

77  
2 ej'



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**Desarrollo de Ingeniería de Proyecto**

# **Tesis Profesional**

Que para obtener el Título de:

**INGENIERO QUIMICO**

Presenta

**JUAN GABRIEL NIETO OBREGON**



México, D. F.

1985



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

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

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

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

## I N D I C E

## INTRODUCCION

## CAPITULO I.- LA ADMINISTRACION EN UNA FIRMA DE INGENIERIA.

- I.1 Generalidades.
- I.2 Administración de Proyectos, Conceptos Generales.
- I.3 Planeación.
- I.4 Organización.
- I.5 Integración.
- I.6 Dirección.
- I.7 Evaluación y Control.

## CAPITULO II.- INGENIERIA DE PROYECTO.

- II.1 Antecedentes y Estado Actual.
- II.2 Alcance.
- II.3 Estructura de una Firma de Ingeniería.
- II.4 Ingeniería Básica.
- II.5 Ingeniería de Detalle.
- II.6 Documentos y Dibujos que se emiten en el Desarrollo del Proyecto.
- II.7 Descripción de los Documentos.

## CAPITULO III.- PROCEDIMIENTOS GENERALES DE TRABAJO.

- III.1 Procedimientos de Trabajo de Proyecto.
- III.2 Matrices de Precedencias.
- III.3 Ingeniería de Procura.
- III.4 Reportes.
- III.5 Control de Proyecto.

III.6 Distribución de Documentos.

CAPITULO IV.- PROGRAMA GENERAL DEL PROYECTO.

IV.1 Objetivo.

IV.2 Tipos de Programas y sus aplicaciones.

IV.3 Revisiones y Actualizaciones.

CAPITULO V.- ALCANCE DEL PROYECTO.

V.1 Definición.

V.2 Tipos de Alcance.

V.3 Cambios en el Alcance del Proyecto.

CAPITULO VI.- CONCLUSIONES.

Bibliografía.

## INTRODUCCION

La finalidad del presente trabajo está encaminada a la descripción de las diversas actividades que conforman la ingeniería de proyecto, las interrelaciones de las diversas disciplinas que participan y sus procedimientos generales de trabajo, así como los cambios o decisiones que afectan los objetivos del proyecto, que por causas diversas se originan durante el desarrollo del mismo

CAPITULO I

LA ADMINISTRACION EN UNA FIRMA DE  
INGENIERIA

### 1.1.) GENERALIDADES

En la época actual, las sociedades modernas enfrentan un conjunto de problemas y fenómenos que no han tenido precedente alguno en tiempos pasados. Nuevos centros de influencia y poder han alterado las relaciones entre diversos sectores de la sociedad, dando lugar a una variada manifestación de interacciones de muy diversa naturaleza. Podríamos afirmar que una característica común observada en estas interacciones es la existencia de una gran interdependencia y complejidad, factores éstos que se manifiestan tanto en la descripción de los fenómenos y necesidades como en las posibles soluciones y su ejecución.

La naturaleza de estas interacciones, entre lo que podríamos llamar "Macroambientes" Tecnológico, Social, Económico y Político, - originan y plantean, a diferentes niveles, necesidades, ideas y - alternativas que pueden convertirse en posibilidades u objetivos, los que posterior y eventualmente se traducen en "proyectos de diversa índole".

De esta manera vemos surgir proyectos de investigación tecnológica, proyectos de bienestar social, proyectos militares, proyectos de - plantas industriales, etc.. El tipo de proyectos al que haremos referencia en este trabajo es el de diseño y construcción de plantas industriales y las herramientas utilizadas en su ejecución las que en su conjunto conocemos como Ingeniería de Proyecto.

El contraste con la sencillez de los métodos y sistemas de control de los primeros proyectos industriales, la complejidad de los modernos y ambiciosos proyectos actuales exige la participación de diversos especialistas en ciencias de la ingeniería, para poder resolver con un

buen grado de confiabilidad los problemas asociados a una alta complejidad inherente en estos procesos. Las asociaciones ó empresas que agrupan estos especialistas , normalmente conocidas como Bufete o Firmas de Ingeniería - ofrecen servicios que van desde estudios de factibilidad y de mercado hasta el arranque y puesta en marcha de unidades operativas.

La ingeniería de proyecto es básicamente una actividad en la cual se conjugan varias disciplinas de la ingeniería formando una fuerte interdependencia entre todas ellas. A lo largo de este trabajo se verá con cierto énfasis que el objetivo de la Administración consiste en obtener la máxima eficiencia en la coordinación de estas disciplinas.

El enfoque que se adopta para el desarrollo e integración de proyectos en general, es el mismo que se conoce con el nombre de proceso o enfoque gerencial y el cual consiste en la coordinación de todos los recursos a través del proceso de planeación, organización, dirección y control a fin de lograr objetivos establecidos.

La definición de gerencia como un proceso guiado y coordinador es universal en su aplicación a todas las formas de esfuerzo de grupo. No es aplicable a la empresa mercantil solamente, sino también a toda situación en la que se intenta alcanzar una meta establecida a través del esfuerzo de equipo. Todo funcionario gerencial y todo asesor especializado miembro de una organización, participa en la coordinación de los recursos y en el ejercicio de alguna o todas las funciones gerenciales y todos trabajan para alcanzar los objetivos fijados.

A la función de planeación se le da la primera posición entre las cuatro funciones del proceso gerencial, ya que lógicamente, es la función que --



primero ocurre. La planeación se contempla también como una actividad - - trascendente puesto que penetra y conforma las otras tres funciones de organización, dirección y control. En ocasiones a la función de planeación - se le considera como de carácter transitivo debido a que es necesaria - - cuando se forma la organización y se establecen los patrones de dirección y control. Cuando estos planes se tornan permanentes y estables, son clasificados entonces como políticas, procedimientos o métodos.

La planeación efectiva requiere información oportuna y completa, por lo - tanto, es necesario estudiar las funciones de un sistema de información - gerencial; y como parte del proceso de planeación se contempla la toma de decisiones como una herramienta útil e indispensable.

A la función de organización como parte del proceso gerencial se le ha conocido también como a un grupo de personas integradas en una relación formal para alcanzar metas establecidas. La palabra organización tiene básicamente dos significados distintos; uno que se refiere a una entidad en - sí misma y el otro que se refiere a la organización como proceso.

Algunas de las organizaciones entendidas como entidades, más comunes, como por ejemplo: escuelas, hospitales, instituciones privadas, iglesias, - comparten características comunes: primero, cada una de ellas esta compuesta de gente, segundo, cada una de ellas tiene un propósito distinto o meta que lograr y tercero, cada una tiene un cierto grado de formalidad en su - estructura organizativa.

El segundo significado de la función de organización, que se ha hecho mencion en el párrafo anterior, es aquel que se refiere al proceso de estructurar o arreglar las partes de una organización. Bajo este enfoque se pretende dirigir los objetivos de la organización hacia uno de los siguientes

tres aspectos: a) organizar el trabajo, b) organizar a la gente y c) organizar los sistemas. El aspecto que se elija como aquel que es el más descriptivo para el proceso de organización depende de ciertos - conceptos fundamentales en relación con la naturaleza del trabajo y el comportamiento de las personas en una situación de trabajo.

Estos conceptos son importantes porque pueden conducir a la conclusión de que 1) lo que importa es el proceso de organizar el trabajo, 2) o en otro sentido se puede plantear que es la gente el tema central del proceso de organización o finalmente 3) se puede concluir que el proceso de organización debe centrarse en los sistemas o sub sistemas de la empresa en cuestión.

La función de dirección, también conocida como liderato, tiene como propósito fundamental el obtener formas deseadas de conducta por -- parte de los miembros de la organización. La calidad del liderato - se refleja en el desarrollo y ejecución de los planes, en la claridad y lo apropiado de la estructura organizativa y en el diseño y ad ministración de los sistemas de control.

El aspecto de dirección en las organizaciones formales incluye no solamente aquellas características de las relaciones interpersonales co nocidas como estilo de liderato, sino también todas las acciones de - un gerente necesarias para la ejecución de las funciones gerenciales- de planeación, organización y control, así como la selección del esti lo apropiado de liderato.

El propósito de la función de control es asegurar la ejecución apropia da de los planes. El control es ejercido a través de un proceso de - -

de tres pasos:

a) la determinación de estándares de ejecución esperados, b) la medición de la ejecución en curso en relación a los estándares y c) la toma de acción correctiva.

La secuencia de los eventos, la fecha en que cada evento ha de ser -- completado y la organización responsable de la realización de un evento dado, son bien evidentes cuando los planes son desarrollados en detalle y altamente estructurados.

## I.2) ADMINISTRACION DE PROYECTOS, CONCEPTOS GENERALES.

Para comenzar este inciso se mencionarán algunos aspectos de los proyectos de Plantas Industriales que los caracterizan y que nos ayudan a tener una imagen clara de su significado:

- Podemos decir que un Proyecto es un conjunto de actividades interdisciplinarias llevadas a cabo por especialistas de áreas diversas de la Ingeniería.
- Estas actividades las realizan organizaciones (que pueden ser ó no Firms de Ingeniería) para lograr un producto-objetivo bien administrado en un entorno de cambio y riesgo.
- Para llevar a buen término, un Proyecto se requiere de la designación de un responsable o Líder, Director, Jefe, . . ., Gerente de Proyecto a quien se le debe conferir la responsabilidad y la autoridad para ello.
- Independientemente de su tamaño, complejidad o naturaleza, cualquier proyecto tiene la misma estructura básica, desde su "concepción", hasta su "expiración", esto quiere decir que tiene un ciclo de vida.
- Cualquier Proyecto representa un gran trabajo de equipo, para el logro de objetivos y cuya realización es finita, única y nunca repetitiva.
- Todo Proyecto siempre tiene un " Cliente ".
- El Proyecto se genera y se realiza de acuerdo a las necesidades de ese " Cliente ", con quien se firmará un contrato en el que se establecen primordialmente cuáles son sus requerimientos y especificaciones.

- Debe quedar perfectamente claro el " Alcance del Proyecto ", así como los parámetros de tiempo, costo y características del producto.

A lo largo de este trabajo se ampliará con detalle cada una de estas características. Por ahora podemos darnos cuenta de que los objetivos que persigue un Proyecto, pueden caer en áreas tan diversas como Diseño, Desarrollo, Fabricación, Construcción, o Instalación de algo en particular; y que ese "algo", cuyo futuro usuario será el " Cliente ", debe quedar perfectamente definido en el " Alcance del Proyecto ".

Con el propósito de profundizar en los pasos que sigue la técnica administrativa en general, abordaremos a continuación algunos conceptos relacionados con ésta.

A partir de las definiciones anteriores podemos ver que la administración es en sí un proceso encaminado de acciones, con una dirección fija o fin específico. Sirve para obtener resultados y lograr objetivos a través de las personas, sobre algo que desea o se requiere, en la mejor forma y dentro de ciertos parámetros, siendo éstos comúnmente:

- Tiempo
- Calidad
- Costo
- Características o Especificaciones

Para lograr sus objetivos, la administración realiza principalmente dos funciones:

- 1) Toma de Decisiones
- 2) Realización de Actividades (Toma de Acciones) para implementar las decisiones.

Podríamos afirmar finalmente que la administración busca en forma directa,-

precisamente la obtención de resultados de máxima eficiencia en la coordinación, puesto que dependiendo de la manera en que se coordinen las personas y las actividades, se obtendrá mayor o menor eficiencia; ya que esa coordinación no solo aprovecha mejor y multiplica la eficiencia de cada elemento-particular sino que, sin ella, cada una de las eficiencias individuales sería inútil o, por lo menos insuficientemente aprovechada.

Coordinar implica el ordenamiento simultáneo y armonioso de varias cosas. Supone por lo mismo que hay varias especialidades y medios diversos orientados todos ellos a un mismo fin.

El término de coordinación es el que mejor responde a la actividad central de la administración en general, en virtud de que ésta abarca la acción de quien está administrando o en lo que ésta se traduce: ya se esté planeando, dirigiendo, integrando, organizando o controlando algo; en el fondo siempre se está coordinando cosas, acciones, persona, fines, intereses, etc.. Pero sobre todo, el fin perseguido, aquello que tiene naturaleza práctica y es decisivo desde el punto de vista de la administración.

Más adelante veremos que la organización de una Firma de Ingeniería que se dedique al diseño y construcción de plantas industriales, tiene como objetivos básicos, tanto la realización de proyectos que queden dentro de los parámetros de calidad, tiempo y costo, como la satisfacción de los requerimientos que el cliente consideró al inicio del proyecto. La realización de ambas tareas implica llevar a cabo una actividad administrativa, cuya labor de coordinación contenga tanto elementos de conocimiento y dominio de campos específicos, así como elementos de atributos y habilidades individuales de las personas que realizan esta actividad.

Con el propósito de visualizar algunas de las etapas de la administración de Proyectos, de una manera global, se puede recurrir al esquema de la figura I.2.1, en el cual se observan encerrados en un cuadro aquellas actividades que representan etapas importantes durante el desarrollo de un proyecto.

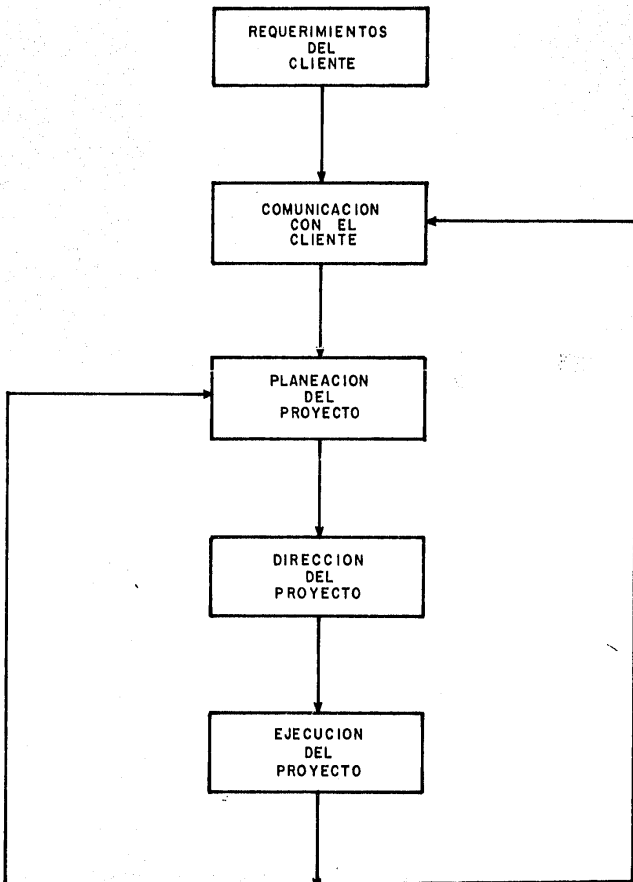
En párrafos anteriores se hizo mención de un "ciclo de vida" para cualquier tipo de proyecto; las etapas de este ciclo, una vez establecido el objetivo son las siguientes:

- Concepto: Definición de requisitos y concepción de planes generales.
- Definición: Selección del diseño general y planeación.
- Desarrollo: Diseño final y construcción del producto.
- Operación: Instalación, uso y ajuste.

El esquema de la figura I.2.2, muestra algunos otros aspectos que se contemplan durante el ciclo de vida del proyecto.

Para finalizar este inciso, es conveniente mencionar que las relaciones que se tienen con el cliente se establecen a través de un representante del mismo generalmente conocido como "Residente", el cual normalmente se localizará en la sede de la Firma de Ingeniería durante el desarrollo del proyecto. Con respecto a este punto hay que agregar que el responsable del proyecto (Jefe, Director o Gerente de Proyecto) es la persona encargada de establecer y llevar a cabo las relaciones con el Cliente (Residente), informar del estado del proyecto, coordinar acciones y tomar las decisiones apropiadas - que permitan administrar de mejor manera y alcanzar los objetivos fijados - por los requerimientos del cliente.

## ETAPAS PRINCIPALES EN LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS





RETROALIMENTACION

EVALUACION  
DEL  
PROYECTO

REPORTE  
DEL  
PROYECTO



<b>UNAM</b>	
FACULTAD DE QUIMICA	
JUAN GABRIEL NIETO OBREGON	1985

fig. 1.21

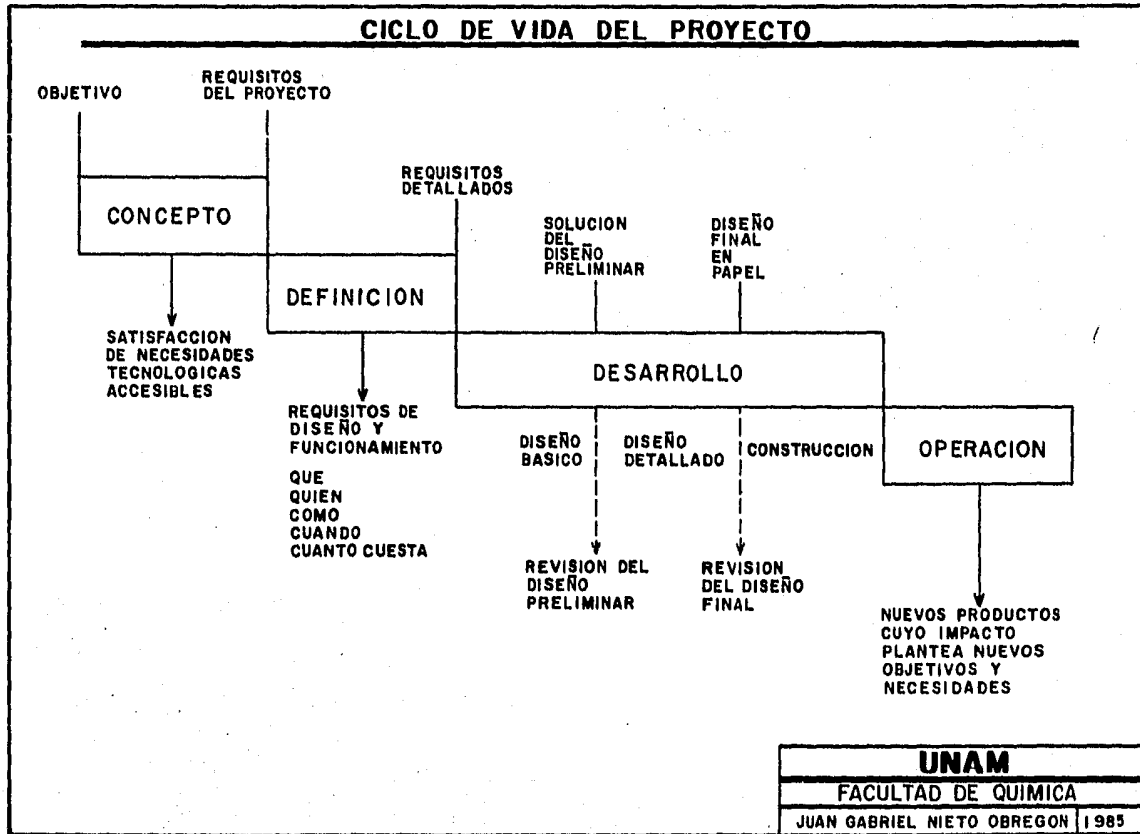


fig.I.2.2

### 1.3) PLANEACION

La planeación consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse para un proyecto determinado, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de actividades para realizarlo y los requisitos de información y actividades previas, necesarias para su realización.

La eficiencia no puede venir del azar o de la improvisación, así como administrar quiere decir "hacer a través de otros", necesitamos - primero hacer planes sobre la forma como esa acción habrá de coordinarse. El objetivo sería infecundo, si los planes no lo detallaran, con la finalidad de que pueda ser realizado íntegra y eficazmente.

Al inicio de cada proyecto, el responsable de éste, conocedor de las políticas de la empresa a la que pertenece y la de los ejecutivos de la misma, debe desarrollar un plan básico para manejar un proyecto - en particular, el cual puede quedar establecido desde la etapa de la propuesta inicial o bien aprobarse durante las juntas de arranque del proyecto.

En párrafos anteriores hablamos de actividades previas que debían cumplirse con la finalidad de desarrollar en forma armónica un proyecto. Estas actividades provienen de varias disciplinas de la Ingeniería - que se interconectan entre sí y reciben el nombre de Matrices de Precedencias. Más adelante veremos en detalle en qué consisten estas matrices, pero para los propósitos actuales bastará mencionar que son documentos en los que se marcan actividades o información necesaria -

para elaborar a su vez la siguiente actividad correspondiente en el diseño. Esto es de capital importancia puesto que los programas deben ser de tal naturaleza, que pueda decirse que existe uno solo para cada proyecto; y todos los que se aplican en la empresa deben estar, de tal modo coordinados e integrados, que en realidad puedan decirse que existe un solo plan general, adecuándose de esta manera los recursos humanos y materiales, a los resultados que de ella se esperan. En otras palabras, esto quiere decir que la salud "profesional y financiera", de una firma de ingeniería está en función directa del número de proyectos que pueda manejar sin llegar a sacrificar calidad en aras de la cantidad, o rapidez de emisión de información.

La planeación como elemento administrativo comprende cuatro etapas esenciales, las cuales son:

- a) Políticas: Principios para orientar la acción.
- b) Procedimientos: Secuencia de operaciones o métodos.
- c) Programas: Fijación de tiempos requeridos.
- d) Presupuestos: Estimados en que se precisan costos, Horas-Hombre, --  
etc.,

I.3.1 ) Las Políticas pueden definirse como los criterios generales - que tienen por objeto orientar la acción, dejando a los jefes-campo para las decisiones que les corresponde tomar: sirven, - por ello, para formular, interpretar o suplir las normas concretas.

A grandes rasgos, las políticas en el campo de la Ingeniería de Proyecto deben de fijarse de antemano con la finalidad de esta

blecer, por ejemplo:

- El tipo de especificaciones y estándares de diseño, manuales y códigos de ingeniería que deberán utilizarse para el desarrollo del trabajo,
- Si algún tipo de trabajo deberá ser subcontratado,
- Los tipos de reportes y la periodicidad de las mismas.

La importancia de las políticas en administración es decisiva, puesto que son indispensables para la adecuada delegación de funciones, la cual a su vez es esencial en la administración, - que ésta consiste, en "hacer a través de otros".

#### I.3.2 ) Los Procedimientos.

Los procedimientos son aquellos planes que señalan la secuencia cronológica más eficiente para obtener los mejores resultados en cada función concreta de coordinación.

Los procedimientos son como el "seccionamiento" funcional de cada departamento. La última división, de acuerdo con la opinión general, se da en los "métodos", los cuales corresponden a unidades de acción indivisibles. Pero los métodos son más - también de carácter técnico, y no siempre administrativos; en -- cambio el procedimiento, se forma por varios métodos que se articulan en una secuencia. Tenemos por ejemplo, los procedimientos de circular cierta información hacia determinados departamentos, pero no a otros que no la requieren, asimismo tenemos los métodos de estimación de propiedades termodinámicas a través de un programa de computadora.

Hay que tener presente, la gran mayoría de veces, que los pro  
cedimientos deben fijarse por escrito, y de preferencia en el  
inicio de la ingeniería de un proyecto. Editándose así, lo-  
que se llama un Manual de Procedimientos.

### I.3.3 ) Los Programas.

Con respecto a los programas podemos indicar que son aquellos  
planes, en los que no solamente se fijan los objetivos, y la  
secuencia de operaciones, sino principalmente el tiempo requ  
rido para realizar cada una de sus partes.

Así como la esencia de las políticas consistente en orientar  
genéricamente la acción, y para los procedimientos, el fijar  
la secuencia de métodos, los programas se caracterizan por la  
fijación del tiempo requerido para cada una de sus partes. Du  
rante el desarrollo de un proyecto, cuando nos referimos a las  
partes, en el párrafo anterior, queremos indicar los resulta-  
dos parciales que obtienen cada uno de los departamentos inv  
lucrados en el mismo. La razón de mencionar aquí, radica en-  
que de una manera gráfica, y sobre todo rápida, puede verifi-  
carse aquellos documentos, que determinado departamento tiene  
la obligación de emitir, el tiempo requerido por ese departa-  
mento y las actividades precedentes y consecuentes que se ge-  
neraron y que se generarán por ese documento. Los programas-  
se convierten así entonces, en poderosos instrumentos de con-  
trol.

Los tipos de programas más comunmente usados, son básicamente  
dos:

- I.3.3.1) Programa de Barras.- Este muestra cuando las actividades deben ser iniciadas, el intervalo de tiempo para ser desarrolladas y cuando terminadas. Tiene como ventaja que es simple y fácil de entender. Tiene como desventaja que no se muestran las interconexiones entre las diferentes actividades precedentes y consecuentes.
- I.3.3.2) Programa de Flechas o Ruta Crítica. Este muestra la secuencia de los eventos a lo largo de una escala de tiempo, las actividades que pueden ser desarrolladas en serie o en paralelo y que deberá hacerse antes de iniciar o terminar cierta actividad. Este programa sirve entre otras cosas para controlar la fecha de terminación del proyecto, ya que las actividades más importantes se consideran que están sobre la ruta crítica.
- Con respecto a los programas de ingeniería de proyecto, se ha dedicado un capítulo entero en donde se -- abordará con detalle la elaboración de estos documentos.

I.3.4) Los Presupuestos.

Finalmente, bajo el nombre de presupuestos o estimaciones, queremos indicar el acto administrativo mediante el cual se estima y determinan cuantitativamente aquellas actividades que ya se han programado; de hecho son una modalidad especial de los-

programas. Para un proyecto que empieza, suele emitirse inicialmente un estimado de orden de magnitud con cifras aproximadas, -seguido posteriormente de otro estimado detallado en el cual se incluyan los costos de la ingeniería, las Horas-Hombre requeridas y el costo probable del equipo y materiales del proyecto en cuestión.

Los estimados, considerados como hasta ahora, sirven tanto como instrumentos de planeación, como de control.

Resumiendo: los aspectos principales de la Planeación en lo que concierne al campo de la Ingeniería de Proyecto son:

- Las Políticas: criterios generales que orientan la acción y - que son emitidos por las autoridades de la empresa.
- Los Procedimientos: planes que señalan la secuencia cronológica más eficiente. Manual de procedimientos.
- Los Programas: fijación del tiempo requerido para la ejecución de cada actividad. Programa General del Proyecto.
- Los Presupuestos: Determinación cuantitativa de costos de ingeniería y Horas-Hombre.



#### I.4) ORGANIZACION.

Conceptualmente podemos decir que la organización es la estructura técnica de las relaciones que deben existir entre las funciones, - niveles y actividades de los elementos materiales y humanos de un organismo social, con el fin de lograr su máxima eficiencia dentro de los planes y objetivos señalados.

La organización de grupo que debe adoptarse en la administración - de un proyecto para su adecuada ejecución, depende directamente de la naturaleza y características propias del proyecto. Una organi zación firme y bien estructurada forja el marco para que el grupo - de trabajo alcance las metas del proyecto de manera eficiente.

Tradicionalmente han existido dos formas básicas de estructurar la organización de una empresa en la ejecución de un proyecto. En un extremo se tiene la organización funcional o departamental y en el otro a la proyectizada, y dadas las condiciones actuales de crisis económica, se requiere por consiguiente, optimizar el trabajo de - cada uno de los integrantes del grupo evitando los tiempos muertos, mediante una adecuada programación de sus actividades; a partir de este surgió la organización matricial. Las características propias de cada una se mencionan a continuación, véase la figura I.4.1

I.4.1 ) Organización Departamental o Funcional. La clave de este tipo de estructuras, también conocida como organización - clásica, es la división en grupos o departamentos específi cos de alguna especialidad de la ingeniería de proyecto, la cual se encarga de los aspectos propios de su disciplina.

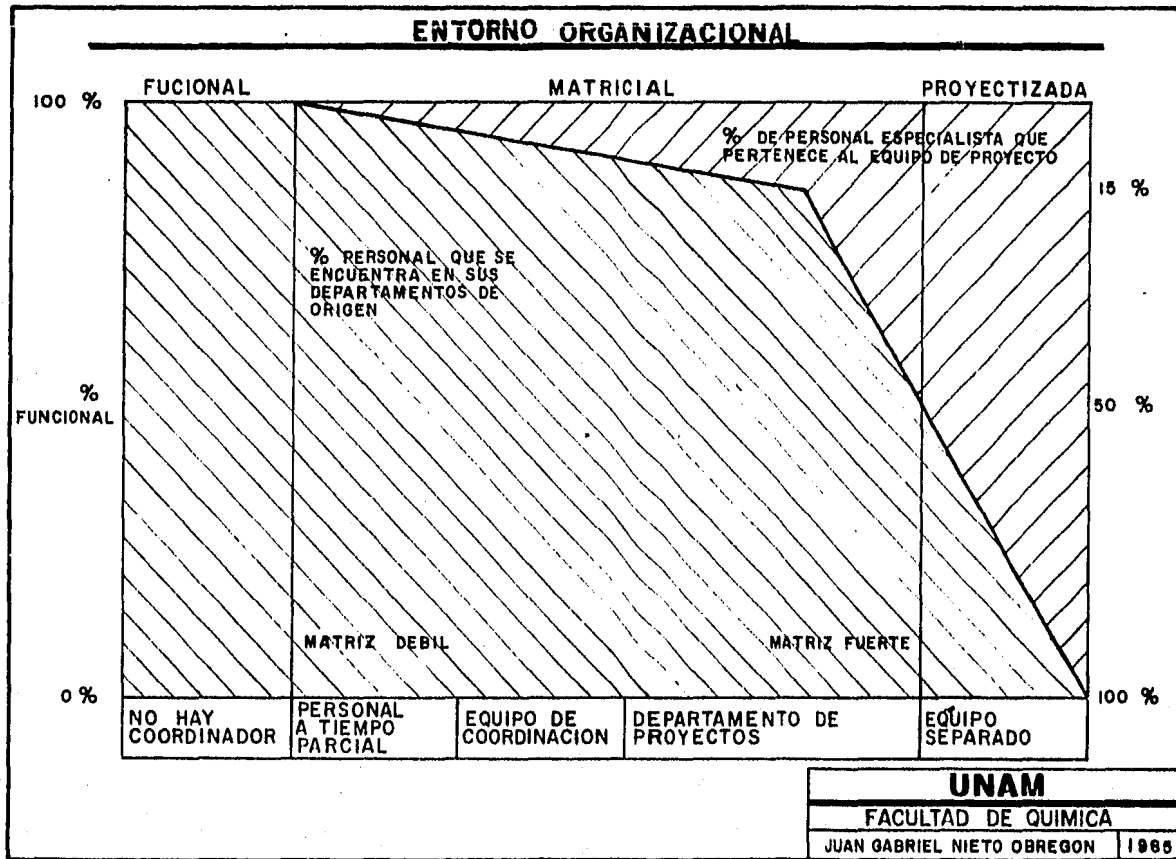


fig.I.4.1

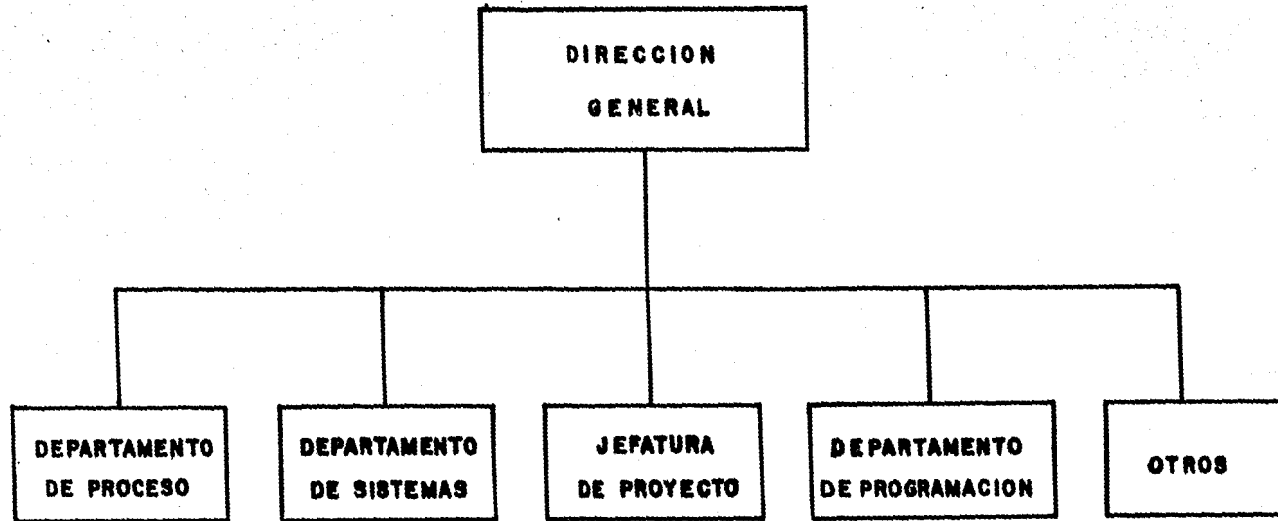
Es decir, una vez que el proyecto se ha asignado a una firma de Ingeniería, éste se secciona y se turna a los diferentes departamentos los cuales a su vez se responsabilizan en lo que concierne a su especialidad únicamente, ver fig. - - I.4.2.

Las ventajas de este tipo de organización son, entre otras las siguientes:

- Se puede implementar un control sobre el departamento (o función), el cual se encargue de vigilar la eficiencia y productividad del mismo.
- En virtud de lo anterior no podrían existir perturbaciones externas que afectaran la operación del departamento.
- Comparativamente con las otras dos organizaciones tipo, ésta es la más barata de las tres.
- En esta estructura la especialización tiende a incrementarse en profundidad y sobre todo a centralizarse.

Sin embargo, las desventajas principales o por lo menos las más sobresalientes, son las siguientes:

- En virtud de la carencia de coordinación entre un departamento y otro se crean situaciones conflictivas interdepartamentales por motivos de prioridad de los proyectos.
- Los recursos humanos y técnicos aunque potencialmente ricos son, en términos generales, insuficientemente aprovechados, en virtud de que una porción considerable de la mayoría de los proyectos no requieren del empleo de una alta especialización.



**ORGANIZACION FUNCIONAL**

**FIG. 1. 4. 2**

En términos generales los tiempos requeridos para complementar un proyecto son mayores que en las otras organizaciones.

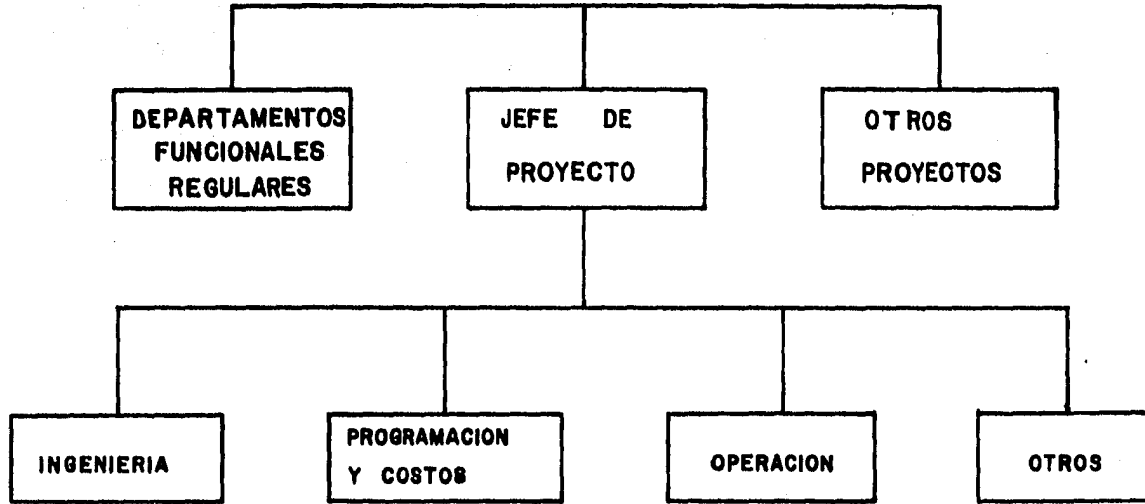
I.4.2.) Organización Projectizada.- La característica principal de este tipo de estructura es la de centralizar los recursos necesarios para la ejecución de un proyecto en un grupo en cargo de la realización del mismo. A la cabeza de este grupo se sitúa el jefe de proyecto, sobre quien descansa la responsabilidad total por las actividades y recursos propios del proyecto. En este contexto el jefe o responsable del proyecto, además de ejercer una autoridad total para el desarrollo del mismo, se encarga de manejar a un grupo de trabajo integrado por especialistas de muchos departamentos creándose una estructura funcional con un solo objetivo medible y alcanzable en un cierto plazo: la ejecución óptima del proyecto.

Como se puede apreciar este tipo de estructura esta orientado hacia el producto final y se recurre a ella cuando se llevan a cabo proyectos de alta prioridad. Véase la fig. -

I.4.3.

Las ventajas de este tipo de organización son, entre otras, las siguientes:

- Al igual que en la estructura funcional, se pueden implementar los controles necesarios, sobre el grupo de proyecto, con la finalidad de vigilar la eficiencia y productividad de este.



**ORGANIZACION PROYECTIZADA**

**FIG. 1·4·3**

- En virtud de encontrarse reunidas todas las especialidades en un solo sitio, el tiempo requerido para terminar un proyecto se reduce considerablemente. De hecho, esta estructura es la que requiere de menos tiempo para completarlo, comparativamente con las otras dos.
- La actividad de coordinación se lleva a cabo casi en forma automática, requiriéndose un mínimo de comunicación formal entre especialistas y jefe de proyecto.
- La comunicación que se establece con el cliente es altamente dinámica, en virtud de la rapidez con que los problemas multidisciplinarios pueden resolverse.

La desventaja principal de esta estructura es la siguiente:

- Este tipo de organización es el más caro de los tres, puesto que para que se cumplan los objetivos de alta productividad y eficiencia en la ejecución de proyectos se requiere - que el grupo de proyecto o "task force" como a veces se le denomina esté encargado de un solo proyecto ó a lo más dos o tres, pero no más. En virtud de lo anterior para mantener una firma de ingeniería con alto rendimiento, se requieren tantos grupos de proyecto como proyectos haya.

I.4.3 Organización Matricial.- Con objeto de ampliar las ventajas y disminuir las desventajas de los dos tipos de organización anteriores, se creó la estructura matricial tratando de combinar la jerarquía vertical con otra jerarquía adicional que se puede considerar de tipo horizontal a través de

un jefe de proyecto.

En este tipo de organización el jefe de proyecto especifica que se debe hacer y cuando y el departamento funcional será responsable de como se hace. Véase la fig. I.4.4.

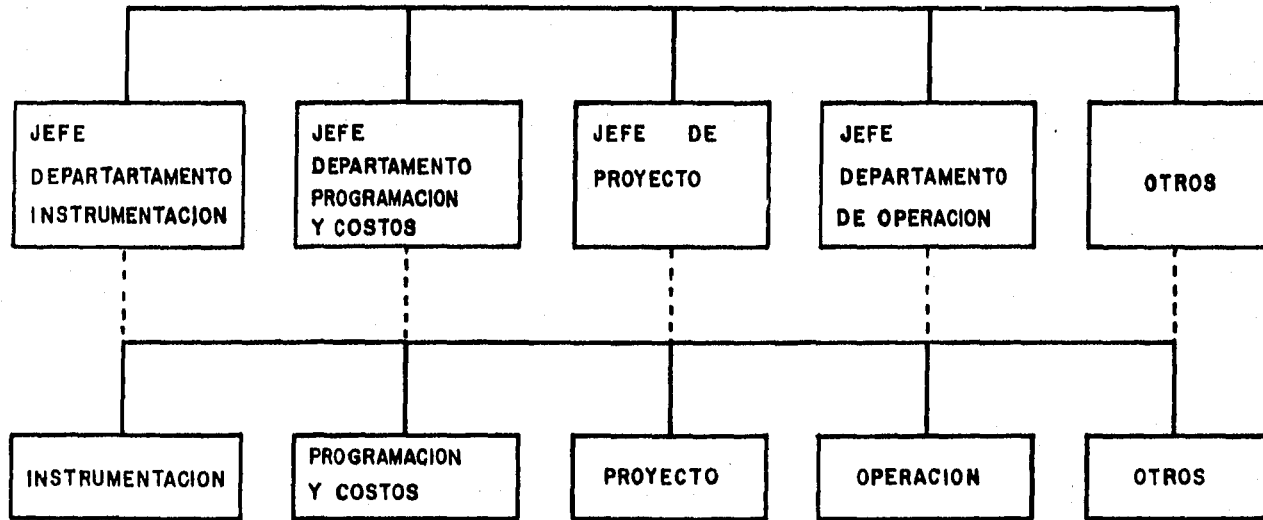
Las ventajas de este tipo de organización son, entre otras, las siguientes:

- Se conservan y se aprovechan las ventajas de la especialización.
- Existe una coordinación dinámica entre grupo de proyecto y departamentos especialistas.
- Quizas la ventaja más importante es que se pueden trabajar muchos proyectos simultáneamente a través de un solo grupo. A esta estructura también se le ha llamado organización multiproyectos.
- Se alcanza de manera armónica un equilibrio entre los objetivos técnicos que se buscan a través de las líneas departamentales y los objetivos del proyecto que se buscan a través de la supervisión del grupo de trabajo.

Antes de continuar con las desventajas de esta estructura, conviene mencionar que el especialista aparece como si estuviera trabajando para dos jefes: el suyo, propio del departamento y el jefe de proyecto.

Esto en realidad es solo aparente puesto que esta organización canaliza a través del jefe de departamento, todas las solicitudes de trabajo que el proyecto requiere.





**ORGANIZACION MATRICIAL**

**FIG. 1 · 4 · 4**

Las desventajas principales son las siguientes:

- Esta estructura es muy vulnerable a la saturación en el manejo de proyectos, debido al poco control que se tiene en la administración de recursos a nivel de departamento.
- Como consecuencia de lo anterior las fuentes generadoras de conflictos (prioridad y recursos), entre grupos de proyectos y departamentos, crecen en magnitud e importancia, en la medida en la que se satura de proyectos la firma de ingeniería.

### I.5) La Integración.

Con respecto a este elemento administrativo podemos indicar que la - integración consiste en obtener y articular los elementos materiales y humanos que la Organización y la Planeación señalan como necesarios, para el adecuado funcionamiento de un organismo social.

El momento en que los elementos humanos se integran a una empresa tiene especial importancia, y por lo mismo, debe ser vigilado con especial cuidado. Si alguna vez se ha señalado que una fábrica puede considerarse como una "máquina gigantesca", cuya eficiencia dependerá de la articulación de las diversas partes, con mayor razón podrá decirse que una Firma de Ingeniería debe estar perfectamente articulada en virtud de los elementos humanos que la constituyen.

Se ha dicho que la integración hace, de personas totalmente extrañas a la empresa, miembros debidamente articulados en su jerarquía.

Para ello se requiere cuatro pasos:

#### a) Reclutamiento.

Tiene por objeto, hacer de personas, totalmente extrañas a la empresa, candidatos a ocupar un puesto en ella, tanto haciéndolos conocidos a la misma, como despertando en ellos el interés necesario.

#### b) Selección.

Tiene como objetivo escoger entre los distintos candidatos, aquellos - que para cada puesto concreto sean los más aptos, de acuerdo con el -- principio enunciado antes. Se le ha comparado como una especie de tamiz o filtro que bajo el criterio de los requerimientos del puesto, vayan desechando a los candidatos inadecuados por diversos conceptos, -- hasta dejar el apropiado.

c) Introducción.

Tiene por fin articular y armonizar el nuevo elemento al grupo del que formará parte, en la forma más rápida y adecuada.

d) Desarrollo.

Tiene como objeto desenvolver las cualidades innatas que cada persona tiene, para obtener su máxima realización posible.

## I.6) Dirección.

La dirección, es aquél elemento de la administración en el que se logra la realización efectiva de todo lo planeado, por medio del ejercicio de la autoridad del administrador, a base de decisiones, ya sea tomadas directamente, o con más frecuencia, delegando dicha autoridad. Se trata aquí de obtener todos los resultados que se habían previsto y planeado y para los que se había estructurado una organización. Pero hay dos estratos substancialmente distintos para obtener los resultados:

- En el nivel de ejecución se trata de "hacer", "calcular", "ejecutar", "llevar a cabo" aquellas acciones que habrán de ser productivas;
- En el nivel administrativo, en cambio, se trata de "dirigir" y no de "ejecutar". El jefe no ejecuta sino hace que otros ejecuten.

Existen ciertas etapas o fases que tienen lugar en el desarrollo de la dirección como elemento administrativo. Como hemos visto en párrafos anteriores es imperativo que:

- Se delegue autoridad, ya que administrar es hacer a través de otros.
- Se ejerza esa autoridad, para lo cual deben precisarse sus tipos - - elementos, clases, etc.
- Se establezcan canales de comunicación a través de los cuales se ejerza, y se controlen sus resultados.
- Se supervise el ejercicio de la autoridad, en forma simultánea a la ejecución de las órdenes.

Concretamente entonces, es necesario que separemos el fenómeno de la dirección en las siguientes cuatro fases o etapas:

- a) Comunicación.
- b) Autoridad.
- c) Delegación.
- d) Supervisión.

1.6.1 ) Comunicación.- La comunicación es un proceso en virtud del cual nuestros mensajes y deseos son transmitidos a otros; esto implica que la comunicación es esencialmente bipolar, pero dado que toda comunicación tiende a cambiar de sentido, al convertirse la fuente en receptor y viceversa, cuanto más se favorezca esa bilateralidad, la comunicación tenderá a ser más enérgica y efectiva.

Este tiene una importancia trascendental en lo que se refiere a la ingeniería de proyecto, dado que los documentos de diseño, que constituyen en su conjunto lo que es el proyecto en sí, sufren una transformación paulatina, cuyo eje central gira alrededor de la comunicación-interdisciplinaria.

En el párrafo anterior se menciona la bilateralidad solo en función de las necesidades centrales que ejerce el grupo de coordinación como elemento integrador del proyecto, aunque en última instancia se constituya como canal informativo entre las diferentes disciplinas de la ingeniería.

1.6.2 ) Autoridad.- En términos generales, puede definirse a la autoridad como a la facultad o derecho de mandar y -

la obligación correlativa de ser obedecido por otros. Sin embargo desde un punto de vista eminentemente práctico, podría definirse más bien como la facultad para tomar decisiones que sean obligatorias y que produzcan efectos.

En este apartado conviene mencionar que, en el caso -- concreto de las firmas de ingeniería, suele distinguirse una cierta autoridad de tipo técnico, diferente de la autoridad de tipo jurídico ( o militar ), cuyo fundamento se basa en los conocimientos técnicos que una o varias personas poseen en determinadas materias.

Es la autoridad del profesional, del experto, cuyas opiniones se admiten por reconocerles capacidad y pericia.

I.6.3) Delegación.- Anteriormente hemos señalado que siendo la administración un "hacer a través de otros", necesariamente requiere de la delegación: ningún jefe lo hace todo por sí solo, sino que delega en otros su autoridad y responsabilidad.

I.6.4) Supervisión.- La función supervisora, supone "ver que las cosas se hagan como fueron ordenadas".

Por ser una función inmediata al control, fácilmente puede confundirse con él: quizás el criterio para distinguirlos se encuentra, sobre todo, en que la supervisión es simultánea a la ejecución, y el control posterior a ella aunque sea por corto tiempo.

## I.7 ) Evaluación y Control.

Conceptualmente este elemento administrativo podríamos definirlo como el conocer el grado de avance de los planes iniciales, a través - de la recolección periódica y sistemática de datos.

Los medios de control que normalmente se utilizan en las firmas de - ingeniería se relacionan con diversos aspectos relativos al desarrollo del proyecto como el programa general del proyecto, el consumo - real de H-H contra el estimado que se había programado de ellas, pero, sobre todo con cierta información "clave" que se debe editar en todo proyecto.

La información llamada "clave" en el párrafo anterior, hace referencia a aquellos documentos cuya importancia y trascendencia marcan un grado considerable de avance en el desarrollo del proyecto.

A reserva de ampliar más este punto en el capítulo siguiente, mencionaremos los nombres de algunos de estos documentos:

Para la Ingeniería Básica:

- Diagramas de Flujo de Proceso
- Hojas de Datos de Equipo de Proceso
- Plano de Localización General de Equipo
- Diagramas de Tubería e Instrumentación de Proceso
- Libro de Proceso

Para la Ingeniería de Detalle:

- Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares
- Hojas de Datos de Equipo de Servicios Auxiliares
- Hojas de Datos de Válvulas de Control



- Hojas de Datos de Válvulas de Seguridad
- Hojas de Datos de Bombas
- Plantas y Elevaciones
- Dibujos Mecánicos de Recipientes
- Dibujos Mecánicos de Cambiadores de Calor
- Dibujos Mecánicos de Hornos
- Plano Clave de Cimentaciones
- Plano de Clasificación de Areas
- Libro de Operación

A reserva de ampliar posteriormente la descripción de algunos de los documentos anteriores, lo que aquí deseamos indicar es que entre documento y documento, existe una gran cantidad de actividades previas consideradas como necesarias que debieron de haberse terminado con el consecuente impacto en el renglón de consumo de Horas-Hombre y costos. Esto quiere decir, que las fechas de emisión de esta información y su contenido es lo que marca el grado de avance en el proyecto

De esta manera se puede visualizar y evaluar rápidamente el estado que guarda éste.

Desde el punto de vista de las personas responsables del proyecto, estas cifras permiten tomar una serie de acciones concretas de carácter correctivo o preventivo según sea el caso, ejerciéndose de esta manera un mejor control del proyecto.

Para asegurar una buena eficiencia, el grupo de administración de proyectos cuenta con documentos de apoyo que le permiten seguir de cerca el desarrollo de cada una de las actividades que componen el

proyecto; de esta manera se puede establecer una comparación entre los trabajos planeados y los ejecutados y obtener su evaluación correspondiente.

Los documentos de apoyo más comunes en el control de proyectos son los siguientes.

#### I.7.1) Archivo.

El propósito fundamental de mantener un archivo es disponer de un registro ordenado de documentos de una forma tal que sean fácilmente encontrados cuando se les busque. Para el personal responsable del control del proyecto es de suma importancia tener un procedimiento de archivos concreto y habitual, así como un Índice de Archivo adecuado, ya que a partir de éste depende la facilidad de acceso a los documentos que sean necesarios en el momento oportuno.

#### I.7.2) Alcance

En este documento se establece el compromiso de los trabajos que va a desarrollar la firma de ingeniería en la ejecución del proyecto para cumplir con las necesidades del cliente.

Se deben de definir perfectamente el límite de suministros y responsabilidades entre la firma de ingeniería y el cliente, con la finalidad de que los trabajos se ejecuten bajo los requerimientos establecidos, precisando en la medida de lo posible todas y cada una de las actividades que deberán-

realizar las especialidades de ingeniería involucradas en el proyecto.

El avance debe definirse tan completamente como sea posible ya que servirá de base para establecer el contrato en tre la firma de ingeniería y el cliente.

El alcance debe incluir los siguientes aspectos:

a) Ingeniería Básica.

Se debe establecer cual será la responsabilidad de la fir ma de ingeniería con respecto al paquete de ingeniería bá sica, en el supuesto de que este paquete sea suministrado por terceros. En el caso de que la firma de ingeniería - suministre esta parte del proyecto, ésta deberá hacer un- desglose de toda la información que incluirá el paquete - de ingeniería básica.

b) Ingeniería de Detalle.

Se deberá especificar para cada una de las especialidades involucradas, que tipo de planos constructivos se elabora rán, si el diseño de equipo será por la firma de ingenie- ría o por terceros o si se hará maqueta constructiva o pla nos, etc. Es importante definir el alcance por lo que res pecta a la revisión o inspección de la fabricación del - - equipo.

c) Adquisición de Equipo y Materiales.

En esta etapa del proyecto, es importante definir cual se- rá la responsabilidad de la firma de ingeniería, por lo --

que respecta a la emisión de las requisiciones, selección - del fabricante, desde el punto de vista técnico y comercial, expeditación de dibujos, inspección, dibujos de taller y embarque. Es común que se indique la necesidad del libro de - datos de fabricante dentro del alcance de ésta etapa.

d) Asistencia Técnica de la Construcción y Arranque.

El papel que desempeña la firma de ingeniería en las etapas de construcción y arranque de la planta es muy importante - por lo cual este punto será claramente detallado en el alcance.

I.7.3 ) Bases de Diseño.

En las bases de diseño se establece toda la información técnica necesaria para desarrollar la ingeniería del proyecto.

I.7.4 ) Programas de Proyecto.

El lograr la ejecución de un proyecto en el menor tiempo posible, requiere de un buen control de tiempo propiamente, - para lo cual el instrumento idóneo es el programa del proyecto.

La programación de las actividades consiste en la localización en el tiempo de las actividades a desarrollar por cada especialidad involucrada en la realización de los proyectos, dicha programación afecta cada una de las decisiones que se tomen desde el inicio, hasta la puesta en marcha de una planta industrial. Se deben incluir en estos programas las fechas clave de inicio y terminación de ingeniería básica, —

ingeniería de detalle, adquisiciones, recepción de equipo y material crítico en campo y construcción.

I.7.5 ) Registro de Dibujos.

Durante la ejecución de un proyecto, se generan diversos -- planos de ingeniería correspondientes a diversas discipli-- nas, por lo que es muy conveniente llevar un control sobre-- dichos dibujos considerando que se emite una gran cantidad-- de ellos y resulta difícil saber en un momento dado aquellos dibujos que se están haciendo y el estado en el que se en -- cuentran.

La información que debe contener este documento es la siguiente: número de dibujo, título, fechas correspondientes a ini-- ciación, emisión para aprobación, programada y real de emisión para construcción, edición y envío de la revisión y porciento de avance del dibujo.

El registro o control de dibujos en conjunto con el programa - de proyecto representan dos documentos mediante los cuales la-- firma de ingeniería y el cliente pueden discutir sobre la si-- tuación real del proyecto desde el punto de vista de ejecución de trabajos programados.

I.7.6 ) Registro de Cambios y Consecuencias.

Este documento de control tiene como objeto registrar los cam-- bios o modificaciones respecto al alcance original del proyec-- to y las consecuencias que se derivan en el desarrollo poste-- rior del mismo.

CAPITULO II

INGENIERIA DE PROYECTO

## II.1 ) ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL.

La Ingeniería de Proyecto se ha desarrollado como resultado del crecimiento industrial del país; antes de 1940 se puede decir que todas las plantas industriales que se instalaban en México se proyectaban con ingeniería desarrollada por firmas extranjeras quedando relegada la participación de los profesionales mexicanos a la aceptación de los diseños que proporcionaban las firmas extranjeras, así como al aspecto operativo y al mantenimiento de las plantas.

A medida que los requerimientos del país fueron incrementándose, hubo necesidad de aprovechar la experiencia obtenida de las plantas en operación con el objeto de empezar a desarrollar ingeniería de detalle en forma limitada, ya que no se contaba con el soporte técnico suficiente.

Sin embargo, cuando fue necesario desarrollar ingeniería de proyectos para procesos más sofisticados y tomando en cuenta que la experiencia de los profesionales mexicanos se encontraba aún limitada en ese terreno, se tuvo que recurrir a la asesoría de firmas de ingeniería trasnacionales adoptándose en la gran mayoría de los casos los procedimientos de trabajo, las normas y especificaciones, y en general todo lo relacionado con el trabajo de proyectos.

Esta situación prevaleció hasta hace doce años aproximadamente, disminuyendo en forma paulatina de entonces a la fecha.

Aunque se estaba desarrollando la ingeniería, se tenían grandes -

limitantes ya que todos los pasos debían estar marcados por las - compañías diseñadoras que aprovechándose de la situación cobraban grandes cantidades de dinero no solo por usar la tecnología, sino también por la asesoría y regalías en función de equipo instalado y producción. Esto aunque eran factores limitantes en el desarrollo de la ingeniería de proyectos, fue capitalizado por los profesionales mexicanos, quienes lograron un avance importante en todas las especialidades de la ingeniería de proyecto.

Las grandes inversiones de los sectores públicos y privado en los últimos años dentro de las Industrias Química, de Refinación de Petróleo, Petroquímica Básica y Petroquímica Secundaria, dieron origen a la formación de diversas compañías de Ingeniería, desde las modestas hasta las que disponen en la actualidad de grandes recursos, tanto técnicos como humanos.

En el capítulo anterior profundizamos con cierto detalle en las características internas de las funciones administrativas de una empresa en general, haciendo énfasis en aquellas cuya importancia con las Firmas de Ingeniería es directa y trascendente.

Para el presente inciso, se expondrá de manera general, un esquema básico, con ayuda del cual podremos distinguir y separar con claridad varias etapas. Podremos distinguir entre otras cosas a las entidades que se encargan de satisfacer ciertas necesidades de la sociedad moderna, y que a lo largo del presente trabajo denominaremos como el CLIENTE. Se podrá reconocer también a otra entidad llamada la Firma de Ingeniería y las etapas básicas e - -



identificables como Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, --  
Construcción y Arranque y Operación de la planta.

La economía de la sociedad moderna está enfocada a la satisfac--  
ción de las necesidades humanas de sus miembros, las que a su vez  
se generan en función de los parámetros que definen su desarrollo  
industrial y tecnológico.

En este trabajo se abordarán básicamente las necesidades industria  
les de la sociedad en general.

En virtud de la naturaleza de este desarrollo económico, el cual -  
es siempre ascendente, las necesidades generadas directa o indirec  
tamente son entonces, multiples, variadas y esencialmente comple  
jas. Las entidades encargadas de la satisfacción de estas necesi  
dades han recibido nombres diversos como fabricantes, industriales,  
empresarios, etc.. El crecimiento de la economía y la magnitud de -  
las necesidades, imponen por tanto, que las respuestas sean cada --  
vez más eficientes y variadas, lo que implica consecuentemente que  
las industrias esten en continuo crecimiento.

Las expectativas de generar los satisfactores adecuados a las nece  
sidades industriales descansan básicamente en dos supuestos funda  
mentales: el primero, en donde la rentabilidad económica debe ser -  
atractiva, desde el punto de vista del inversionista y cuyo resulta  
do se obtiene a través de un análisis de factibilidad, y segundo, -  
en donde la inversión necesaria asociada a la tecnología del proce  
so en proyecto sea congruente con los recursos disponibles.

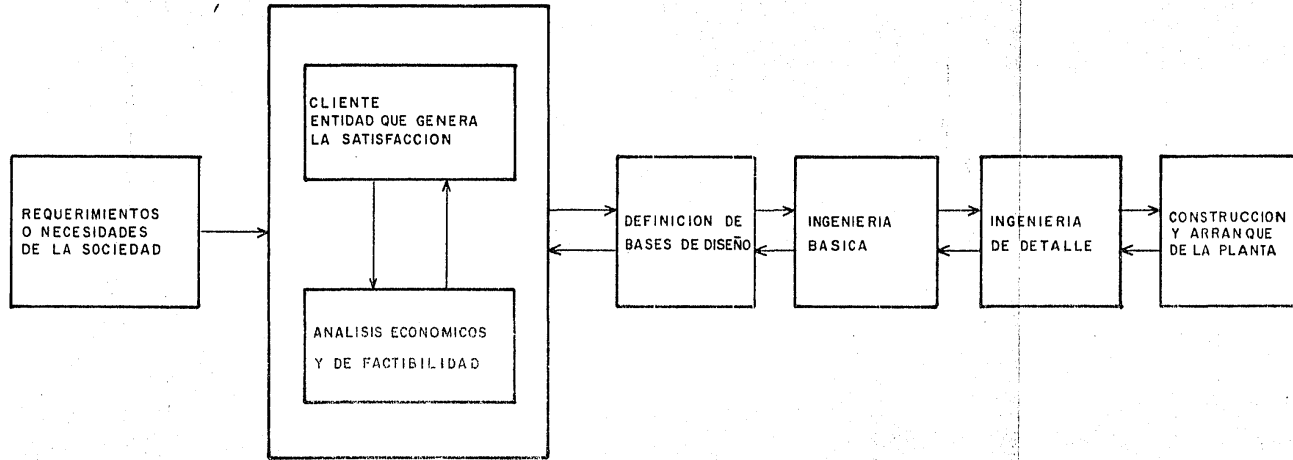
Con respecto al 2º punto, en el cual el balance entre la inversión -

requerida y la tecnología disponible, es el que en la mayor parte de los casos decide sobre el camino a seguir, es necesario mencionar lo siguiente: El diseño de muchas instalaciones industriales, en ocasiones esta asociada a un elevado nivel de complejidad y requiere por tanto de la participación de algunos o muchos especialistas, con la finalidad de tener la certeza técnica de un buen funcionamiento así como de la seguridad requerida para la operación del equipo que se diseña. La gran mayoría de las veces, estos especialistas laboran en un bufete de ingeniería, cuyo objetivo -- consiste en llevar a cabo la ingeniería de proyecto ofreciendo en algunos el servicio de supervisión y asesoría durante la construcción y arranque de la planta.

Como mencionamos al principio, en el momento en que el fabricante o industrial contrata los servicios de una firma de ingeniería se convierte entonces en la entidad del CLIENTE y ante el cual la firma mantendrá un estrecho contacto a todo lo largo del proyecto.

Ver la figura II.1.1

## ETAPAS BASICAS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS



UNAM

FACULTAD DE QUIMICA

JUAN GABRIEL NIETO OBRAS 1989

fig. II.11

## II.2) ALCANCE.

Una vez que se ha establecido ese primer contacto, en el cual se define el objetivo final del proyecto, entre el cliente y la Firma de Ingeniería, conviene establecer, al principio, las actividades principales que se van a desarrollar por parte de la Firma de Ingeniería y el grado de profundidad de éstas. Podríamos afirmar que este paso cumple con varios objetivos, entre otros aquellos -- que permitan a la Administración de la empresa establecer un balance entre sus recursos disponibles y el tiempo requerido para el desarrollo del proyecto.

El documento al que hacemos referencia, recibe el nombre de Alcance del Proyecto y será analizado con detalle en el capítulo V. Por el momento bastará con señalar que a través de este documento puede calcularse con relativa precisión, por ejemplo, el número de horas-hombre requeridas y el costo asociado en consecuencia. Esta cantidad recibe el nombre de Estimado de Orden de Magnitud del Proyecto.

Cuando se hizo referencia en el párrafo anterior, a la profundidad de las actividades que se planea se van a desarrollar para algún proyecto en cuestión, lo que se desea indicar es que estas actividades pueden ser desde las relativas a un estudio de factibilidad-económica, hasta todas aquellas actividades que se ponen en juego para realizar un proyecto de gran escala. Para el primer caso, -- los departamentos que participarían en el estudio de factibilidad-serían principalmente los del área de Ingeniería Económica, mientras que para el segundo caso una gran cantidad de departamentos --

de diversas áreas estarían tomando parte activa en el desarrollo del proyecto, incluyéndose quizás actividades de adquisición de equipo y materiales.

En consecuencia en el documento de Alcance se debe señalar con claridad aquellos departamentos que participarían en el proyecto, indicando el tipo y cantidad de dibujos y especificaciones que se van a emitir, el número de equipos que se van a diseñar, etc..

Finalmente este documento servirá de base para elaborar el Programa General del Proyecto en el cuál se establece el inicio, duración y fin de las actividades que se exponen en el Alcance del Proyecto. En ocasiones ha sucedido que las Firmas de Ingeniería han trabajado a través de los años en un número reducido de proyectos, adquiriendo familiaridad en uno o dos de ellos, a tal grado que podría juzgarse innecesario establecer desde un principio el tipo de actividades que se van a desarrollar, pues estas aparentemente son las mismas, variando tan solo el sitio final de la planta. El propósito de este trabajo consiste en enfatizar en aquellas ventajas que se adquieren cuando se elabora un documento de Alcance de Proyecto al inicio de éste, y de común acuerdo con el Cliente.

El documento de Alcance del Proyecto permite definir responsabilidades entre el personal que diseña y especifica, el personal que construye y el personal que será el encargado de operar la planta.

A grandes rasgos podemos resumir que con la ayuda de este documento se puede conocer aquellas especialidades que intervendrán en el proyecto, la cantidad aproximada de dibujos, especificaciones y docu--

mentos de compra que se van a emitir y las horas-hombre aproximadas requeridas para el desarrollo del mismo.

### II.3 ) Estructura de una Firma de Ingeniería.

En el capítulo anterior pusimos de relieve la posición central - que tiene el grupo encargado de administrar, o más bien de coordinar, las actividades que se desarrollan en un organismo social. Para el caso de las actividades de ingeniería de proyectos, este grupo es el encargado de: integrar la información emitida por -- las diferentes especialidades, coordinar las múltiples etapas del desarrollo de la ingeniería, establecer una vía de comunicación - entre el cliente y la firma de ingeniería, y sobre todo, participar en la evolución del proyecto, en virtud de la visión panorámica que este grupo tiene de la planta en cuestión.

La actividad del grupo anterior, se convierte así en la máxima autoridad administrativo en cuanto al manejo de recursos e información se refiere.

En el capítulo anterior se mencionó asimismo, que había básicamente tres formas o métodos de trabajo. Los motivos para elegir un método u otro para la ingeniería de determinado proyecto, están - en función, tanto de las necesidades del cliente, como en la costumbre y políticas internas de la propia firma de ingeniería.

La estructura administrativa de un organismo social de esta naturaleza, no es muy diferente de las demás, en cuanto al número y clase de puestos para los ejecutivos de alto nivel, se refiere. En la cúspide de la pirámide habrá un director general, el cual tendrá - entre otras funciones, la de aprobar las políticas internas y ex-temas de la empresa. Abajo de este puesto habrá otros ejecutivos

que agrupan a varios departamentos afines en sus funciones que desempeñan y tipo de trabajo.

Mencionaremos a continuación los departamentos o grupos de ingeniería más comúnmente encontrados en empresas de este tipo:

- Grupo de Proyecto o Coordinación
- Grupo de Proceso
- Grupo de Sistemas
- Grupo de Instrumentación
- Grupo de Cambiadores de Calor
- Grupo de Recipientes
- Grupo de Tuberías
- Grupo de Estimación de Costos
- Grupo de Programación
- Grupo de Ingeniería Mecánica
- Grupo de Ingeniería Civil
- Grupo de Ingeniería Eléctrica
- Grupo de Procura

Existen otros muchos grupos además de los anteriores, algunos que son de apoyo, y otros que están orientados específicamente a una área en particular de la ingeniería, como podría ser el Grupo de Dinámica de Rotores, Grupo de Análisis de Esfuerzos, etc.

Existen algunos otros grupos o departamentos cuyas funciones están encaminadas a la Administración general de la empresa, y que se encargan de proporcionar los servicios que se requieren normalmente en empresas de este tipo.



Antes de proceder a revisar los documentos que emiten cada uno de los grupos anteriores, conviene establecer lo que se entiende por Ingeniería Básica e Ingeniería de Detalle.

#### II.4 ) Ingeniería Básica.

Las transformaciones que sufren las materias primas que se alimentan a un proceso, a través, ya sea de reacciones químicas, cambios de estado, o transformaciones fisicoquímicas, deben de ser descritas, no únicamente en función de sus propiedades antes y después de haber pasado por el proceso, sino en la manera en que se van sucediendo, paso a paso por los diferentes cambios a través de éste.

La Ingeniería Básica de un proceso describe las transformaciones anteriores con un grado de profundidad tal, que no se requiere ninguna otra información adicional para proseguir con el diseño de la ingeniería y proceder consecuentemente con la construcción de la planta.

Los grupos o departamentos que intervienen en el desarrollo de la Ingeniería Básica, con más profundidad son, en orden de importancia: El Departamento de Proceso, el Departamento de Sistemas y el Departamento de Proyectos.

Evidentemente el proceso propuesto hubo de recorrer las fases previas iniciales como investigar el mercado, comportamiento de la demanda esperada, comportamiento de la planta a nivel planta piloto, investigación del equipo mínimo necesario para llevar a cabo el proceso, costo esperado de la planta o inversión y finalmente rentabilidad de la operación. Por esta razón, una vez que se ha decidido contratar a una firma de ingeniería, para el desarrollo de un proyecto determinado, se parte del supuesto de que la planta como tal, aportará una utili-

dad grande o pequeña a sus propietarios y de que son conocidos por lo menos, los ordenes de magnitud, de ciertos renglones, - como los costos de la construcción y los costos de la ingeniería, lo cual es importante, desde el punto de vista del grupo de proyectos, puesto que al contar con anticipación con un nivel esperado de consumo de Horas-Hombre, la administración del proyecto adquiere, entonces, herramientas para el control del mismo.

Los documentos principales que se emiten durante la ingeniería básica, o por lo menos, los más conocidos, son:

- Bases de Diseño
- Descripción de Proceso
- Criterios de Diseño
- Filosofías Básicas de Operación
- Diagrama de Flujo de Proceso
- Diagrama de Balance de Servicios Auxiliares
- Hojas de datos de equipo de proceso como:
  - . Reactores
  - . Torres
  - . Recipientes
  - . Cambiadores de Calor
  - . Calentadores a Fuego Directo
  - . Tanques Atmosféricos
  - . Bombas
  - . Compresores y Expansores
  - . Eyectores y Eductores

- Requerimientos de Servicios Auxiliares y Agentes Químicos
- Lista de Equipo
- Balance de Materia y Energía
- Diagramas de Tubería e Instrumentación de Proceso
- Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares.
- Plano de Localización General de Equipo.
- Lista de Líneas
- Índice de Servicio
- Sumario de Alarmas, Paros y Arranques.

Existen otros documentos que se consideran, también como -- parte de esta fase de la ingeniería, aunque son un poco menos conocidas que las anteriores, como:

- Hojas de datos de equipos de servicios auxiliares
- Hojas de datos de instrumentos como:
  - . Válvulas de control
  - . Válvulas de seguridad
  - . Manómetros
  - . Termómetros, etc.
- Datos de proceso para diseño de tuberías y especificaciones de instrumentos.
- Hojas de datos de internos de Reactores
- Hojas de datos para el diseño hidráulico de platos de torres fraccionadoras.
- Curvas de condensación y evaporación de fluidos de proceso, - para el diseño de equipo de intercambio térmico.

- Hojas de Datos de equipos especiales como:
  - . Filtros
  - . Mezcladores
  - . Fosas preseparadoras, etc.
- Croquis de los calentadores a fuego directo

#### II.4.1 ) Secuencia de Ediciones.

Toda esta información que se ha mencionado para la ingeniería básica y la que se mencionará para el caso de la ingeniería de detalle, sufren paulatinamente un proceso, el cual va desde los cálculos y bosquejos preliminares, hasta quedar registrada en un plano, dibujo u hoja de datos con el letrero, de Aprobado para Construcción. Algunas de las etapas más importantes de este -- proceso son las siguientes:

II.4.1.1 ) - Edición Preliminar.- Los documentos que se editan con este término, tienen la finalidad de recabar comentarios de los diferentes departamentos, a los cuales se distribuyen con la información mínima necesaria para tener una idea general acerca de lo que se trata. La edición de esta información es exclusivamente interna, es decir, solamente se lleva a cabo entre los diferentes departamentos de la firma de ingeniería, no se le envían al cliente.

II.4.1.2 ) - Edición Para Aprobación.- Una vez que se analizaron los comentarios y alternativas propuestas para los diferentes departamentos se procede a modificar los documentos involucrados para que se editen nuevamente, ahora con el letrero Para Aprobación. Estos documentos sí van al cliente para obtener su visto bueno y proceder con las etapas siguientes de diseño.

II.4.1.3 ) - Edición Aprobado para Diseño.- En esta fase de la ingeniería, básicamente, se han contemplado aquellos comentarios que provienen del cliente con alguna otra información adicional. La cantidad de información contenida en esta edición permiten, como su nombre lo indica, proceder con el diseño en detalle, antes de ser enviado a los posibles fabricantes para su cotización y fabricación.

II.4.1.4 ) - Edición Aprobado para Construcción.- Finalmente en esta etapa, los dibujos, planos y hojas de datos contienen toda la información necesaria, y en algunos casos, incluso, con lista de materiales, para que tanto los departamentos de ingeniería de -

detalle (Tuberías, Recipientes, Ingeniería Civil, etc). por un lado, como los posibles fabricantes, por el otro, puedan elaborar una cotización formal del equipo en cuestión. Tanto esta edición como la anterior, también se envían al cliente.

#### II.4.2 ) Cantidad de Información y Precedencias.

Dependiendo del tipo de documento que se esté manejando, la cantidad y calidad de la información es diferente según la etapa o edición por la cual este pasando éste. Tomando como ejemplo, el caso de los Diagramas de Tubería e Instrumentación o D.T.I.'s de Proceso, para la edición Preliminar, los diagramas deberán mostrar las filosofías de proceso y control establecidas en los diagramas de flujo de proceso emitidos en edición Aprobado para Diseño.

##### Fase Preliminar de D.T.I.'s.:

La información básica requerida para preparar esta edición es la siguiente:

- a) Bases de Diseño.- Ahí se definen las características y condiciones de las corrientes de carga, productos y servicios en límite de batería así como las bases de diseño de los sistemas de instrumentación:

Señal neumática o eléctrica; condiciones climatológicas, coordinadas en límite de batería., servicios auxiliares, etc.

- b) Diagramas de Flujo de Proceso en edición Aprobado para Diseño.- Aquí se definen entre otras cosas las dimensiones de la mayor parte de los equipos, el balance de materia y energía, condiciones de operación, algunas propiedades de las corrientes y sistemas de control de proceso.
  - c) Hojas de Datos de Equipo en Edición Preliminar.- Esta información contiene las características de proceso que deben cumplir los equipos de la unidad.
  - d) Información Complementaria de Proceso.- Aquí se indican básicamente las características de las corrientes que normalmente no se incluyen en el Diagrama de Proceso. Esta información se requiere entre otras cosas para el cálculo de válvulas de control.
  - e) Plano de Localización General.- Se requiere este plano en edición por lo menos Preliminar, que muestre los equipos de la planta, las coordenadas de L.B., su orientación, vientos dominantes y localización de los soportes de tubería. Esta información se requiere para el dimensionamiento de líneas.
  - f) Lista de Equipo.- Esta información debe estar lo más completa posible.
- Con los documentos anteriores, el D.T.I. en edición - -



Preliminar mostrará, según el equipo considerado, la siguiente información.

D.T.I' en Edición Preliminar:

a) Calentadores a Fuego Directo:

- . Nombre y clave.
- . Arreglo típico de tubería de proceso, a la entrada y salida del calentador.
- . Instrumentación para la línea anterior.
- . Arreglo del sistema de control de encendido de los calentadores y protecciones para las fallas permisibles.
- . Se mostrará la instrumentación que deba ir en el cuerpo del calentador.
- . Líneas de entrada y salida del sistema de generación de vapor con su instrumentación asociada, en caso de que se disponga de ese sistema.

b) Torres de Destilación y Recipientes:

- . Nombre y clave del equipo.
- . Boquillas de entrada y salida.
- . Internos: mallas separadoras, platos, mamparas de flujo, deflector de alimentación, etc.
- . Drenes y Venteos.
- . Nivel máximo, normal y mínimo del líquido.
- . Alarmas por alto y bajo nivel.

- . Altura a nivel de piso terminado, por requerimientos de NPSH.
- . Instrumentos conectados a los recipientes.

c) Cambiadores de Calor:

- . Nombre y clave.
- . Número y arreglo de carcazas según se especifique en las hojas de datos, indicando cuál corriente fluye por el envolvente y cuál por los tubos.
- . Tipo de cambiador.
- . Líneas de retrolavado para condensadores y enfriadores con su sistema de válvulas de bloqueo.
- . Drenes y venteos requeridos.
- . Termopozos y Termopares según se requieran.
- . Dispositivos de relevo del lado del agua en caso de condensadores y enfriadores.
- . Altura a nivel de piso terminado, cuando el diseño hidráulico del sistema así lo requiera.

d) Tanques de Almacenamiento.

- . Nombre y clave.
- . Líneas para calentamiento o enfriamiento.
- . Instrumentos de nivel.
- . Drenes y venteos, conexiones para atmósfera inerte, etc.

- . Boquillas de alimentación a la succión de --  
bombas.

e) Bombas y Turbinas.

- . Nombre y clave.
- . Mostrar las bombas de operación normal y sus relevos, así como el tipo de accionador.
- . Arreglo de tubería, con sus válvulas en la -  
succión y descarga.
- . Manómetros en la descarga de todas las bombas e interruptores de presión cuando se re  
quiera.
- . En el caso de bombas reciprocantes, su válvu  
la de seguridad a la descarga.
- . Para el caso de turbinas se mostrará el arre  
glo típico de tuberías, trampa de vapor, ins  
trumentación, válvula de corte, etc.

f) Eyectores.

- . Nombre y clave.
- . Arreglo de Tubería.

g) Compresores.

- . Nombre y clave.
- . Tipo de compresor y accionador.
- . Arreglo de Tuberías.
- . Instrumentación, como manómetros, indicado-  
res de temperatura, alarmas y sistemas de -  
paro.

- . Si el accionador es de turbina, se mostrará el arreglo típico de tuberías con su instrumentación correspondiente.

h) Tuberías.

- . Válvulas en L.E.
- . Figura 8 en donde se requiera.
- . Válvulas de globo, retención, compuerta, aguja etc., en donde se requiera.

i) Instrumentación.

- . Válvula de control y posición a falla de aire.
- . Circuitos de control con los componentes que sean necesarios para su interpretación correcta.
- . Se indicará si el instrumento en cuestión es local, a tablero principal o a tablero local.

Con este documento, se procede entonces a realizar una junta de depuración interna, entre los principales departamentos involucrados como son: Proceso, Sistemas, Operación, Instrumentación, Cambiadores de Calor, Tuberías y Proyectos.

Con los comentarios recabados, se procede a elaborar la edición Para Aprobación, la cual se envía al cliente para su firma y Visto Bueno.

Fase Aprobado para Diseño de D.T.I.

Para proceder con la siguiente edición del D.T.I en - -

Aprobado para Diseño, se requiere la siguiente información:

- a) Diagrama de Flujo de Proceso.- La edición de este dibujo será lo Aprobado para Construcción y en éste se contemplarán los comentarios del cliente.
- b) Hojas de Datos de Equipo en edición Aprobado para Diseño. Se requiere la última revisión de estos documentos.
- c) Plano de Localización General de Equipo.- Este documento en edición Para Aprobación deberá contener sobre todo la información precisa de coordenadas de los equipos.
- d) Información de Fabricante de Equipos paquete.- Se deberá contar con toda la información disponible hasta el momento de elaboración que afecte al D.T.I.
- e) Lista de Equipo.- Última revisión.
- f) Sistemas de Relevo. Localización y dimensiones de las válvulas de relevo.

La información que el plano o D.T.I. contendrá, además de la existente en la edición Preliminar, será la siguiente, dependiendo del tipo de equipo:

D.T.I. en Edic. Aprobado para Diseño:

- a) Calentadores a Fuego Directo:
  - . Carga Térmica.
  - . Número de Serpentes
  - . Instrumentación completa en las tuberías de entrada y salida del serpentín.

. Válvulas de seguridad requeridas.

b) Torres de Destilación y Recipientes:

- . De acuerdo con la hoja de datos en última revisión.
- . Instrumentación asociada completa y numerada.

c) Cambiadores de Calor:

- . De acuerdo con la hoja de datos en última -revisión.
- . Mostrar la manpara en los rehervidores tipo kettle y espacio para vapores.
- . Mostrar las líneas para limpieza con aceite ( Flushing ) cuando se requiera.

d) Tanques de Almacenamiento:

- . De acuerdo con la hoja de datos en última -revisión.
- . Incluir el sistema de protección contra incendio.

e) Bombas y Turbinas:

- . De acuerdo con la hoja de datos en última -revisión.
- . Indicar diámetros de las líneas de succión y descarga.
- . Líneas de flujo mínimo para bombas de servicio frío.

- . Líneas de enfriamiento para bombas de servicio caliente.
- . Desvío en la válvula de entrada del vapor a la turbina para calentamiento.

f) Eyectores.

- . De acuerdo con la hoja de datos en última - revisión.
- . Incluir datos de fabricante si se cuenta -- con esta información.

g) Compresores.

- . De acuerdo con la hoja de datos en última - revisión.
- . Mostrar desvíos de flujo mínimo para prevenir funcionamiento inestable (Antisurge).
- . Incluir información de fabricante si se - cuenta con ella.

h) Tubería.

- . Indicar diámetro, número y clave de servicio. Especificar los puntos de cambio de - especificación.
- . Indicar venas de vapor en líneas que así lo requieran.
- . Mostrar todas las válvulas de seguridad de la planta, especificando el lugar donde des cargan.

- . Indicar líneas de arranque, de vaciado de equipos y de producto fuera de especificación.
- . Indicar conexiones para tomas de muestra.

i) Instrumentación:

- . Se mostrarán todas las válvulas de control con su diámetro.
- . Se mostrarán todos los reguladores y válvulas reductoras de presión con su diámetro.
- . Se mostrará el número de todos los instrumentos del diagrama.
- . Se mostrarán los arrestadores de flama requeridos.
- . Se mostrará el número de todas las válvulas de seguridad de proceso y servicios.  
Lo mismo para discos de ruptura.

Fase Aprobado para Construcción de DTI.

Para proceder con la edición de Aprobado para Construcción de este Diagrama, se requiere la siguiente información:

- a) Diagrama de Flujo de Proceso.- Este documentos deberá estar en última revisión y deberá contener cualquier cambio originado por información de fabricante de equipo o del cliente.
- b) Hojas de Datos de Equipo.- Se requiere la última revisión de estos documentos.



c) Plano de Localización General de Equipo.- Este dibujo deberá contener entre otras cosas los comentarios del cliente y la información de fabricante que se tenga a la fecha. La información que el plano o DTI contendrá en esta edición, además de la existente en la edición de Aprobado para diseño, será básicamente la siguiente:

DTI en edic. Aprobado para Construcción:

- . Información de fabricante recibida hasta el momento.
- . Comentarios del cliente.
- . Incluir cambios según la última revisión del Diagrama de Flujo de Proceso.
- . Incluir cambios según la última revisión de las hojas de datos de equipo.

Hasta aquí se ha visto la información a partir de la cual se procede para elaborar el DTI y la información que debe contener el documento. Pero esto no quiere decir que ya no habrá más revisiones a este diagrama, puesto que a partir de esta edición APC, se inicia la Ingeniería de Detalle y en el transcurso de su desarrollo invariablemente surgen cambios y modificaciones.

Quando esto ocurra, las revisiones deberán hacerse incluyendo la lista de cambios que origina la revisión. Estas modificaciones pueden deberse ya sea a:

- . Cambios en el Diagrama de Flujo de Proceso.

- . Cambios en las hojas de datos de equipo de - proceso.
- . Cambios originados por el cliente.
- . Información faltante de fabricante de equipos.
- . Cambios originados por las especialidades de - ingeniería de detalle.

Podemos concluir finalmente, que la Ingeniería Básica de un - determinado proceso, nos proporciona la información necesaria y suficiente para que los ingenieros especialistas, en - determinados equipos y áreas, puedan convertir los cálculos - y especificaciones indicadas en ésta, en dibujos e informa-- ción indispensable para la obtención, fabricación y montaje - de la planta de acuerdo a las facilidades y servicios que se tengan en el área.

El punto en el cual se da por terminada la Ingeniería Básica es precisamente en la edición de los DTI's en Aprobado para - Construcción, dándose inicio simultáneamente a las activida- des de detalle de las diferentes especialidades involucradas.

## II.5) Ingeniería de Detalle.

Continuando con el inciso anterior, el inicio o arranque de la ingeniería de Detalle principia con la emisión de la edición Aprobado para Construcción de los Diagramas de Tubería e Instrumentación, cuyo contenido de información permite llevar a cabo el diseño y especificación precisa del equipo deseado.

En virtud de que la información generada en esta fase del proyecto, debe concordar estrictamente con lo indicado para Ingeniería Básica, se establece entonces un canal permanente de comunicación, a través del grupo de Coordinación, entre los especialistas de detalle y los ingenieros de proceso con el objetivo de diseñar en forma óptima la planta.

De la misma manera en que se procedió en la Ingeniería Básica con respecto a marcar con un nombre la etapa, por la cual está pasando un documento, para esta fase del proyecto también se identifican -- las actividades, las cuales siguen aproximadamente el siguiente orden:

- . Cálculos
- . Diseño
- . Dibujo o Lista de Materiales Preliminar
- . Dibujos y la Especificación de Lista de Materiales definitiva.
- . Preparación de la requisición para Concurso.
- . Solicitud de Cotización o Transmisión de las Requisiciones de materiales al Cliente.

- . Recepción de Cotización Técnica.
- . Recepción de Cotización Comercial.
- . Tabulación Técnica.
- . Tabulación Comercial.
- . Aprobación por el cliente.
- . Documentos de Compra.
- . Revisión de dibujos de fabricante.
- . Terminación de Fabricación y Embarque.
- . Entrega en Campo.

Los principales departamentos involucrados en esta fase de la Ingeniería son los siguientes:

- . Ingeniería de Recipientes
- . Ingeniería de Tuberías
- . Ingeniería de Instrumentación
- . Ingeniería Civil
- . Ingeniería Eléctrica
- . Ingeniería Mecánica
- . Ingeniería de Hornos. Diseño Mecánico Estructural
- . Ingeniería de Cambiadores de Calor. Diseño Mecánico Estructural.
- . Ingeniería de Procura.

## II.6) Documentos y Dibujos que se emiten en el Desarrollo del Proyecto.-

Hasta este punto se ha mencionado aquellos departamentos cuyas actividades pertenecen de manera predominante a una cierta fase de la ingeniería. Para este inciso, se mencionarán los principales documentos que se originan en cada uno de los departamentos antes mencionados.

### II.6.1.) Departamento de Proceso.

- . Bases de Diseño
- . Descripción del Proceso
- . Criterios Generales de Diseño
- . Balance de Materia y Energía
- . Lista de Equipo
- . Requerimientos de Servicios Auxiliares y --  
Agentes Químicos.
- . Hojas de Datos
- . Diagramas de Flujo de Proceso
- . Diagramas de Balance de Servicios Auxiliares
- . Información Complementaria
- . Filosofías Básicas de Operación
- . Manual de Datos de Proceso

### II.6.2.) Departamento de Sistemas.

- . Plano de Localización General
- . Diagramas de Tubería e Instrumentación de --  
Proceso.
- . Diagramas de Tubería e Instrumentación de --  
Servicios Auxiliares.

- . Lista de Líneas
- . Hojas de Datos
- . Índice de Servicios
- . Sumario de Alarmas y Disparos

II.6.3.) Departamento de Instrumentación.

- . Hojas de Datos de Instrumentos
- . Plano de Localización de Instrumentos
- . Índice de Instrumentos
- . Diagrama de Instrumentación
- . Dibujos típicos de Instalación
- . Planos del Tablero Principal de Instrumentos
- . Diagramas de Tableros Locales
- . Plano de Suministro de Aire y Conducción Neumática.

II.6.4.) Departamento de Operación.

- . Manual de Operación

II.6.5.) Departamento de Coordinación y Control.

- . Cuestionario para Bases de Diseño
- . Bases de Diseño
- . Procedimiento General del Proyecto
- . Lista de Equipo
- . Control de Equipo y Materiales
- . Reporte Mensual de Avance del Proyecto

II.6.6.) Departamento de Recipientes.

- . Dibujos de Diseño Mecánico de Recipientes

II.6.7.) Departamento de Cambiadores de Calor.

- . Hojas de Datos de Equipo de Intercambio Térmico.
- . Dibujos de Distribución General de Cambiadores.
- . Dibujos de Diseño Mecánico de Cambiadores
- . Dibujos de Diseño Mecánico de Soloaires
- . Dibujos de Diseño Mecánico de Platos para Torres Fraccionadoras.
- . Dibujos de Diseño Mecánico de Desaereadores

II.6.8.) Departamento de Hornos.

- . Hojas de Datos de Hornos
- . Dibujos de Arreglo General
- . Hojas de Datos de Sistemas de Generación de Vapor.
- . Dibujos de Cargas en Cimentación de Hornos
- . Dibujos de Plataformas y Escaleras de Hornos
- . Dibujos de Ingeniería de Detalle de Hornos
- . Dibujos de Arreglo General del Sistema de Generación de Vapor.
- . Dibujos de Cargas en Cimentación para Sistema de Generación de Vapor.
- . Dibujos de Plataformas y Escaleras del Sistema de Generación de Vapor.

II.6.9.) Departamento de Tuberías

- . Dibujos de Plantas y Elevaciones

- . Dibujos de Tubería Subterránea
- . Orientación y Localización de Boquillas
- . Plano de Líneas de Entrada y Salida en Límite de Batería.
- . Plano Clave de Maquetas
- . Dibujos Isométricos de Tubería
- . Plano de Notas Generales de Tubería
- . Plano del Sistema de Agua Contra incendio

#### II.6.10) Departamento de Ingeniería Civil.

- . Plano de Localización de Sondeos
- . Plano de Ocupación de Areas
- . Plano de Distribución de Parteaguas
- . Plano Clave de Cimentaciones
- . Dibujos de Localización de Cimentación de Equipos.
- . Dibujos de Cimentación y Estructura de Edificios.
- . Dibujos de Localización de Pilotes
- . Dibujos de Pavimentos y Drenajes
- . Dibujos de Cimentación de Estructuras Metálicas.
- . Dibujos de Plataformas y Escaleras en Equipo Vertical y Horizontal.
- . Grapas para Plataformas y Equipo Vertical y Horizontal.



- . Dibujos de Escaleras y Barandales en Equipos Atmosféricos.
- . Dibujos de Plataformas para Operación de Válvulas.
- . Dibujos de Soportería de Tubería (Rack)
- . Estructura Movil para Extracción del Haz de Tubos en Cambiadores de Calor.
- . Protección Contra incendio en equipos y estructuras.
- . Soportería Ductos Eléctricos y de Instrumentación.
- . Estructura Metálica para Casa de Compresoras
- . Grapas para Apoyo de Tuberías en Recipientes
- . Apoyos y Guías para Tuberías en Recipientes
- . Localización y Dimensionamiento de "Loops" de Expansión.
- . Dibujos de Resortes para Tubería
- . Isométricos para Localización de Apoyos y Soportes de Tubería.

#### II.6.11) Departamento de Arquitectura.

- . Anteproyecto del Edificio de Control
- . Anteproyecto del Edificio de Compresores
- . Plantas Arquitectónicas
- . Fachadas.
- . Cortes Transversales y Longitudinales de Edificios.

- . Cortes por fachada
- . Herrería y Carpintería
- . Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias
- . Bajadas Pluviales
- . Localización de Equipo de Aire Acondicionado
- . Recorrido de Ductos de Aire Acondicionado
- . Detalles Constructivos

#### II.6.12) Departamento de Ingeniería Mecánica

- . Hojas de Especificación de:
  - . Bombas
  - . Compresores
  - . Turbinas
  - . Grúas
  - . Turboexpansores
  - . Agitadores y Mezcladores
  - . Sopladores
  - . Aire Acondicionado
- . Planos Casa de Máquinas

#### II.6.13) Departamento de Ingeniería Eléctrica

- . Dibujos de Clasificación de Areas
- . Diagrama Unifilar
- . Arreglo de Equipo en Subestación
- . Coordinación de Protecciones
- . Distribución General de Fuerza
- . Cédula de Conductores

- . Sistema General de Tierras y Apartarrayos
- . Sistema General de Alumbrado
- . Alumbrado en Torres y Recipientes
- . Alumbrado en Edificio de Control
- . Alumbrado en Edificio de Compresores
- . Cuadros de Carga
- . Sistema General de Intercomunicación y Voceo
- . Corte de Ductos
- . Coordinación Subterránea
- . Diagramas de Control Eléctrico
- . Alumbrado en Tablero de Instrumentos
- . Sistema General de Alimentación de Instrumentos.
- . Cédula de Conductores para Instrumentos

#### II.6.14) Departamento de Ingeniería Económica

- . Programa General del Proyecto
- . Diagramas de Rutas Críticas del Proyecto
- . Fechas Claves del Programa del Proyecto
- . Curvas de Avance del Proyecto
- . Control de Actividades Críticas
- . Diagramas de Barras del porcentaje de avance
- . Curvas de Consumo de Horas-Hombre
- . Resumen de Estimado de Costo de Ingeniería de Proyecto.
- . Estado Resumido del Costo de Adquisiciones
- . Control de Costo de Equipo y Materiales

- . Estimados Preliminares de Fletes
- . Estimación de Horas-Hombre
- . Estudios Económicos y Análisis de Factibilidad.
- . Reporte Mensual de Cargos de H-H

#### II.6.15) Departamento de Procura de Equipo y Materiales

- . Manual de Datos de Fabricante
- . Distribución de Dibujos de Proveedores
- . Cotizaciones Técnicas y Comerciales
- . Distribución de Tabulaciones Técnicas y Comerciales.
- . Reporte de Avance de Fabricación de Equipo
- . Control de Requisiciones

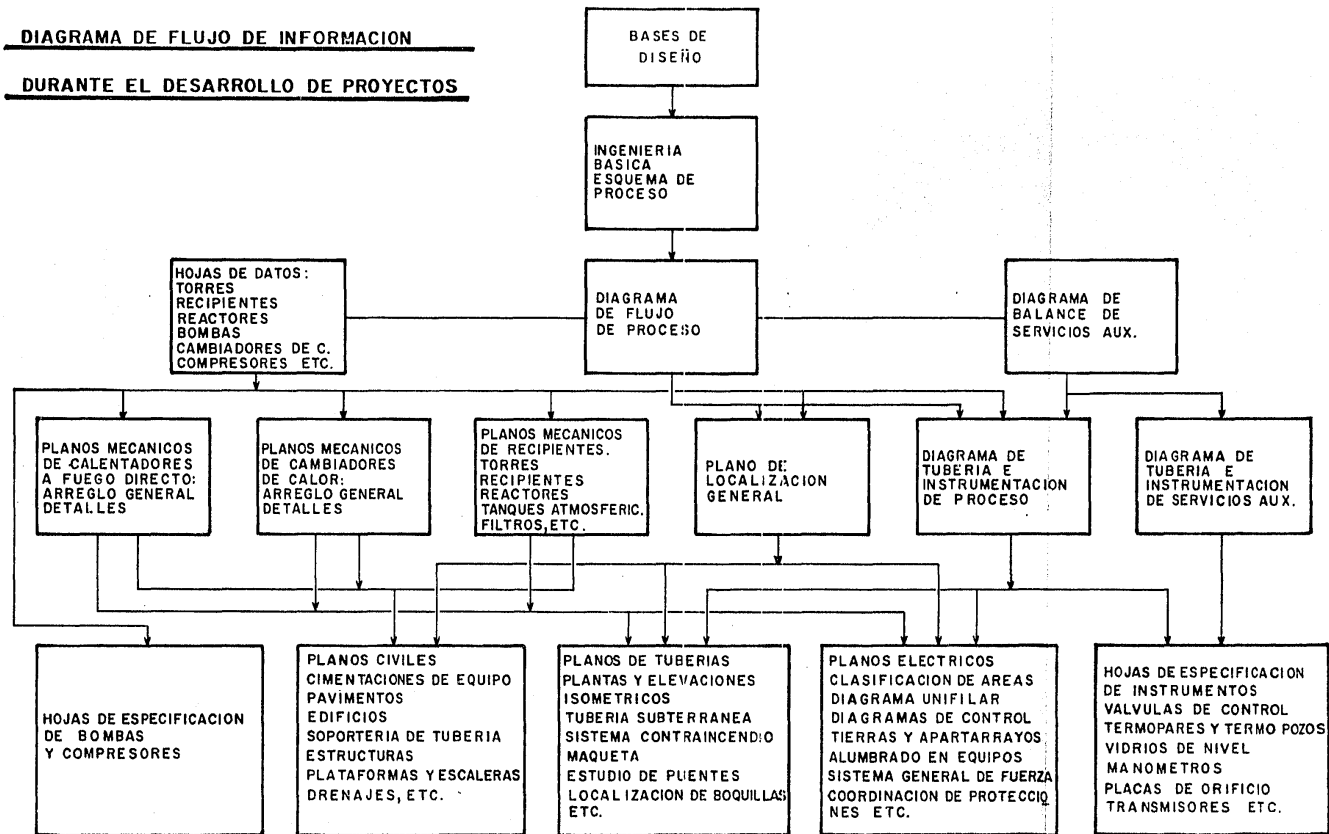
Finalmente nos resta mencionar que los departamentos de: Ingeniería Mecánica, Tuberías, Recipientes, Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica e Instrumentación, Hornos, - Cambiadores de Calor, emiten unos documentos llamados Especificaciones Generales y Requisitos Específicos del -- Proyecto. Cada vez que algún equipo diseñado o especificado se manda a cotización, se acompaña la solicitud de cotización de las especificaciones y dibujos o estándares necesarios para que su interpretación no deje margen a ninguna desviación por parte del fabricante. Estos documentos se encuentran contenidos en las Especificaciones Generales, las cuales entre otras cosas, indican la aplicación de los códigos vigentes para el diseño y fabricación de los diferentes equipos.

Los Requisitos Específicos marcan, por otro lado aquellas condiciones particulares propias del lugar, en que se plnea instalar la planta (por ejemplo: presión de viento, - coeficiente sísmico, etc), y también aquellas condiciones propias del tipo de equipo que se desea adquirir (por -- ejemplo: tolerancias para las flechas de los rotores de - turbinas de vapor, etc).

En la figura II.6.1, se muestra un diagrama simplificado del flujo de información que tiene lugar durante el desarrollo de la ingeniería de proyecto.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACION**

**DURANTE EL DESARROLLO DE PROYECTOS**



**UNAM**

FACULTAD DE QUIMICA

JUAN GABRIEL NIETO OBREGON

1988

fig. II.6.1

### 11.7) Descripción de los Documentos.

A continuación se describirán algunos de los principales documentos en cuanto a la información en ellos contenida; los documentos que - que se describirán son:

- Bases de Diseño
- Diagramas de Flujo de Proceso
- Diagramas de Tuberías e Instrumentación
- Plano de Localización General
- Lista de Líneas
- Hojas de Datos de Bombas
- Plano Clave de Cimentaciones
- Cimentaciones, Localización y Planta
- Plataformas y Escaleras en Equipo Vertical
- Plataformas para Operación de Válvulas
- Dibujos Isométricos para Localización de Soportes de Tubería
- Plano de Clasificación de Areas
- Diagrama Unifilar
- Sistema General de Fuerza
- Isométricos de Tubería
- Planos de Plantas y Elevaciones
- Plano de Tubería Subterránea
- Dibujos de Distribución General de Cambiadores de Calor

La información que debe contener cada uno de estos documentos - en términos generales, es la siguiente:

#### II.7.1.) Bases de Diseño:

- . Generalidades del Proceso.

- . Tipo de Proceso. Continuo o Intermitente
- . Factor de Servicio. Se refiere al número de días por - año en que la planta estará operando.
- . Capacidad y Rendimiento
- . Flexibilidad
- . Previsiones. Futuras Ampliaciones
- . Especificaciones de Alimentaciones
- . Condiciones de la Alimentación en L.B.
- . Condiciones de los Productos en L.B.
- . Eliminación de Desechos
- . Instalación de Almacenamiento
- . Servicios Auxiliares
- . Sistemas de Seguridad
- . Condiciones Climatológicas
- . Localización de la Planta
- . Bases de Diseño Eléctrico
- . Bases de Diseño de Tubería
- . Bases de Diseño Civil
- . Bases de Diseño para Instrumentos
- . Bases de Diseño de Equipo
- . Normas, Códigos y Especificaciones

#### II.7.2.) Diagrama de Flujo de Proceso

- . Información General
- . Corrientes de Entrada y Salida
- . Lista de Equipo
- . Características de Equipos



- . Representación de Equipos
- . Señalamiento de Flujo

### II.7.3.) Diagramas de Tubería e Instrumentación

En función del tipo de equipo que se esté contemplando la información será la siguiente:

- Calentadores a Fuego Directo
  - . Nombre y Clave
  - . Carga Térmica
  - . Instrumentación
  - . Líneas de Alimentación y Descarga
  - . Líneas de Vapor
- Recipientes y Torres
  - . Nombre y Clave
  - . Dimensiones
  - . Boquillas de Entrada y Salida
  - . Internos
  - . Venteos y Drenes
  - . Nivel Normal, Alto y Bajo
  - . Altura mínima para NPSH
  - . Instrumentación
- Cambiadores de Calor
  - . Nombre y Clave
  - . Carga Térmica
  - . Arreglo (Número de Cuerpos)
  - . Tipo de Cambiador
  - . Líneas de Retrolavado

- . Termopozos
- . Líneas de Desvío
- . Válvulas de entrada y salida
- . Tipo de Accionador (para Soloaires)
- Tanques de Almacenamiento
  - . Nombre y Clave
  - . Líneas para Calentamiento
  - . Instrumentos de Nivel
  - . Drenes y Venteos
  - . Internos
  - . Dimensiones
- Bombas y Turbinas
  - . Nombre y Clave
  - . Gasto (GPM)
  - . Presión Diferencial
  - . Bombas de Operación Normal y Relevo
  - . Tipo de Bomba (Centrífuga , Reciprocante, etc.)
  - . Arreglo de Tubería
  - . Instrumentación
  - . Válvulas
  - . Tipo de Accionador
- Compresores
  - . Nombre y Clave
  - . Tipo de Compresor
  - . Arreglo de Tubería

- . Instrumentación
  - . Tipo de Accionador
  - . Líneas de Tubería
  - . Diámetro
  - . Especificaciones de Materiales
  - . Número y Clave de Servicio
  - . Válvulas de Seguridad, Control y Operación Manual.
  - . Purgas de Vapor
  - . Líneas de Arranque
  - . Conexiones para Instrumentos
  - . Tomas de Muestra
  - . Numeración de Válvulas de Control Automático y de Seguridad.
  - Instrumentación
    - . Tipo de Señal (eléctrica o neumática)
    - . Numeración de los circuitos de instrumentación.
    - . Indicación a tablero local o a tablero principal.
    - . Indicación de Señal en Cascada
    - . Indicación o falla de válvulas de control
    - . Tipo de Instrumentación.
- II.7.4) Plano de Localización de Equipo.
- . Claves de Equipo

- . Lista de Equipo
- . Dimensiones de Equipo y representación
- . Separación entre Equipos
- . Coordenados de Equipos (línea de centros)
- . Dirección de Vientos
- . Dimensiones de Soportes de Tubería
- . Dimensiones de Cuarto de Control
- . Detalles de Equipos
- . Area disponible para casa de Compresores

#### II.7.5) Lista de Líneas.

- . Revisión
- . Diámetro Nominal
- . Servicio
- . Ruta (desde, hasta)
- . Especificación
- . Presión de Diseño
- . Variación
- . Presión de Prueba
- . Temperatura (diseño, variación)
- . Densidad
- . Líneas críticas
- . Aislamiento
- . Observaciones

#### II.7.6) Hojas de Datos de Bombas

- Bombas Centrífugas
  - . Clave y Nombre

- . Número de Bombas (Operación Normal y Relevo)
  - . Accionador
  - . Naturaleza del Líquido
  - . Temperatura de Bombeo
  - . Densidad del Líquido
  - . Viscosidad
  - . Gasto GPM
  - . Presión de Succión
  - . Presión de Descarga
  - . NPSH
  - . Factores de Corrosión
  - . Presión Diferencial
  - . Presión de Vapor
- Bombas de Desplazamiento Positivo
- . Clave y Nombre
  - . Naturaleza del Líquido
  - . Temperatura de Bombeo
  - . Densidad Relativa
  - . Presión de Vapor
  - . Viscosidad
  - . Gasto GPM
  - . Presión de Descarga
  - . Presión de Succión
  - . Presión Diferencial
  - . Tipo de Accionador

### II.7.7) Plano Clave de Cimentaciones

- . Equipos y sus coordenadas
- . Edificios y sus coordenadas
- . "Racks" y sus coordenadas
- . Niveles y Desplante
- . Niveles de piso terminado

### II.7.8) Cimentaciones, Localización y Planta

- . Equipo horizontal
- . Coordenadas a líneas de centros de los dados de cimentación.
- . Apoyo Móvil
- . Localización de los agujeros para los pernos de anclaje
- . Equipo Vertical
- . Coordenadas a línea de centros del equipo
- . Localización de los agujeros para los pernos de anclaje
- . Número de los pernos
- . Dimensiones de los pernos
- . Estructuras, Plataformas y Escaleras
- . Coordenadas a línea de centro de las zapatas
- . Dimensiones de las distancias que separan -- las columnas de apoyo.
- . Dimensiones número y características de los pernos de anclaje

### II.7.9) Edificios Monolíticos y Puentes de Tubería

- . Coordinadas a línea de centros de las columnas.
- . Dimensiones entre columnas

### II.7.10) Plataformas y escaleras en equipo vertical

- . Elevación y orientación de plataformas
- . Distancia de Plataformas a entrada de hombre
- . Accesibilidad de boquillas, principalmente - las de muestreo y las de instrumentos.
- . Ancho de las plataformas
- . No interferencia de Plataformas y Escaleras de Tuberías

### II.7.11) Plataformas para Operación de válvulas

- . Localización y elevación de la Plataforma
- . Localización de la escalera
- . Dimensiones de la Plataforma
- . Vistas representadas de la Plataforma
- . Apoyos de la escalera

### II.7.12) Dibujos Isonétricos para localización de Soportes de Tubería.

- . Localización, coordenadas y elevaciones de tubería sobre puentes de tubería y elementos estructurales.
- . Identificación de cada tipo de apoyo, guía, etc. mostrados.
- . Coordenadas, elevaciones, cotas y vistas de-

tubería y elementos existentes en los dibujos de detalle.

- . Especificaciones en el dibujo de elementos diversos tales como ménsulas, muñones, refuerzos, soldaduras y pernos.

#### II.7.13) Plano de Clasificación de Areas

- . Localización de Equipo
- . Areas Peligrosas
- . Puntos seleccionados como fuentes de peligro

#### II.7.14) Diagrama Unifilar

- . Número de Alimentadores
- . Tensiones de Alimentación
- . Capacidad Interruptiva de corto circuito
- . Número de cargas para accionadores de equipo de proceso.
- . Claves y nombres de servicio
- . Potencia de accionadores de equipo de proceso
- . Número de Tableros de Alumbrado
- . Número de Contactos Trifásicos
- . Suma de kilowatts conectados
- . Dispositivos necesarios
- . Número de espacios futuros
- . Protecciones de cada alimentador
- . Factor de servicio de los transformadores

#### II.7.15) Sistema General de Fuerza.

- . Localización y nomenclatura de equipos



- . Cepas para los servicios más importantes de la planta.
- . Trayectoria de las cepas
- . Diferenciación de las cepas para la distribución de alta, media y baja tensión.
- . Numeración de todos aquellos puntos de la cepa provistos de disparos y cambios de dirección.
- . Todos los puntos numerados en el plano
- . Puntos donde se tengan cambios de dirección en el plano horizontal.
- . Interferencias con tubería subterránea

#### II.7.16) Isométricos de Tubería

- . Diámetro, número y especificación y trayectoria de las líneas
- . Presión y Temperatura de prueba
- . Relevado de Esfuerzos, radiografiado, aislamiento
- . Instrumentos y accesorios de Tubería
- . Identificación de boquillas, instrumentos y equipos
- . Coordenadas y elevaciones necesarias para construcción.
- . Localización de drenes y venteos
- . Tamaño, rango y conexiones de válvulas de control y de seguridad.

- . Distancias entre elementos primarios y secundarios, así como las conexiones de tubería
- . Lista de Materiales
- . Código de colores

#### II.7.17) Planos de Plantas y Elevaciones

- . Diámetro, número y especificaciones de la línea así como del aislamiento
- . Instrumentación y accesorios de tubería, así como accesibilidad de operación y mantenimiento de los mismos.
- . Identificación de boquillas, diámetros, rango, tipo de cara, proyección, elevación y coordenadas.
- . Coordenadas, cotas y elevaciones de líneas requeridas para la construcción.
- . Trayectoria, coordenadas y elevaciones de las líneas.
- . Localización de drenes y venteos
- . Tamaño, rango y conexiones de válvulas de control y seguridad
- . Distancias entre elementos primarios y secundarios así como las conexiones de tubería
- . Coordenadas y elevaciones en líneas a límites de batería.
- . Trazo en líneas de succión de compresores y bombas, líneas de transfer y líneas críticas -

- . en general.
- . Localización y elevación de los equipos.
- . Localización y elevación de plataformas y -  
escaleras
- . Areas de operación y mantenimiento
- . Localización de columnas de soportería y --  
edificios

#### II.7.18) Plano de Tubería Subterránea

- . Tipo de drenaje
- . Interferencias
- . Localizaciones y elevaciones de puntos de -  
entrega de drenaje.
- . Trayectoria y Localizaciones de registros
- . Diámetros y especificaciones de tubería
- . Registros indicados en los planos
- . Localización de hidrantes monitores

#### II.7.19) Dibujos de Distribución General de Cambiadores - de Calor.

- . Arreglo General del Equipo
- . Dimensionamiento
- . Tipo de Silleta
- . Orientación y Localización de boquillas
- . Materiales
- . Servicio

- . Condiciones de Servicio
- . Condiciones de Diseño
- . Identificación
- . Localización de Pernos de Anclaje

CAPITULO III

PROCEDIMIENTOS GENERALES DE TRABAJO.

### III.1) Procedimientos de Trabajo de Proyecto.

El objetivo del presente capítulo consiste en presentar, de manera general, aquellos procedimientos que regulan y norman las actividades técnico-económicas originadas por la firma de ingeniería de proyecto. El objetivo anterior permite, a través de mecanismos diversos controlar el grado de avance que tiene en estas actividades, así como prever y anticipar las necesidades futuras de información que se requieran por parte de las especialidades para poder cumplir con sus funciones.

El procedimiento de trabajo del o de los proyectos, es un documento que se origina al inicio del proyecto y cuya naturaleza no es contractual. Su objetivo consiste en complementar los contratos y proporcionar procedimientos para llevarlos a cabo. En caso de existir discrepancias entre lo establecido en los contratos y el Procedimiento de Trabajo, el primero es el que deberá gobernar. Este documento contiene información acerca de los siguientes puntos:

- 1) Número de los Proyectos y Títulos.
- 2) Contratos
- 3) Cambios a los Contratos
- 4) Correspondencia
- 5) Directorio del personal del Cliente y de la Firma de Ingeniería.
- 6) Programas, Reportes y Documentos de Control.
- 7) Procedimientos de Facturación y Contabilidad.
- 8) Libros del Proyecto

9) Compras

10) Procedimientos de manejo de documentos y dibujos generados por la firma de ingeniería.

A continuación se da una breve descripción de la información contenida en cada punto.

1.- Número de los Proyectos y Título.

En esta sección se le asigna un número a cada proyecto, indicándose el título correspondiente y el lugar en el cual estará situado dicho proyecto una vez construido.

2.- Contratos.

Aquí se debe mencionar los documentos de autorización a contratos a través de los cuales el cliente solicita el desarrollo de los proyectos.

Se debe mencionar asimismo las obligaciones más relevantes a cargo tanto de la firma de ingeniería como del cliente.

3.- Cambios a los Contratos.

Es conveniente indicar aquí que los cambios a los proyectos deben realizarse por escrito.

Además si la naturaleza de estos cambios ocasiona un aumento en el costo de los proyectos, la firma de ingeniería notificará al Cliente por escrito antes de llevar a cabo dichos cambios.

Se debe de tener cuidado, por parte de la firma de ingeniería, que dichos cambios no afecten las garantías ofrecidas por el proceso.

4.- Correspondencia.

Aquí se indican, entre otras cosas, los nombres y cargos de -- las personas directamente relacionadas con el proyecto, tanto por parte de la firma de ingeniería como del cliente; se debe indicar también la distribución de copias y anexos, y los sistemas de numeración de cartas.

5.- Directorio del personal del Cliente y de la firma de ingeniería.

A diferencia del punto anterior, aquí se indican los nombres de las personas y sus cargos de toda la firma de ingeniería -- (limitándose a jefes de departamento y ejecutivos de mayor nivel ), así como los nombres y cargos de los ingenieros residentes por parte del Cliente.

Se acostumbra también mencionar a las personas que ocupan un cargo importante en los sitios en los que se instalará la planta (por ejemplo, los superintendentes en las refinerías) y algunas dependencias importantes como oficinas del Cliente en el extranjero y agencias aduanales.

6.- Programas, Reportes y Documentos de Control.

En esta sección se indica que la firma de ingeniería será la responsable de elaborar y presentar el o los programas necesarios, mostrando las fechas de iniciación, etapas intermedias y terminación de los proyectos, junto con las actividades correspondientes. Se prepararán asimismo los reportes y documentos de control de manera periódica, tal como el Reporte Mensual de Avance, Control de Equipo y Materiales, etc.



7.- Procedimientos de Facturación y Contabilidad.

En esta sección se indica en forma resumida aquél o aquellos departamentos encargados de la facturación por los gastos -- efectuados, relacionados con los proyectos, su periodicidad y la distribución de los mismos.

8.- Libros del Proyecto.

Con objeto de transmitir al Cliente y conservar para referencia futura la información comprendida de datos de diseño, ingeniería y fabricantes, así como también las técnicas de operación de la planta, se prepararán de acuerdo a los procedimientos establecidos, los siguientes libros de proyecto para cada contrato.

Volumen I	Manual de Proceso
Volumen II	Manual de Operación
Volumen III	Libro de Datos de Fabricantes.

9.- Compras.

Aquí se acostumbra anexar el Instructivo de Compras vigente, en el cual se señalan los lineamientos generales, así como los documentos y etapas, relacionados con las operaciones de adquisición de equipo y materiales.

Con respecto a este punto, en el inciso III.3 se darán más detalles relativos a las etapas indicadas.

10.- Procedimientos de manejo de documentos y dibujos generados por la firma de ingeniería.

Aquí se acostumbra anexar el Procedimiento mencionado el cual establece las políticas para la preparación de dibujos, su manejo y la interfase con el Cliente para aprobaciones, Asimismo se adjunta el Cuadro de Distribución de Documentos en el cual se indica para las diferentes áreas, las personas a quienes se deberán enviar los diferentes documentos relacionados con los proyectos, así como el número y tipo de copias que deberán recibir.

En el inciso III.6 de este Capítulo se dará más información al respecto.

### III.2) Matrices de Precedencias.

En estos documentos, se puede visualizar de manera gráfica, las actividades que deben realizarse previamente para poder llevar a cabo las correspondientes, por parte del departamento involucrado.

Así como se indicó en el capítulo anterior, las diferentes etapas por las que pasaba una actividad, a continuación, -- asignaremos una clave para denominar a éstas.

<u>Clave</u>	<u>Etapas</u>
1	Información Básica
2	Cálculos
3	Diseño
4	Dibujo o Lista de Materiales Preliminar
5	Juntas de Depuración
6	Documento editado Para Aprobación
6 D	Documento editado Aprobado Para Diseño
7	Documento editado Aprobado para Construcción o Lista de Materiales Definitiva.
8	Preparación de la Requisición para Con-- curso.
8 B	Preparación de la Requisición para Mate-- riales.
9	Envío de la Requisición
10	Recepción de las Cotizaciones.
11	Tabulaciones.

- 12 Aprobación por el Cliente a través de --  
Carta o Telex de Intento.
- 13 Envío de la Orden de Compra.
- 14 Recepción de dibujos del fabricante en -  
Preliminar.
- 15 Revisión de dibujos del fabricante
- 16 Recepción de dibujos de fabricante defi-  
nitivos.
- 17 Fabricación y Embarque.

En las páginas siguientes se hará uso de las claves anteriores para describir las fases de las actividades descritas. Las matrices que se describen a continuación, corresponden a los departamentos siguientes:

- Ingeniería de Sistemas
- Instrumentación
- Ingeniería Eléctrica
- Procura
- Análisis de Esfuerzos



MATRIZ DE PRECEDENCIAS

INSTRUMENTACION

ACTIVIDADES A REALIZAR

ACTIVIDADES PRECEDENTES

ACTIVIDADES A REALIZAR	ACTIVIDADES PRECEDENTES	REQ. ESPECIF DEL PROYEC	DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION	INDICE DE INSTRUMENTOS	INDICE DE DIBUJOS DE INSTRUMENTACION	CALCULO, DISEÑO, ESPECIFICACION Y ADQUISICION DE VALVULAS DE CONTROL OP/MOTOR ELECTRICO	VALVULAS DE CONTROL OP/ DIAFRAGMA	ELEMENTOS PRIMARIOS:	PLACAS DE ORIFICIO, TUBOS DALL, ANNUGAR	TRANS. DE DESPLAZADOR, TRANS. D/P CELL	TERMOPARES Y TERMOPEZAS	INSTRUMENTOS RECEPTORES Y CONVERTIDORES:	ELECTRONICO O NEUMATICO	NEUMATICO LOCAL	DISPOSITIVOS DE PROTECCION:	VALVULAS DE SOLENOIDE	GABINETES DE ALARMA	INTERRUPTORES DE PRESION	INSTRUMENTOS ANALIZADORES:	CROMATOGRAFO	OXIGENO, HUMEDAD, INFRAERROJO	CONDUCTIVIDAD, ETC.	INSTRUMENTOS DE CAMPO:	MANOMETROS Y TERMOMETROS	VIDRIOS DE NIVEL	ROTAMETROS	INDICADORES DE TIRO	CONSOLA INDICADORA DE TEMPERATURA	TABLERO PRINCIPAL DE CONTROL	TABLEROS LOCALES	INGENIERIA DE ALAMBRADO	DIBUJOS TIPICOS P/INSTALACION DE INSTRUMENTOS	PLANOS DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS	INDICE Y ESPECIFICACION P/ LIBRO DE PROYECTO	PLANO DE SUMINISTRO DE AIRE Y CONDUCCION DE SENAL NEUMATICA					
		PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC	PREL	APC			
REQUISITOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO	PREL																																							
DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION	APC																																							
INDICE DE INSTRUMENTOS	PREL																																							
INDICE DE DIBUJOS DE INSTRUMENTACION	APC																																							
CALCULO, DISEÑO, ESPECIFICACION Y ADQUISICION DE VALVULAS DE CONTROL OP/MOTOR ELECTRICO	PREL																																							
VALVULAS DE CONTROL OP/ DIAFRAGMA	APC																																							
ELEMENTOS PRIMARIOS:	PREL																																							
PLACAS DE ORIFICIO, TUBOS DALL, ANNUGAR	APC																																							
TRANS. DE DESPLAZADOR, TRANS. D/P CELL	PREL																																							
TERMOPARES Y TERMOPEZAS	APC																																							
INSTRUMENTOS RECEPTORES Y CONVERTIDORES:	PREL																																							
ELECTRONICO O NEUMATICO	APC																																							
NEUMATICO LOCAL	PREL																																							
DISPOSITIVOS DE PROTECCION:	APC																																							
VALVULAS DE SOLENOIDE	PREL																																							
GABINETES DE ALARMA	APC																																							
INTERRUPTORES DE PRESION	PREL																																							
INSTRUMENTOS ANALIZADORES:	APC																																							
CROMATOGRAFO	PREL																																							
OXIGENO, HUMEDAD, INFRAERROJO	APC																																							
CONDUCTIVIDAD, ETC.	PREL																																							
INSTRUMENTOS DE CAMPO:	APC																																							
MANOMETROS Y TERMOMETROS	PREL																																							
VIDRIOS DE NIVEL	APC																																							
ROTAMETROS	PREL																																							
INDICADORES DE TIRO	APC																																							
CONSOLA INDICADORA DE TEMPERATURA	PREL																																							
TABLERO PRINCIPAL DE CONTROL	APC																																							
TABLEROS LOCALES	PREL																																							
INGENIERIA DE ALAMBRADO	APC																																							
DIBUJOS TIPICOS P/INSTALACION DE INSTRUMENTOS	PREL																																							
PLANOS DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS	APC																																							
INDICE Y ESPECIFICACION P/ LIBRO DE PROYECTO	PREL																																							
PLANO DE SUMINISTRO DE AIRE Y CONDUCCION DE SENAL NEUMATICA	APC																																							

UNAM

FACULTAD DE QUIMICA

JUAN GABRIEL NIETO OBREGON

1988







MATRIZ DE PRECEDENCIAS

ANALISIS DE ESFUERZOS

ACTIVIDADES A REALIZAR

ACTIVIDADES A REALIZAR	ACTIVIDADES PRECEDENTES											
	LISTA DE LINEAS	APD	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
GRAPAS PARA TUBERIA EN RECIPIENTES Y TORRES CALC. Y DIS.												
LOCALIZACION Y DIMENSIONAMIENTO DE LOOPS DE EXPANSION CALC. Y DIS												
ANALISIS DE ESF. EN LINEAS CRITICAS 20 %												
ANALISIS DE ESF. EN LINEAS CRITICAS 100 %												
PROPORCIONAMIENTO Y DISEÑO DE JUNTAS DE EXPANSION Y RESORTES EN LINEAS CRIT. CALC. Y DIS. REQ.												
SOPORTERIA DE TUBERIA CALC Y DIS. REQ. APC												
DISEÑO DE ESTRUCTURAS ESPECIALES PARA SOPORTERIA DE TUBERIA CALC. Y DIS.												
ISOMETRICOS P/ FABRICACION 80%												
ISOMETRICOS P/ FABRICACION 100 %												
	ESTUDIOS TUBERIA AEREA	APC										
	ORIENTACIONES	APC										
	TENDIDO DE LINEAS	40%										
	TENDIDO DE LINEAS	60%										
	TENDIDO DE LINEAS	100%										
	ISOM. LINEAS CRITICAS	20%										
	ISOM. LINEAS CRITICAS	100%										
	ISOM. P /FABRIC.	40%										
	ISOM. P /FABRIC.	100%										
	ESTUDIOS TUBERIA AEREA	40%										
	ORIENTACION Y LOC DE BOO	70%										
	PLANTAS Y ELEVACIONES	80%										
	PLANTAS Y ELEVACIONES	80%										
	PLANTAS Y ELEVACIONES	APC										
	ISOM. LINEAS NO CRITICAS	10%										
	ISOM. LINEAS NO CRITICAS	40%										
	ISOM. LINEAS NO CRITICAS	100%										
	ANALISIS DE ESF. EN LINEAS CRITICAS	20%										
	ANALISIS DE ESF. EN LINEAS CRITICAS	100%										
	ESTRUCTURAS METALICAS	APD										
	SOPORTERIA DE TUBERIA	PREL										

**UNAM**

FACULTAD DE QUIMICA

JUAN GABRIEL NIETO OBREGÓN

1985

fig. III.2.5

### III.3) Ingeniería de Procura.

El departamento de Proyectos no sólo trabaja con problemas técnicos, sino también se relaciona con operaciones de adquisición e interpretación de contratos.

Comprar a un costo razonable el equipo y materiales necesarios y entregarlos en un tiempo adecuado es una de las fases más importantes en la construcción de plantas de proceso. El departamento encargado de realizar las operaciones de compra de equipo y materiales es el de Procuración en una firma de ingeniería, supervisado y coordinado por el departamento de Proyectos. Aún cuando en el campo de proceso muchos agentes de compras tienen cierta experiencia técnica, es imposible esperar que estén bien informados en todas las fases de la ingeniería.

Por consiguiente, siempre que se requiera un juicio sobre esta área, ellos necesitarán buscar tanto los consejos y sugerencias del departamento especialista como del de Proyectos. De la misma manera, el coordinador de proyecto debe depender del departamento de compras en lo que respecta a la información técnica-comercial para la procuración de materiales dentro de programa. Por lo tanto, para la procuración de la construcción de un proyecto determinado es importante estar familiarizado con los procedimientos y métodos de un departamento de compras.

Pocos equipos de proceso pueden ser comprados sin la preparación de planos, originados ya sea por la firma de inge--

niería o por el fabricante. La razón principal para la preparación de planos es la de ayudar en la procuración del -- equipo, proporcionando representaciones concisas y fácilmente entendibles con los datos de diseño. Generalmente las especificaciones y planos para equipo de proceso, que constituyen los datos vitales de procuración, son preparados por los diversos grupos de ingeniería, quedando las condiciones de tipo comercial a cargo del departamento de Compras. Dentro de una firma de ingeniería de proyecto las actividades principales del grupo de procura pueden reunirse en las siguientes fases; ver diagrama III.3.1

- III.3.1) Solicitud de Cotización: Esta etapa corresponde a la petición formal de una cotización incluyendo los anexos necesarios, como planos de arreglo general y detalles, estándares de ingeniería, especificaciones y condiciones generales de adquisición por parte de la firma de ingeniería de proyecto. A menudo se acompañan estas solicitudes, de cuestionarios, que el proveedor debe llenar, con la finalidad de llevar a cabo las comparaciones necesarias sobre las mismas bases.
- III.3.2) Cotizaciones: Con esta etapa se identifican varias actividades, entre ellas, la recepción de cotizaciones tanto técnicas como comerciales, los cierres de concurso y la distribución de estos documentos a los especialistas involucrados.
- III.3.3) Tabulaciones. En esta fase se comparan, desde el punto de vista técnico y comercial las diferentes ofertas recibidas, bajo las mismas bases. Una vez que se ha hecho la elección

final de la propuesta más adecuada desde muchos puntos de vista como, precios, experiencia de fabricación previa, fletes, cumplir técnicamente con lo especificado, etc., se turna este documento al cliente el cuál será finalmente quien decida si se acepta la elección de la firma de ingeniería.

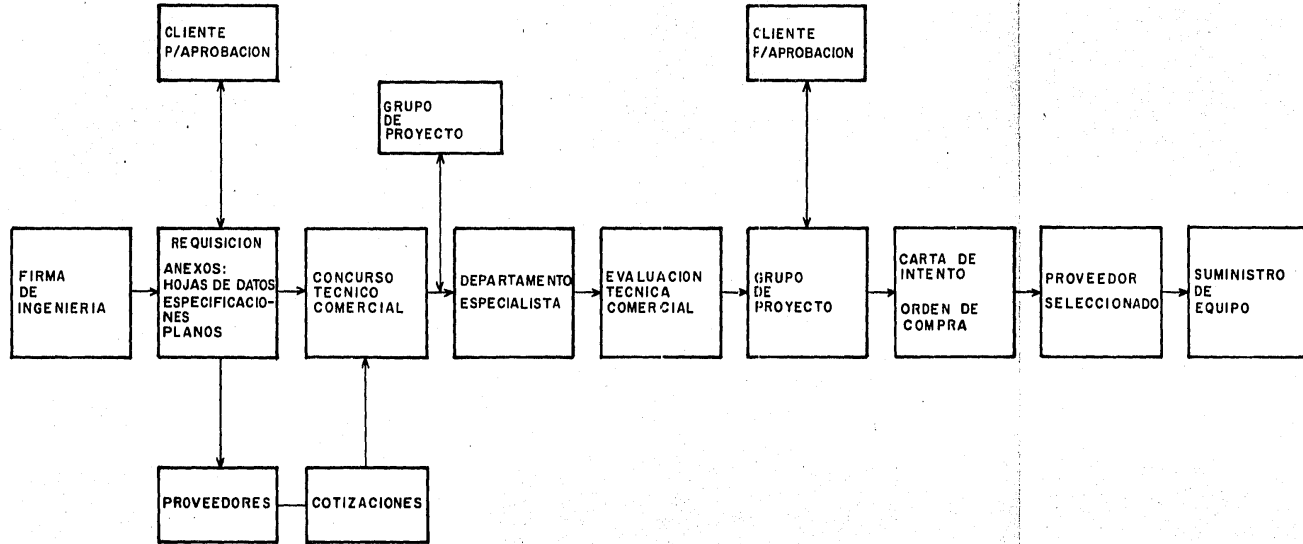
III.3.4) Orden de Compra: Esta fase corresponde a la elaboración y colocación del pedido formal al proveedor ganador. La elaboración de la orden de compra corre a cargo de la firma de ingeniería, turnandose finalmente al cliente quien será el que confirme el documento antes de ser enviado al fabricante.

III.3.5) Inspección: En esta fase se examinan tanto los materiales en cuanto a calidad, como la fabricación del equipo a través de las distintas etapas que atravieza.

Esta función normalmente la realiza el cliente a través de un equipo de inspectores especialistas en materiales y fabricación de equipo.

III.3.6) Exeditación: Finalmente esta etapa corresponde a la función de acelerar el movimiento de materiales y equipo para cumplir con el programa de construcción de la planta en cuestión. Los objetivos principales consisten en anticiparse a los retrasos y "cuellos de botella" y resolver éstos cuando se presenten y reducir en la medida de lo posible, los tiempos de entrega del equipo.

# DIAGRAMA DE INGENIERIA DE PROCURA



**UNAM**

FACULTAD DE QUIMICA

JUAN GABRIEL NIETO OBREGON

1985

fig. III.3.1

### III.4) Reportes

Las ventajas que representa el uniformizar los procedimientos generales de trabajo, se reflejan básicamente en un ahorro de recursos tanto materiales como humanos y en un mejor aprovechamiento de éstos; en resumen su eficiencia se incrementa cuando se estandarizan los métodos y en consecuencia se manejan bajo un mismo enfoque situaciones similares para proyectos diferentes.

A lo largo de la ingeniería, para un proyecto determinado, se emiten en forma sistemática ciertos reportes los cuales permiten adquirir, en breve tiempo, una idea general acerca del estado del proyecto. Todos los reportes tanto administrativos, como técnicos, se elaboran siguiendo procedimientos fijados previamente en instructivos y manuales de la compañía. Para el personal de alto nivel, al cual se dirigen estos documentos, se facilita la labor de enterarse en breve tiempo, de la situación en la que se encuentra un proyecto determinado, puesto que la estructura del reporte es precisamente la de señalar objetivamente, los aspectos más sobresalientes de éste.

Los reportes más conocidos que se editan para un proyecto son:-

- Reporte Mensual de Avance.
- Reporte Mensual de Construcción.
- Reporte de consumo mensual de Horas-Hombre.
- Reporte mensual de adquisición de Equipo y Materiales.
- Reporte de Costos de Ingeniería.

- Reporte de comisiones al sitio de la obra.
- Reporte del estado del proyecto.

Se indicará brevemente, a continuación, la información que debe contener estos reportes.

III.4.1.) Reporte Mensual de Avance.- Para este reporte se indicará el avance parcial, acumulado y total tanto para la ingeniería básica, como para la ingeniería de detalle. Se mostrará también un resumen en donde se indiquen las actividades más relevantes que se han llevado a cabo para el proyecto en el período indicado. A continuación se hará una descripción más detallada de la información que se proporcionó en el Resumen, mencionando números de planos y fechas. Posteriormente se hará mención del estado que guardan las operaciones de adquisición de equipo y materiales. En seguida se señalarán los asuntos pendientes que se tienen con el cliente y que tienen implicaciones en el desarrollo de la ingeniería.

Finalmente se acompañará el reporte de una gráfica en la cual se muestre la curva de avance programada contra la real.

III.4.2) Reporte Mensual de Construcción.- En este documento se hace mención del estado que guarda la construcción de la planta. El contenido de este reporte va cambiando paulatinamente a medida que progresa

la construcción de ésta.

Inicialmente, se describen las operaciones relativas a:

nivelación del terreno, excavaciones para tubería subterránea, sistema de agua contra incendio, drenajes, ductos eléctricos, cimentaciones de equipos y del cuarto de control de instrumentos. La siguiente fase comprende desde que el equipo llega al campo hasta que es instalado en su cimentación. Se señalan en esta etapa el armado de estructuras en edificios, colocación de internos en reactores y torres, colado de cimentaciones de equipos y de columnas y trabes en el centro de control de instrumentos, instalación de marco-soportes para el "rack" principal de tubería y la instalación y ajuste de las trabes de liga para estos marcos. La etapa siguiente corresponde al tendido de líneas de tubería principales sobre el "rack" y su conexión con las líneas de límite de batería. Se mencionan durante esta fase, las líneas de proceso y servicios que se instalan, aquellas que tienen relevado de esfuerzos, se señalan los soportes y resortes para tubería. Una vez que se han conectado con el equipo se procede a instalar el aislamiento para aquellas que lo requieran. Se menciona también la colocación e instala



ción de instrumentos en tuberías y equipo. Se procede entonces al armado e instalación de plataformas para operación y mantenimiento tanto en equipo como en el "rack" principal. La siguiente fase corresponde al tendido de alimentación eléctrica para instrumentos, bombas y alumbrado a partir de límite de batería al cuarto de control y de éste hacia el equipo de proceso. Se procede también a realizar las pruebas hidrostáticas y neumáticas de recipientes torres, cambiadores de calor, serpentines de hornos, reactores y líneas de proceso y servicios. Se instalan las válvulas de control, se calibran los instrumentos -- que así lo requieran, se prueban los controles eléctricos y electrónicos de bombas y compresores, se -- arrancan y verifican estos equipos en cuanto a su -- comportamiento. Finalmente se inician los procedimientos de arranque y puesta en marcha de la planta. El reporte de construcción también contempla otros -- aspectos como el de señalar los asuntos pendientes -- que afectan a la construcción y que pueden ser de na -- turaleza técnica o comercial. Este documento final-- mente debe acompañarse con un archivo fotográfico en el que se señale y destaque aquel punto cuya impor-- tancia sea elevada.

III.4.3) Reporte de consumo mensual de Horas-Hombre.- Con este reporte se puede llevar un control acerca del - -

avance con respecto al consumo de Horas-Hombre. En columnas separadas se indican la H-H consumidas, las acumuladas y las que quedan por consumir. Lo más adecuado es que se señale, además, el tipo de actividad y departamento paralelamente a las Horas-Hombre que se invierten para su desarrollo.

III.4.4) Reporte mensual de adquisición de equipo y materiales.-

Para este reporte, se debe indicar el estado que guardan las operaciones de procura de equipo y materiales. Se señala también el costo ejercido y el costo por -- ejercer y se hace destacar cualquier tipo de dificultad comercial que se haya presentado en ese período.

III.4.5) Reporte mensual del costo de ingeniería.- En este documento se indica el costo del desarrollo de la ingeniería de proyecto. Se comparan en columnas separadas los costos estimados de la ingeniería básica y de detalle contra los costos reales.

III.4.6) Reporte de comisiones al sitio de la obra. Este reporte, a diferencia de los anteriores, no es periódico, y se elabora por el personal técnico que ocasionalmente es requerido en la obra para resolver algún problema. Es conveniente que se acompañe de un archivo fotográfico con la finalidad de facilitar la visualización del problema.

III.4.7) Reporte mensual del estado del proyecto.- Este repor-

te es básicamente un breve resumen del reporte de avance del proyecto, en el cual se señalan en forma cuantitativa los avances acumulativos para los renglones que integran la ingeniería básica y de detalle. Se señalan también las fechas clave para el proyecto como terminación de la ingeniería, información para iniciar la construcción de la obra, etc. Finalmente se indican los avances mensual y acumulado y las horas consumidas, acumuladas y por consumir.

### III.5) Control de Proyecto.

En esta sección se mencionan con más detalle los aspectos generales del Control que se practica dentro del medio ambiente de la ingeniería de proyecto.

Anteriormente en la sección I.7 se puso de manifiesto que las actividades desarrolladas en una firma de ingeniería, sufren una transformación al pasar de una etapa a la otra, y en la sección III.2 se les asignó una clave a cada una de estas etapas, principiando desde: información básica, cálculos, diseño, dibujos, ..., hasta llegar a las últimas como: Recepción de dibujos de fabricante, embarque y entrega en la obra.

También se vió con cierto detalle en la sección III.4 los aspectos relativos a los reportes que con regularidad y frecuencia son emitidos por las firmas de ingeniería.

Con los datos anteriores, nos podemos dar una idea de las herramientas que se utilizan para controlar un proyecto, -- siendo las más importantes a nuestro juicio las siguientes:

- Alcance del Proyecto
- Programa General del Proyecto
- Control de Equipo y Materiales
- Reporte Mensual de Avance

A través de estos cuatro documentos, el equipo encargado de la coordinación del proyecto, tiene por consiguiente los medios necesarios para llevar a cabo un adecuado control del proyecto pues le permiten anticiparse a las dificultades --

futuras, corrigiendo en su caso el rumbo de acción.

III.5.1) Con respecto al Alcance del Proyecto, se le ha dedicado un capítulo entero a su descripción (capítulo V), haciendo énfasis en la importancia que representa la adecuada definición de las actividades que se van a desarrollar. Para los propósitos actuales, es necesario mencionar que este documento representa al primer mecanismo de control a través del cual se verificará la magnitud de las actividades desarrolladas durante el transcurso del proyecto. A pesar de que en este documento de Alcance no se indica el tiempo de duración de las actividades, ofrece sin embargo la ventaja de poder realizar un estimado de inversión detallado en una etapa temprana del proyecto, con las consecuentes ventajas posteriores.

III.5.2) Con relación al Programa General del Proyecto, el capítulo IV describe con detalle su objetivo y estructura; bastará aquí mencionar que en este documento se desglosan las actividades, ponderando a cada una de ellas, y asignándoles un período de duración. El Programa representa un poderoso mecanismo de Control, a través del cual se pueden verificar, tanto el avance de las actividades como las precedencias para las actividades subsecuentes.

III.5.3) Haciendo referencia al Control de Equipo y Materiales, el tipo de control que puede ejercerse a través de éste consiste en la detección de alguna anomalía en el procedimiento de adquisición de equipo y materiales, sobre todo cuando este procedimiento es largo y complejo.

III.5.4) Finalmente y con respecto al Reporte Mensual de Avance, podemos afirmar que el control ejercido a través de este documento permite visualizar el grado de avance tanto de las actividades particulares como del proyecto en su conjunto. Es práctica común anexar al Reporte la gráfica de avance global, la cual consiste en trazar dos curvas, una que relaciona el porcentaje de avance programado contra el tiempo y la otra que relaciona el porcentaje de avance real contra el tiempo. De esta manera se compara en forma automática el avance real contra el programado.

### III.6) Distribución de Documentos.

El flujo de información que tiene lugar durante el desarrollo de un proyecto, genera una cantidad considerable de copias que es necesario manejar entre los diferentes departamentos involucrados.

El propósito de la creación del Cuadro de Distribución de Documentos consiste en facilitar y servir como punto de referencia, al equipo de coordinación para la distribución de la información. A continuación se da un ejemplo del documento mencionado en la figura III.6.1.

CAPTULO IV

PROGRAMA GENERAL DEL PROYECTO





#### IV.1) Objetivo.

Durante el desarrollo del primer capítulo, en el cual sentamos las bases de la administración, enfocandolas hacia las operaciones de una firma de ingeniería, indicamos en la parte correspondiente a la planeación, que una de las herramientas indispensables para la adecuada coordinación de las actividades de ingeniería de proyecto era el Programa General -- del Proyecto. Este documento, elaborado por un departamento de especialistas en esta área, señala, de una manera gráfica en el tiempo, los departamentos que participan en el proyecto, indicando los principales documentos y equipos cuya elaboración y diseño van a generarse.

Las características principales de este documento son las siguientes:

- Menciona a los departamentos especialistas que participarán en el proyecto.
  - Señala las actividades de cada uno de ellos en cuanto a su especialidad se refiere.
  - Se indica la duración de estas actividades, marcando el inicio y la terminación de la misma.
  - Y en ocasiones se señala también la fase a la cual se desea llegar, en alguna actividad determinada; ver fig IV.1.1 y IV.1.2
- Como ejemplo de este último punto, podemos mencionar lo siguiente: Para un proyecto determinado, el cliente pudiera haber fijado que todo el equipo principal de proceso fuera dise

ñado, especificado, comprado y colocado en campo; pero en -- cambio los equipos y materiales secundarios, en virtud de tener amplia experiencia en su adquisición, prefiere que estas actividades sean especificadas únicamente hasta lista de materiales. A través de claves que identifican a cada una de las actividades o fases de la ingeniería, pueden señalarse en el programa general del proyecto, lo que se acaba de mencionar -- para las actividades indicadas.

Este documento se actualiza periódicamente y asimismo se distribuyen a los departamentos que participan, de tal manera -- que pueden verse rápidamente aquellas actividades que inician o terminan conforme a la fecha de actualización del programa, Este documento tiene entonces como objetivo controlar, por -- parte del grupo de coordinación, las actividades que se desarrollan en el proyecto de manera secuencial y ordenada. Desde el punto de vista del departamento especialista, este documento sirve también para controlar y planear sus actividades, de acuerdo con los recursos de que dispone.

Como se ha mencionado en algún párrafo anterior, el programa general del proyecto, marca los períodos de duración de las -- actividades y por tanto señala las fechas aproximadas de inicio y terminación de éstas.

Esto quiere decir que señala la fecha de terminación del proyecto y si es que se desea, también podrá señalar algunas otras fechas importantes o claves para el proyecto, como por --

ejemplo: fecha de terminación de la ingeniería básica, fecha de inicio de construcción, fecha probable de adquisición de equipo crítico, etc.

TIEMPO (MESES)	PROGRAMA GENERAL DEL PROYECTO														
	AÑO												AÑO		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
DEPARTAMENTO															
PROCESO															
BASES DE DISEÑO		■	■	■											
DESCRIPCION DEL PROCESO			■	■	■										
CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO			■	■	■										
BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA			■	■	■	■									
LISTA DE EQUIPO			■	■											
REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS			■	■	■	■									
AUXILIARES															
HOJAS DE DATOS: RECIPIENTES						■	■								
TORRES						■	■								
REACTORES							■	■							
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO					■	■	■	■							
ETC.															
INSTRUMENTACION															
INDICE DE INSTRUMENTOS															
DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION									■	■					
PLANOS DE TABLERO PRINCIPAL										■	■				



#### IV.2) Tipos de Programas y sus Aplicaciones.

Además del Programa General del Proyecto que se ha descrito - en el inciso anterior, existen otros tipos de programas que - se emplean con una finalidad semejante, de ejercer un control sobre las actividades que se desarrollan para un proyecto de- terminado.

El concepto básico a partir del cual se puede elaborar el Programa General del Proyecto (PGP), o cualquier otro tipo de -- programa es el de Red de Actividades.

La Red de Actividades consiste en la representación gráfica - de las actividades necesarias para completar una tarea asigna da.

Para la construcción de este Diagrama es necesario hacer una - lista de las actividades o tareas que es necesario desarrollar; asimismo hay que ponerlas en una secuencia y asignarles un nú- mero consecutivo. De esta manera, para poder iniciar la activi- dad número 20 por ejemplo, será necesario tener completa la nú- mero 19. Se deben identificar los "eventos", los cuales repre- sentan ya sea el inicio o la terminación de alguna actividad. Los eventos representan, por tanto, un nuevo "estado de cosas" como resultado de la realización de algunas actividades. Cada evento se conecta con los demás a través de Líneas o flechas. Estas líneas son las actividades mismas y se acostumbra, ade- más de identificarlas, ponerles también el tiempo de duración de ésta.

La secuencia de actividades y eventos debe entonces principiar de izquierda a derecha. De esta manera se pueden identificar las precedencias de las actividades y sus correspondientes sucesoras.

Para poder establecer cual sería el camino crítico, hay que buscar aquella secuencia de actividades-eventos que tiene el mayor tiempo de duración y cuyos eventos afectan a un gran número de tareas sucesoras.

Aunque el objetivo principal de este trabajo se ha enfocado a los proyectos de diseño y construcción de plantas industriales los principios de la Red de Actividades pueden aplicarse a una muy amplia diversidad de proyectos, como por ejemplo:

- Construcción de un nuevo edificio,
- Lanzamiento de un producto nuevo,
- Construcción de un puente,
- Adquisición de una nueva compañía, etc.

Con el propósito de ilustrar lo que sería una Red de Actividades para el proyecto de Construcción de una Casa, al final del capítulo se muestra dicha Red en forma simplificada.

Hasta este momento hemos podido observar que las redes que se han planteado son de naturaleza "determinista", es decir, cada evento origina una o más actividades que se conocen o que están determinadas. Pero no se ha contemplado el caso en el que un evento pueda originar una serie u otra de actividades, y además que estas sean mutuamente excluyentes. Aparentemente todos los proyectos hasta ahora mencionados, consideran a sus --



eventos mecánicamente relacionados entre sí y no existe ningún espacio para la incertidumbre. Sin embargo, existen proyectos en los que sucede que la determinación mecánica solamente se da en contadas ocasiones (proyectos de investigación o militares, por ejem.). Asimismo abundan los casos en las que la modificación de objetivos y de herramientas amplían o reducen las actividades que nacen de un evento en particular.

En este tipo de programas se consideran entonces a los eventos de incertidumbre como nodos, o cajas de decisión, es decir, en este tipo de eventos es absolutamente necesario tomar una decisión con la finalidad de poder continuar con la secuencia apropiada de actividades.

Existen otros programas como el CPM (Método del Camino Crítico) y el PERT (Técnicas de Evaluación y Revisión de Programas). El PERT fue desarrollado por primera vez en 1958. Originalmente la primera diferencia entre PERT Y CPM residía en el número de estimaciones de tiempo requeridas para cada actividad. El PERT requería 3 estimaciones: la pesimista, optimista y la más probable. Luego sacaba un promedio y lo aplicaba a cada actividad para determinar la duración total del proyecto y su camino crítico. En años recientes la estimación múltiple de tiempos se ha olvidado en la mayoría de los proyectos y las técnicas actuales de CPM y PERT son casi idénticas por la manera de aplicarse.

Para evitar la confusión entre CPM y PERT o cualquier otra técnica de diseño de redes, muchos especialistas usan el término-

de "Análisis por Redes". El término es muy amplio y es generalmente aceptado como suplemento para el CPM y PERT.

Para finalizar este inciso mencionaremos a la Gráfica de Gant y su valor en la administración de proyectos. Esta técnica requiere al igual que las otras, conocer la manera en que se relaciona cada actividad con respecto al tiempo y como se relaciona cada actividad con respecto a las demás. La Gráfica de Gant muestra a los eventos o grupos de ellos en relación a una escala de tiempo o al calendario. De esta manera puede visualizarse con facilidad el inicio y terminación de cada evento o grupo de eventos.

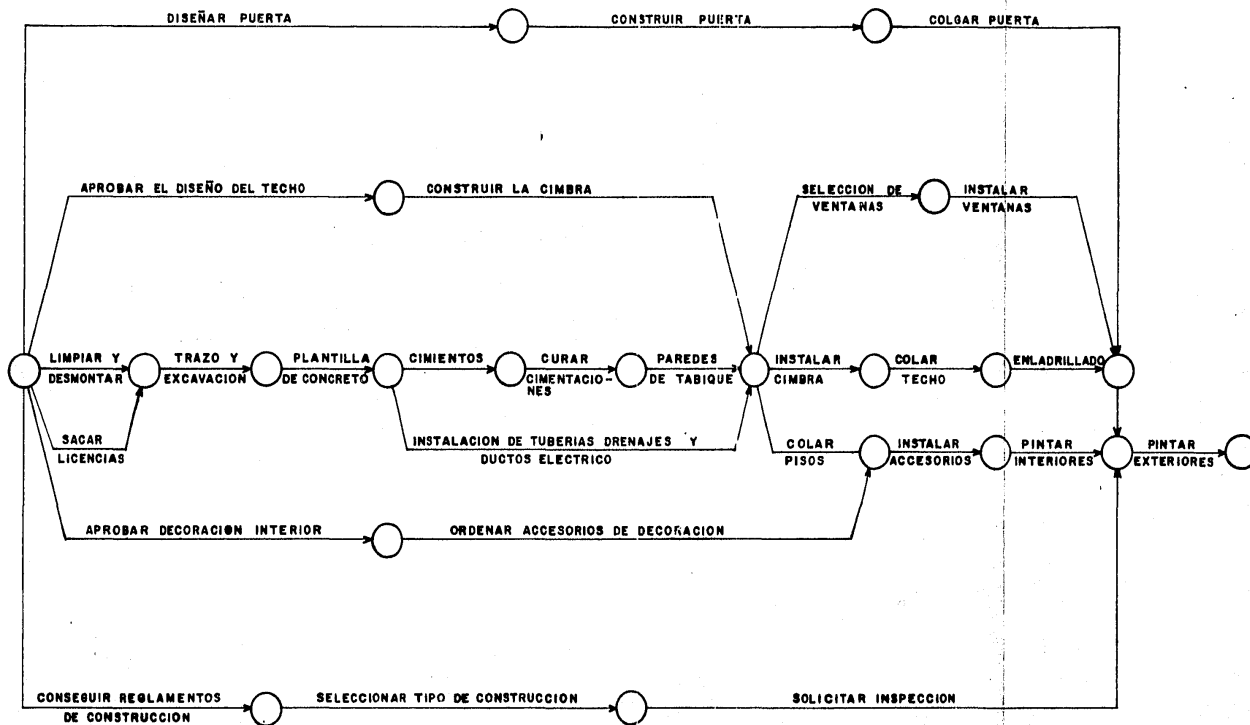
En virtud de que hay gran número de versiones un tanto diferentes de la Gráfica de Gant, mencionaremos aquí solamente aquellos elementos que son comunes a la mayoría de las versiones.

Los elementos de la Gráfica incluyen:

- 1.- Una columna a la izquierda para la descripción de los eventos.
- 2.- Una tabla de tiempos o cronológica en el eje de las "X"s.
- 3.- Una plomada o señal vertical que marque "donde vamos" hoy.

Se acostumbra construir las Gráficas de Gant en pizarrones magnéticos, con listones, barras, reglas o cintas de colores; y se coloca en un lugar que pueda ser visible por todo el personal involucrado.

## RED DE ACTIVIDADES



**UNAM**

FACULTAD DE QUIMICA

JUAN GABRIEL NIETO OBREGON

1966

fig. IV.2.1

#### IV.3) Revisiones y Actualizaciones.

Durante la ejecución de un proyecto, en ocasiones es necesario adecuar el programa general a los cambios que se originan por modificaciones en el alcance o por la terminación de ciertas actividades consideradas como críticas para el proyecto. Existen términos técnicos que se refieren a este tipo de actividad, y son los siguientes:

- Actualización del Programa.- Esta actividad se realiza en forma periódica (quincenal, mensual o bimestralmente según sean las prácticas vigentes) y consiste en plasmar en el programa el inicio, el porcentaje de avance y la terminación de las actividades "reales". Esto quiere decir que además de tener indicadas las actividades programadas con respecto a una escala de tiempo, se indican también las actividades reales, conforme estas se van sucediendo. De esta manera se puede comparar en forma automática el tiempo que fue requerido realmente para la realización de alguna actividad contra el tiempo programado. Asimismo tanto el departamento involucrado como el grupo de coordinación del proyecto tienen una "noción" bastante exacta del avance parcial con respecto a la fecha de corte de la actualización.
- Revisión del Programa.- A diferencia de la actualización, en donde la indicación del avance parcial no modifica las fechas de inicio y terminación de las actividades posteriores, la revisión del programa se efectúa cuando el alcance del proyecto su

fre modificaciones de consideración y entonces se ven afectadas las fechas de inicio de algunas actividades programadas. En ocasiones la modificación del alcance es tal que surge la necesidad de programar actividades que no se habían contemplado inicialmente.

Finalmente es conveniente añadir que tanto las actualizaciones como las revisiones se deben de indicar en forma clara en este documento para no crear confusiones posteriores.

CAPITULO V.

ALCANCE DEL PROYECTO

### V.1) Definición.

Se entiende por Alcance del Proyecto, el fijar la magnitud del trabajo que se va a desarrollar, en función de los documentos - que se van a emitir para el proyecto en cuestión. Esto quiere decir que a partir del tipo de trabajo y de su respectivo alcance, se puede hacer entonces una lista de documentos como planos, dibujos, requisiciones, estudios, reportes, especificaciones, - etc. que la Firma de Ingeniería emitirá como parte de los servicios contratados por el Cliente.

El Alcance del Proyecto es un documento que lo origina el grupo de coordinación y que se distribuye a los diferentes departamentos involucrados.

Evidentemente es imperativo, poner a la consideración del Cliente este documento para cualquier comentario adicional.

Con este documento se puede establecer los requerimientos de Horas Hombre necesarias así como el tipo de información previa con la cual es indispensable contar para el desarrollo de las actividades indicadas en el Alcance.

### V.2) Tipos de Alcance

En función de los recursos y requerimientos del Cliente existen varias combinaciones de Alcance que se pueden ofrecer para satisfacer sus necesidades. De esta manera a partir de las siguientes etapas se pueden elaborar las diferentes combinaciones posibles:

Etapas

- 1.- Estudio Técnico-Económicos y Análisis de Mercado (ETE)
- 2.- Desarrollo de Ingeniería Básica (IB)
- 3.- Desarrollo de Ingeniería de Detalle (ID)
- 4.- Procura de Equipo y Materiales (PIM)
- 5.- Asistencia Técnica en la Construcción (ATC)
- 6.- Asistencia Técnica en el Arranque (ATA)

Combinaciones Posibles.

- 1) ETE
- 2) ETE + IB
- 3) IB
- 4) IB + ID
- 5) ID
- 6) ETE + IB + ID + PIM + ATC + ATA
- 7) IB + ID + PIM + ATC + ATA
- 8) ID + PIM + ATC + ATA
- 9) ETE + ID

etc. etc.

A continuación se dará un ejemplo en el que se describe el Alcance del Proyecto considerando que se va a desarrollar únicamente la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle, para la Planta Reformadora de Naftas; ver fig. V.2.1

## V.2.1) Alcance del Proyecto

La función de una planta de esta naturaleza es la de obtener gasolina de alto octanaje a partir de nafta hidro-

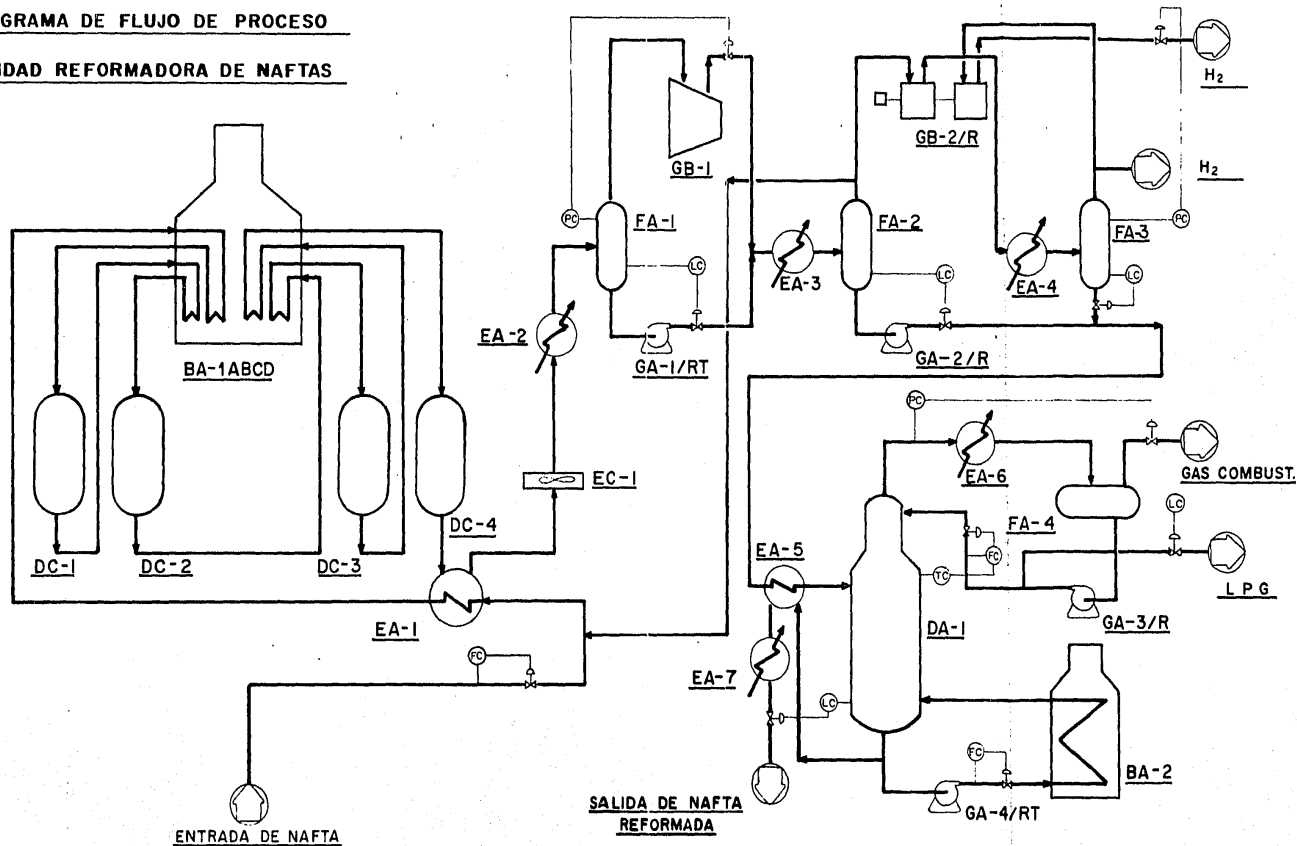


desulfurada y desisohexanizada a través de un proceso de reformación catalítica. El proceso puede describirse más o menos en los siguientes términos: (ver diagrama anexo) La nafta en estado líquido proveniente de Límite de Batería intercambia calor con el efluente del reactor en el Intercambiador Carga Efluente EA-1, saliendo de este totalmente vaporizada.

Después se dirige al Calentador de Carga a Reactores -- BA-1 A para elevar su temperatura hasta el valor adecuado para la reacción. Al salir del calentador, la corriente se dirige al Primer Reactor de Reformación DC-1, en donde se efectúa la reacción de reformación catalítica. En virtud de que la reacción es de naturaleza endotérmica, el efluente del reactor se vuelve a dirigir al calentador de Carga a Reactores BA-1 B para aumentar nuevamente su temperatura y dirigirse al Segundo Reactor de Reformación DC-2. Un fenómeno similar sucede para este reactor, por lo que el efluente de este reactor vuelve al Calentador de Carga BA-1 C y retorna al Tercer -- reactor de Reformación DC-3. El esquema anterior se repite en función del grado de convertibilidad deseado. Cuando nos hemos referido al Calentador de Carga a Reactores le hemos asignado letras BA-1A, BA-1B, BA-1C y BA-1D para indicar el serpentín al cual se dirigen las corrientes efluentes de los reactores. La corriente efluente del último reactor DC-4, cuya composición consiste en

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

UNIDAD REFORMADORA DE NAFTA



UNAM

FACULTAD DE QUIMICA

JUAN GABRIEL NIETO OBREGON

1989

fig. V.21

gasolina reformada, compuestos ligeros e hidrógeno, éste último como producto de la reacción de reformación, pasa a intercambiar calor en el Intercambiador Carga-Efluente EA-1 con la nafta que proviene de Límite de Batería. El efluente del reactor sale de este equipo parcialmente condensado y se dirige al 1er. Enfriador del Efluente del Reactor EC-1, en donde se condensa un poco más. A continuación esta corriente pasa al 2º Enfriador del Efluente del Reactor EA-2, usando agua como medio de enfriamiento. Esta corriente pasa en seguida al Separador de Baja Presión FA-1, en donde se "flashea" esta corriente. Por el lado de domos, sale una corriente gaseosa que va al Compresor de Recirculación GB-1 y por el lado de fondos, la corriente líquida, a través de un control de nivel, pasa a la Bomba del Separador de Baja Presión GA-1/RT la cual es conveniente que tenga relevo con turbina. Tanto la descarga del Compresor de Recirculación GB-1 como la corriente líquida proveniente de la Bomba GA-1 vuelven a unirse, a una condición diferente de presión y juntas pasan al Enfriador de Recontacto EA-3.

Al disminuir la temperatura de esta corriente, se aumenta la separación del hidrógeno. A continuación, esta mezcla pasa al separador de Hidrógeno FA-2, cuya corriente de domos pasa al Compresor de Hidrógeno Producto GB-2/R, el cual es conveniente que tenga relevo. La corriente de fondos del Separador, a través de un control de nivel, pasa

a la Bomba de Alimentación de Torre Estabilizadora GA-2/R, para después dirigirse posteriormente a la Torre Estabilizadora DA-1, aumentando su temperatura previamente en el Intercambiador Alimentación-Fondos EA-5.

La función de la Torre Estabilizadora es separar los compuestos ligeros de la gasolina reformada, la cual sale -- por los fondos de ésta; una parte de esta corriente pasa a la Bomba de Fondos de Torre Estabilizadora GA-3/RT con relevo y turbina y se dirige al Rehervidor de Torre Estabilizadora BA-2 el cual es un calentador a fuego directo. La otra parte de la gasolina reformada pasa a enfriarse - cediendo calor en el Intercambiador Alimentación Fondos - EA-5 con la alimentación a la torre. Posteriormente se dirige al Enfriador de Gasolina Reformada de EA-7 para después dirigirse a almacenamiento como producto terminado. La corriente de domos de la Torre DA-1 pasa al Condensador de Reflujo EA-6, cuyos condensables pasan al Acumulador de Reflujo FA-4 y los incondensables pasan a la Red de Gas Combustible de la Refinería a través de un control de presión. La corriente líquida del acumulador pasa a la Bomba de Reflujo GA-4/R con relevo y la descarga de esta bomba se divide en dos corrientes; una de ellas se refluja a la Torre DA-1, a través de un control en cascada temperatura-flujo y la otra, a través de un control de nivel - en el acumulador FA-4, se va a Límite de Batería como LPG. Como se mencionó en párrafos anteriores, la corriente de-

domos del Separador de Hidrógeno FA-2, una parte de ella pasa al Compresor de Hidrógeno Producto GB-2 y la corriente se recircula hacia la nafta previamente de Límite de - Batería, antes de entrar el Intercambiador Carga-Efluente EA-1. El compresor GB-2 es un equipo con dos etapas. La - descarga de la primera etapa se dirige al Enfriador de Hi drógeno EA-4, pasando posteriormente al Separador de Alta Presión FA-3. La corriente de fondos de este separador, - se une a control de nivel con la descarga de la Bomba de - Alimentación a Torre Estabilizadora GA-2/R para su poste- rior fraccionamiento. La corriente de domos del Separador FA-3 se divide en dos corrientes: una de ellas se exporta como hidrógeno de alta pureza hacia la Unidad Hidrodesul- furadora de Naftas y la otra se alimenta a la segunda eta- pa del Compresor GB-2/R. La descarga de esta etapa se di- rige, a control de presión hacia la Unidad Hidrodesulfura- dora de Destilados Intermedios, también como hidrógeno de alta pureza.

Con esta descripción simplificada del proceso se procede entonces, a elaborar el Alcance detallado del Proyecto:

Grupo o Depto.	Actividades y Doctos. Prin- cipales.	Número de pla- nos y/o número de equipos.
Diseño de Proceso.	Bases de Diseño Criterios de Diseño	
	Lista de Equipo	Indicar caracterís- ticas.

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales.	Número de planos y/o número de equipos.
	Descripción del Proceso Y Balances de Materia y Energía.	
	Requerimientos de Servicios Auxiliares y Agentes Químicos.	
	Filosofías Operacionales	
	Diagrama de Flujo de Proceso.	1 Plano
	Diagrama de Balance de Servicios Auxiliares.	1 Plano
	Libro de Proceso	
	Requisición de Materiales Especiales y Agentes Químicos.	
	Hojas de Datos de Proceso para:	
	4 Reactores	DC-1, DC,2 DC-3, DC-4.
	4 Recipientes	FA-1, FA-2 FA-3, FA-4.
	2 Compresores	GB-1, GB-2
Ingeniería de Sistemas.	Plano de Localización General de Equipo.	1 Plano
	Diagramas de Tubería e Instrumentación de Proceso para 4 Secciones	Sección 1: Reacción Sección 2: Separación

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de -- equipos.
----------------	--------------------------------------	--

Sección 3: Compresión

Sección 4: Estabilización.

Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares para 3 Secciones.

Sección 1: Vapor y -- Condensados.

Sección 2: Agua de Enfriamiento.

Sección 3: Gas Combustible.

Combustóleo  
Aire de Planta

Lista de Líneas  
Hojas de Datos para:  
4 Bombas de Proceso

GA-1, GA-2, GA-3 y GA-4

Válvulas de Control

Las requeridas

Recipientes de Servicios Auxiliares.

Los requeridos

Bombas de Servicios Auxiliares.

Las requeridas

Índice de Servicios

Especificación y Procura para Válvulas de Seguridad.

Ingeniería de Cambiadores - de Calor.

Hojas de Datos para:

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de -- equipos.
	7 Cambiadores de Calor	EA-1, EA-2, EA-3, EA-4, EA-5, EA-6 y EA-7.
	1 Enfriador con Aire	EC-1
	Prediseños Mecánicos - para Cambiadores de Calor.	1 Documento
	Procura para 7 cambiadores y 1 Enfriador con Aire	
	Dibujos de Arreglo General para 8 equipos.	8 Dibujos
	Dibujos de Detalles para 8 equipos.	8 Dibujos
Coordinación de Proyectos	Cuestionario para Bases - de Diseño	
	Bases de Diseño.	
	Control de Equipo y Materiales.	
	Todas las actividades relacionadas con la planeación, organización y control del proyecto.	
Ingeniería de Hornos	Hojas de Datos para 2 Calentadores.	BA-1 y BA-2
	Dimensionamiento General	2 Dibujos
	Dibujos de Arreglo	



Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de -- equipos.
	General	2 Dibujos mínimo
	Dibujos de Cargas en Ci- mentaciones.	los requeridos.
	Dibujos de Plataformas y escaleras.	los requeridos
	Dibujos de Ingeniería - de Detalle Procura para 2 Calentadores.	los requeridos.
Programación y Costos.	Programa General del Pro- yecto Estimado de Horas- Hombre.	
	Resumen mensual de costos de equipo y materiales.	
Operación	Manual de Operación	
Ingeniería Mecánica	Especificación y	
	Procura de:	
	4 Bombas	GA-1, GA-2, GA-3 y GA-4
	2 Compresores	GB-1 y GB-2
Ingeniería de Recipien- tes.	Especificación, Diseño y Procura para:	
	4 Recipientes	FA-1, FA-2, FA-3 y FA-4

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de -- equipos.
	1 Torre	DA-1
	4 Reactores	DC-1, DC-2, DC-3 y DC-4.
	Internos de Torres y Reactores.	Los requeridos
	4 Mallas Separadoras.	FD-1, FD-2, FD-3 y FD-4.
	Recipientes de Servicios Auxiliares	Los requeridos
Ingeniería Eléctrica	Clasificación de Areas	1 plano.
	Diagrama Unifilar	1 plano
	Sistema General de Fuerza	1 plano
	Distribución de Fuerza	
	(Cepas y Ductos)	1 plano
	Cédula de Conductores y - Tubería.	1 plano
	Sistema General de Tierras	1 plano
	Sistema General de Alumbrado.	1 plano
	Alumbrado en Torres y Recipientes.	3 planos (mín)
	Alumbrado en Estructuras	1 plano
	Alumbrado en Hornos	2 planos
	Alumbrado en el Edificio de Control.	1 plano
	Alumbrado en Edificio de - Compresores.	2 planos

Grupo o Depto.

Actividades y  
Documentos  
PrincipalesNúmero de planos  
y/o número de  
equipos

Diagrama de Control -  
Eléctrico. Los requeridos.

Conexiones Eléctricas  
para Instrumentos. Los requeridos.

Sistema General de In-  
tercomunicación. 1 plano

Coordinación de Pro-  
tecciones. 1 plano

Coordinación Subterrá-  
nea. 1 plano

Procura de la Subesta-  
ción y materiales -  
eléctricos.

## Instrumentación.

Hojas de Datos de:

Placas de Orificio Las requeridas

Válvulas de Control Las requeridas

Termopares y Termop-  
zos.

Indicadores de Nivel  
Registradores. Las requeridas

Controladores Las requeridas

Transmisores Los requeridos

Plano de Localiza-  
ción de Instrumen-  
tos. 1 Plano

Índice de Instrumen-  
tos. Los requeridos

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de equipos.
	Diagrama de Instrumentación.	Los requeridos
	Dibujos Típicos de -- Instalación.	Los requeridos
	Planos del Tablero -- Principal de Instru--mentos.	1 Plano
	Planos de Tableros Lo cales.	1 Plano
	Diagramas de Interco--nexión Eléctrica y -- Alumbrado.	
	Plano de Suministro - de Aire y Conducción- de Señal Neumática.	1 Plano
Arquitectura	Anteproyecto del Edifi--cio de Control.	1 Plano
	Anteproyecto del Edifi--cio de Compresores	1 Plano
	Plantas de Edificios - de Control y Compreso--res.	Los requeridos
	Fachadas de Edificios- de Control y Compreso--res.	Los requeridos
	Cortes y Detalles	Los requeridos
	Instalación Hidráulica- y Sanitaria.	1 Plano
	Bajadas Pluviales	1 Plano

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de equipos
	Localización de Equipo de Aire Acondicionado en Edificio de Control.	1 Plano
	Recorrido de Ductos de Aire Acondicionado	1 Plano
	Detalles Constructivos	1 Plano
Ingeniería Civil Concreto	Plano Clave de Cimentaciones.	1 Plano
	Pavimentos, niveles de piso terminado y parte aguas.	Los requeridos
	Pavimentos, distribución de losas.	Los requeridos
	Drenajes, Lista de registros.	1 Plano
	Cimentaciones, localización y planta para:	Total: 10 planos mín.
	4 reactores	
	4 recipientes y 1 Torre.	
	2 Compresores.	
	2 Hornos	
	4 Bombas	
recipientes y bombas de servicios auxiliares		
8 aprox.		
Cimentaciones, secciones y detalles.		
8 aprox.		

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de equipos
	Localización de Pilotes y Tabla de coordenadas de pilotes.	1 Plano
	Planos de Estructura-de concreto.	Los requeridos
	Diagrama de empaque y apoyos de escaleras.	Los requeridos
	Plano de Localización de Sondeos.	1 Plano
	Dibujos de Soportes - de Tubería	Los requeridos
Ingeniería Civil Acero	Plataformas y escaleras en equipos verticales:	5 planos mín.
	1 Torre	DA-1
	4 Reactores	DC-1, DC-2, DC-3 y DC-4.
	3 Separadores	FA-1, FA-2, FA-3
	Plataformas y Escaleras en equipos horizontales	1 Plano
	1 Separador	FA-4
	Grapas en Recipientes - horizontales y verticales	Las requeridas
	Plataformas de Operación de válvulas.	1 Plano
	Apoyos especiales de Tuberías.	Los requeridos

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de equipos
	Edificios y Estructuras en general	Los requeridos
	Trabe Carril	Casa de Compresoras
	Estructuras de Apoyo y Servicio a Equipo.	Los requeridos
	Protección contraincendio de recipientes, torres y reactores	Los requeridos
	Procura de material para plataformas, escaleras y estructuras	
Ingeniería de Tuberías	Plano Clave de Tuberías	1 Plano
	Planos de Plantas y Elevaciones.	10 planos
	Plano de Líneas de Entrada y Salida.	1 plano
	Tubería Subterránea	1 plano
	Sistema Contraincendio	1 plano
	Plano de Notas Generales	1 plano
	Estudios de Tubería Aérea	Los requeridos
	Estudios de Tubería Subterránea	Los requeridos
	Estudios de puentes	Los requeridos
	Estudios de Tuberías en edificio de compresores	Los requeridos
	Estudio de plataformas y escaleras	Los requeridos

Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de equipos
	Orientación y localización de boquillas.	Las requeridas
	Isométrico	Los requeridos
	Esquema de isométricos de líneas críticas	Los requeridos
	Procura de material para tuberías y aislamiento.	
Análisis de Esfuerzos		
	Apoyos para tubería en recipientes	Los requeridos
	Guías para tuberías en recipientes	Los requeridos
	Apoyos libres para tubería	Los requeridos
	Guía par Tubería Grapas para apoyos de tubería en recipientes	Los requeridos Los requeridos
	Detalles de apoyo típicos para tubería.	Los requeridos
	Resortes y soportes colgantes para tubería.	Los requeridos
	Apoyos y guías especiales.	Los requeridos
	Resortes para líneas de transfer.	Los requeridos
	Dibujos isométricos para localización de soportes de tubería.	Los requeridos
	Notas Generales para soportes de Tubería.	1 plano.



Grupo o Depto.	Actividades y Documentos Principales	Número de planos y/o número de planos
Ingeniería de Procura	Localización y dimensionamiento de Loops de Expansión.	Los requeridos
	Procura de Resortes y material para apoyos y guías.	
	Asistencia y control en las operaciones de adquisición de equipo y materiales.	
	Elaboración de Ordenes de Compra	40 aprox.
	Elaboración de Requisición de Materiales.	80 aprox.
	Distribución de Dibujos de Fabricante.	
	Manual de Dibujos de Fabricante.	

Una vez que se ha elaborado este documento, se procede a depurarlo ya sea internamente, con los ingenieros de proyecto, o entre los especialistas y de preferencia con el cliente mismo. En cuanto se ha depurado el Alcance del Proyecto, la estimación de Horas-Hombre y actividades requeridas para el proyecto puede ser más precisa y confiable.

### V.2.2) Cambios en el Alcance del Proyecto.

Podríamos suponer ahora, que en virtud de las necesidades del cliente, se desea instalar una planta de esta naturaleza con la misma capacidad, los mismos equipos, el mismo arreglo de equipo, el mismo catalizador, la misma filosofía operacional, etc., pero en una región geográfica diferente y distante de la región en la que originalmente se diseñó la planta. Podríamos pensar entonces, que una gran parte de la información que se generó en el proyecto anterior y cuyo alcance se ha descrito, puede duplicarse íntegramente, cambiando el sitio geográfico en donde se va a instalar la nueva planta. En efecto así es; pero en virtud de que se contempla una localidad geográfica diferente, entonces, también serán diferentes los siguientes puntos:

- Velocidad Regional de Viento
- Zona Sísmica
- Mecánica de Suelos
- Condiciones Climatológicas

El impacto que tienen los conceptos anteriores en la ingeniería del nuevo proyecto son los siguientes:

#### V.2.2.1 ) Velocidad Regional de Viento.

- . Recalcular espesores de cascarones de recipientes, torres y reactores.
- . Rediseñar el arreglo del faldón para soportar el nuevo peso.
- . Recalcular estructuras en Calentadores a Fuego Directo
- . Recalcular cimentaciones de equipos verticales por - -

por efecto de volteo.

- . La dirección de los vientos dominantes puede originar una orientación diferente para los equipos críticos con respecto a la planta.

#### V.2.2.2) Zona Sísmica.

- . Todos los puntos anteriores aplican también para este concepto, pero con la condición de que ahora es el coeficiente sísmico el que se considere en los cálculos. De acuerdo con las normas vigentes, no se acostumbra diseñar contra un efecto combinado de máxima presión de viento y coeficiente sísmico máximo, puesto que la probabilidad de que esto ocurra simultáneamente es muy baja.

#### V.2.2.3) Mecánica de Suelos.

- . Rediseñar cimentaciones para todos los equipos.
- . Rediseñar las características para pilotes.
- . En virtud del nuevo peso de los equipos cuyo espesor se modificó, contemplar este aspecto en los puntos anteriores.
- . Rediseñar cimentaciones para los marcos soportes de tubería.
- . La nueva geometría del faldón en recipientes verticales implica un cambio en el dado de cimentación así como en el número de pernos de anclaje.
- . El nuevo tipo de suelo asociado al lugar, implica valores diferentes de resistividades eléctricas del te

rreno, lo que a su vez trae consigo el rediseño del Sistema de Tiernas y Apartarrayos.

V.2.2.4 ) Condiciones Climatológicas.

- . Las condiciones de temperatura de bulbo seco, traen como consecuencia un gradiente de temperatura de diseño diferente, lo cuál se refleja en el dimensionamiento del Enfriador con Aire EC-1.
- . La condición de presión barométrica del nuevo lugar traerá como consecuencia lecturas diferentes en los manómetros instalados en operación. Este aspecto deberá tomarse en cuenta en la especificación de instrumentos.
- . Los niveles de precipitación pluvial de la nueva área, traerán consigo la verificación de los diámetros de la tubería de drenaje pluvial para manejar el caudal esperado.
- . En particular si el sitio elegido se localiza en la costa, la atmósfera salina y corrosiva impondrá restricciones en cuanto a los materiales, en especial, de los instrumentos a la intemperie.
- . El diseño del Sistema de Aire Acondicionado para el cuarto de Control de la planta se verá afectado por los diferentes valores de temperaturas promedio de bulbo seco y bulbo húmedo.

Hasta aquí hemos nombrado los aspectos más sobresalientes en inmediatos de las consecuencias de cambiar la localización geográfica del sitio en donde se levantará la planta. Pero evidentemente no son todos. Por causas diversas, entre ellas, las políticas locales y disponibilidad de recursos, los niveles de los servicios suelen diferir de una área a otra. Por ejemplo la temperatura y presión del agua de enfriamiento, la temperatura y presión del vapor de alta, media y baja presión, las facilidades para los sistemas de --- arranque, las instalaciones para la eliminación de desechos, etc., etc.. Y esto sin contar que en ocasiones las dimensiones de las -- áreas asignadas para tales plantas suelen ser también diferentes. Todos estos cambios repercuten en última instancia en un consumo - adicional de Horas-Hombre cuya magnitud será tanto más elevado, en cuanto no se contemplen, con el debido cuidado y experiencia, las repercusiones al Alcance del Proyecto.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES

**CONCLUSIONES.**

Como se mencionó en el capítulo de Aspectos Administrativos de una Firma de Ingeniería, la trascendencia del grupo de coordinación, en el desarrollo de la ingeniería de proyecto, es enorme.

Las funciones de preveer, planear, organizar, integrar, controlar y dirigir, tienen la finalidad de obtener resultados de máxima eficiencia en la coordinación.

Hemos tratado de enfocar el presente trabajo hacia las implicaciones que tienen las decisiones basadas en necesidades unilaterales. En ningún sentido quiere decir esto, que éstas situaciones están asociadas a falta de capacidad profesional y técnica, sino más bien a falta de tiempo para realizar un estudio detallado que contemple los diversos aspectos de las disciplinas que participan en la ingeniería de proyecto.

**Bibliografía**

- 1.- "Ingeniería de Proyecto para Plantas Proceso"  
Howard F. Rase, M.H. Barrow  
CECSA 1a. Ed. 1973
- 2.- "El enfoque de Sistemas"  
C. West Churchman  
DIANA 1a. Ed. 1973
- 3.- "Administración de Empresas" Vol. I  
Austín Reyes Ponce  
Limusa Wiley 1971
- 4.- "Applied Process Design for Chemical and  
Petrochemical Plants" Vol. I, II y III  
Ernest E. Ludwig.  
Gulf Publishing Co. 1964