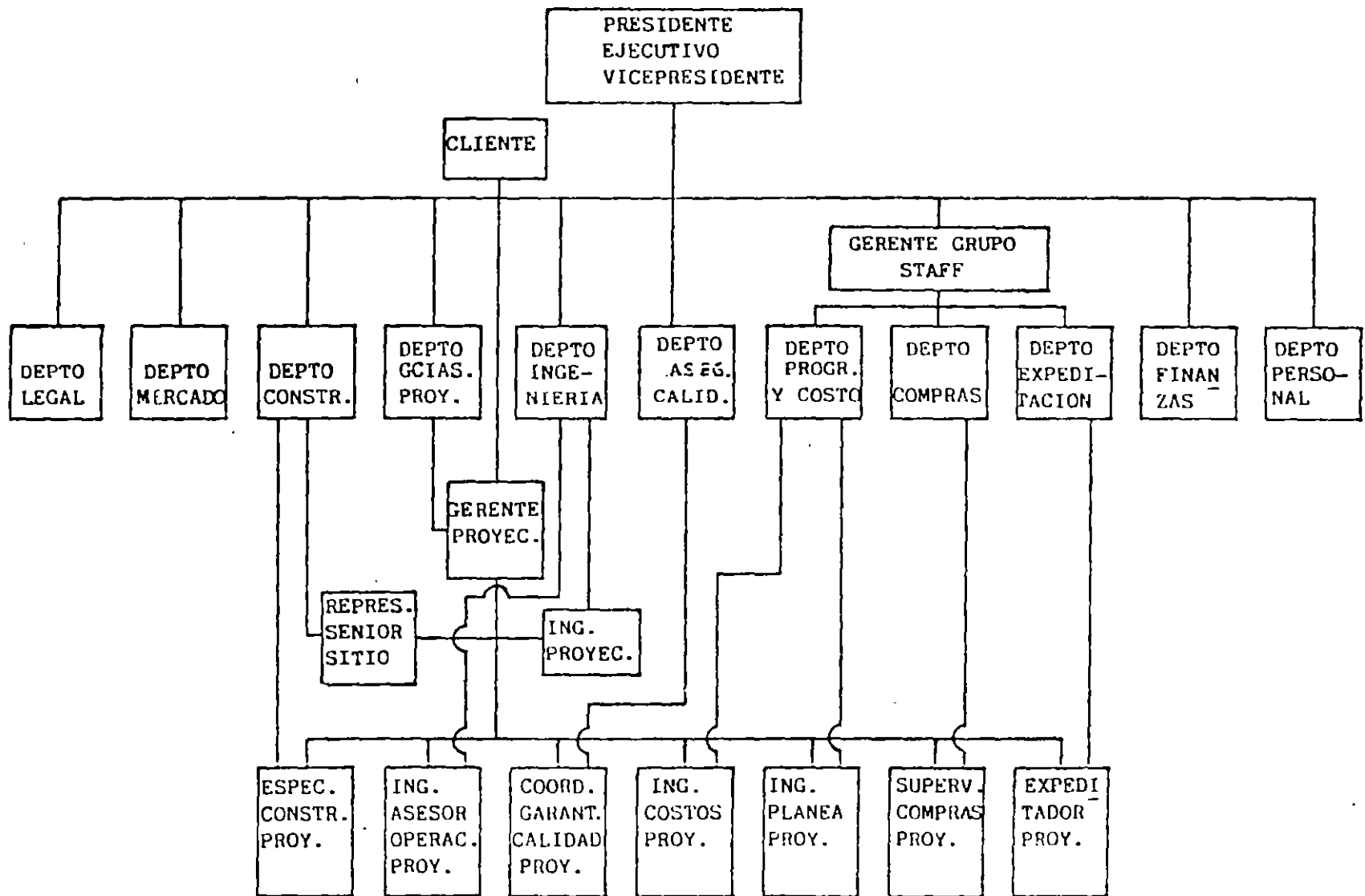


FIG. 2 INTERRELACIONES FUNCIONALES Y DE PROYECTO DE UNA FIRMA DE INGENIERIA CONSTRUCCION.

## B.- GRUPOS FUNCIONALES

Los grupos funcionales en la organización del sitio, incluyen la supervisión de campo, ingeniería de campo, administración de contratos (de campo), costos, programación, abastecimientos, finanzas, contabilidad, relaciones laborales, protección y seguridad; las responsabilidades de estos grupos funcionales son en general las siguientes:

### Supervisión de campo

- Dirección del trabajo de los obreros en la construcción.
- Planeación de los requerimientos diarios de personal, herramientas, equipos y materiales.
- Planeación a largo plazo de la construcción para cumplir con los programas generales del proyecto.
- Calidad y costo de trabajo.

### Ingeniería de campo

- Asegurar que el trabajo se realice de acuerdo con los planos y especificaciones de ingeniería.
- Proporcionar guía técnica.
- Interpretar planos y especificaciones.
- Solucionar problemas de ingeniería durante la construcción.
- Verificación de la disponibilidad de equipos y materiales.
- Requisar materiales de adquisición en el campo.
- Inspeccionar y examinar trabajos de construcción.
- Inspeccionar los equipos y materiales al recibirse en el sitio.
- Verificar la cantidad de materiales instalado.
- Realizar pruebas de construcción.
- Entregar los equipos, estructuras y sistemas al grupo de puesta en servicio.

### Administración de contratos

- Monitorear el avance del trabajo de los contratistas y subcontratistas.
- Coordinar las fuerzas de trabajo de los subcontratistas.
- Verificar las cantidades de trabajo ejecutado y las estimaciones o facturas de pago.
- Negociar los cambios de trabajo y los trabajos extras.

### Control de calidad

- Verificación, inspección y documentación de las partes clasificadas como de calidad, que son esenciales para el paro seguro de la planta en caso de accidente.
- Preparación de la documentación de control de calidad en el sitio.
- Mantenimiento de los archivos de control de calidad, de acuerdo con el programa del proyecto.
- Investigación de los programas de control de calidad de los subcontratistas
- Monitorear el trabajo de los laboratorios de pruebas.

### Programa y costos

- Preparación detallada de los planes, programas y presupuestos de construcción de todos los trabajos del sitio, en estrecha coordinación con los ingenieros y superintendentes de campo, desarrollándose los programas en todos los niveles apropiados de detalle
- Monitorear y reportar el avance del trabajo, así como actualizar continuamente los programas
- Reportar al superintendente general de construcción, las desviaciones de los planes
- Monitorear y reportar todos los costos de las instalaciones de campo.
- Preparación de los pronósticos de campo, que son realmente reestimaciones periódicas del costo del proyecto.
- Reportar las tendencias de los costos.
- Realizar estudios de métodos alternativos de construcción para determinar si hay ventajas significativas en costos y/o programas.

### Adquisiciones

- Es responsable de las compras, expedición, inspección y tráfico de todos los materiales, equipos y servicios requisitados en el campo.
- Recibir, almacenar y emitir todos los materiales.
- Adjudicar las órdenes de compra en el campo.

### Finanzas y contabilidad

- Tomaduría de tiempo y preparación de la nómina.
- Las funciones generales de contabilidad incluyen el mantenimiento de:
  - a.- Documentos pagables del proyecto (cuentas a pagar)
  - b.- Cuentas a cobrar
  - c.- Cuenta de compromisos en libros
  - d.- Pago a vendedores y subcontratistas.
- Mantener los niveles de costos y compromisos, de acuerdo con el código de contabilidad de costos.
- Proporcionar al personal no-manual, servicio de relaciones de empleados.

## C.- SERVICIOS DE APOYO

Para la gestión de campo, el superintendente de construcción debe contar con los siguientes servicios de apoyo.

- a - Contabilidad de construcción. Su función primaria es monitorear, registrar y reportar todos los costos asociados al proyecto, con los siguientes objetivos:
  - Requerir el desembolso de fondos para pagos de facturas
  - Desarrollar registros de la planta cuando se complete el proyecto
  - Proporcionar gestión administrativa del trabajo en el sitio
  
- b - Control de materiales y compras de campo. Comprende el desarrollo de un sistema, para la dirección de los materiales del proyecto, con procedimientos que incluyen la verificación de todos los suministros y el mantenimiento de todos los registros y cuentas apropiadas en las siguientes etapas:
  - Recepción
  - Inspección
  - Almacenamiento
  - Distribución

Deberán listarse todas las asignaciones al almacén por un sistema de control de materiales, documentarse todas las recepciones y las condiciones de los materiales, anotando las faltantes o anomalías para iniciar las reclamaciones en la forma requerida.

Se debe desarrollar un plan de mantenimiento interior y exterior considerando la secuencia de embarques, prioridades de construcción, mantenimiento de la integridad de materiales y equipos, así como su seguridad.

Todas las compras de campo, deberán hacerse de acuerdo con los procedimientos de requisiciones y compras establecidas, que en ocasiones incluye la solicitud y análisis de ofertas o cotizaciones.

c.- Sistemas de apoyo de computadoras

d.- Planeación y programación

e - Ingeniería de costos - Es esencial para establecer un programa financiero efectivo, proporcionar información de pronósticos de flujo de caja y de costo total probable del proyecto. que incluye lo siguiente

- Estimación de orden de magnitud
- Estimación detallada preliminar
- Estimación para control o de presupuesto
- Formación de un programa de costos durante la preconstrucción y desarrollo de un código de cuentas
- Monitoreo y control de costos
- Control de costos de construcción de campo, con las siguientes responsabilidades principales:
  - Codificación para el control de costos
  - Pronósticos de flujo de caja
  - Curvas de h-h y de cantidades
  - Otros como, preparación de estimaciones de contratos de trabajo, revisión de solicitudes de trabajos extras, estudios de costos para trabajos especiales, etc.

f.- Relaciones laborales. Las relaciones laborales satisfactorias, son esenciales para el éxito del proyecto y el personal en estas funciones debe asumir su responsabilidad en una forma profesional, resolviendo los conflictos de intereses y manteniendo la armonía en el proyecto; las actividades de los especialistas de apoyo en el campo en relaciones laborales son las siguientes:

- Mantenimiento de completa familiaridad de la situación laboral local.
- Proporcionar guía y asistencia a la superintendencia de construcción, contratistas y subcontratistas.
- Hacer cumplir los acuerdos laborales, incluyendo las reglas de trabajo y las prácticas de seguridad.
- Mantener las mejores relaciones posibles con el sindicato.
- Mantener abiertos todo el tiempo los canales de comunicación, por medio de programación periódica de labores y de justas directivas.
- Asegurarse que se asigne apropiadamente el trabajo, con objeto de evitar problemas jurisdiccionales.
- Manejo apropiado y rápido de los problemas de trabajo, en el sitio.
- Auxiliar en asegurar el suministro de los requerimientos de personal.
- Detectar y solucionar condiciones onerosas de trabajo.

g.- Seguridad e higiene. En todos los proyectos, deberá establecerse un programa de seguridad y prevención de accidentes, con los siguientes objetivos

- Proteger la salud y seguridad de los trabajadores
- Evitar condiciones inseguras de trabajo que producen comportamiento ineficiente y baja productividad
- Evitar gastos por lesiones y accidentes, así como los costos ocultos asociados con accidentes, que afectan seriamente el costo total y la terminación satisfactoria del proyecto.

Un programa típico de seguridad, manejado por una comisión mixta o comité de sindicato y empresa bajo la responsabilidad del superintendente de construcción, deberá incluir lo siguiente:

- Un representante calificado de seguridad, de tiempo completo.
- Facilidades adecuadas de primeros auxilios, atendidas por una enfermera, disponibilidad de ambulancia y arreglos con servicios de hospital o sanatorio.
- Inspección de seguridad semanal, por el Ing. de Seguridad antes de las juntas del comité.
- Un comité mixto de seguridad compuesto por representantes del sindicato y supervisores de la empresa, dirigido por el Ing. de Seguridad, que sesione semanalmente para analizar y discutir los reportes y accidentes - Se deben hacer planes para corregir condiciones inseguras y prácticas no cubiertas.
- Deberán establecerse juntas breves de sobre estantes con sus cuadrillas para discutir la operación segura y cualquier otro problema específico de seguridad.
- Se deberán dar instrucciones de seguridad a todos los trabajadores nuevos, como parte de su entrenamiento.
- Deberán proveerse en la forma requerida, los dispositivos diseñados para protección de daños como cascos, protectores de ojos, cinturones de seguridad y otro equipo de protección similar.
- Deberán suministrarse publicaciones de seguridad como posters.
- Deberán efectuarse visitas periódicas del personal de seguridad de oficinas centrales para evaluar la efectividad del programa.
- Deberán ser entrenados los supervisores del proyecto, en primeros auxilios de emergencia.
- Deberán mantenerse reportes completos de todos los casos de daños, investigación de accidentes y estadísticas de seguridad.
- Deberán hacerse cumplir rigidamente las reglas y regulaciones de seguridad del proyecto.
- deberá desarrollarse un programa de protección y prevención de incendios.



h - Protección. Deberá desarrollarse un programa para salvaguardar los materiales, que incluye la instalación de equipo de protección en forma apropiada, durante la construcción y que apoye las operaciones de salvaguarda, después de que la planta ha entrado en operación comercial, este programa se inicia desde la etapa de diseño y deben evaluarse la proximidad a la policía local, las organizaciones de lucha contra-incendio y otras características físicas que afecten la implementación del programa de protección. Algunos de los medios y equipos del programa de protección son los siguientes:

- Bardas perimetrales permanentes y temporales.
- Alumbrado de protección, permanente y para inhibir el robo de materiales de construcción.
- Dispositivos de detección de intrusos, apropiados de acuerdo con el estado de construcción
- Puestas de acceso y estaciones de vigilancia, localizadas para proporcionar máxima protección y control
- Alarmas de detección automático o manual, para el control de iluminación en áreas específicas dentro del perímetro de construcción.
- Red de comunicación con un punto central de control.
- Deberán instalarse señales de seguridad, listando datos pertinentes relativos a accesos y asistencia.

Programa de patrullas de protección.

#### **D.- RESPONSABILIDAD DE LA GESTIÓN EN EL CAMPO**

Las responsabilidades se asignan a las diversas posiciones dentro de la estructura de la organización, para alinear la autoridad y responsabilidad con las funciones que están siendo realizadas. Los títulos de los trabajos individuales y la delineación de responsabilidades, varían de una compañía a otra y de un proyecto a otro, sin embargo, los que se dan a continuación son típicos.

##### Superintendente General de Construcción (en el sitio)

- Reporta al (o Gerente de Proyecto), en materia que afecta al costo, programa y comportamiento del proyecto.
- Recibe dirección del Coordinador Ejecutivo.
- Recibe soporte administrativo del Coordinador Ejecutivo.
- Es el responsable del seguimiento de todos los trabajos en el sitio, incluyendo la supervisión de todo el personal de campo (con excepción de control de calidad y garantía de calidad).
- Dirige las actividades de construcción para asegurarse que el trabajo se hace de acuerdo con los planos y especificaciones y que cumple con los requerimientos de los códigos y regulaciones aplicables.
- Es responsable del apego al presupuesto y requerimientos del programa del proyecto

- Es responsable de las relaciones laborales, protección y seguridad.
- Tiene la decisión final sobre
  - a - Contratación de empleados manuales y no-manuales.
  - b - Terminación de relaciones de trabajo de empleados manuales y no-manuales.
  - c - Asignación de jurisdicción.
  - d - Acciones de salarios
- Coopera con grupos externos como subcontratistas, vendedores, inspectores, auditores, grupos laborales, etc., en la solución de problemas en el sitio.

#### Auxiliar del Superintendente General de Construcción

- Reporta al Superintendente General de Construcción.
- Es responsable de la supervisión directa de las actividades de construcción requeridas para completar el proyecto en programa y dentro del presupuesto.
- Establece los estándares de calidad.

#### Ingeniero de control de calidad

- Coordina su trabajo con el Superintendente General de Construcción.
- Reporta y recibe soporte técnico y administrativo del Jefe de Ingenieros de control de calidad de la oficina matriz.
- Dirige a los grupos de control de calidad en el campo.
- Dirige el programa de las verificaciones de control de calidad en el campo, de acuerdo con los estándares de la compañía, del cliente y de los requerimientos de las agencias regulatorias.
- Tiene la autorización para parar cualquier trabajo o parte de éste si la calidad del trabajo es cuestionable.

### **E.- RESPONSABILIDADES DE LA SUPERVISIÓN DE OBREROS**

#### Sobrestante General

- Aplica su experiencia y conocimientos en el trabajo para dirigir a los oficiales bajo su mando.
- Organiza a los trabajadores en una fuerza efectiva de trabajo.
- Recibe dirección de los superintendentes, sobre el trabajo que debe ser realizado y la fecha en que debe ser terminado.
- Divide el trabajo en tareas específicas y asigna éste a las cuadrillas

### Sobrestantes

- Reciben dirección del sobrestante general, sobre las tareas específicas.
- Movilizan sus cuadrillas para realizar el trabajo.
- Es responsable de que el trabajo se realice de acuerdo con una buena práctica y de que se obtengan los estándares de producción

### Delegado Sindical

- Monitorea los derechos de los trabajadores, de acuerdo con las regulaciones aplicables del contrato colectivo de trabajo y la ley federal del trabajo, con relación a:
  - a.- Salarios
  - b - Pagos especiales
  - c.- Sanidad
  - d.- Protección
  - e.- Comodidades

## **F.- APOYO DE OFICINAS CENTRALES**

### Gerente, Líder o Jefe del Proyecto

- Es responsable de la ejecución total del proyecto, basado en:
  - a.- Previsiones del contrato
  - b.- Requerimientos del cliente
  - c - Criterios de agencias reguladoras
  - d.- Acuerdos específicos del contratante
- Con la asistencia del equipo del proyecto y de los departamentos funcionales, establece para revisión y aprobación del Gerente General y del cliente, los siguientes puntos:
  - a.- Objetivo del proyecto
  - b.- Plan general de trabajo de todo el proyecto
  - c.- Presupuesto de todo el proyecto
  - d.- Programa de todo el proyecto
- Es el representante de la Gerencia para el proyecto y debe informar sobre:
  - a.- Estado del proyecto
  - b.- Realizaciones o logros del proyecto
  - c.- Problemas del proyecto
- Monitorea el alcance del proyecto y recomienda, para aprobación, cambios en el trabajo, en la forma que pueda requerirse.

- Proporciona dirección de todo el proyecto, a todos los departamentos dentro de la organización de construcción al cliente y a terceras partes
- Es responsable de implementar un programa de control de calidad o garantía de calidad.
- Proporciona guía técnica y administrativa al Superintendente General de Construcción
- Monitorea las actividades del sitio, para la implementación apropiada de las políticas de la compañía.
- Vigila que el staff de la organización en el sitio, tenga personal de construcción calificado.
- Proporciona apoyo al proyecto sobre problemas mayores.
- Auxilia en la planeación y coordinación del trabajo, con otras actividades de la compañía.

#### Auxiliar del Jefe del Proyecto o Ingeniero del Proyecto

- Es el responsable del esfuerzo completo de ingeniería para el proyecto.
- Para cumplir con el punto anterior, dirige las siguientes actividades de ingeniería del proyecto:
  - a.- Preparación de documentos de alcance técnico, describiendo el proyecto.
  - b.- Desarrollar el plan de ingeniería y el presupuesto.
  - c.- Realizar el diseño del proyecto, incluyendo los planos y especificaciones.
  - d.- Evaluación de ofertas, recomendaciones de compra y pedidos de equipos y materiales permanentes de la planta.
  - e.- Preparación de reportes técnicos y soporte técnico para aplicaciones de licenciamiento.
  - f.- Implementación del programa de control de calidad para la fase de diseño.
  - g.- Ejecución de un programa de tendencias de costos de diseño.
  - h - Apoyo técnico al campo.

#### Otros servicios de apoyo

- Ingeniería de control de calidad de construcción.
- Gerencia de abastecimientos.
- Supervisión de costos y programas.
- Ingeniero de puesta en servicio del proyecto, que es responsable de:
  - a.- Planear la fase de puesta en servicio
  - b.- Preparar el manual de procedimientos administrativos del a puesta en servicio del proyecto.
  - c.- Coordinar el trabajo de los ingenieros de puesta en servicio, que están en el campo, en la fase final de construcción.

#### Organizaciones externas

- Organización de operación o del cliente, en el sitio
- Vendedores
- Diseñador o Ingeniero/Arquitecto
- Subcontratista
- Agencias reguladoras

## FACILIDADES TEMPORALES DE CONSTRUCCIÓN

Para poder realizar la construcción y montaje de una central termoeléctrica o planta industrial, es necesario disponer de edificios, áreas abiertas, facilidades de transportación, servicios y en algunos casos provisiones para alojamiento del personal, éstas facilidades deben diseñarse para satisfacer las necesidades en la forma más adecuada en cada proyecto, considerando:

- Costo
- Eficiencia de operación
- Economía de espacio
- Conveniencia
- Protección
- Seguridad
- Valor de rescate o residual

## DESARROLLO DEL SITIO Y MOVIMIENTO DE TIERRA

Los trabajos de desarrollo del sitio y movimiento de tierra, se realizan dentro de los seis (6) meses contados a partir de la movilización al sitio, en forma simultánea con las obras temporales de construcción.

Los principales trabajos que se incluyen en el desarrollo del sitio y movimiento de tierra, son los siguientes:

- Limpieza, despalde, demolición (árboles, troncos, estructuras viejas, cercas, etc.)
- Disposición de material no útil
- Pendiente inicial del terreno (rellenos, excavaciones)
- Paredes de retención
- Desagüe del sitio
- Terraplenes, dique
- Ademes
- Barda perimetral e interiores
- Excavación y relleno para el drenaje del sitio
- Excavación y relleno para el drenaje de las principales estructuras
- Excavación y relleno para la tubería de agua de circulación en casa de máquinas y patios
- Excavación y relleno para la cimentación de las estructuras principales (edificio el turbogenerador, anexo y de control; caldera, torre de enfriamiento, etc.)
- Excavación y relleno para la cimentación de las estructuras auxiliares
- Caminos de acceso permanentes, pendiente final del sitio y limpieza

## OBRA CIVIL

A la obra civil corresponden todos los trabajos necesarios para construir y/o montar edificios y estructuras que están formados por concreto estructural y/o acero estructural, incluyéndose además los trabajos arquitectónicos necesarios. El alcance de la obra civil, es el siguiente.

- A - Edificios y estructuras
- B.- Cimentaciones
- C.- Obras marinas
- D.- Trabajos arquitectónicos
- E.- Trabajos de concreto
- F.- Acero estructural

## **INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS**

Los trabajos y actividades que son necesarios desarrollar para la instalación del equipo mecánico y eléctrico, son los que a continuación se describen.

### **A.- PROCEDIMIENTOS**

Antes de la llegada del equipo, se deben desarrollar procedimientos de construcción para las siguientes actividades:

- Recibo
- Manejo
- Almacenamiento
- Limpieza
- Montaje
- Transferencia

### **B.- LLEGADA DEL EQUIPO**

A la llegada del equipo, se debe descargar cada pieza, operación que incluye lo siguiente:

- Recibo
- Inspección y verificación
- Manejo
- Almacenamiento en su caso, con un programa de mantenimiento preventivo

El recibo e inspección incluye lo siguiente:

- Inspección para verificar que no haya daños o faltantes
- Elaboración de un reporte para indicar qué equipo se recibió, qué documentos de pruebas o fabricación llegaron, dónde se localiza físicamente y que se encuentra en buenas condiciones, además de las acciones tomadas en caso de que el equipo haya sido dañado; este reporte debe ser distribuido a las áreas interesadas.



## C.- ALMACENAMIENTO

Las necesidades de almacenamiento, deben establecerse antes de la llegada del equipo, siendo dichas necesidades de los siguientes tipos.

- Interior o cubierta
- Externa o descubierta, sobre polines, camas, etc.
- Áreas bajo condiciones ambientales controladas
- Con calentamiento

En la construcción de plantas termoeléctricas se emplean muchos materiales especiales como aceros inoxidable, aleaciones de acero, aluminio, cobre, cupro-níquel, acero al carbón, bronce, fibra de vidrio, recubrimientos de hule, muchas variedades de plásticos, etc., necesarios para servicios especiales que requieren mucho cuidado en su manejo, almacenamiento y control para protegerlos de contaminación y deterioro.

Por lo anterior, es mandatorio mantener un control en el uso de materiales, para asegurar sus características físicas y químicas y proporcionar un alto grado de continua integridad, siendo necesario establecer procedimientos escritos para gobernar el manejo, almacenamiento, protección y distribución de los materiales y equipos

## D.- MONTAJE

Para la planeación del montaje, los supervisores de construcción, junto con el departamento de planeación y programación, deberán examinar los aspectos siguientes:

- Alcance del trabajo
- Fecha de llegadas de los equipos
- Secuencias de construcción que preceden a la instalación

Con la información anterior, se esta en posibilidades de determinar lo siguiente:

- Secuencia de eventos
- Tiempo requerido para completar las actividades
- Problemas de interfase con otros trabajos

Algunos aspectos que deben considerarse para el montaje de equipos son los siguientes:

- Todos los materiales necesarios para una determinada actividad, deben estar disponibles antes de iniciarla.
- Se deben estudiar y revisar los requisitos de equipo de construcción, incluyendo el acceso al sitio de trabajo.

- Antes de realizar izajes grandes, se debe efectuar una prueba de izamiento al 70% de la capacidad del dispositivo de izaje, considerando el radio de trabajo, ángulo, longitud de la pluma o pescante, así como los arreglos de las bases y estrobos; si el izaje es mayor del 75% de la capacidad del dispositivo de izaje, se deben inspeccionar también el acercamiento, la caída de cadenas, el enganche y las eslingas.
- Se debe verificar la disponibilidad de las herramientas de construcción, incluyendo el acceso al sitio de trabajo.
- Se debe hacer un plan y programa para optimizar la fuerza de trabajo y la calificación de ésta, antes de iniciar un trabajo.
- Se debe verificar el estado de la actividad en el área de trabajo, para evitar interferencias y retrasos.
- Debe verificarse en su caso, el estado del contratista o subcontratista, de acuerdo con el punto H.

El manejo del equipo para el montaje comprende básicamente lo siguiente:

- Carga sobre el transportador, en el lugar de almacenamiento.
- Transporte
- Descarga
- Montaje, que se describe en el siguiente punto.

El montaje del equipo, incluye las operaciones siguientes:

- Antes del montaje, se deben verificar las dimensiones y localizaciones de las anclas de la cimentación contra la base del equipo y solucionar el desalineamiento que exista.
- Debe inspeccionarse la cimentación para la operación del relleno (grouting)
- Antes de la nivelación y del alineamiento, se deben establecer líneas de referencias de centros y elevaciones.
- Normalmente el equipo se coloca sobre la cimentación a una elevación aproximada establecida
- Por lo general el equipo se nivela a la elevación requerida empleando hojas especiales de acero (laminas) bajo la base o bien empleando los tornillos prensa que por diseño traen algunos equipos.
- Después de que se verifica el alineamiento del equipo y se hacen las correcciones necesarias, se colocan las formas o cimbras para el relleno (grouting) de la cimentación.
- Después del relleno o "grouting", se procede al ajuste o apretado de los pernos de la cimentación.
- En algunos casos, después del punto anterior, se procede al ensamble del equipo.

Después del montaje y ensamble, el equipo se encuentra listo para conectarse al sistema que pertenece y que incluye otros componentes como.

- Tubería
- Alambrado eléctrico
- Instrumentación

Deberá revisarse las conexiones de tubería y eléctricos para asegurarse que no se tienen esfuerzos por las conexiones que excedan las tolerancias de alineamiento sobre el equipo.

Después de que el equipo se conecta al sistema, se encuentra listo para las siguientes operaciones:

- limpieza
- Lavado
- Llenado
- Probado
- Puesta en servicio
- Transferencia a producción

Es muy importante que se mantenga un sistema formalizado para el control de planos y especificaciones, requiriéndose que se transmitan formalmente al departamento correspondiente y que firmen de recibido, llevándose un registro de los planos distribuidos a los sobrestantes para recoger y contar los planos viejos y asegurarse que la instalación se hace con la última revisión de diseño.

## **E.- MANTENIMIENTO**

Se deberá implementar un programa de mantenimiento preventivo, durante el almacenamiento, a los equipos que lo requieran, estableciendo previamente, tanto los procedimientos y programas como los responsables de ejecutarlos y la vigilancia que se establecerá para garantizar su cumplimiento.

El mantenimiento preventivo después del montaje, es una continuación del mencionado en el párrafo anterior hasta que el equipo se transfiere al propietario, al cliente o a operación; este mantenimiento es realizado por construcción, puesta en servicio o una combinación de ambos y consiste básicamente en lo siguiente:

- A todos los motores eléctricos se les mide al aislamiento y se giran una vez al mes.
- Los calentadores temporales de los motores pequeños y los introducidos en los grandes, deben ser activados.
- Los cojinetes de las bombas deben protegerse con una cubierta de aceite o grasa y se deben girar periódicamente, a menos que se puedan dañar los sellos por la rotación.

- Los tanques deben conservarse secos y sellar temporalmente todas las entradas; cuando vienen almacenados en atmósfera inerte (Nitrógeno), es necesario mantener la presión de éste.
- Si se requiere mantener una temperatura, reducir la humedad o limitar la condensación, se deben instalar dispositivos de calentamiento
- Muchas partes giratorias deben ser aceitadas
- Los extremos abiertos de tubería y boquillas, deben cubrirse para mantener la limpieza.
- Se deben mantener accesos para este mantenimiento preventivo.
- Deben etiquetarse y fecharse todas las partes que sean inspeccionadas y conservarse registros por el departamento de mantenimiento

## F.- SOLDADURA

En la construcción de plantas termoeléctricas, se efectúan decenas de miles de soldaduras, la mayoría de las cuales para trabajar a altas presiones y temperaturas, razón por la cual es muy importante la calidad de estos trabajos, que se logra mediante lo siguiente:

Procedimientos de soldadura.- Con objeto de asegurar que la soldadura es buena y usable para el propósito intentado, se requiere definir un método uniforme por el cual cada proceso de soldadura se realice. Es muy importante definir los procedimientos de soldadura, debido a que existen muchos diferentes:

- Tipos de equipos para soldar
- Materiales de soldadura (electrodos)
- Clasificación de materiales a ser soldados
- Métodos para realizar las operaciones de soldadura

Cada procedimiento de soldadura específica y establece lo siguiente:

- Tipo de equipo a ser usado
- Materiales que pueden ser unidos con soldadura
- Materiales de soldadura permisibles
- Método de realizar la operación de soldadura
- Configuración permisible de la junta
- Requerimientos de precalentamiento o tratamiento de postcalentamiento.

Clasificación del procedimiento de soldadura.- A pesar de que los procedimientos de soldadura son en suficiente detalle, para que las soldaduras sean buenas y uniformes, es necesario que cada procedimiento sea calificado pasando una prueba satisfactoriamente. Los procedimientos y métodos de prueba son establecidos por la ASME, sobre probetas de prueba producidas realizando una soldadura real, de acuerdo con el procedimiento que está siendo calificado

Las pruebas sobre las probetas de soldadura, incluyen las siguientes:

- Tensión
- Doblamiento
- Análisis radiográfico
- Análisis químico de grabado

Calificación de soldadores.- Es necesario que cada soldador individual sea calificado, pasando un prueba similar a la calificación del procedimiento de prueba, haciendo muestras de juntas de soldadura con el procedimiento, para poder estar razonablemente seguro que se obtendrán buenas soldaduras, cuando se sigue apropiadamente un procedimiento de soldadura que ha mostrado ser satisfactorio.

Cuando un soldador realiza satisfactoriamente un procedimiento de prueba calificado, automáticamente es calificado para usar ese procedimiento, pero si posteriormente produce un número determinado de soldaduras malas, se le retira la calificación, ésta también se pierde si, en un período de tiempo especificado por código o en proyecto, no realiza una soldadura satisfactoria usando un procedimiento específico. La calificación perdida en esta forma puede recuperarse por una nueva prueba o produciendo aceptablemente bajo examen radiológico.

Equipos para soldar.- Los equipos de soldadura empleados en la construcción de plantas termoeléctricas son en su gran mayoría de arco eléctrico, de los cuales existe mucha variedad en tamaños y formas.

El generador eléctrico de las máquinas de soldar puede ser accionado por un motor de gasolina o diesel, o bien eléctricamente cuando se cuenta con este suministro; en este caso puede emplearse generadores individuales para cada máquina o bien un sistema central con una red a donde se conectan unidades tipo rectificador individual o múltiple. El equipo para soldar incluye también al empleado para el precalentamiento y al de postcalentamiento para relevado de esfuerzos.

También se requiere cable grueso de cobre o aluminio, para conectarse a las máquinas y conectores con protección para las partes por soldar, con un promedio de 15 m. para el de "corriente" y 5 m. para el de tierra con una reserva de 10% para unos 200 soldadores y en régimen de reposición anual de 15%.

Adicionalmente el soldador requiere equipo de protección individual como careta, guantes, fundas para ciertas posiciones de soldaduras y en áreas muy calientes o con producción de flamas nocivas es necesario equipar la careta del soldador con máquinas de aire fresco o equipo de respiración auxiliar.

Métodos de soldadura.- La soldadura manual con arco metálico emplea un dispositivo (portaelectrodo) en el cable de "corriente" para sujetar el electrodo por el extremo desnudo y al tocar el otro extremo la parte metálica se establece y puede ser sostenido el arco

eléctrico por donde se transporta el metal del electrodo y forma un charco fundido de metal sobre el material que está siendo soldado

El método de Tungsteno con gas inerte (tungsten inert gas - TIG) empleado mucho para acero inoxidable, utiliza un tubo en el portaelectrodo, conectado a un suministro de gas inerte como argón o helio, para rodear al arco eléctrico; el electrodo es un alambre de tungsteno que al pegarse al metal por soldar aterrizado, se establece el arco (en el interior del cono de gas inerte). El gas inerte se puede suministrar en cilindros individuales o centralizados, empleándose un regulador de flujo para suministrar la cantidad apropiada de gas al portaelectrodo y una válvula de cierre.

El método de metal en gas inerte (metal inert gas : MIG), es similar al de tungsteno pero no usan electrodos de este metal y en su lugar, emplean para el relleno un alambre de metal alimentado con un pequeño motor a través del portaelectrodo para establecer el arco.

Este método se emplea con éxito en placas planas y cuando se aplica en tuberías el proceso es normalmente con máquinas automáticas

Documentación y control de calidad.- Los trabajos de soldadura, son de las actividades que requieren mayor verificación de control de calidad. En los sistemas nucleares de seguridad, cada parte conectada en soldadura debe ser completamente verificada y documentada, como por ejemplo:

- A la llegada de los electrodos, debe verificarse la certificación de material.
- La liberación al campo, de los electrodos, se hace después de que la documentación de sus propiedades físicas y químicas ha sido apropiada.
- Los soldadores obtienen los electrodos de un almacén controlado.
- La solicitud al almacén deberá especificar:
  - Tamaño y tipo de electrodo
  - Número de calor del material
  - Diagrama
  - Soldadura de campo donde se utilizará
- El número de electrodos debe ser contado y verificado por el soldador.
- Tanto las varillas sin usar como los "cabos" deben regresarse al almacén
- Cualquier discrepancia entre las varillas gastadas y las regresadas deberá documentarse.

Con relación a la calificación de los soldadores, deberá observarse lo siguiente:

- Se mantendrá un archivo que incluya cada soldadura en la que trabajó el soldador, la fecha, el procedimiento usado y si la soldadura fue aceptada o rechazada.
- Fecha de calificación de cada procedimiento y fecha de la última soldadura en cada procedimiento.

- Si el soldador ha producido una soldadura mala, se deberán inspeccionar las subsecuentes sobre una base de 100%, no importando la marcada por el código.

Se debe también mantener una historia de cada soldador de campo que incluya lo siguiente:

- Procedimiento usado
- Electrodo empleado (tamaño, tipo y número de calor)
- Anillo de respaldo o inserto usado
- Fechas de inicio, terminación y de inspección
- Listado de actividades de inspección, con espacios para iniciales del inspector, control de calidad, agencias y código de inspección. Las actividades que se inspeccionan incluyen las siguientes:
  - a - Limpieza de las juntas y de la tubería o equipos
  - b.- Configuración y condición de la preparación del extremo para soldadura
  - c.- Instalación y uso apropiado del anillo de respaldo o inserto consumible
  - d.- Alineamiento de la junta, con las tolerancias aceptables
  - e.- Purga a la atmósfera correcta del interior de la tubería
  - f - Flujo de gas inerte correcto.

Después de que cada aspecto es verificado, puede iniciarse la soldadura y las verificaciones de soldadura incluyen la inspección de lo siguiente:

- El paso de fondo o raíz
- El comportamiento apropiado del paso de fondo y subsecuentes
- Si el procedimiento se detiene, el espesor de la soldadura
- Inspección visual de la soldadura en cualquier etapa y a su terminación
- La temperatura del metal base antes de la soldadura y entre pasos
- Condiciones bajo las cuales se conserva la varilla soldadura

La historia de la soldadura incluye las inspecciones después de que se ha terminado la soldadura en anotaciones relacionadas a:

- Condiciones de la superficie
- Altura y ancho de la capa de soldadura
- Rebajes o traslapes
- Resultados de inspecciones: radiográficas, partículas magnéticas, líquidos penetrantes y ultrasonido.

## G.- AISLAMIENTO TÉRMICO

El aislamiento térmico se utiliza para conservación de las calorías, así como para protección del personal y de la planta. Existe mucha variedad de materiales aislantes disponibles y los espesores utilizados son también variables dependiendo del tipo de material; los problemas principales de montaje, se refieren a programación de accesos a las áreas y a limpieza, estando bien establecido el proceso de instalación.

Tubería - Los tipos de aislamiento que se emplean en la tubería son básicamente, block rígido, formas rígidas moldeadas y placas flexibles, cuyo principal problema es la limpieza; la fibra de vidrio, ya sea en forma rígida o en placas puede cortarse y formarse fácilmente en el lugar de su instalación con poca producción de basura o desperdicio de material. Como otros tipos de aislamiento rígido producen mucha basura y polvo cuando se cortan, normalmente el cortado y formado se hace en el taller, lo que no ocurre con las placas flexibles que se prestan para formarlos fácilmente en el lugar.

Otros problemas, aparte de la limpieza del aislamiento, son los empaques que deben ser removidos continuamente para evitar la posibilidad de incendios y los espacios necesarios para colocar material aislante para el trabajo de 2 o 3 días.

Los trabajos de aislamientos se efectúan cuando termina la inspección visual de la tubería, aunque algunas veces se hace dejando la parte en donde van soldaduras sin terminar; esto tiene entre otros, el inconveniente de requerimientos extras de andamios.

Equipos.- El tipo de aislamiento que más se emplea en los equipos, es block rígido; las placas pueden formarse y sujetarse a forros, que a veces se colocan dentro de una malla de alambre, diseñados para ajustarse a la forma de piezas grandes de equipos, que deben desensamblarse periódicamente para inspección y mantenimiento.

También en el aislamiento de equipos se tiene el problema de limpieza, con el agravante de que los bloques de aislamiento deben conformarse en el lugar del equipo con producción de polvo y basura y no puede usarse agua porque daña el aislamiento y crea condiciones inseguras resbalosas; como las herramientas mecánicas producen mucha más polvo, los cortes se hacen manualmente.

Algunos tanques, ductos y cambiadores de calor, pueden ser relevados para aislamiento en la etapa temprana del programa.



## H.- SUBCONTRATISTAS

En el caso de contratistas y subcontratistas, deberá verificarse cuidadosamente lo siguiente:

- Que el contrato esté listo
- Que el trabajo esté listo para empezar
- Si incluye el alcance completo del trabajo o solo una parte
- Quién es el responsable de materiales, herramientas, etc
- Que tareas deben realizarse antes, durante o después del trabajo contratado
- Si el contratista ha implementado su programa de control de calidad
- Que parte tiene la responsabilidad del control de calidad
- Si el contratista ha sometido a aprobación su programa de control de calidad
- Que el programa de control de calidad del contratista, sea compatible con el programa de control de calidad del proyecto en el sitio.
- Si el equipo del contratista ha sido programado para llegar al sitio en la fecha apropiada.
- Que el contratista haya estado en el sitio para asegurarse de que todo se encuentra listo.
- Que se haya comunicado al contratista el programa, interfase, fechas de terminación etc.
- Que se inicie un programa para monitorear el avance de los trabajos del contratista.

## CONTROL (CONSTRUCCIÓN)

El control de los trabajos, contrato o contratista de construcción, no es posible sin una documentación efectiva.

Un documento es definido como una pieza de papel original u oficial, relevado sobre la base de prueba o apoyo de algo.

La documentación se necesita para facilitar la gestión del control, satisfacer los requerimientos legales y del cliente, proporcionar una base para el ajuste de reclamaciones y apoyar la posición del cliente. La documentación típica de campo, incluye lo siguiente:

- Correspondencia
- Documentos de ordenes de compra y ofertas o propuestas
- Contratos
- Ordenes de trabajos extras
- Avisos de cambios de orden
- Reportes diarios
- Hojas oficiales de trabajo
- Memorándums internos
- Reportes de materiales y labores
- Notas o registros de telecomunicaciones
- Fotografías de avances
- Diagramas de trabajos aprobados
- Programas de ruta critica aprobados
- Registros de correspondencia
- Minutas de juntas

El reporte diario, debe registrar todo lo significativo en el proyecto, y si está preparado e identificado apropiadamente, puede inclusive ser admitido en las cortes como evidencia.

La relación de requerimientos, para el control de trabajos contrato o contratista de construcción, es la siguiente:

- Planeación de preconstrucción
- Entendimiento de las reglas de trabajo
- Reportes adecuados
- Conformidad con planos y especificaciones
- Procedimiento efectivo de verificaciones

- Comportamiento adecuado
- Procedimientos de control para
  - a.- Cambios de orden y trabajos extras
  - b - Agendas de contratos
  - c - Cargos de contratistas
  - d.- Reclamaciones o protestas
  - e.- ("Defaults") no presentaciones
  - f.- Terminaciones de contrato

Reportes de labores de actividades de construcción. Es un reporte de avance mensual básico, que compara las horas hombre (h-h) utilizadas con las estimadas, para cada cuenta de labores en el proyecto, computando el % del total de h-h gastadas contra el % de trabajo realizado, estimado por los supervisores responsables. En este reporte, se grafican las h-h gastadas y las h-h equivalentes del % real terminado, por medio de dos líneas rectas y la relación entre éstas dos líneas (paralelas, convergentes o divergentes), revelan áreas problema.

Revisiones de estimados de control.- Estas revisiones se hacen periódicamente para detectar desviaciones de grado mayor, que puedan preverse o pronosticarse, para tomar medidas correctivas donde sea necesario y arreglar el financiamiento apropiado, enfatizando los elementos tiempo y precisión; los tres elementos básicos son los siguientes:

- Gastos y compromisos a la fecha
- Estimados de terminación
- Suma o total de las dos partes anteriores

Las bases del control son las curvas de h-h por oficios de personal manual y especialidades de personal no-manual utilizando las estimadas del programa de construcción, las cantidades proyectadas y las históricas; adicionalmente se utilizan las curvas de cantidades de instalación tanto históricas como estimadas.

Al igual que en Ingeniería, en construcción se parte de la estructura desglosada de trabajo, hasta llegar a paquetes de trabajo tal como se muestra en la Fig. IV.



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

## **GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS**

TERMINOS DE REFERENCIA PARA LA REALIZACION DE AUDITORIAS  
AMBIENTALES

EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ

1996

**SEDESOL**

Secretaría de Desarrollo Social

Procuraduría Federal  
de Protección al Ambiente

**Términos de Referencia Para la  
Realización de Auditorías Ambientales**

PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE

SUBPROCURADURIA DE AUDITORIA AMBIENTAL

UNIDAD DE OPERACION

TERMINOS DE REFERENCIA  
PARA LA REALIZACION DE  
AUDITORIAS AMBIENTALES

PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE

SUBPROCURADURIA DE AUDITORIA AMBIENTAL

UNIDAD DE OPERACION

DIRECCION DE AUDITORIAS Y PERITAJES AMBIENTALES

SUBDIRECCION DE AUDITORIA AMBIENTAL

El presente documento contiene los fundamentos legales y los requisitos técnicos para la realización de auditorías ambientales.

Describe las características de los trabajos de supervisión, los requerimientos para la elaboración del reporte de auditoría y en general identifica los requisitos del programa de protección ambiental con que deben contar las instalaciones industriales en el país para cumplir con la normatividad en los campos de control de la contaminación y la prevención de accidentes ambientales.

## TERMINOS DE REFERENCIA

PARTE "A" - FUNDAMENTO.

PARTE "B" - REQUISITOS PARA LA REALIZACION DE AUDITORIAS  
AMBIENTALES.

PARTE "C" - REQUISITOS PARA LA SUPERVISION DE AUDITORIAS  
AMBIENTALES.

PARTE "D" - REQUISITOS PARA EL REPORTE DE AUDITORIAS AMBIENTALES.

PARTE "E" - REQUISITOS DEL PROGRAMA DE PROTECCION AMBIENTAL.

PARTE "F" - GUIA DE TRABAJO.



(PARTIR A)

FUNDAMENTO LEGAL

1. Art. 38, fracc. IX del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social y art. 25, fracc. I del Acuerdo que Regula la Organización y Funcionamiento Interno del Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Realizar auditorías ambientales a las empresas o entidades públicas o privadas de jurisdicción federal respecto de los sistemas de explotación, almacenamiento, transporte, producción, transformación, comercialización, uso o disposición de desechos, de compuestos o actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo potencial para el ambiente, verificando los sistemas o dispositivos necesarios para el cumplimiento de la normatividad ambiental, verificando las medidas y capacidad de las empresas para prevenir o actuar en caso de contingencias o emergencias ambientales.

1.1. Art. 38, fracc. VI del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social.

Expedir recomendaciones o resoluciones a las autoridades competentes o a los particulares para controlar la debida aplicación de la normatividad ambiental así como vigilar su cumplimiento y dar seguimiento a tales recomendaciones y resoluciones.

1.2. Art. 25, fracc. III del acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en lo aplicable al artículo anterior:

Determinar, como resultado de las auditorías ambientales, las medidas correctivas o preventivas acciones, estudios, proyectos, obras, programas o procedimientos que deberá realizar la empresa u organismo auditado, así como los plazos para el cumplimiento.

2. Definiciones de auditorías de sistemas:

U.S.A.: Una auditoría ambiental es una revisión sistemática, documentada, periódica y objetiva de las condiciones, operaciones y prácticas relacionadas con el cumplimiento de requisitos ambientales, que determina la adecuación y efectividad del sistema de administración de la organización.

I.S.O.: Una auditoría de calidad es una evaluación de los elementos, aspectos y componentes del sistema que determina si son efectivos para lograr los objetivos de calidad establecidos.

NMX-CC-1: Una auditoría de calidad es un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen con las disposiciones preestablecidas y si estas son implantadas eficazmente y son adecuadas para alcanzar sus objetivos.

NMX-CC-7: Una auditoría es una verificación metódica e independiente que permite conocer por medio de evidencias objetivas si las actividades y resultados satisfacen las disposiciones y requisitos preestablecidos y si estos están implantados de manera eficaz y adecuada para alcanzar los objetivos.

2.1. Para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente:

La auditoría ambiental es una evaluación objetiva de los elementos de un sistema que determina si son adecuados y efectivos para proteger el ambiente.

3. Los sistemas según:

U.S.A.: Los sistemas de administración/control ambiental son aquellas políticas, procedimientos y actividades afectadas por una organización para proporcionar la razonable confianza de que se logran los objetivos ambientales.

I.S.O.: Los sistemas de calidad son la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos para implementar el control/administración de la calidad. (La gerencia del control/administración determina y lleva a cabo la política, dirección e intenciones del sistema).

NMX-CC-1: Los sistemas de calidad son la estructura organizacional, conjunto de recursos, responsabilidades y procedimientos para asegurar que los productos, procesos o servicios cumplan satisfactoriamente con el fin al que están destinados y que están dirigidos "hacia la gestión" de la calidad.

Definición: sistema es una entidad que controla sus elementos para lograr un propósito.

3.1. En consecuencia, los elementos del sistema en general son:

Las actividades, los recursos, el personal y los conceptos o lineamientos que los norman.

4. Las actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo potencial para el ambiente son:

- Según el párrafo A 1.

Explotación de compuestos

Almacenamiento de compuestos

Transporte de compuestos

Producción de compuestos

Transformación de compuestos

Comercialización de compuestos

Uso y disposición de desechos de compuestos

Otras.

Los compuestos son los que se indican adelante.

- Según el art. 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente:

industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas.

- Según los listados de actividades altamente riesgosas:

acción o conjunto de acciones, de origen natural o antropogénico, asociadas con el manejo de sustancias peligrosas en cantidades iguales o mayores que las de reporte.

NOTA 1: Las sustancias peligrosas son aquellas que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica pueden ocasionar una afectación significativa al ambiente, la población o a sus bienes.

NOTA 2: Manejo implica cualquiera de las actividades de producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de sustancias peligrosas.

NOTA 3: Cantidad de reporte es la cantidad mínima de sustancia peligrosa manejada, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

NOTA 4: Para la determinación de tales actividades se partirá de la clasificación de las sustancias peligrosas en función de sus propiedades y de la cantidad de reporte correspondiente.

NOTA 5: La clasificación correspondiente para las sustancias tóxicas, inflamables o explosivas y residuos peligrosos no establece en el primero y segundo listados de actividades altamente riesgosas y la Norma Técnica Ecológica NTE-CRP-001/88, respectivamente.

4.1. Las actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo potencial para el ambiente se afectan por:

- a) Las sustancias peligrosas o contaminantes que se manejan, según sus propiedades.
- b) Eventos naturales, ciclones, sismos, huracanes, erupciones, inundaciones, etc.
- c) Personas: trabajadores u organizaciones (grupos de trabajadores)
- d) Máquinas: instalaciones, equipos o componentes y demás recursos asociados con su control.

4.1.1. Los accidentes, terrorismo o vandalismo se incluyen en los anteriores.

5. Para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, el sistema incluye:

- Las actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo potencial para el ambiente y las derivadas de las medidas para prevenir o actuar en caso de contingencias o emergencias ambientales.
- El personal involucrado: trabajadores u organizaciones que por el alcance de su responsabilidad funcional asignada, afectan su desempeño.
- Las instalaciones, equipos, componentes, o demás recursos
  - a) asociados con tales actividades
  - b) necesarios para su control y cumplimiento de la normatividad ambiental.
- Los conceptos que los norman y se contienen en documentos aceptados por la empresa, tales conceptos o lineamientos implican:
  - a) Las medidas para minimizar los riesgos de/y la contaminación ambiental y  
Los demás requisitos que definen las características o especificidad

b) El método apropiado y necesario para asegurar:

El logro de los objetivos ambientales establecidos

El desempeño de las actividades involucradas conforme a lineamientos escritos

La congruencia entre el sistema y sus elementos

## 6. Propósitos de la auditoría ambiental y del sistema auditado.

En consecuencia del art. 38, fracc. VI del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social y art. 25, fracc. II del acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente:

El propósito de la auditoría ambiental es asegurar que el sistema auditado es adecuado y suficiente para proteger el ambiente.

Por lo tanto, el propósito del sistema auditado es asegurar el desarrollo efectivo de su política ambiental para proteger el ambiente.

Las condiciones para la protección ambiental se establecen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en particular en su Título IV, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, las normas técnicas u oficiales aplicables y en las medidas adoptadas por el sistema auditado para lograr el cumplimiento con lo anterior.

El propósito del programa es proporcionar la adecuada confianza de que el sistema logra los objetivos propuestos en su política ambiental.

6.1. El logro de estos propósitos requiere de un programa o planteamiento escrito que defina los elementos, requisitos y medidas involucrados en el sistema y en el compromiso de proteger el ambiente.

Este programa escrito debe ser establecido y realizado.

El resultado de la evaluación efectuada por la auditoría ambiental, permite la formación de un programa específico para el sistema auditado o su ajuste en caso de que haya sido establecido.

El establecimiento implica la documentación (por escrito) actualizada, legible, ordenada y completa de los elementos, requisitos y medidas aceptados por la empresa.

La realización del programa considera el desarrollo de las actividades involucradas de acuerdo con los lineamientos escritos aplicables o aceptados por la empresa.

Los lineamientos o conceptos escritos aplicables o aceptados por la empresa son los que definen los elementos, requisitos y medidas del sistema involucrados en el programa ambiental.

6.2. Esta alternativa proporciona, entre otras, las ventajas derivadas de tener un compromiso escrito con las medidas necesarias para minimizar los riesgos de/y la contaminación ambiental, lo cual es compatible con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en los siguientes:

Art. 15, fracc. III. Permite asumir un compromiso escrito.

IX. Involucra personas o grupos de ellas y orienta esfuerzos.

X. Controla y previene la contaminación y los riesgos de acuerdo con la validez del compromiso.

Art. 18. Promueve la participación del sector industrial y forma programas aunque solo en lo referente a la protección ambiental, específico de cada empresa.

7. Los dispositivos necesarios para el cumplimiento de la normatividad ambiental se refieren al equipo de control necesario para minimizar los riesgos de/y la contaminación ambiental.

8. Las medidas de las empresas para prevenir o actuar en caso de contingencias o emergencias ambientales se contienen en los planes, programas o procedimientos concernientes, de acuerdo con los puntos 5 y 6.

9. La capacidad de las empresas para prevenir o actuar en caso de contingencias o emergencias ambientales se mide por la efectividad para lograr tal propósito.

10. Por lo anterior, el sistema auditado debe ser programado para proteger el ambiente, a través de las medidas para minimizar los riesgos de/y la contaminación ambiental.

El alcance del sistema define la fracción auditable.

El sistema es evaluado, mediante la auditoría ambiental, en cuanto a su aplicabilidad y aplicación, es decir

Por su aplicabilidad el sistema contiene los lineamientos necesarios para asegurar una continua protección ambiental.

Por su aplicación, el sistema logra los objetivos ambientales propuestos, por su desempeño.

La complementación de ambas define al sistema como efectivo.

La auditoría ambiental evalúa si es efectivo o no. En caso de no serlo determina las condiciones mínimas suficientes para asegurar su idoneidad a través de las deficiencias.

11. La solución de las deficiencias conlleva las medidas correctivas o preventivas que incluyen las acciones, estudios, proyectos, obras, programas, o procedimientos que deberá realizar la empresa u organismo auditado para la adecuación o ajuste del sistema.

(PARTIS B)

REQUISITOS PARA LA REALIZACION DE  
AUDITORIAS AMBIENTALES

1. INTRODUCCION

La auditoría ambiental consiste en verificar, analizar o evaluar la adecuación y aplicación de las medidas adoptadas por el sistema auditado para minimizar los riesgos de/y la contaminación ambiental, por la realización de actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo potencial para el ambiente, lo cual incluye a las actividades:

- a) Asociadas con el manejo de sustancias peligrosas en cantidades mayores que las de reporte, o de algún modo contaminante, de procesos o instalaciones que generen otras formas de contaminación ambiental.
- b) Derivadas de las medidas para prevenir contingencias, emergencias ambientales.
- c) Derivadas de las medidas para actuar en caso de contingencias, emergencias o de contaminación ambiental.

Para cumplir con lo establecido en el Titulo IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas aplicables o correspondientes según la naturaleza del sistema auditado.

Este sistema incluye las actividades, los recursos, el personal involucrado y los conceptos o lineamientos que los norman.

Los conceptos o lineamientos constituyen el programa de protección ambiental de la empresa.

La adecuación implica que el programa del sistema auditado contiene los lineamientos apropiados o necesarios para asegurar una continua protección ambiental.

La aplicación implica que el sistema logra los objetivos ambientales propuestos en su programa, por su desempeño.

Por lo tanto, la auditoría ambiental determina si el sistema es efectivo o no para proteger el ambiente y en caso de no serlo se establecen las medidas correctivas o preventivas, que deberá realizar el auditado, para asegurar su idoneidad a través de las acciones, obras, proyectos, estudios, programas o procedimientos recomendados por el auditor y/o dispuestos por el auditado.



Esto implica un proceso de auditoría ambiental, el cual se logra en cuatro pasos o fases: planeación, ejecución, reporte y seguimiento.

## 2. Planeación de la auditoría ambiental

### 2.1. Selección de la empresa u organismo auditado (PFPA)

De acuerdo con las actividades que representen un riesgo potencial para el ambiente, en los términos que define la ley G.E.E.P.A.

### 2.2. Selección de la empresa auditora (PFPA)

De acuerdo con la capacidad para realizar los trabajos encomendados.

#### 2.2.1. Elaboración de la propuesta técnico-económica

Con base en la visita preliminar que tendrá como objetivo la identificación general de la empresa por auditar, así como conocer el estado general que guardan las instalaciones de la planta, a través de un recorrido. Se debe elaborar la Propuesta Técnica-Económica tomando en consideración lo siguiente:

Presentación de la propuesta. La propuesta debe sujetarse al siguiente contenido:

##### 2.2.1.1. De la auditoría.

- a) Introducción.
- b) Objetivos.
- c) Metas.
- d) Alcance y limitaciones.
- e) Programa y cronograma de actividades establecidos en un plan de auditoría ambiental.
- f) Tiempo de realización.
- g) Desglose de presupuesto por actividad y en horas-hombre.

##### 2.2.1.2. De la empresa auditora.

- a) Descripción de su capacidad para realizar los trabajos encomendados.
- b) Características del personal y su asignación a la auditoría ambiental.

El personal requerido para la auditoría ambiental tendrá capacidad y habilidad suficiente, para desarrollar la porción asignada consistente con el parrafo 2.3.6 en los temas o conceptos correspondientes, como sea necesario.

#### 2.2.1.3. Información general de la empresa auditada.

##### a) Generalidades

- Nombre o razon social de la empresa.
- Domicilio.
- Localización estatal, municipal y local, en mapas o croquis.
- Actividad específica o giro industrial.
- Productos terminados subproductos, materia prima, combustibles y residuos o desechos.
- Capacidad de producción, horario
- Nombre del representante legal de la empresa y del designado para la atención de la auditoría.

b) Permisos y/o registros para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, seguridad, transporte, almacenamiento y/o lo que sea aplicable.

c) Descripción general de los procesos.

d) Descripción general del tipo y estado que guardan los dispositivos para el control de la contaminación ambiental.

e) Descripción general de los dispositivos para la prevención de accidentes.

f) Las medidas de emergencia y contingencia de la empresa en caso de accidentes.

g) Los puntos en el proceso de la planta que impliquen un riesgo potencial para el ambiente.

2.2.1.4. Para la determinación de costos se deberán emplear los tabuladores de sueldos y factores de la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría (CNEC).

Para la autorización de la Propuesta Técnica-Económica se requiere de la liberación del plan de auditoría ambiental, por PFFA o el supervisor designado.

El auditor llenará el formato anexo con la información solicitada y lo remitirá a PFA a través del supervisor designado y lo mantendrá actualizado como sea necesario.

### 2.3. Plan de Auditoría Ambiental.

Como requisito, para antes de la firma del contrato y del inicio de las actividades se requiere el desglose o detalle del plan de auditoría, conforme se indica.

El plan de auditoría ambiental deberá contener, como mínimo, lo siguiente:

#### 2.3.1. Programa o secuencia calendarizada de actividades que considere:

- Planeación de la auditoría ambiental
- Desarrollo en campo
- Registro y reporte de resultados

#### 2.3.2. Propósito de la auditoría ambiental es asegurar que el sistema auditado es efectivo para proteger el ambiente.

#### 2.3.3. Objetivos

Los objetivos de la auditoría ambiental son evaluar, verificar y/o analizar:

- La existencia, eficiencia y capacidad de las instalaciones y dispositivos con que cuentan las industrias pública y privada, para el cumplimiento de la normatividad ambiental impuesta por las autoridades competentes.
- Las medidas con que cuentan las empresas para evitar o disminuir los daños a la salud y al ambiente, en caso de accidente.
- Los sistemas de respuesta y la capacidad del personal para ejecutarlos, en caso de presentarse accidentes que puedan producir daños a la salud y al ambiente.
- Las operaciones y procesos industriales, comerciales y de servicios, incluyendo el transporte de materias primas y productos elaborados, que puedan causar daños a la salud y al ambiente, por su peligrosidad o alta probabilidad de accidentes.

- Las acciones que sean necesarias para prevenir emergencias ambientales derivadas de actividades que por su naturaleza, contribuyan en riesgo a la salud y al ambiente.
- Las áreas de disposición de residuos peligrosos y no peligrosos conocidas o sospechosas, determinando si cumplen con los requisitos de permiso y monitoreo aplicables.
- Los recursos internos y externos necesarios para la atención de emergencias.
- Las medidas con las que cuenta la empresa en el diseño, construcción u operación de las instalaciones para minimizar los riesgos de/ y la contaminación ambiental.

Adicionalmente

- Cuantificar en tiempo y espacio los efectos al ambiente por posibles eventos accidentales de las actividades y procesos industriales, sistemas de transporte y de tratamiento o disposición de desechos, así como la posibilidad de ocurrencia de accidentes, y
- Dictaminar, como resultado de la auditoría, las medidas preventivas o de control, acciones, estudios, proyectos, obras, procedimientos y capacitación que deberá realizar la empresa u organismo auditado, para prevenir los efectos a la salud, la contaminación del ambiente y la atención de emergencias ambientales.

De acuerdo con la parte "E", anexo.

#### 2.3.4. Alcance.

Las actividades que realiza la empresa auditada,

La capacidad y competencia del personal u organización asignado al desempeño, verificación y dirección de las mismas,

Las instalaciones, equipos, o componentes asociados en tales actividades y

Los documentos y registros que contienen los requisitos necesarios para establecer y/o desarrollar el programa de protección ambiental correspondiente.

Por lo tanto, la evaluación incluye la documentación y aplicación de los lineamientos apropiados y establecidos en especificaciones, planos, planes, programas, procedimientos u otros documentos para:

2.3.4.1. Las actividades o procesos asociados con el manejo o contención de sustancias peligrosas con cantidades mayores que las de reporte o de algún modo contaminante, clasificadas en:

1. Procesos productivos o de operación de la planta (extracción, procesamiento, producción, transformación, fabricación, etc.)
2. Control de la contaminación ambiental (al aire, agua, suelo, subsuelo u otras formas de contaminación).
3. Otras actividades (manipulación, almacenamiento, transporte, adquisición, etc.)
4. Atención de Emergencias (por fugas, derrames, explosiones, incendios, huracanes, sismos, etc.).

2.3.4.2. Instalaciones, estructuras, equipos o componentes asociados con cada una de las anteriores.

2.3.4.3. Diseño de las anteriores.

2.3.4.4. Organización involucrada en tales actividades.

2.3.4.5. Capacitación del personal involucrado.

2.3.4.6. Verificación de las actividades para determinar su conformidad con los requisitos establecidos (control de calidad y auditorías ambientales u otras alternativas).

2.3.4.7. Registro y reporte de resultados de tales actividades.

Como se indica en la Parte E de este documento.

2.3.5. Formas o métodos utilizados.

Desarrollar las porciones o aspectos a auditar basados en la legislación ambiental, la naturaleza del sistema auditado y los requisitos establecidos en este documento para proporcionar una evaluación objetiva del estado actual de las instalaciones.

Lo cual consiste en el desarrollo de las formas de verificación para cada porción, pudiendo agruparse según el método elegido o desglosarse por áreas de la planta si fuera necesario.

- Listas de chequeo, procedimientos o protocolos.
- Programa de inspecciones y pruebas (análisis de agua, aire, ruido, PID's, etc.).
- Recorridos por la planta para observaciones adicionales.

- Revisión de los documentos involucrados.

Para lograr los objetivos propuestos.

2.3.5.1. El plan de la auditoría ambiental podrá basarse en cualquier normativa seleccionada por el auditor, siempre que cumpla con el mínimo de requisitos establecidos para el programa de protección ambiental de la PFPA.

2.3.5.2. El programa de inspecciones y pruebas se realizará de acuerdo con:

- 1) El personal que tenga el entendimiento, capacidad y habilidad necesarias para la realización de las actividades encomendadas.
- 2) Equipo calibrado necesario para la actividad que se realiza.
- 3) Procedimientos escritos con los requisitos aplicables a la actividad involucrada en conformidad con la Ley Federal de Metrología y Normalización y estos lineamientos.

2.3.6. Personal que participa y capacitación.

Descripción de la estructura funcional de la organización de la auditoría según su alcance, arreglo típico:

- Director de la empresa auditora.
- Responsable designado como auditor.
- Asesor extranjero.
- Especialistas o auditores de los aspectos auditados y responsable del programa de inspecciones y pruebas (PIP).
- Personal del programa de inspecciones y pruebas.

El propósito de esta organización es asegurar que se proporcionará una evaluación correcta y completa del estado real de la planta.

2.3.6.1. La estructura organizacional se establecerá apropiadamente en un organigrama por funciones asignadas consistentemente con la capacitación adquirida.

2.3.6.2. Las funciones asignadas reflejarán y establecerán la autoridad y responsabilidad funcional de cada participante y se tomará en cuenta lo siguiente:

- a) Al menos una de tales personas deberá ser auditor y será responsable de la planeación, conducción, evaluación y reporte de la auditoría ambiental y su carga de trabajo no será mayor a una auditoría simultáneamente.
- b) Todos serán autorizados por el responsable de la empresa de acuerdo con el alcance o ámbito de la función que se encomiende o asigne y de la cual es responsable ante el jefe de la empresa.

Para cada uno de ellos se requiere llenar un formato que avale su capacidad, habilidad y entendimiento respecto de la actividad que desempeña; ver formato B 6, donde:

Nombre: El del capacitando

Organización: A la que pertenece

Actividad: En la que se capacita

Clave: Codificación del capacitando, si procede; de la empresa y número consecutivo del registro

Educación: Nivel académico logrado

Otras aptitudes: Afines que procedan, por ejemplo idiomas, habilidad para comunicarse, etc.

Experiencia: Específica respecto de la actividad en la que se capacita conforme al párrafo 4 de la parte E y estos requisitos

Capacitación: Programas, procedimientos y/o documentos conforme al párrafo 4 de la parte E y estos requisitos

Periodo: Años, meses, semanas u horas de duración, según corresponda

Observaciones: Aspectos como condiciones sobre la capacitación, el registro, etc.

2.3.6.3. La capacitación y calificación requeridas para los auditores ambientales tiene el propósito de asegurar que el entendimiento, la capacidad y habilidad, necesarios para realizar una auditoría ambiental, se logran y mantienen.

2.3.6.3.1. Los requisitos necesarios incluyen pero no se limitan a:

Términos de referencia de la PFPA o, por lo menos, los requisitos de un programa de protección ambiental auditable por PFPA.

- La legislación y normatividad mexicana en su alcance y aplicabilidad.
- Los del método de la norma NMX-CC-008/90 o equivalente, tal que permita o promueva el cumplimiento con estos lineamientos.
- Códigos y normas concernientes aceptados en los términos de la Ley Federal de Metrología y Normalización.
- Los métodos o procedimientos para la realización de auditorías ambientales de aplicación específica.

2.3.6.3.2. La experiencia previa, para su validez, incluye auditorías de calidad, industriales, sistemas, seguridad o ambientales siempre que haya sido proporcionada y avalada por una entidad responsable de un programa controlado.

2.3.6.4. La empresa auditora se hace responsable de:

- a) La veracidad referida en los documentos que avalan la función mencionada y aplicable.
- b) La asignación del mencionado personal al desempeño de tales tareas.
- c) Que cada uno avale el correcto desempeño de la porción asignada dentro del alcance de la función.
- d) Mantener disponibles los expedientes necesarios para la PFPA o su designado cuando ésta lo considere pertinente.

2.3.7. Equipo y recursos.

Descripción del equipo que sea apropiado, calibrado y necesario para realizar las pruebas que se requieran por la auditoría ambiental efectuada.

Un listado de equipo es necesario, el cual indicará, por lo menos:

- a) Equipo utilizado.
- b) Tipo de determinación, prueba o análisis.



- c) Calibración en orden, y conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.
- d) Personal que lo utiliza u opera.
- e) Procedimiento aplicable (incluye las condiciones de muestreo).

Descripción de las condiciones ambientales que fueran requeridas durante el proceso de la auditoría ambiental.

Solo si existiera la necesidad de tales condiciones, se enlistaran en forma ordenada y detallada, estableciendo claramente las razones.

#### 2.3.8. Verificación independiente.

Se refiere a la verificación de los requisitos de la auditoría por personal independiente del que la realiza, denominado supervisor.

Aceptación del compromiso a ser supervisados por el designado de PFPA durante las etapas de la auditoría para verificar el cumplimiento con estos requisitos.

Este compromiso incluye las requisiciones de la supervisión.

#### 2.3.9. Condiciones de registro y reporte de resultados.

Compromiso a registrar las verificaciones y evaluaciones realizadas y a reportarlas de acuerdo a los requisitos de este documento, como se indica en la Parte "D", anexo.

#### 2.3.10. Condiciones programáticas.

Incluye, pero no se limita a, calendario de entrevistas, revisiones, inspecciones y pruebas, transporte a las instalaciones, horario de comidas, etc. de acuerdo al plan propuesto y la entrega a la PFPA de la información requerida en los formatos anexos, a través del supervisor correspondiente.

### 3. DESARROLLO EN CAMPO

La etapa de ejecución se realiza conforme al plan de auditoría revisado y aceptado por el supervisor designado.

Las adiciones, modificaciones o cancelaciones al plan de auditoría solo son aceptables si:

- Son fundamentadas las razones de cada una de ellas logrando los objetivos ambientales y no mantienen dentro del alcance de la auditoría.
- Son autorizadas por el supervisor del grupo de la auditoría.

### 3.1. El desarrollo de la auditoría en campo consiste en:

#### 3.1.1. Reunión inicial

Esta reunión debe ser conducida por el auditor líder y deben estar presentes los directivos del área y organización a auditar..

El propósito de la reunión es confirmar el alcance de la auditoría, dar a conocer el plan de auditoría, presentar al grupo auditor, conocer al personal a contactar, definir la agenda de trabajo, establecer los canales de comunicación y plantear la reunión final de auditoría.

#### 3.1.2. Conducción de la auditoría

La investigación que realizan los auditores se basa en el plan de auditoría el cual contiene los procedimientos y las listas de verificación previamente elaboradas. Si los auditores consideran conveniente para la investigación incluir más preguntas, se deben incluir para contar con los elementos suficientes en la toma de decisiones, por lo tanto no se restringe definitivamente al formato elaborado pero si al propósito y alcance de la auditoría.

Los requisitos del programa de protección ambiental, deben ser evaluados en base a evidencias objetivas. Las desviaciones detectadas por los auditores deben ser documentadas y toda la información a la que se tenga acceso debe ser manejada con la confidencialidad necesaria conforme a los requisitos propuestos.

Cuando alguna desviación requiere de una acción correctiva inmediata, el auditor líder debe comunicarlo por escrito y a la brevedad a la organización auditada a través de PFFPA.

#### 3.1.3. Reunión final

Después de que se concluyen las actividades de auditoría y antes de preparar el reporte, se debe tener una reunión de cierre de auditoría entre el grupo auditor y la directiva de la organización auditada para dar a conocer, por el auditor líder, a la organización auditada la conclusión de la auditoría y aclarar dudas.

El reporte de la auditoría se entregará posteriormente a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

#### 4. REGISTRO Y REPORTE DE LA AUDITORIA AMBIENTAL.

El resultado de las evaluaciones, verificaciones o determinaciones realizadas durante la Auditoría Ambiental, se registra como se indica en la Parte "D" de este documento.

4.1. Este registro se reporta al supervisor designado por la PFFA para su revisión, comentarios y liberación.

Los comentarios se establecen conforme a lo indicado en este documento y se incorporan por el auditor a satisfacción de PFFA.

4.2. El reporte de la auditoría ambiental debe contener el resultado de las evaluaciones realizadas durante la auditoría.

Es necesario un desglose ordenado y secuencial de las porciones o partes de la auditoría. La redacción será clara y concreta de tal modo que no se preste a más interpretación que la correcta. La redacción es impersonal.

Las evaluaciones deben estar fundamentadas con evidencia objetiva suficiente que la sustente.

4.3. Las deficiencias resultantes de las evaluaciones se establecen individualmente y conforme a un procedimiento escrito y aprobado por el auditor jefe del grupo de la auditoría ambiental.

4.3.1. Requieren de una acción preventiva o correctiva inmediata, las actividades que en conformidad con el párrafo 17.6 de la Parte "E" mantengan un incremento sostenido de riesgo.

4.4. El reporte de la auditoría ambiental deberá contenerse en las siguientes porciones:

- Resumen ejecutivo
- Informe de auditoría y
- Anexos.

4.5. De acuerdo con los incumplimientos establecidos en la auditoría, el auditor establecerá que la empresa auditada deberá proceder a resolverlos en los siguientes términos:

4.5.1. Plan de trabajo calendarizado para las acciones correctivas o preventivas recomendadas.

En caso de incluir la adición, modificación o cancelación de instalaciones controladas por diseño, se incluirán los documentos correspondientes (especificaciones, planos, etc.)

- 4.5.2. Programa de actividades según sea necesario que incluya:
- Políticas o propósito de minimizar los riesgos y evitar la contaminación.
  - Normatividad para lograr los objetivos del programa.
  - Organización funcional responsable de las actividades involucradas.
  - Identificación de los elementos del sistema involucrados en el programa.
- 4.5.3. Procedimientos necesarios para la realización de las actividades involucradas en el programa. Se recomienda que contengan los siguientes aspectos como mínimo:
- Objetivo y alcance (límites de aplicación) del procedimiento.
  - Responsables de las actividades incluidas.
  - Contenido. Cuerpo del procedimiento que incluya los parámetros de aceptabilidad o rechazo correspondientes.
  - Anexos. Formatos de registro para reporte de los resultados de tales actividades, si procede.
  - Identificaciones necesarias y correspondientes al procedimiento.
- 4.5.4. Capacitación del personal asignado al desempeño de las actividades involucradas en el programa para asegurar que el entendimiento, capacidad o habilidad requeridas se logran o mantienen.
- 4.5.5. Asignación de los recursos necesarios para la realización de tales actividades. Incluye al menos, condiciones ambientales adecuadas, herramientas y equipo apropiado y calibrado.
- 4.5.6. Realización de verificaciones, inspecciones, análisis o pruebas de los requisitos establecidos en el programa.
- 4.5.7. Registro y reporte de tales actividades, internamente a las funciones correspondientes de la industria auditada y externamente a las dependencias oficiales, según aplique.
- 4.6. El arreglo específico del programa es opción del auditado tal que sea completo y efectivo.
- 4.6.1. El contrato del auditor de PFFPA sólo incluye las fases de planeación, ejecución y reporte bajo estos lineamientos.

## 5. SEGUIMIENTO

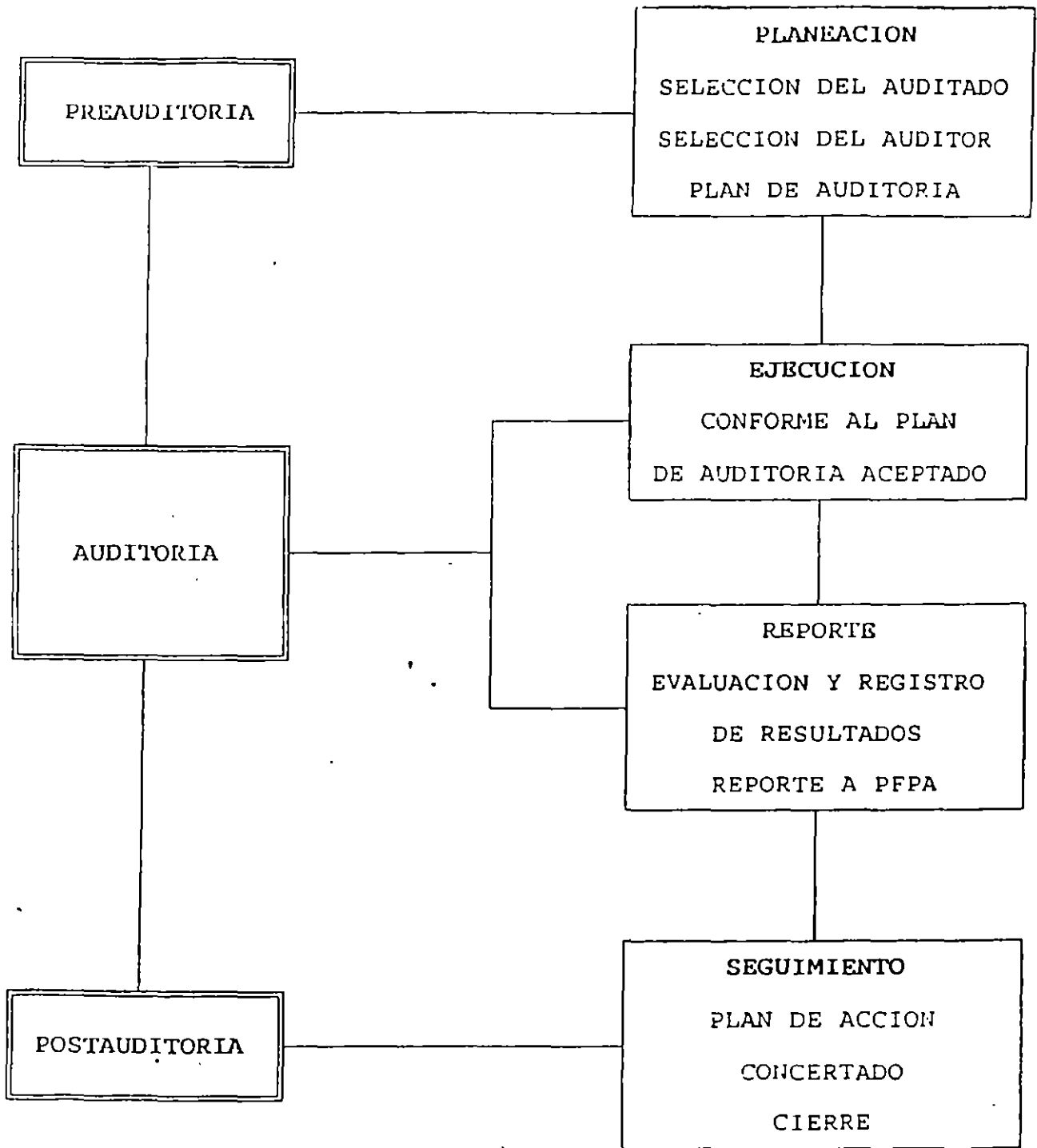
La fase de seguimiento se realiza por PFPA con base a las deficiencias detectadas durante la auditoría.

Para todas y cada una de las deficiencias se establecerá un plan de acción (plan de trabajo) a través del cual se dará seguimiento a la auditoría.

Cada deficiencia se cierra cuando su cumplimiento haya sido satisfactorio para el auditor designado por PFPA.

La auditoría se cierra con la última deficiencia y se reporta.

PROCESO DE AUDITORIA AMBIENTAL



ANEXO " B 1 "

REGISTRO DE AUDITORIA AMBIENTAL

AUDITORIA AMBIENTAL No. AA - \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

EMPRESA AUDITADA

NOMBRE: \_\_\_\_\_

DIRECTOR RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

DESIGNADO RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

DOMICILIO: \_\_\_\_\_

DELEG O MPO: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_

C.P.: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_

FAX: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_

GIRO DE LA EMPRESA: \_\_\_\_\_

EMPRESA AUDITORA

NOMBRE: \_\_\_\_\_

DIRECTOR RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

AUDITOR RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

ASESOR EXTRANJERO: \_\_\_\_\_

DOMICILIO: \_\_\_\_\_

DELEG O MPO: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_

C.P.: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_

FAX: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_

NUM. DE CONTRATO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

EMPRESA SUPERVISORA

NOMBRE: \_\_\_\_\_

DIRECTOR RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

AUDITOR RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

ASESOR EXTRANJERO: \_\_\_\_\_

DOMICILIO: \_\_\_\_\_

DELEG O MPO: \_\_\_\_\_ EDO: \_\_\_\_\_

C.P.: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_

FAX: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_

NUM. DE CONTRATO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

AUDITORIA AMBIENTAL

FECHA DE INICIO: \_\_\_\_\_ FECHA DE TERMINACION \_\_\_\_\_

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ANEXO " B 2 "

REGISTRO DE DEFICIENCIAS

EMPRESA AUDITADA: \_\_\_\_\_ N° AUDITORIA: AA - \_\_\_/\_\_\_

AREA RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ N° DEFICIENCIA: \_\_\_\_\_

EMPRESA AUDITORA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

DEFICIENCIA (INDICAR EVIDENCIA OBJETIVA Y REQUERIMIENTOS NO CUMPLIDOS:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS RECOMENDADAS:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

FECHA DE CUMPLIMIENTO: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

FECHA, NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE DE LA EMPRESA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

FECHA, NOMBRE Y FIRMA DEL AUDITOR QUE EMITE LA DEFICIENCIA

FECHA, NOMBRE Y FIRMA DEL AUDITOR QUE CIERRA LA DEFICIENCIA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ANEXO " B, 3 "





DOCUMENTO: \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_

REVISION POR: \_\_\_\_\_

FECHA DE REVISION: \_\_\_\_\_

SOLUCION POR: \_\_\_\_\_

FECHA DE SOLUCION: \_\_\_\_\_

N°	COMENTARIO	SOLUCION

FORMATO DE REGISTRO DE CAPACITACION DE PERSONAL  
(CONFORME AL PARRAFO B 2.3.6)

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CLAVE: \_\_\_\_\_

ORGANIZACION: \_\_\_\_\_ CLAVE: \_\_\_\_\_

ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_ No. DE REGISTRO: \_\_\_\_\_

	ORGANIZACION	PERIODO
1. EDUCACION		
2. EXPERIENCIA		
3. OTRAS APTITUDES		
4. CAPACITACION		

5. OBSERVACIONES  
\_\_\_\_\_

6. POR EL DEPTO. DE CAPACITACION

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

PUESTO: \_\_\_\_\_

7. POR LA EMPRESA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

PUESTO: \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_



(PARTE II)

TERMINOS DE REFERENCIA PARA SUPERVISORES  
DE AUDITORIA AMBIENTAL.

INDICE

1. SUPERVISION DEL PLAN DE AUDITORIA
2. SUPERVISION DE PROCEDIMIENTOS
3. SUPERVISION DE PERSONAL
4. SUPERVISION EN CAMPO
5. SUPERVISION DEL REPORTE DE  
AUDITORIA AMBIENTAL
6. PROGRAMA DE SUPERVISION

(PARTE C)

VERIFICACION DE REFERENCIA PARA SUPERVISORES  
DE AUDITORIA AMBIENTAL.

1. SUPERVISION DEL PLAN DE AUDITORIA

Las empresas supervisoras son responsables de verificar y avalar que el plan de la auditoría ambiental supervisado:

1.1. Es consistente con el alcance del contrato.

1.1.1. Incluye una revisión del equipo asesor.

1.2. Contiene y se basa en actividades y conceptos aplicables a la empresa auditada.

1.3. Se detalla en áreas o secciones y subsecciones como sea necesario para programar las verificaciones del plan de auditoría, claramente.

1.4. Contiene, al menos, una forma de verificación apropiada según la naturaleza y alcance de la porción auditada.

1.4.1. Las formas de verificación son las que se enlistan

- a) Listas de verificación o chequeo
- b) Revisión de documentos
- c) Programa de inspecciones y pruebas
- d) Observaciones adicionales

1.4.2. La naturaleza y alcance de la porción auditada se audita según los requisitos de la parte "E", anexo.

1.5. Cumple en las condiciones establecidas en la parte "B", anexo.

1.6. Se contempla el programa de inspección y pruebas realizados por la empresa auditada (control de calidad) para verificar el alcance y la realización de tales inspecciones o pruebas, en lo que concierne a los requisitos del programa de protección ambiental.

2. SUPERVISION DE PROCEDIMIENTOS

Las empresas supervisoras son responsables de verificar y avalar que la auditoría ambiental se realiza conforme a los siguientes procedimientos:

2.1. Procedimiento de auditorías ambientales que considere:

- a) Preparación y programación
- b) Conducción y ejecución
- c) Evaluación y,
- d) Reporte de la auditoría ambiental realizada.

2.2. Procedimiento para el control de deficiencias o incumplimientos y acciones correctivas que considere al menos:

- a) Identificación del incumplimiento según las formas de verificación establecidas y las condiciones o límites de aceptación y rechazo de lo verificado (observación/deficiencia).
- b) Documentación, forma de registro y datos de la información concerniente.
- c) Disposición de observaciones/deficiencias
  - c.1) responsabilidades
  - c.2) causas o efectos
  - c.3) acciones correctivas
  - c.4) evaluación del alcance, si fuera cuando por la naturaleza del mismo sea requerido.
  - c.5) acciones preventivas que incluya, como sea necesario.
    - 1) Adición, modificación o cancelación de lineamientos a través de planes, programas, procedimientos y otros documentos, como sea necesario.
    - 2) Instrucción o capacitación y asignación efectiva de personal para controlar las actividades afectadas
    - 3) Necesidades de inspección y pruebas
    - 4) Necesidades de equipo apropiado y calibrado
    - 5) Necesidades de ambiente o herramientas adecuadas, si fuera necesario.
    - 6) necesidades de reporte.
- d) Fecha de compromiso

e) Condiciones de segregación o identificación de las actividades de las estructuras, equipos o componentes, o detención de las actividades involucradas en el incumplimiento.

f) notificación a PFPA

2.3. Procedimiento de selección de personal para la auditoría ambiental que considere:

2.3.1. Funciones necesarias para la realización de la auditoría ambiental.

2.3.2. Educación de respaldo necesaria (licenciatura, maestrías, diplomados, cursos, etc.)

2.3.3. Experiencia requerida (función y tiempo)

2.3.4. Procedimientos y equipo que utilice durante el desarrollo de sus actividades asignadas, consistentemente con sus funciones.

2.3.5. Entrenamiento en procedimientos que así lo requieran.

2.3.6. Registro y notificación de lo anterior a PFPA.

2.4. Procedimientos de calibración de equipo a utilizar durante la auditoría.

2.5. Procedimientos de análisis, inspecciones y pruebas realizadas durante la auditoría.

### 3. SUPERVISION DE PERSONAL

Las empresas supervisoras son responsables de verificar y avalar que la plantilla de personal asignado a la auditoría ambiental:

3.1. Es suficiente para realizar la auditoría ambiental.

3.2. Tiene la capacidad suficiente para el desempeño de sus actividades, por el entrenamiento y adiestramiento recibido.

3.3. Es asignado efectivamente, lo cual incluye realizar las actividades asignadas conforme a lo establecido y dentro del alcance de sus funciones.

3.4. Es consistente con el plan desarrollado por los auditores para cada auditoría ambiental.



#### 4. SUPERVISION EN CAMPO

Las empresas supervisoras son responsables de verificar y avalar que la conducción de la auditoría se realiza según el plan establecido y de acuerdo con los métodos o procedimientos necesarios para contemplar los requisitos de la parte "E", aceptable y suficientemente.

#### 5. SUPERVISION DEL REPORTE DE AUDITORIA

Las empresas supervisoras son responsables de verificar y avalar que el reporte de la auditoría ambiental:

5.1. Se estructura conforme a lo establecido en los términos de referencia para auditorías ambientales.

5.2. Se contienen todas las partes del informe de la auditoría.

5.3. Todas y cada una de sus partes, como sea necesario, están avaladas por la función correspondiente y asignada al principio de la auditoría.

5.4. Contiene:

5.4.1. La legislación aplicable, la auditada y la omitida

5.4.2. Evaluación del estado general de la instalación respecto de la legislación auditada.

5.5. Las deficiencias o incumplimientos, incluyendo su fundamentación, están en conformidad con el método o procedimiento establecido.

#### 6. PROGRAMA DE SUPERVISION

Un plan o programa de supervisión que verifique estos lineamientos será presentado a PFFA y al auditor designado.

6.1. Debe ser calendarizado y fundamentado en los documentos del auditor y estos requerimientos.

6.2. Debe ser presentado antes del inicio de las actividades del supervisor.

6.3. Debe contener, además de la información técnica concerniente, la información general de las empresas participantes, auditada, auditora y supervisoras, así como de la auditoría, según el formato B 2.

6.4. Debe usar los mismos formatos indicados para el auditor y el del anexo para control de información y entrega a PFFA, como sea necesario.

6.4.1. Para el formato anexo:

(7) entre dos fechas, indica "hasta".

Si el supervisor participa en alguna reunión del documento, debe indicar la fecha.

El resto del llenado es como indica por sí mismo el formato.

6.5. La estructura funcional de la supervisión debe ser suficiente y apropiada para desempeñar el plan de trabajo de la misma.

6.6. La capacitación del personal debe ser suficiente para mostrar la capacidad, habilidad y entendimiento necesarios para realizar la función asignada.

La supervisión será dirigida por un auditor y su carga de trabajo será no mayor a 6 auditorías supervisadas simultáneamente.

6.7. La supervisión será coordinada por la PFFA conforme sea necesario para cumplir con estos lineamientos.

6.8. Para la liberación:

6.8.1. Del plan de auditoría, elaborará una carta que así lo indique dirigida al auditor o responsable de la auditoría con copia a PFFA, después de revisar la conformidad con estos lineamientos.

6.8.2. De los trabajos de la auditoría, elaborará una carta de cumplimiento como el anexo.

6.8.3. El supervisor entregará a PFFA los registros necesarios, que muestren el desarrollo de la auditoría y su participación conforme a estos lineamientos.

Mexico, D. F. a de de 1993

C.  
 SUBPROCURADOR  
 SUBPROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE  
 P R E S E N T E

Por este conducto me permito informar a usted que, conforme a la supervisión realizada por durante el periodo comprendido del al , la Auditoría Ambiental practicada en las instalaciones de la empresa ubicada en el estado de auditada por la empresa consultora , CUMPLE con los términos de referencia estipulados en el contrato de Auditoría y con los términos de referencia para supervisión de Auditoría Ambiental, elaborados por la Subprocuraduría a su digno cargo.

Este dictamen se basa en los siguientes aspectos:

- 1.- Revisión del PLAN DE AUDITORIA (programa de trabajo) y verificación de su aplicación durante los trabajos de campo (acompañados por nuestro asesor extranjero) y gabinete. Adicionalmente se llevaron a cabo reuniones periódicas de trabajo con el personal responsable de la auditoría, se solicitaron reportes de avance, además de un documento final en versión borrador con fecha , el cual fué revisado y comentado para su elaboración en versión final. En consecuencia se estima que el reporte es consistente con el alcance del contrato.
- 2.- La conducción de la Auditoría se realizó según el plan establecido y de acuerdo con el método y/o procedimientos necesarios contemplando diseño, construcción, programación, ejecución, evaluación y reportes. Asimismo se identifican incumplimientos y se establecen controles para estas deficiencias, en función de la aceptación o rechazo de lo verificado.
- 3.- La plantilla de personal asignado a la Auditoría fue suficiente, capaz y realizó sus actividades conforme a lo establecido y dentro del alcance de los términos de referencia.

A T E N T A M E N T E

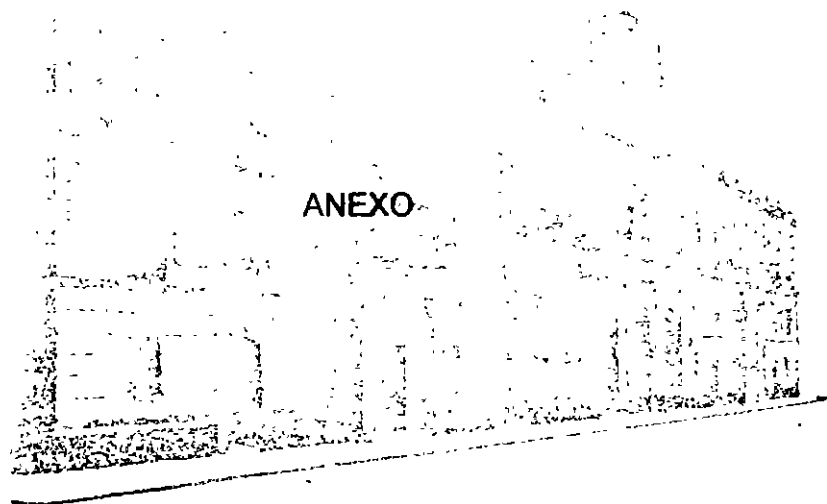
DIRECTOR GENERAL



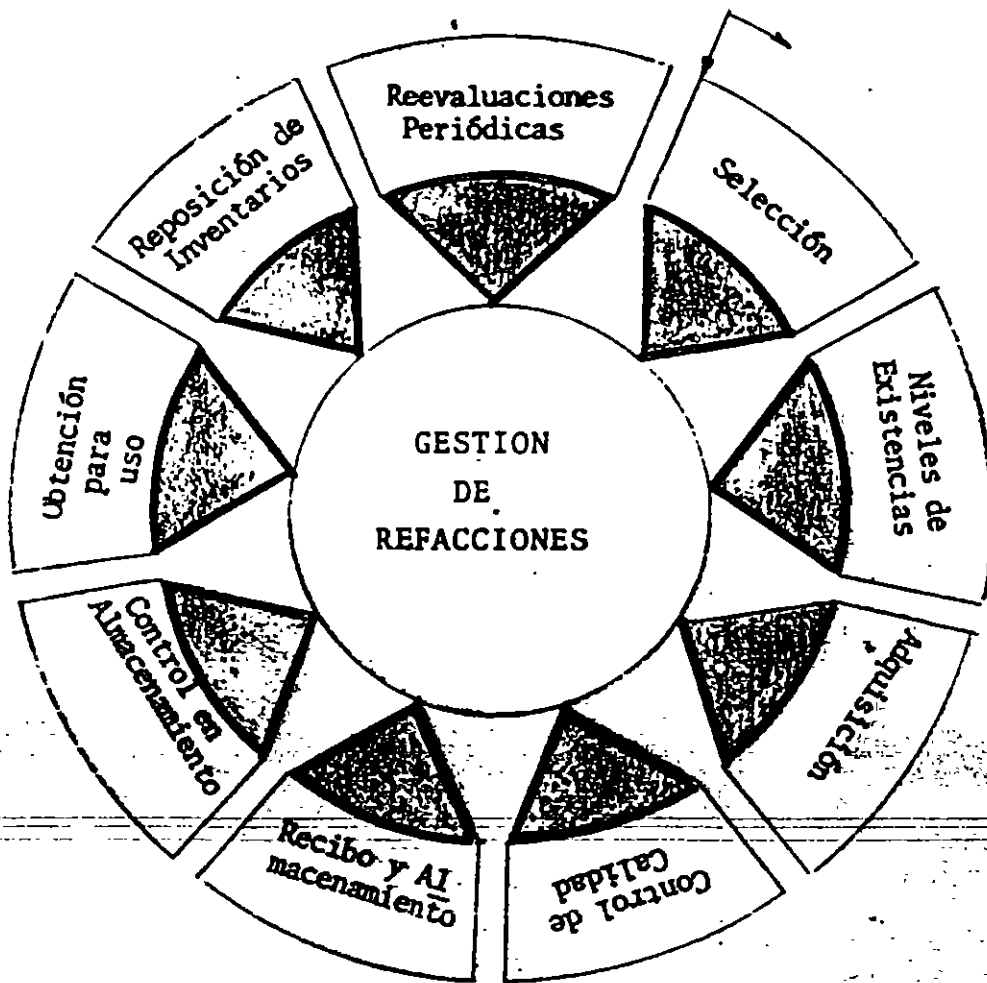


**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

## **GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS**

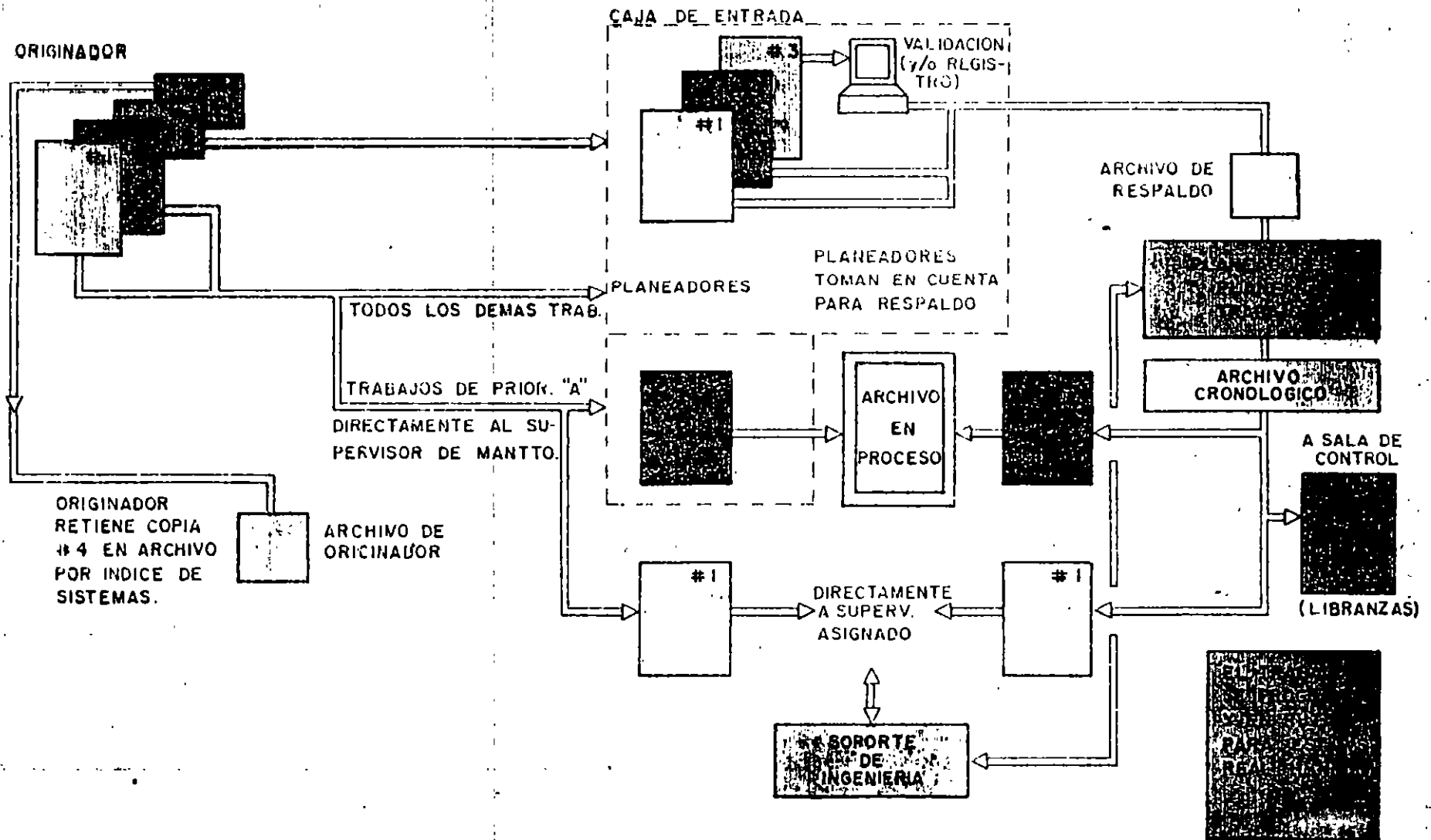


1996



CICLO DE VIDA DE LAS REFACCIONES

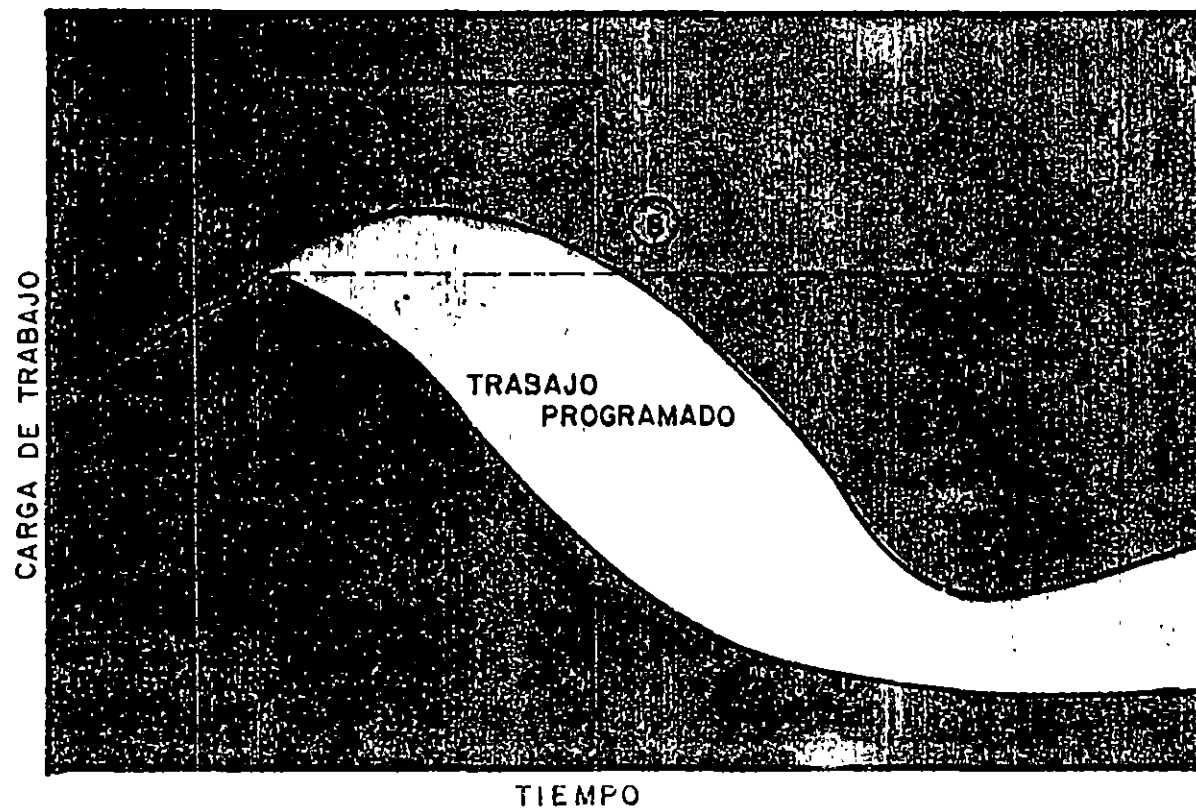
# FLUJO DE ORDENES DE TRABAJO (OT)







# EFFECTOS BENEFICOS DE LA INGENIERIA DE MANTENIMIENTO



- A - INICIACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO
- B - PUNTO DE ROMPIMIENTO

# INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

## APOYO DE INGENIERIA

ANALISIS PREDICTIVO

ANALISIS DE FALLAS

REVISION HISTORIAL

INTERFASES DE SALIDAS

PROYECTOS PEQUEÑOS DE PLANTA

ESPECIFICACIONES DE REEMPLAZO DE EQUIPO

## PLANEACION

SISTEMA DE ESTIMACIONES

SISTEMA DE INFORMACION EN UNIFORMES

PROGRAMA DE MP

PLANEACION DE SALIDAS

FORMAS DE OTRAS

SISTEMA DE PRIORIDADES

SISTEMA DE ARCHIVO

SISTEMA DE REGISTRO

SISTEMA PROCEDIM. Y ESTIM. UNIFORMES

SISTEMA DE REPORTES

MP CORTO PERIODO

MP LARGO PERIODO

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

## ESFUERZOS DE CUADRI-LLAS DE OBREROS

MANTENIMIENTO PLANEADO

DEMANDA DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PROCEDIM. Y ESTIM. UNIFORMES

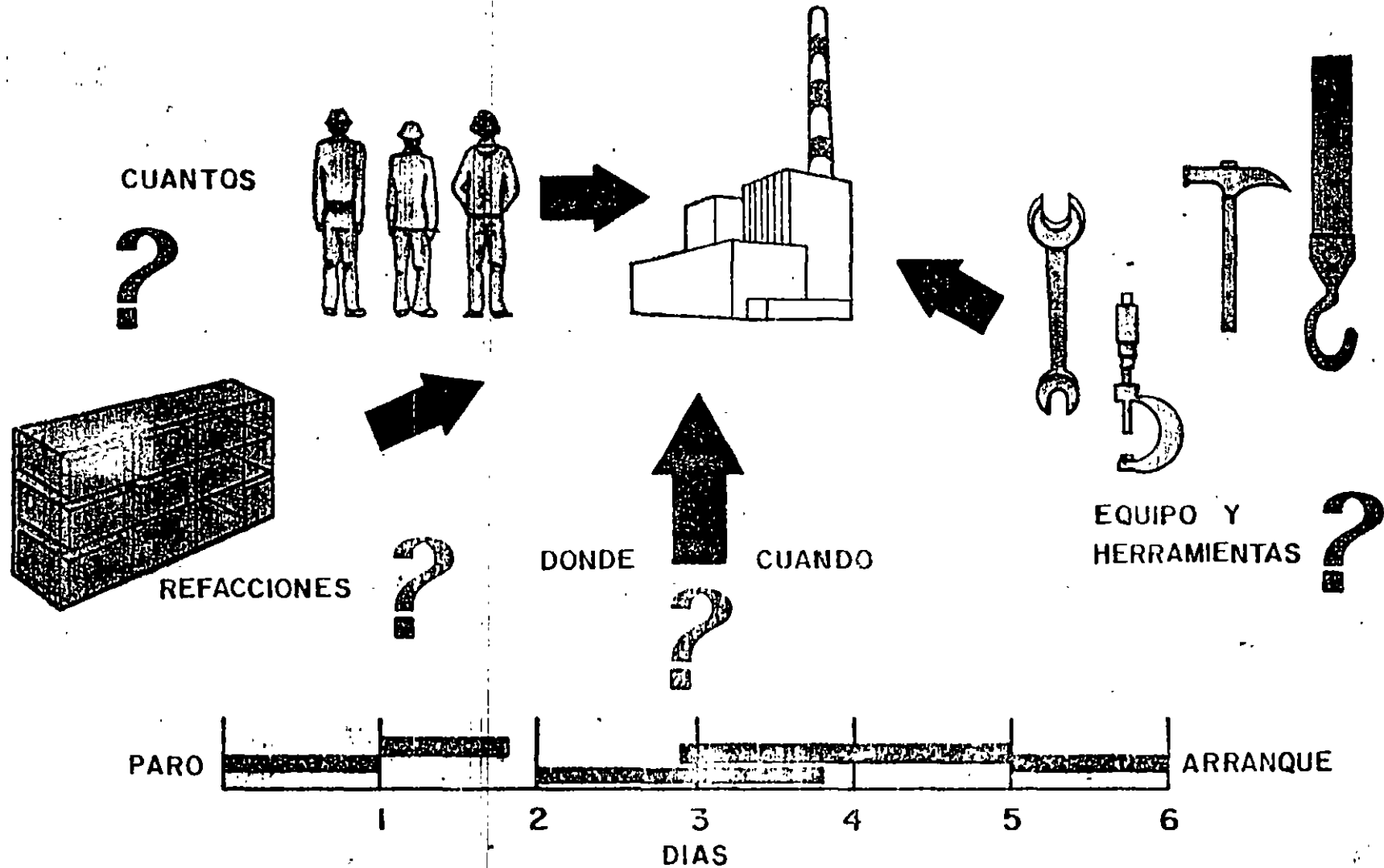
ESTIMACIONES

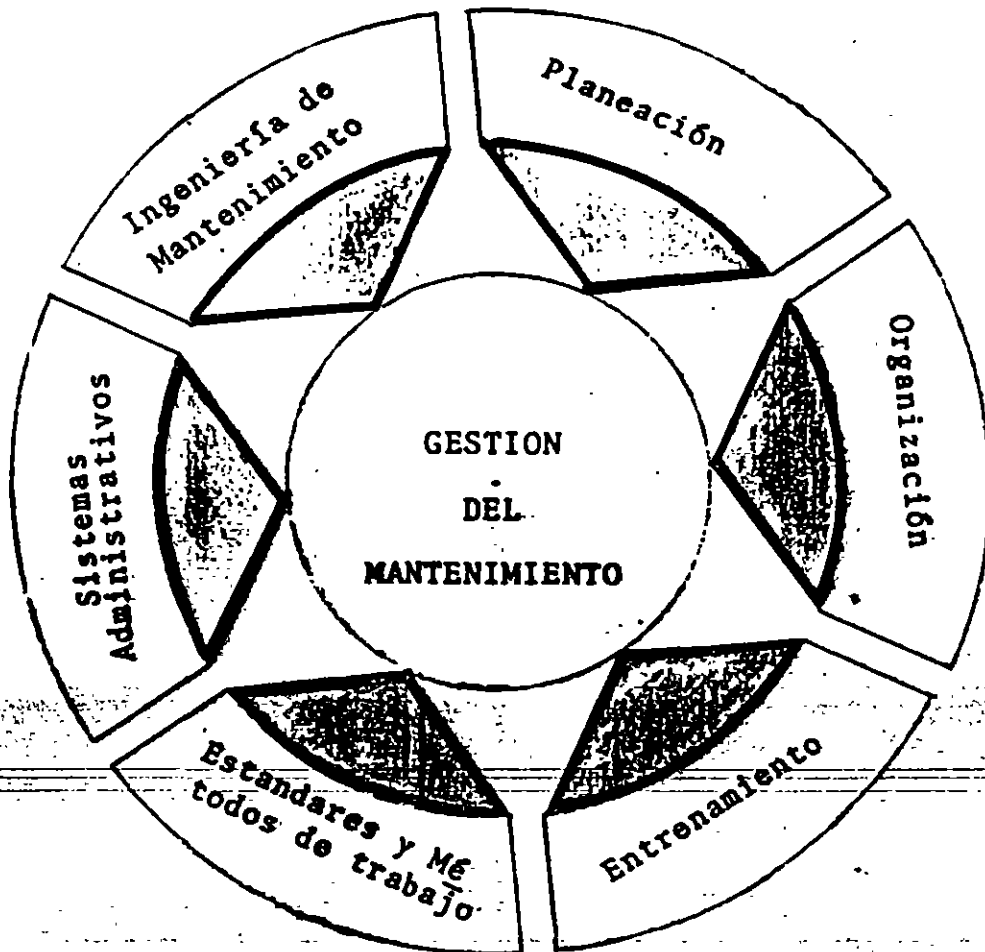
INFORMACION EN UNIFORMES

PROGRAMA DE MP

PLANEACION DE SALIDAS

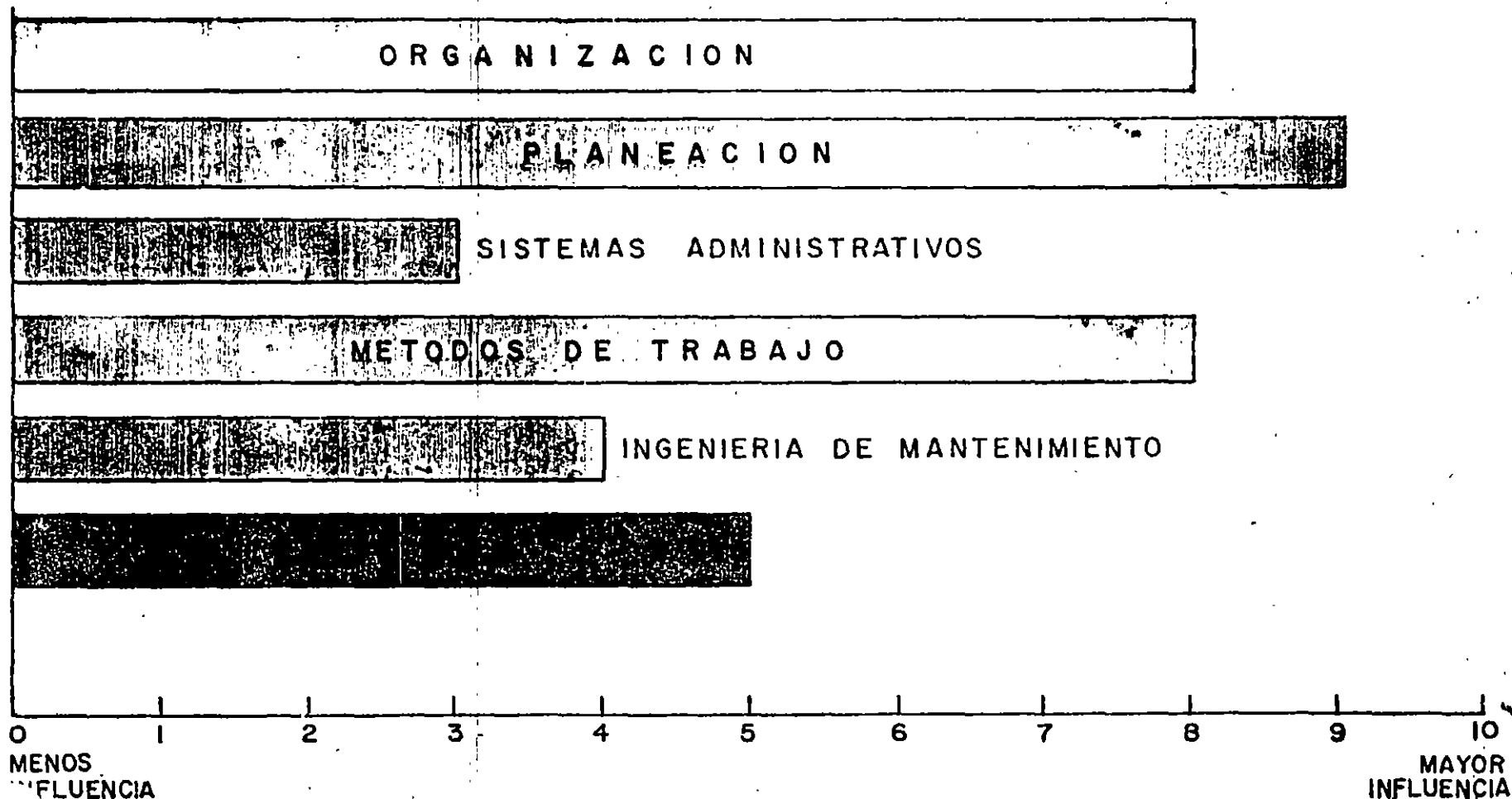
# GESTION DEL PROGRAMA DE PARO





**FACTORES DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO**

# INFLUENCIA SOBRE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO



## M A N T E N I M I E N T O

TODOS LOS TRABAJOS (DE REPARACION Y REVISION) LLEVADOS ACABO, CON OBJETO DE CONSERVAR Y RESTAURAR CADA FACILIDAD, EQUIPO O SERVICIO, PARTE DE UN SITIO, ESTRUCTURA, EDIFICIO Y CONTENIDO, A UN ESTANDAR ACEPTABLE.

## 2.- CATEGORIAS DE MANTENIMIENTO

### HISTORIA

### CLASES DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

a) Corrección de defectos ó Mantenimiento Correctivo (MC), con la unidad en funcionamiento ó fuera de servicio, que pueden ser:

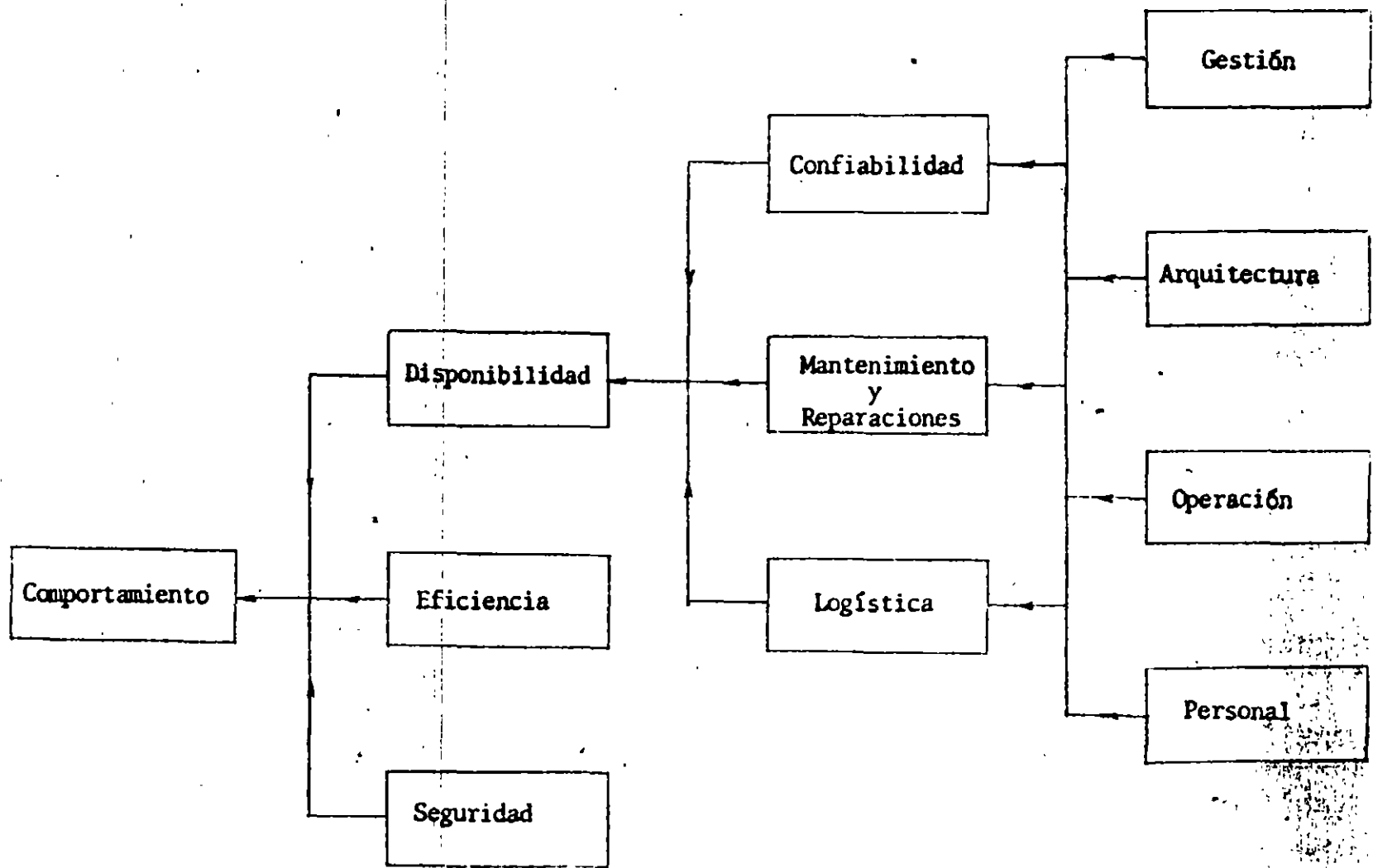
- . Planeados ó no urgentes
- . Inmediatos ó urgentes

b) Mantenimiento Preventivo (MP)

- . Unidad parada
- . Unidad en funcionamiento

c) Mantenimiento Predictivo

- . Unidad parada
- . Unidad en funcionamiento



INTERRELACIONES BASICAS DE LA DISPONIBILIDAD DE UNA PLANTA TERMoeLECTRICA

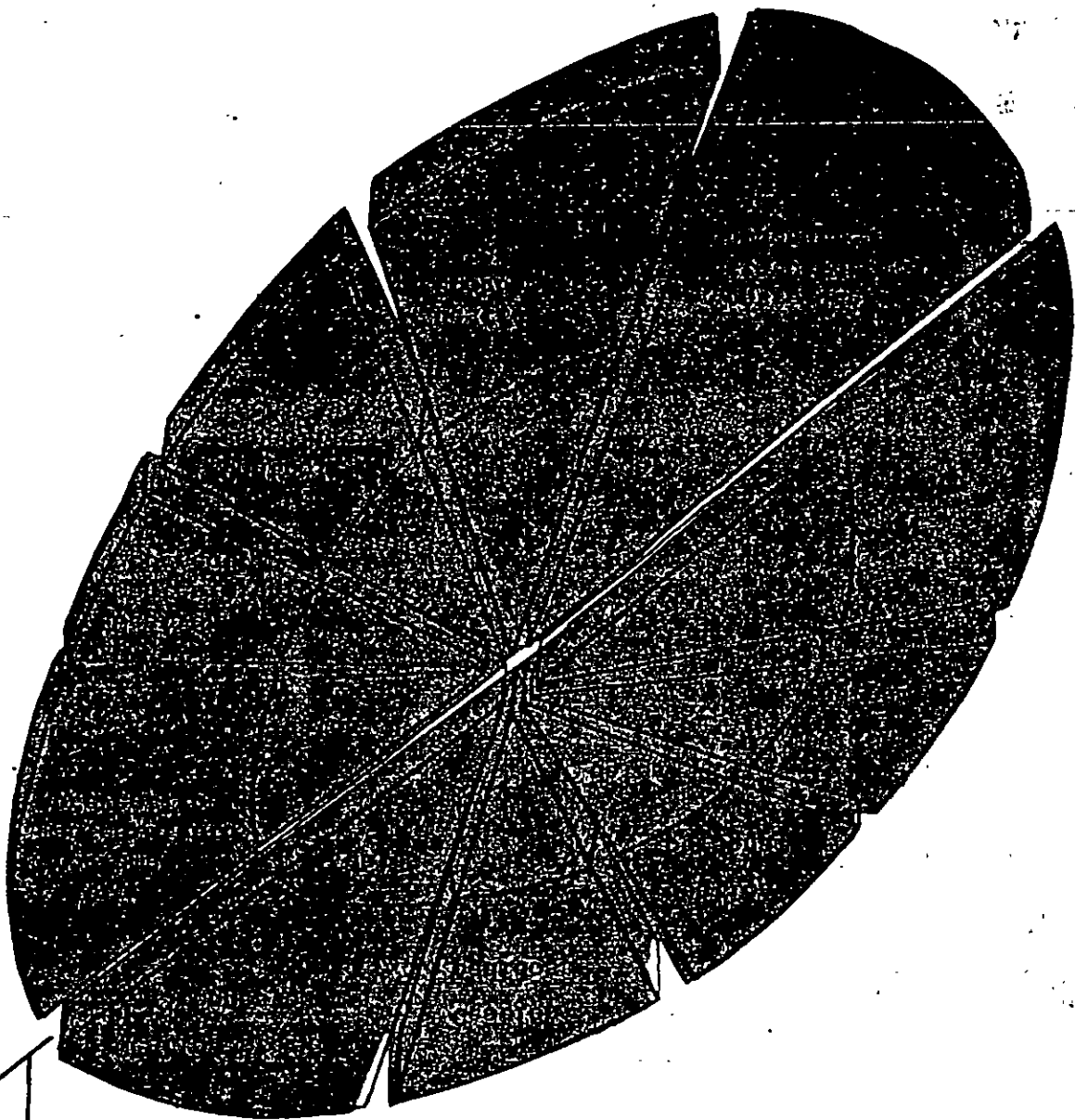


LAS PLANTAS O CENTRALES NO NADA MAS SON FIERROS Y ALAMBRES; SON TAMBIEN GESTION, LA QUE, EN LA MEDIDA EN QUE LAS ORGANIZACIONES SON MAS GRANDES, COMPLEJAS Y BUROCRATICAS, ADQUIERE MAYOR IMPORTANCIA. —

DEBIDO A LA INTERRELACION CON LA DISPONIBILIDAD DE UNA PLANTA, LA GESTION DE MANTENIMIENTO ES DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES DE EXPLOTACION. —

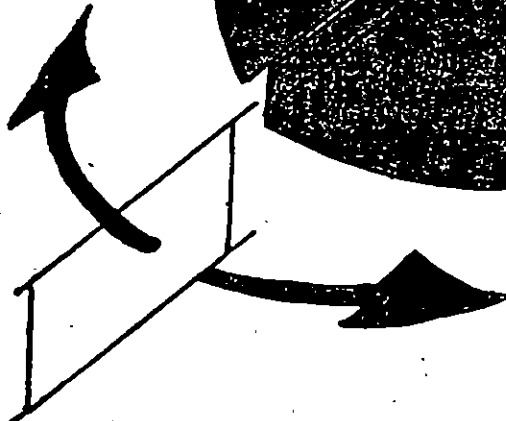
LA CONSECUENCIA ELEMENTAL EN QUE SE BASAN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ES QUE:

LOS SISTEMAS, ESTRUCTURAS, COMPONENTES Y REFACCIONES, TIENEN QUE ESTAR PERFECTAMENTE IDENTIFICADOS Y CONTROLADOS, ES DECIR, DEBEN ESTAR INVENTARIADOS Y DETERMINADAS TODAS LAS ACCIONES A REALIZAR EN CADA UNO DE ELLOS.



antena

de radio



recursos para el mantenimiento

1