



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
" ZARAGOZA "

" Revisión de Técnicas para el Manejo de
Recursos en el Desarrollo de Proyectos
Industriales".

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
"INGENIERO QUIMICO"
P R E S E N T A
Alejandro Manuel Medina Cervantes

México, D. F.

1982.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	PAGINA
0.- INTRODUCCION	1
I.- GENERALIDADES	1
1.1 Definición de Proyecto	1
1.2 Características Especiales de la Administración de Proyectos	3
1.3 Formas de Organización para la Resolución de Proyectos	5
1.4 Fases de un proyecto y documentos generales en cada fase	12
1.4.1 Conceptualización	12
1.4.2 Definición	13
1.4.3 Planeación y Programación	14
1.4.4 Ejecución	15
1.4.5 Evaluación y Control	15
II.- CONCEPTUALIZACION	16
2.1 Criterios Límite para decidir la aplicación de las técnicas de administración de proyectos	16
2.2 Establecimiento del proyecto dentro de la organización funcional general	17
2.3 Selección del personal del proyecto	18
2.4 Definición del marco del proyecto	18
2.5 Establecimiento de objetivos y beneficios a obtener con el proyecto	27
2.6 Establecimiento de alternativas de solución	29
2.6.1 Alternativas de localización	30
2.6.1.1 Transporte	31
2.6.1.2 Mano de obra	32
2.6.1.3 Energía	32
2.6.1.4 Agua	33
2.6.1.5 Otros factores	33
2.6.2 Alternativas tecnológicas	33
2.7 Estimado grueso de los recursos necesarios	34
2.7.1 Estimados de orden de magnitud	35
2.7.2 Estimado por factores	35

	Página
2.7.3 Estimado preliminar	35
2.7.4 Estimado definitivo	35
2.7.5 Estimado detallado	36
III.- Definición	41
3.1 Definición del alcance del proyecto	41
3.2 Evaluación de los recursos disponibles y recursos requeridos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.	44
3.3 Desglose por actividades generales y fijación de objetivos particulares.	
3.4 Funciones del gerente del proyecto	50
IV.- Planeación y Programación	54
4.1 Matriz Area/Función, definición y asignación de responsabilidades.	54
4.2 Tablas de precedencia	55
4.3 Técnicas de planeación y programación	56
4.3.1 Diagrama de Gantt	58
4.3.2 Técnicas de CPM(Métodos de Ruta Crítica)	60
4.3.2.1 Método global	62
4.3.2.2 Modelo matemático para CPM	63
4.3.3 Modelos probabilísticos (PERT)	66
4.4 Asignación, nivelación de recursos	70
4.4.1 Método de asignación de recursos	70
4.4.2 Balance de recursos (algoritmo de Wiest)	71
V.- Definición de políticas del proyecto	74
5.1 Dirección del proyecto	74
5.2 Juntas de revisión	75
5.3 Toma de decisiones manejo de recursos, control de cambios	76
VI.- Obtención de financiamiento	80
6.1 Estado de la tecnología (Ingeniería Básica)	80
6.2 Estimado detallado de recursos	81
6.3 Evaluación económica	85
VII.- Ejecución	
7.1 Contratación de recursos externos	91
7.2 Ingeniería de detalle y construcción como proyectos independiente	93

	Página
7.3 Tipos de contrato y cláusulas	98
VIII.- Evaluación del Avance del Proyecto	105
8.1 Métodos de control	106
8.1.1 Métodos de red	107
8.1.2 Conteo de eventos a completar	108
8.1.3 EVP (Earn Value Planning). Método de Valor adquirido.	108
8.1.4 Enfoque de administración por objetivos	113
8.2 Actualización de programas y presupuestos	115
8.3 Reportes de estado del proyecto	120
8.4 Un apunte al margen	121
IX.- Permisos y Licencias	125
X.- Cierre del Proyecto	134
10.1 Recepción y entrega de instalaciones	135
10.2 Fin del proyecto	140
XI.- Archivos del Proyecto	142
XII.- Conclusiones	145
XIII.- Bibliografía	148

0. INTRODUCCION .

El objetivo del presente trabajo, es mostrar algunas técnicas y procedimientos utilizados para el manejo de recursos dentro de las diferentes fases que se suceden en el desarrollo de un proyecto industrial, las técnicas aquí mostradas representan una alternativa viable de acuerdo a las condiciones actuales de crecimiento económico, status tecnológico y calidad de recursos humanos disponibles en el país.

El lector deberá tomar en cuenta que el trabajo está desarrollado desde el punto de vista de "cliente" de las compañías de ejecución de proyectos que son los bufetes de Ingeniería de Detalle y las firmas constructoras, a la vez se trata de dar una visión global del ciclo de vida de un proyecto, incluyendo los aspectos económico y administrativo sin excluir el aspecto técnico.

El trabajo hace énfasis en el aspecto administrativo centrándose en el individuo o grupo de individuos sobre los que recae la responsabilidad del manejo de recursos en cada fase del proyecto, y, a los cuales en un principio, está dirigido este trabajo.

La preparación técnica recibida en la formación académica del Ingeniero Químico lo hacen potencialmente idóneo para desempeñarse como administrador de un proyecto en las industrias química y petroquímica, el desarrollo de esa potencialidad dependerá en su interés y vocación personal hacia las disciplinas económico-administrativas que en este caso particular serán las técnicas de evaluación económica y administración de recursos del proyecto.

El dominio de los aspectos económico y administrativo del desarrollo de proyectos, aunado a la versatilidad de la preparación del Ingeniero Químico hará que fácilmente se adapte al manejo de todo tipo de proyectos industriales lo cual ofrece un interesante campo.

I.- GENERALIDADES.

1.1 Definición de Proyecto.

El hombre desde sus orígenes ha tenido que satisfacer sus necesidades, con el paso del tiempo éstas han crecido y cambiado, en un principio solo fueron las biológicas, hasta llegar a complejas necesidades — actuales que solo pueden ser satisfechas por industrias o unidades productivas con tecnologías cada vez más sofisticadas.

De cualquier manera si fijamos como objetivo el satisfacer una — necesidad cualquiera, automáticamente estaremos fijando una serie de fases o pasos para satisfacerla, así el hombre primitivo si tenía hambre — tenía que buscar su presa, cazarla, desollarla, asarla, etc., tenía que valerse de sus recursos: manos y pies, piedras, palos, etc. y tenía que definir si necesitaba, por ejemplo un conejo o diez conejos según fuera su familia.

Actualmente para satisfacer las necesidades de la población en general, se implementan políticas y planes de desarrollo en todos los sectores de la economía: agrícola, ganadera, industrial, etc., fijándose objetivos de desarrollo para cada uno de ellos. Si particularizamos al sector industrial, el alcanzar objetivos de producción, diversificación, modernización, etc., implica la generación de un número de proyectos donde para cada uno de los cuales el definir necesidades, identificar y manejar — recursos y ejecutar secuencialmente las actividades que cumplan con los — objetivos planteados no es tan simple como el asunto del hombre primitivo.

De aquí podría desprenderse la definición más simple de proyecto: que sería, la secuencia de actividades encaminadas a la consecución de — un objetivo.

Desde el punto de vista económico, proyecto es "la más pequeña — unidad de inversión considerada en el curso de la programación, esto es, un mínimo de obras capaz de vida autónoma, que por razones de complementariedad técnica representa un todo en sí mismo, en el que no se puede —

prescindir de una de sus partes sin que se resientan las otras". O según la ONU, "Proyecto es una unidad de actividad de cualquier naturaleza, que requiere para su realización del uso o consumo inmediato o a corto plazo de algunos recursos limitados (ahorros, divisas, talento especializado, mano de obra calificada, etc.) aún sacrificando beneficios actuales y asegurados, en la esperanza de obtener, en un periodo de tiempo mayor, beneficios superiores a los que se obtienen con el empleo actual de dichos recursos, sean estos nuevos beneficios financieros, económicos o sociales" (Ref. 13.1.1).

De todo lo anterior se pueden identificar tres conceptos clave: objetivos, recursos y secuencia.

Dentro de la industria química y de proceso en general, la implementación de proyectos gira en torno a los tres conceptos anteriores, aun que no siempre de manera explícita u ordenada, cuando esto ocurre, los recursos pueden fácilmente desperdiciarse provocando ineficiencia, retrasos, conflictos, etc.

La administración de proyectos y por tanto el administrador o gerente de proyectos surge como una necesidad, ya que, históricamente, dentro de una compañía u organización, puede ser que en un principio la magnitud o naturaleza de los proyectos permitiera el desarrollarlos, dedicando un poco de tiempo de los diferentes departamentos involucrados sin una clara definición de: coordinación, responsabilidad, objetivos y funciones particulares.

Al crecer la magnitud y complejidad de los proyectos, no es posible seguirlos manejando dentro del esquema administrativo normal, ya que éste está diseñado para manejar la operación stand-by o estable de la organización. Por lo tanto, el disturbio que provoca el proyecto provoca ajustes administrativos; con ello, surge un administrador de proyecto, que será el que se encargue desde definir necesidades, obtener recursos y fijar objetivos, hasta la incorporación de las instalaciones del proyecto a la organización administrativa general.

1.2 Características Especiales de la Administración de Proyectos.

A diferencia de las actividades normales de la organización que son generalmente cíclicas, un proyecto tiene un ciclo de vida bien definido, un principio y un final, si recurrimos a otra de las definiciones de proyecto -- como : "un grupo de funciones realizadas por organizaciones, para lograr un producto (objetivo)", es posible inferir que el inicio del proyecto estará -- dado por la definición de los objetivos y el fin por la consecución de -- los mismos. (Ref. 13.1.2).

Todos los proyectos tienen un cliente, que es el usuario final de -- las instalaciones del proyecto y es el que fija y/o aprueba los objetivos -- finales del proyecto, el administrador del proyecto debe mantener estrecho contacto con el cliente durante el desarrollo del proyecto, en especial cuando se hayan provocado cambios involuntarios o se deseen provocar cambios en el proyecto, estas relaciones, cuando se trata de organizaciones o entidades diferentes estan regidas por diferentes tipos de contratos, los cuales se tratarán más adelante, es obligación del administrador del proyecto cumplir con los programas y requerimientos de calidad y rendimiento del producto final definido por el cliente, y es obligación del cliente proveer los fondos necesarios para obtener los recursos que permitan cumplir con lo anterior. El cliente debe tener en cuenta que si desea cambios en el rendimiento o -- en programas a la mitad de la ejecución, debe estar preparado para pagar por ellos.

El trabajo del administrador es: lograr que se hagan las cosas a través de las personas; para lograrlo, realiza dos funciones básicas:

- Provocar que se tomen decisiones.
- Asegurarse que se tomen acciones que lleven a la implantación de decisiones.

El administrador de proyecto siempre será responsable del proyecto, aunque en muchos casos no se le dará autoridad formal de un nivel superior, esto tenderá a aumentar su riesgo personal, esta superimposición del administrador del proyecto en la organización general es típica del proceso de la Administración de Proyectos.

El nivel al cual estará situado el gerente de proyectos en una organización dependen de varios factores que según se presenten harán conveniente que el gerente de proyectos reporte a:

a) Un alto nivel.

- El proyecto involucra el obtener resultados de la coordinación de muchas funciones, por lo tanto parece natural que se reporte al director de todas esas funciones.

- La naturaleza de los problemas originados por el proyecto requiere la participación y por lo tanto fácil acceso a altos niveles.

- En un mercado altamente competido, causa buena impresión al cliente.

b) Un bajo nivel.

- Hay en la organización un gran número de proyectos pequeños que no justifican la distracción de altos ejecutivos.

- En general para proyectos pequeños donde el monto de los recursos o el impacto de los mismos no son muy importantes en la organización.

Independientemente del nivel al cual quede situado dentro de la organización para el establecimiento y control de un proyecto, es necesaria la participación de:

a) El gerente del proyecto, el cual es el directamente responsable de la dirección operativa y éxito del proyecto.

b) La autoridad directiva, que es el ejecutivo en la línea administrativa general al cual reporta el gerente del proyecto.

c) La autoridad institutiva, que es el ejecutivo que establece el proyecto y delega en el gerente del proyecto la autoridad necesaria.

d) La autoridad revisora, es la persona o generalmente grupo de personas encargadas de la revisión periódica del proyecto, de evaluar su progreso y de proveer orientación para sus actividades futuras.

En el caso de proyectos pequeños u organizaciones simples, todas es-

tas funciones pueden recaer en la misma persona.

1.3 Formas de Organización para la Resolución de Proyectos.

Las formas organizacionales en que una compañía puede afrontar la resolución de un proyecto son variadas, como lo veremos, y se diferencian por el grado de autonomía del grupo del proyecto.

La autonomía organizacional del grupo del proyecto implica:

- La responsabilidad completa y exclusiva de un rendimiento exitoso en el área funcional del gerente del proyecto.
- El gerente del proyecto es el administrador del personal del proyecto, esto incluye: evaluación, promoción, entrenamiento, consejo, administración de salario, desarrollo profesional y terminación o despido.
- El gerente del proyecto es responsable de la calidad técnica del trabajo efectuado.
- De acuerdo a la delegación de autoridad recibida del gerente general, el gerente del proyecto determinará como se usen o gasten los recursos asignados al proyecto.
- El gerente del proyecto es el responsable de la programación de las actividades del proyecto.
- El gerente del proyecto es responsable de que se cumplan las políticas de la compañía dentro de su grupo.

De acuerdo a esto la clasificación quedaría:

a) Grupo de Proyecto Independiente.

El grupo del proyecto forma una organización autónoma como una división o sección de la organización madre, el gerente del proyecto, será el gerente general de esta organización, al cual reportarán los gerentes que encabezan cada área funcional del proyecto.

Esta forma es la más simple de entender y la más fácil de implantar en

una organización sin experiencia para la resolución de proyectos.

Algunas de sus ventajas son:

- Máximo control del gerente del proyecto sobre los problemas, personal y recursos del proyecto.
- Las organizaciones de soporte deben dar prioridad a las necesidades del proyecto.
- Los procedimientos y funcionamiento en general del proyecto, puede ser optimizado para adecuarse a las necesidades especiales del proyecto.
- La velocidad de reacción del grupo es alta, adecuada para proyectos de rápido desarrollo y/o de continuos cambios.
- Debido a la simplicidad de la organización es más sencillo establecer buenas relaciones de trabajo.

Y algunas de sus desventajas son:

- Su costo y número de personal necesario, solo la hace justificable en proyectos grandes.
- Es difícil encontrar un gerente de proyecto que este altamente calificado en todas las áreas del proyecto y tenga además, la habilidad administrativa para coordinarlas.
- La autonomía puede hacer que se pierda de vista las políticas y procedimientos usuales de la compañía.
- El trabajo administrativo puede abrumar y distraer al gerente del proyecto de los objetivos del mismo.
- Puede ser difícil y caro atraer gente de calidad a la organización debido a: la incertidumbre de su futuro al concluir el proyecto, los esfuer

zos de su grupo funcional por retenerlo, la competencia con otros proyectos.

Por lo tanto este tipo de organización se justifica:

- Cuando el proyecto se deba desarrollar en una localidad alejada al resto de la organización.
- Cuando la importancia del proyecto es tal que es deseable dar un máximo de control y flexibilidad al gerente del proyecto.
- La necesidad de una implementación rápida de una organización para afrontar un proyecto.
- Por deseo expreso del cliente.
- Necesidad de políticas, procedimientos contables, etc., diferentes para el proyecto.
- Tratamiento especial para el personal del proyecto.
- Cuando el proyecto implica un riesgo y puede convenir más manejarlo como una subsidiaria, o por razones de impuestos ó fiscales en general.

b) Grupo de Proyecto parcialmente Independiente.

El grupo de proyecto solo contempla las áreas funcionales más importantes en el desarrollo del proyecto, de acuerdo a su naturaleza estas áreas podrán cambiar pero se enfocarán principalmente al aspecto técnico: ingeniería, planeación y control, etc. y las áreas de apoyo, generalmente administrativas, permanecerán en los grupos funcionales normales de la organización y: contabilidad, relaciones industriales, compras, etc.

El proyecto conserva las ventajas principales del totalmente independiente y además se agrega el que el gerente se verá menos, distraído en labores administrativas y que se podrá contar con expertos dentro de las áreas de apoyo.

Este tipo de grupo conserva la desventaja de su alto costo y el gerente no se desliga del problema de la administración del personal.

Este tipo de organización es recomendable para proyectos que impliquen el desarrollo de nuevos productos, la participación de muchas organizaciones, proyectos urgentes y/o prioritarios, etc., en general aplican las razones que justifican una total independencia pero en un proyecto con objetivos más específicos, que sean posibles de alcanzar de manera más eficiente independizando las áreas funcionales adecuadas.

c) Organización matricial con gerentes funcionales asignados al proyecto.

En este tipo de organización, la gerencia general delega autoridad en el gerente del proyecto para actuar dentro de los asuntos del mismo. Se le asigna un pequeño grupo para planeación y control; con el que define las tareas, programas y responsabilidades. Hecho esto, turna las actividades al grupo funcional normal correspondiente y provee el presupuesto para la realización de dichas tareas.

La cabeza de la organización funcional es responsable de ejecutar la tarea dentro de los requerimientos de tiempo y calidad del proyecto, además debe nombrar un gerente asignado al proyecto de acuerdo con las siguientes bases:

- Reporta o tiene libre acceso a la cabeza de la organización funcional.
- Reporta al gerente del proyecto para todos los asuntos del proyecto.
- Se asigna tiempo completo al proyecto o al menos como primera prioridad.
- Puede hacer comentarios al gerente del proyecto, sobre el comportamiento, de la organización funcional y subdirectivos, en relación con el apoyo al proyecto.

- Participa en la planeación, revisión y control de todas las actividades del proyecto dentro de su área.

- Es responsable de proporcionar los mejores recursos humanos disponibles dentro de su área.

- Debe tener la autoridad para marcar directrices al personal de la organización funcional asignado al proyecto.

- Debe respetar los procedimientos y políticas del directivo funcional y en caso de que las necesidades del proyecto hagan necesario una alteración avisar tanto al directivo funcional como al gerente del proyecto.

Las ventajas de este tipo de organización son:

- Generalmente es la forma más barata para proyectos grandes.

- El gerente del proyecto puede dedicar su tiempo a los puntos complejos del proyecto, a la coordinación y fijación de prioridades sin distraerse en los detalles de las actividades.

- Se cuenta con expertos en la dirección y ejecución para todas las actividades del proyecto en áreas funcionales y es posible compartir estos recursos entre varios proyectos.

- Le dá un ambiente de trabajo cómodo a los especialistas asignados al proyecto (no se mueven de su lugar normal de trabajo).

- Se facilita manejar los picos o valles dentro de la demanda de trabajo de un proyecto.

- El gerente general puede percibir fácilmente los posibles conflictos entre los requerimientos del proyecto y los procedimientos de la organización funcional.

Las desventajas observables serían:

- Es necesario esfuerzo y tiempo para implementar un conjunto de pro-

cedimientos y políticas que aseguren el éxito de la organización matricial.

- Puede ocasionar desviaciones en las actividades y prioridades fijadas normalmente por el gerente general.

- Los tiempos de reacción son lentos e inadecuados para proyectos rápidos y cambiantes.

Esta forma de organización, ha demostrado ser la más eficiente dentro de organizaciones maduras, acostumbradas a manejar proyectos, puede funcionar aceptablemente en organizaciones inexpertas, siempre que la gerencia general esté dispuesta a tolerar el tiempo y problemas de implementación y arranque.

d) Organización matricial sin gerentes asignados al proyecto en las áreas funcionales.

El gerente del proyecto, programa, presupuesta y distribuye las actividades entre las organizaciones funcionales normales, con las mismas premisas que en el inciso anterior, pero no se nombra algún gerente que reporte al gerente del proyecto y supervise las actividades, sino que estas se realizan siguiendo los métodos rutinarios de la organización pero de acuerdo a los requerimientos especiales del proyecto.

La principal ventaja de este tipo de organizaciones que no altera el proceso administrativo normal, sus ventajas y desventajas son comparables a las mencionadas en el inciso anterior agregándose la desventaja de que el personal no le pone interés ni da prioridad a las labores del proyecto.

Este tipo de organización puede ser empleada para proyectos que se puedan fragmentar en actividades relativamente independientes entre sí y de la misma naturaleza que las realizadas por las organizaciones funcionales rutinariamente.

c) "Task force" o grupo especial de trabajo.

Como en todos los casos el gerente general delega al gerente del proyecto autoridad en las decisiones concernientes al proyecto, el grupo del proyecto se forma con gente proveniente de las organizaciones funcionales, que es asignada tiempo completo o por lo menos con prioridad al proyecto. Existen cuatro modos diferentes de desempeño del personal, pero en todos los casos siguen recibiendo soporte administrativo de sus organizaciones de origen.

1a. El personal del grupo del proyecto se le asigna en calidad de préstamo al gerente del proyecto, quedando totalmente bajo su dirección y no tienen las restricciones de los procedimientos y políticas de su organización origen.

2a. Igual que el anterior pero teniendo que respetar las políticas y procedimientos de su organización origen.

3a. El personal tiene la obligación de representar a su organización y participar en las decisiones de su área, debiendo en caso de conflicto notificarlo tanto al gerente funcional como al gerente del proyecto.

4a. El personal es responsable de obtener soporte adicional de sus organizaciones en la realización de las tareas del proyecto.

Las ventajas de este tipo de organización son:

- Se puede establecer muy rápido.
- Es muy flexible, adaptándose sin problemas a los cambios.

Y sus desventajas.

- El control de las actividades se vuelve difícil en proyectos grandes.
- No es eficiente en proyectos largos.
- Es más difícil obtener soporte adicional de las organizaciones funcionales.

El grupo especial de trabajo es muy efectivo para proyectos pequeños

o medianos que deban realizarse en un periodo limitado de tiempo (menos de un año).

Cualquiera que sea la estructura organizacional adoptada el tomar el manejo como proyecto de cualquier actividad, implica cambios administrativos que afectan a todos y cada uno de los miembros de la organización, ya que a la organización administrativa normal se le superimpone la administración del proyecto, con un gerente coordinando elementos pertenecientes a departamentos diferentes dentro de la organización, esto provoca un cambio en las estructuras de poder, por lo que para evitar fricciones se deben fijar prioridades, políticas y procedimientos en la fase temprana del proyecto.

Estos cambios son a un tiempo destructivos, pero tolerables por su contribución a la eficacia y efectividad global de la organización al afrontar la situación fuera de norma que representa el proyecto.

1.4 Fases de un proyecto y documentos generados en cada fase.

En el ciclo de vida de un proyecto, pueden distinguirse las siguientes fases, éstas se presentan de manera secuencial, sin excluir su interactividad lo que generalmente ocasiona una retroalimentación entre los productos de alguna fase y los elementos planteados en alguna otra fase anterior.

La asignación de decisiones o acciones a cada una de las fases es saludable, ya que fuerza a hacer y articular decisiones claves que de otra manera serían comodamente pospuestas; sin la toma de estas decisiones no debe ser permisible que el proyecto continúe.

1.4.1 Conceptualización.

El producto principal de esta fase es el establecimiento de las metas del proyecto y de un estimado burdo del tiempo y costo del mismo, la principal finalidad de estos elementos, es interesar o justificar a la organización en el empleo de fondos para la continuación del proyecto. En esta fase se debe decidir cual será la forma de organización del grupo del proyecto.

La razón, validación o justificación de un proyecto puede ser de naturaleza variada:

a) Estratégica: Introducir un nuevo producto al mercado, atacar segmentos diferentes a los habituales en el mercado, fortalecer la participación en el mercado, exportación, etc.

b) Operativa: Disminuir los costos, una forma de empaque más fácil de manejar, modernizar la tecnología, aumentar la productividad, etc.

Otro de los productos de esta fase será un estudio inicial sobre la más factible localización física del proyecto, tomando en cuenta factores como: localización de materias primas, mercado, disponibilidad de espacio, servicios, mano de obra, impacto sobre la comunidad, integración, etc.

Al hacer el estimado de recursos, se deben tomar en cuenta las alternativas tecnológicas, su grado de integración, de modernidad, la necesidad de escalación, desescalación, la presencia de economías de escala, los contratos, regalías, posibilidad de asimilación, etc., a un nivel preliminar.

1.4.2 Definición.

Durante esta fase se deben establecer los responsables de la organización y control del proyecto y su autoridad. Se deben realizar y completar los estudios de mercado, producto, localización, capacidad de planta y tecnología, utilizando sus resultados en la elaboración de un estimado de inversión.

Los resultados de las actividades anteriores deberán ser lo suficientemente confiables para realizar una evaluación económica realista del proyecto.

Asimismo, se deben estimar los recursos humanos necesarios para la ejecución del proyecto, se debe integrar el grupo del proyecto por lo menos a nivel gerente y elementos clave y dictando los lineamientos para la selección del personal restante.

Se deben definir las actividades mayores necesarias para la consecución de los objetivos del proyecto y dar al proyecto marco en el tiempo.

De acuerdo con estos elementos se elaborará el programa maestro del

proyecto.

Previa a la elaboración del estimado costo del proyecto, se deberá de haber realizado el Diseño Básico del Producto y/o la Ingeniería Básica del Proceso, a menos de que las condiciones de tecnología adquirida o planta paquete lo contradigan y en cuyo caso estos elementos irán incluidos en el costo de adquisición.

Toda la información generada en esta fase deberá integrarse en un "Reporte de Definición de Proyecto" el cual se presentará a la organización y de acuerdo a los mecanismos definidos servirá de base para justificar la obtención de los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

1.4.3 Planeación y Programación.

En esta fase se elabora la matriz área/función en donde se particularizan las actividades y responsabilidades para cada departamento o elemento dentro del grupo de proyecto.

Se ordenan estas actividades de acuerdo a su secuencia lógica, ésto nos dará una tabla de precedencias donde se muestran las actividades sucesivas y paralelas. Con estos datos es posible realizar redes de actividad tanto generales como para cada organización dentro del grupo de proyecto.

En esta fase se debe hacer una nivelación entre los recursos requeridos y disponibles, con el fin de eliminar al máximo los picos de requerimiento y tratando de conservarlo en el marco de tiempo adecuado.

De las redes de actividades se obtendrán datos tan importantes como rutas críticas, actividades paralelas en competencia de recursos, holguras, etc. que se utilizarán en la nivelación de recursos.

El último producto de esta fase, es el estimado detallado de recursos para el proyecto; desglosado para actividades particulares, y en base al cual se asignan recursos a cada departamento o se usan los ya disponibles.

Como regla general, debemos tomar que toda actividad no debe ejecutarse sin haber sido planeada de antemano.

1.4.4 Ejecución.

En esta fase juega un papel importante la contratación de recursos externos, ya sea en la Ingeniería de Detalle o en la Construcción del proyecto.

Estas relaciones se rigen mediante contratos, en donde se establecen, normas de pago, penalizaciones, garantías, objetivos de calidad, etc.

En el manejo de estas relaciones es necesario administrar los recursos suministrados a los elementos exteriores: pagos, información confidencial, patentes y licencias, etc. Estableciendo los mecanismos de evaluación y control adecuados.

Son de primordial importancia en esta etapa la selección de la firma ó compañía de ingeniería y/o construcción, evaluando costo, experiencia en proyectos similares, recursos disponibles, calidad y cantidad de los mismos, asimismo, la elección del tipo de contrato a efectuar reviste particular importancia, debiéndose tomar en cuenta las características particulares del proyecto; las formas básicas de contrato son: precio fijo, precio fijo con incentivo, tiempo y materiales y costos más cuota fija.

Al final de esta etapa se debe contar con las instalaciones que cumplan los requisitos planteados en los objetivos, los recursos humanos que las puedan operar, las materias primas, los almacenes y las vías de comercialización para el producto.

Se debe además haber integrado el manual de operación del proyecto.

1.4.5 Evaluación y Control.

Esta fase es paralela a la de ejecución, para realizarla se deben definir los mecanismos de obtención de información veraz y oportuna que nos permita establecer parámetros de comparación con los objetivos, los resultados de esta comparación retroalimentan la fase de ejecución, dirigiéndola siempre a la obtención de los objetivos, corrigiendo las desviaciones que se pudieran haber presentado.

Generalmente los mecanismos de información y evaluación están dados en base a un modelo, como puede ser el PERT, CPM, EVP o cualquier otro que tome en cuenta la relación costo/tiempos/objetivos.

II. Conceptualización.

2.1 Criterios límite para decidir la aplicación de las técnicas de administración de proyectos,

Las técnicas de la administración de proyectos, son efectivas siempre que sea necesario alcanzar un objetivo dentro de un marco de tiempo y recursos (esto en esencia siempre es un proyecto). Sin importar si se trata de un proyecto de pequeña inversión o gran inversión; o bien, donde solo participe una organización o muchas, la administración de proyectos, siempre hará que el trabajo se haga mejor.

La administración de proyectos es un mecanismo complejo que requiere tiempo para su implementación y la dedicación de una o más personas en tiempo completo o como primera prioridad a este asunto.

Por tanto se preferirá no usar este mecanismo:

a) Cuando los proyectos a manejar no involucren funciones enteramente diferentes a las que normalmente realizan los departamentos u organizaciones involucrados, aunque en este caso se hace la excepción cuando la inversión sea lo suficientemente alta que su manejo justifique la implementación de los métodos que permitan la utilización óptima de dichos recursos.

b) Cuando el tiempo de ejecución del proyecto sea muy corto y por ende no cause una perturbación mayor en las labores normales de la organización, en este caso también aplica la excepción mencionada en el inciso anterior.

La implementación de la administración de proyectos no es gratuita, la administración general deberá estar preparada para pagar por ella, ya que requiere planeación, dirección y operación para alcanzar sus promesas de éxito.

Los costos atribuibles a la utilización de la administración de proyectos, se encuentran usualmente entre el 1 y 5% del costo total del proyecto, este porcentaje tiende a ser mayor en proyectos pequeños o de alta complejidad,

pero, en la mayoría de los casos la eficiencia acarreada por el uso de estas técnicas, provee ahorros que superan con creces este 5%, ó bien a un mismo nivel de gastos, permiten obtener un producto de mucho mayor calidad.

Se pueden dar casos en que la administración de proyectos falle, algunos de estos casos se pueden deber a:

a) El uso incompleto de las técnicas. Por ejemplo: planeación solo de algunas actividades, provocando competencia de recursos ó despreciando las interrelaciones entre actividades ocasionando tiempos muertos y/o retrasos.

b) Elección inadecuada del personal del grupo de proyecto. Este problema es particularmente grave en el caso del gerente del proyecto, el cual debe poseer entre sus características, buen juicio, experiencia y habilidades ejecutivas, la carencia de alguna de ellas, ocasionará problemas. Pueden considerarse defectos en él, la carencia de liderazgo y la temperamentalidad o personalidad conflictiva ya que le restarán autoridad moral con sus subordinados y dará una mala inagen al grupo de proyecto.

c) Fallas de la administración general. La superimposición del grupo del proyecto, en una organización, ya de por sí ineficiente, puede agravar los conflictos, sobre todo cuando al gerente del proyecto no se le asigna la correcta autoridad para realizar su trabajo ya sea en exceso causando conflictos y rompiendo las estructuras de poder o en forma mínima tal que pasa inavertido.

2.2 Establecimiento del proyecto dentro de la organización funcional general.

Dentro de la fase de conceptualización se llevan a cabo todas las actividades tendientes a la implementación y organización de un proyecto. Los principales productos de esta fase, como ya se mencionó son el establecimiento de los objetivos del proyecto y un primer estimado del tiempo y costo necesarios para alcanzarlos, a éstos debemos agregar el estimado detallado y preciso de los recursos requeridos para completar un estudio que determine si el proyecto es atractivo o rentable para la organización funcional general o sea

para la fase de definición.

Cuando la administración general ha decidido que la mejor solución la puede dar la administración de proyectos, deberá designar a alguno de sus ejecutivos senior para que se encargue de la labor organizativa, dándole en ese momento el carácter de autoridad revisora y directiva, desde este momento se deberá decidir la forma de organización del grupo de proyecto..

El paso siguiente es establecer claramente las jerarquías organizacionales y sus responsabilidades, definir las actividades generales y su marco en el tiempo, se debe proveer al proyecto con los recursos necesarios para la implementación de su propia organización y la preparación de la fase de definición. En la preparación, se deberán definir los productos esperados estableciendo presupuestos, programas y modos de operación detallados especialmente para esa fase.

Se deberán de elegir tanto al gerente del proyecto como a su personal clave y darse los lineamientos para la elección del resto.

2.3 Selección del personal del proyecto.

En este punto es muy importante señalar el papel del elemento humano en todo proceso administrativo.

En los procesos que comúnmente se manejan dentro de la Ingeniería Química, los fenómenos ocurren espontáneamente cuando existe un gradiente que force al sistema hacia un estado de equilibrio en los procesos administrativos, se presenta el gradiente, pero los hechos no ocurren espontáneamente sin la intervención de personas que deben estar comprometidas y motivadas con y por la organización, para efectuar las acciones que lleven de nuevo a la organización a su funcionamiento óptimo y estable.

La variable clave en la fórmula de administración son las personas y el proceso de administración se usa para ayudar a que las

personas se comprometan y luego esten motivadas, para alcanzar la meta de tener el proyecto terminado a tiempo, dentro de los costos y de acuerdo a las especificaciones técnicas. Este es el reto de la Administración de Proyectos, puesto que debe lograrse en un entorno de cambio y riesgos.

Como es posible suponer, el medio ambiente de un proyecto es diferente al de la organización normal, por lo tanto, el personal del grupo del proyecto deberá poseer aptitudes que le ayuden a desarrollar cómoda y eficazmente en la atmósfera del proyecto, estas habilidades podrían resumirse en: proyección, buen nivel profesional, habilidad para establecer relaciones interpersonales y una actitud a la vez positiva y flexible.

Se pueden mencionar algunos de los elementos que hacen distinto el medio ambiente del proyecto.

a) La impermanencia del proyecto; el que el proyecto tenga un ciclo de vida bien definido, puede causar en el personal una justificada imagen de inseguridad en el futuro, esto debe prevenirse implementando las políticas de tratamiento de personal desde esta temprana fase del proyecto, estas políticas deben de garantizar la igualdad en tratamiento y oportunidades al personal del proyecto con respecto al resto de la organización y deben de considerar la reasignación del personal al final del ciclo del proyecto, en forma tal que no se encuentren en desventaja con una persona que haya seguido su desarrollo normal dentro de la organización funcional y que tampoco sitúen al personal del proyecto como una élite.

b) El cambio continuo; desde la misma implementación del proyecto, que implica en si un cambio, hasta la consecución del objetivo final; el cambio representa el sino del proyecto.

La aparición de un nuevo y no siempre bienvenido invitado: el gerente del proyecto, viene a alterar la autoridad de los demás gerentes, limitándola en algunas áreas específicas, cambiando las políticas, procedimientos y ciclos de aprobación, introduciendo nuevos métodos para la toma de decisiones y en general alterando las estructuras de poder establecidas anteriormente.

Por otro lado un proyecto nunca está en estado estable, sus

procesos son evolutivos, cambiantes. nunca repetitivos, consistentes en una serie de fases relacionadas pero diferentes. La planeación en cada fase es importante, pero los planes deben ser constantemente modificados, adaptándose a la cambiante realidad.

Esta atmósfera de cambio, tiene fuertes implicaciones psicológicas, una persona conservadora que ame la estabilidad, no se sentirá agusto dentro de un proyecto; los perfeccionistas que gustan de refinar una y otra vez su trabajo, nunca tendrán tiempo de hacerlo trabajando en un proyecto, cuando logren estabilizar su sistema y empiecen a optimizarlo, entonces cambiarán las condiciones de entrada y del medio obligando al cambio adaptativo. Una de las formas de paliar esta situación es utilizando la organización matricial, la cual puede ser un buen recurso, cuando se manejan proyectos con tecnología novedosa o sofisticada, que requiere el concurso de este tipo de especialistas.

El primer elemento del grupo del proyecto que es escogido y designado por la administración general, es el gerente del proyecto, esta persona debe reunir una serie de características personales que lo hagan apto al trabajo, estas características en general, pueden hacerse extensivas a los demás elementos del grupo del proyecto y entre ellas se destacan:

- **Liderazgo.**- Esta cualidad es especialmente importante en el gerente del proyecto, debido a que debe motivar a la gente que tiene compromisos con el proyecto, pero siempre moderando sus actividades a fin de evitar choques con las políticas y procedimientos de sus departamentos originales, con los cuales siguen manteniendo un compromiso.

Como se había mencionado antes, la impermanencia de los proyectos, puede proyectar en el personal, una imagen de inseguridad, la predisposición en contra ocasionada, puede ser contrarrestada por la presencia de un líder que infunda confianza a su gente, facilitando el éxito del proyecto.

La heterogeneidad del personal de un proyecto donde participan generalmente muchas de las disciplinas, ingenieriles y administrativas, por ello el gerente del proyecto debe tener una capacidad directiva tal que obligue a todos a un esfuerzo conjunto, conciliando puntos de vista y opiniones diferentes hacia un objetivo común.

- **Integridad y honestidad.-** Esta debe ser la imagen a proyectar por el gerente del proyecto, la de alguien en que se pueden confiar recursos, información, etc. con la confianza de que no hará mal uso de ellos; este tipo de imagen es la única que podrá aceptar un cliente en sus tratos con el grupo del proyecto.

- **Competencia técnica.-** El gerente del proyecto deberá idealmente dominar las áreas técnicas del proyecto, esto en proyectos generales y/o complejos es virtualmente imposible, pero al menos debe de ser capaz de comprender, discutir y aportar cuando la presencia de algún problema técnico o la necesidad de una decisión así lo requieran, ya que de no ser así dependerá de apreciaciones y juicios de terceros. Deberá conocer la secuencia de interrelaciones de las actividades en cada área.

- **Habilidades administrativas.-** El gerente del proyecto deberá manejar las herramientas gerenciales básicas como son: planeación, dirección, control y selección de grupos de trabajo, a un nivel igual al de cualquier otro gerente, aunque se debe estar conciente que trabajará en una área sumamente visible y bajo presión de tiempo.

Debe tenerse en cuenta que generalmente expertos en áreas técnicas prestan poca importancia al aspecto contable y fiscal, debido a sus propias inclinaciones, vocación y formación. En este caso, no es fundamental que inicialmente el gerente del proyecto maneje estos conceptos, aunque la administración general, deberá preocuparse de adiestrarlo y concientizarlo sobre la importancia de éstas áreas. Debe tener conocimientos sobre programación, redes de actividades y estimación de recursos.

- **Versatilidad y flexibilidad.-** En un proyecto se hallan presentes simultáneamente o al menos aparecerán en alguna de sus fases todas las áreas que intervienen en una empresa y no solo eso, muchas veces el proyecto es en sí la adopción de formas o elementos nuevos para la empresa, como puede ser una nueva tecnología.

- **Capacidad en la toma de decisiones.-** El gerente del proyecto debe ser capaz de establecer los mecanismos de información que le proporcionen los elementos adecuados para la evaluación de las situaciones, estas situaciones en muchas ocasiones se apartarán de las ordinarias de la empresa y por lo tanto,

saldrán de las políticas y procedimientos establecidos, en este punto el gerente debe tomar la decisión adecuada y preferentemente, la que permita al proyecto seguir moviéndose hacia sus objetivos; dicha decisión debe ser congruente y no proporcionar una solución solo a corto plazo que en el futuro cause un problema mayor.

- **Administración y manejo de personal.**- El gerente del proyecto debe tener la habilidad para comunicarse con la gente (en especial "su" gente) en situaciones de trabajo, de una manera lo suficientemente buena que le permita efectivamente:

- **Evaluar las cualidades de su gente.**
- **Localizar a las personas en el área ó trabajo más adecuado.**
- **Motivar a la gente en su trabajo.**

- **Conocimiento de la Organización.**- El gerente del proyecto debe conocer perfectamente los sistemas y procedimientos básicos de la organización y además debe conocer (si ya existen) los equipos, máquinas, procedimientos operativos, personal, etc., con los que la empresa cuenta actualmente y que serán afectados directamente por el proyecto. El gerente del proyecto deberá conservar el estado de cosas inamovible, solo deberá desarrollar nuevos sistemas cuando se haya demostrado que los viejos son inadecuados y que la probabilidad de que el nuevo sea mejor sea muy alta.

De acuerdo a las características particulares de nuestra industria petroquímica podríamos citar algunos otros requisitos deseables en el personal asignado a proyectos:

- **Disponibilidad a viajar y cambiar de residencia.**- La dinámica del desarrollo de un proyecto puede requerir del personal, en un lugar alejado de su lugar de trabajo habitual, de manera temporal ó permanentemente mientras dure el proyecto o la fase donde sea necesaria su intervención, pudiendo esto causar tensiones o disturbios.

Esta situación es muy común actualmente debido a la alta concentración de proyectos a ubicarse en los complejos petroquímicos del sureste.

- Dominio del idioma inglés.- Puede parecer trivial este punto, pero en esta área, se vuelve particularmente importante debido a que la gran mayoría de la tecnología se adquiere de licenciadores extranjeros, en diferentes grados, desde solo la venta de la Ingeniería Básica, hasta el llave en mano para la planta instalada. En el caso de maquinaria y equipo, el caso es tanto o más pronunciado, por lo tanto la necesidad de entrar en contacto, trabajando o negociando con el proveedor y/o licenciador es elemental.

2.4 Definición del Marco del Proyecto.

Un proyecto puede darse como el fruto de un crecimiento perfectamente planificado, fruto de una observación directa, constante y efectiva del mercado, dentro de este contexto, será más fácil el definir su tamaño o capacidad y el momento en el que deberá empezar a operar.

Si el proyecto es producto de las presiones directas del mercado, es obvio que se estará bajo presión de tiempo y lo más seguro es que se carezca de elementos necesarios para definir la magnitud y puesta en marcha del proyecto en el momento oportuno.

Por lo tanto en este punto se analizarán la mayor parte de los factores que determinan el tamaño de un proyecto, entendiéndose por tamaño su capacidad de producción en un tiempo determinado (ej. Ton./año, Kg./día, unidades/hora).

Otros parámetros para medir el tamaño, son unidades de materias primas utilizadas, número de empleados, capital invertido, etc.

Podemos diferenciar dos conceptos de capacidad de producción:

- a) Ingeniería.- Que sería la capacidad de diseño de los equipos.
- b) Económico.- Que estará dada por el nivel de producción que minimiza los costos unitarios.

Generalmente, es la primera la que se maneja nominalmente, pero en ella no se toman en cuenta factores tales como: calidad de materias pri-

mas, características de insumos básicos, etc. Por ello, para obtener la capacidad real de la planta habrá que tomar en cuenta una eficiencia que se dará cuantificando:

- Los paros por fallas de equipo y mantenimiento preventivo.
- Paros por falta de energía eléctrica.
- Reuniones sindicales.
- Vacaciones, puentes, semana santa, etc.
- Necesidades de inventario.
- Desequilibrio entre la capacidad de diferentes unidades en un mismo ciclo de producción.
- Baja productividad por falta de entrenamiento de la mano de obra.
- Faltas en suministro o calidad de materias primas.

Sin embargo, esta capacidad casi nunca es la que garantiza los costos unitarios mínimos, y la diferencia con esa capacidad la dan factores tales como:

- a) Elevación de costos de insumos y/o materias primas al elevar el nivel de utilización de la capacidad de producción. Ejemplo. Tarifas de energía eléctrica y agua potable que aumentan el costo unitario al ser mayor el consumo; trabajo nocturno que exige remuneración mayor.
- b) Demanda u oferta estacional tanto de productos como de materia prima, esto obliga al mantenimiento de una capacidad de producción o almacenamiento ociosa, que acarrea una ineficiencia en la utilización del capital.
- c) Proyección de la demanda futura, en un mercado en expansión, se busca maximizar la rentabilidad a lo largo de la vida útil del proyecto.

d) La presencia de subsidios, incentivos fiscales, etc., que rebajan artificialmente el costo del capital que estimula el sobredimensionamiento.

Para el objeto del proyecto, se debe encontrar el tamaño óptimo, el que se encuentre lo más cercano a:

- a) La más alta rentabilidad para el empresario.
- b) El más bajo costo unitario para un máximo beneficio social.

Solo es posible hacer coincidir ambos en un régimen de competencia perfecta, en la situación actual del mercado, predomina el primero.

El costo unitario, como se sabe, es la suma de los costos fijos de producción más los costos variables ambos entre las unidades producidas (Ver "Economics" Paul A. Samuelson Ma. Graw Hill 1976, Capt. 24)

Analizando las variaciones en el costo unitario con el número de unidades producidas, podemos encontrar dos casos:

Las bajas de los costos medios con el aumento en la escala de producción del proyecto que corresponden a economías de escala, lo contrario a deseconomías.

Las economías de escala pueden ser de naturaleza tecnológica y pecuniaria.

a) Tecnológica.- Se dan cuando el aumento en la escala de producción permite:

- Mejor uso de factores indivisibles, ejemplo, equipos de tamaño necesariamente grande, personal especializado, etc.

- Mayor rendimiento por unidad de insumo, disminuyendo el desperdicio.

- Mayor productividad debido a la especialización.

b) Pecuniaria.- Se dan cuando el aumento en la producción ocasiona:

- Reducción en el costo de adquisición y transporte de materia prima.

- Menor costo de capital.

- Menor inversión de capital por unidad de capacidad nominal.

Las deseconomías pueden surgir por exceso de burocracia administrativa o por los mismos factores que pueden actuar de forma inversa.

El elemento de juicio más importante en la determinación del tamaño del proyecto es el tamaño y tendencia de la demanda, ésta limita superiormente al proyecto, pero no lo dimensiona.

En un caso extremo la demanda puede ser demasiado baja para justificar a una unidad productiva aún de la capacidad tecnológica mínima.

Concretando: el mercado fija los límites máximos y la tecnología los límites mínimos.

En las economías de escala, se tenderá a la mayor capacidad posible, esto lleva a atender la demanda de un área geográfica mayor, aumentando los costos de almacenaje y transportación, hasta que estos anulen los beneficios del aumento de capacidad.

Si los recursos financieros son insuficientes aún para el proyecto de capacidad mínima, éste se vuelve irrealizable.

Si los recursos financieros permiten escoger entre varios tamaños para los cuales la evaluación económica arroja resultados parecidos, la prudencia aconseja escoger el que pueda financiarse de manera más cómoda y segura.

En algunos casos cuando lo permite el mercado y la tecnología, es posible superar las limitaciones financieras instalando la planta por etapas.

Desde el punto de vista económico, el tamaño mínimo, depende de los precios ya existentes del producto en el mercado, ya que solamente se considerarán las alternativas que conduzcan a un costo unitario igual o inferior a dichos precios.

En una economía abierta, el tamaño mínimo lo fija el precio del producto importado, si no existen políticas de protección gubernamental.

Todos los factores mencionados anteriormente, deberán analizarse y utilizarse en la generación de diferentes alternativas de capacidad del proyecto; estas alternativas de capacidad tecnológica e inversión se evaluarán en un proceso de análisis de decisiones contra los objetivos del proyecto, a fin de escoger la más adecuada, que desde su generación sea congruente con todos los elementos mencionados en este apartado.

2.5 Establecimiento de objetivos y beneficios a obtener con el proyecto.

De acuerdo a lo ya establecido, los primeros dos objetivos obligatorios para el proyecto serán:

- Maximizar la rentabilidad.
- Minimizar el costo unitario.

Estos dos son generales para cualquier proyecto, dependiendo de las condiciones tecnológicas y del mercado particulares, los demás objetivos pueden variar, pero generalmente caerán dentro de los planteamientos siguientes:

- Introducir un nuevo producto al mercado, ya sea para sustituir importaciones, con lo cual se gozará de estímulos fiscales o como una innovación.
- Ampliar la capacidad productiva actual, para responder a un aumento en la demanda.
- Modernizar los medios de producción, con el fin de obtener un

producto más competitivo o bien para atacar diferentes segmentos de mercado.

- Satisfacer un mercado cautivo; esto es muy usado actualmente por los grupos industriales oligopólicos, ya que manejando las materias primas en un mercado cerrado, manejarán y controlarán la competencia, fortaleciéndose al mismo tiempo y aumentando su grado de integración.

- Aprovechar un super avit de materia prima y/o mano de obra para producir y para exportar competitivamente, en este caso también gozarán de estímulos fiscales, etc.

Cualquiera de los mencionados anteriormente, pertenece a los objetivos globales del proyecto, los cuales son los que justifican o dan su razón de existir al proyecto; además, dentro de estos objetivos se debe describir o delinear el producto final a obtenerse por el proyecto y la filosofía para manejar y administrar el proyecto.

Creciendo en nivel de especificidad, es necesario fijar los objetivos de calidad del producto final, estos se pueden desglosar en objetivos de calidad de la ingeniería y de construcción; ambos a nivel general o por sistemas.

Objetivos de calidad del producto a obtener con las nuevas instalaciones, necesidad de cubrir con normas legales (SSA, SMA, DGN, etc.).

Estos objetivos deben de fijarse en forma realista, no deben ser tan estrictos o ambiciosos que nos lleven a un proyecto sin fin, o bien tan simples y triviales que ocasionen ineficiencias en el momento o en el futuro.

Cabe recordar que estos objetivos además de marcar el fin del proyecto en la fase de ejecución, son los que en la fase de evaluación, deben cumplir las alternativas propuestas.

Es necesario definir en esta etapa los objetivos en tiempo y costo del proyecto, éstos nos marcarán el tono de desarrollo del proyecto: mínimo tiempo de implementación o mínimo costo; aunque en la mayor parte de los casos es el óptimo de la combinación de ambos parámetros.

Se deben definir si los recursos propios serán suficientes, o habrá que contratar externos, y en ambos casos definir los criterios de verificación del trabajo.

Se debe establecer el criterio a seguir en la toma de decisiones; se les fijará importancia relativa a la calidad del trabajo, costo y cumplimiento de programas; dentro de los costos se jerarquizarán el costo de ejecución, el costo de producción y el de operación general. Lo anterior se realiza para contar con elementos que puedan superar cualquier contingencia no planeada.

La participación de todas las áreas involucradas en el planteamiento de estos objetivos, podrá ocasionar de momento conflictos, pero el costo de resolver estos conflictos en esta fase es realmente despreciable y evitará después errores, malentendidos y conflictos de alto costo en dinero y tiempo.

Por lo tanto, el primer paso de la planeación es la fijación de objetivos y recalcando; no se debe realizar ninguna actividad si no está debidamente planeada.

2.6 Establecimiento de alternativas de solución.

Una vez establecidos los objetivos del proyecto, es posible encontrar mas de una forma de satisfacerlos, el objetivo de esta fase es plantear las alternativas de solución del proyecto, a las cuales corresponderán estimados de inversión y recursos, costos de insumos, servicios, transportación, almacenaje, mano de obra, capital, etc. diferentes.

El primer paso de esta fase será el de clasificar los objetivos

como obligatorios y deseados, con el fin de eliminar a todas aquellas alternativas que no cumplan con los obligatorios y en el caso de las remanentes realizar su evaluación económica y comparación contra los objetivos deseados; los cuales se jerarquizarán o darán peso relativo, a fin de completar la elección.

Generalmente las alternativas que cumplen con los objetivos obligatorios difieren entre si en aspectos como: capacidad o tamaño, localización geográfica y tecnología.

Ya se ha hablado de los parámetros a manejar en la elección de capacidad, se analizarán ahora ligeramente los parámetros que intervienen en la elección de localización y tecnología.

2.6.1 Alternativas de Localización.

Las fuerzas locacionales, estarán dadas en función de la estructura de costos del proyecto, considerando que el proceso productivo está dado por:

- a) adquisición de materias primas e insumos.
- b) transporte de materias primas e insumos.
- c) procesamiento.
- d) transporte de los productos acabados a los mercados.

A saber, se pueden realizar en tres puntos geográficos distintos:

- fuentes de materias primas.
- sitio de proceso.
- área de mercado.

Las fuerzas locacionales se clasifican en tres grupos:

a) Costos de transferencias, o sea la suma de los costos de transporte por concepto de insumos y productos.

b) Disponibilidad y costos relativos de los factores evaluados en su lugar de origen.

c) Este tercer grupo actúa cuando no son necesarios los dos anteriores, o bien refuerzan a alguno de ellos:

- incentivos fiscales y financieros.
- disponibilidad de terrenos y edificios.
- políticas de desarrollo industrial.
- condiciones generales de vida, clima, facilidades administrativas y de comunicación.
- economías de escala.
- factores aleatorios, desarrollo histórico y preferencias personales.

Los costos de la primera categoría se caracterizan por variar en forma sistemática y previsible en función de la distancia; los de la segunda y tercera categoría no siguen esta funcionalidad.

La base de los cálculos para el establecimiento de la serie de sitios geográficos en donde puede ser posible la localización de un proyecto (macrolocalización), son las cantidades, naturaleza y fuente de los insumos, así como las cantidades de bienes o servicios para vender en las diferentes áreas de mercado. Estos datos se obtienen del estudio de mercado y de la demanda derivada por el proyecto.

2.6.1.1 Transporte.

En el caso del transporte se toman en cuenta esencialmente

tres factores: peso ó volúmen de los materiales, la distancia y las tarifas de transporte vigentes con los gastos de seguros e impuestos que le estan asociados ó incorporados, en base a ellos se determinará el lugar donde los costos totales de transporte (materias primas + productos) sean mínimos.

Cuando las industrias utilizan materias primas de diferentes procedencias y fabrican también diferentes productos, existe la tendencia a la localización en un punto intermedio, generalmente un centro de comercialización de insumos o bienes elaborados y cruce de sistemas de transporte.

Generalmente, el transporte terrestre es más barato para distancias cortas, el ferroviario para intermedias y el marítimo o fluvial para distancias largas.

2.6.1.2 Mano de Obra.

El factor de costo y disponibilidad de mano de obra es importante en aquellas industrias que:

- Tienen un alto porcentaje de los costos totales ocasionados por los salarios.
- Dependen en mayor o menor grado de mano de obra especializada.
- Producen artículos de valor unitario alto, en función de que la incidencia de los costos de transporte en el valor del producto final es baja.

Se debe tener en cuenta que el costo de la mano de obra incluye también prestaciones sociales así como asistencia médica y social, alimentación subsidiada, transporte, etc.

Generalmente en la industria petroquímica la incidencia de la mano de obra es muy baja, por lo que este factor es poco importante pero no despreciable.

2.6.1.3 Energía.

En cambio tanto en las industrias metalúrgicas como químicas

la disponibilidad de energía a bajo costo es fundamental, para ello incluyen las siguientes consideraciones:

- Disponibilidad y costo en el origen.
- Características técnicas del combustible (composición, edo. físico, poder calorífico, residuos, etc.) o fuente (electricidad, nuclear, - - - térmica, solar, etc.).
- Condiciones de transporte y almacenamiento.

2.6.1.4 Agua.

Este es un insumo indispensable, tanto para consumo humano (pequeña cantidad, alta calidad) como para uso en el mismo proceso (alta cantidad).

Su influencia depende de la cantidad y calidad requeridas, costo de su tratamiento, extracción, transporte y almacenamiento, y las regulaciones existentes tanto para su extracción como para su descarga como aguas residuales.

2.6.1.5 Otros factores.

a) Políticas de desarrollo regional, que pueden tener por objeto desarrollar áreas atrasadas o con la finalidad de descongestionar áreas ya industrializadas.

b) Preferencias personales, contactos comerciales, conocimiento de la zona, clima agradable, etc.

c) Carácter, servicios, instalaciones, comodidades y atractivos de las comunidades factibles, este factor es muy importante y puede llegar a ser determinante por lo que se debe analizar con cuidado.

d) Topografía y orografía de las regiones consideradas.

2.6.2 Alternativas Tecnológicas.

En general los factores a evaluar en este caso serán:

- a) Vigencia técnica de los procesos.
- b) Disponibilidad y origen del equipo.
- c) Requerimientos de mano de obra e insumos.
- d) Patentes o regalías.
- e) Inversión requerida.
- f) Calidad del producto obtenido.
- g) Rendimiento.
- h) Costos de operación.
- i) Capacidad de Producción de la maquinaria.

2.7 Estimado grueso de los recursos necesarios.

En esta fase los objetivos principales de estimar los recursos para desarrollar el proyecto, son básicamente dos:

a) Evaluar cuantitativamente cada una de las alternativas generales, para ello todas las alternativas propuestas a ser evaluadas deberán cumplir con los objetivos ya planteados con anterioridad para el proyecto, los objetivos los podemos discriminar en obligatorios, sin los cuales el proyecto no funciona o carece de justificación y los deseados que son aquellos que refuerzan o aportan beneficios adicionales (muchas veces a costa de un costo extra).

No se deben evaluar alternativas que no cumplan con todos los objetivos obligatorios.

De las alternativas evaluadas la decisión se dará por la que dé un mejor balance entre menor costo y mayor número de objetivos deseados satisfechos (estos objetivos pueden estar calificados, dándose el valor más alto al considerado como más importante y a los demás asignándoles un peso relativo).

b) Empezar a delimitar realmente el marco del proyecto, comparando y balanceando entre los estimados de tiempo y costo requeridos para cada alternativa y los disponibles en la empresa.

La precisión de los estimados, que se requiere en esta fase es de ± 25 a 30% y la manera más rápida y cómoda de obtenerlos es por medio de datos estadísticos sobre plantas similares.

Si se carece de datos de plantas de la misma capacidad deberán ser corregidos por exponentes que correlacionan costos de plantas de capacidades diferentes y además ser actualizados por medio de índices para ajustar el factor inflacionario. (ejemplo: Marshall and Stevens).

Obviamente para poder llevar adelante los métodos mencionados, se debe de tratar con procesos conocidos tabulados en la literatura, de no ser así, será necesario romper el todo y desmenuzar el proceso, sus requerimientos y los costos directos e indirectos involucrados y para el caso de tiempo, los tiempos de entrega y ejecución típicos para equipos y actividades involucrados, respectivamente.

En general dependiendo del avance del proyecto, se requerirán estimados cada vez más precisos; pero que a la vez, requieren de información cada vez más elaborada. Por su precisión y utilidad, estos estimados se clasifican en:

2.7.1 Estimados de orden de magnitud.- Basados en datos de plantas similares ya tabulados, la precisión probable del estimado es alrededor de $\pm 30\%$

2.7.2 Estimado por factores.- Basados en el conocimiento de los equipos principales del proyecto la precisión probable del estimado es alrededor de $\pm 30\%$

2.7.3 Estimado preliminar.- Conocido también como estimado por alcance, se basa en la información suficiente para permitir presupuestar por partidas el proyecto, su precisión se calcula en $\pm 20\%$

2.7.4 Estimado definitivo.- Se basa en información casi completa obtenida de un avance notable en planos y especificaciones; la precisión de este estimado es aproximadamente $\pm 10\%$ y se utiliza para el control de costo del proyecto.

2.7.5 Estimado detallado.- Se obtiene a partir de la información generada en la fase de Ingeniería de Detalle y Cotizaciones de proveedores, su precisión se aproxima a $\pm 5\%$

A continuación se muestra una tabla comparativa de información necesaria para la elaboración de cada uno de estos estimados.

TABLA 2.1

Información Requerida.		Est. Detallado	Est. Definitivo	Est. Preliminar	Est. Factores	Est. Orden de Magnitud
Localización	Lugar	X	X	X	X	
	Descripción general	X	X	X		
	Mecánica de suelos	X	X	X		
	Límites, dimensiones, caminos, etc.	X	X	X		
	Plot plan y mapa topográfico	X	X			
Diagrama de Flujo de Proceso	Estudio detallado de recursos y serv.	X				
	Sketch Preliminar					X
Lista de Equipo	Ingeniería	X	X			
	Dimensiones prelim. y especificación de mats.			X	X	
	Especificaciones de Ingeniería	X	X			
	Planos de recipientes	X	X			
Edificios y Estructuras	Arreglo general prelim.		X	X		
	Arreglo gral. Ingeniería	X				
	Tamaños aprox. y tipo de construcción				X	X
	Sketches de cimentaciones				X	
	Planos arquitectónicos y constructivos	X	X	X		
	Diseño prelim. de estructuras			X		
	Arreglo gral. y elevaciones	X	X			
Planos detallados	X					

Tabla 2.1 (Continuación).

Información Requerida		Est. Detallado	Est. Definitivo	Est. Preliminar	Est. Factores	Est. Orden de Magnitud
Requerimientos de Servicios	Estimados gruesos				X	
	Balances de energía preliminar			X		
	D.F.P. preliminar			X		
	Balances de energía Ingeniería	X	X			
	D.F.P. Ingeniería	X	X			
	Planos terminados	X				
Tuberías	Diagrama de flujo preliminar y especificaciones			X	X	
	Diagrama de flujo Ingeniería	X	X			
	Plantas, elevaciones y cédulas	X				
Aislamiento	Especificación preliminar			X		
	Lista preliminar de equipo y tuberías a ser aisladas		X			
	Especificaciones de aislamiento y cédulas tuberías	X	X			
	Planos definitivos y específicos	X				
Instrumentación	Lista preliminar de instrumentos			X		
	Diagrama de ingeniería y diagnóstico de flujo.	X	X			
	Planos definitivos	X				
Eléctricos	Lista preliminar de motores y tamaños aprox.			X	X	
	Lista de Ing. con tamaños	X	X			
	Subestaciones, número, tamaño y especificaciones	X	X	X		
NOTA:	Clasificación de áreas	X				
	D.F.P. : Diagrama de Flujo de Proceso.					

Tabla 2.1 (Continuación).

Información Requerida		Est. Detallado	Est. Definitivo	Est. Preliminar	Est. Factores	Est. Orden de Magnitud
	Especificaciones preliminares de iluminación			X		
	Especificaciones preliminares de interlocks, instrumentos y controles		X			
	Diagramas unifilares de (Ing. (Fuerza e iluminación)	X	X			
	Planos definitivos	X				
Horas Hombre	Ingeniería y Diseño	X	X	X	X	
	Construcción e instalación	X				
	Supervisión	X				
Alcance de proyecto para procesos estándar	Producto, capacidad, requerimientos de: localización, terreno, servicios, edificios, manejo y almacenamiento de mats. primas y productos					X

La realización misma de los estimados, representa en si una erogación del proyecto, misma que se ve compensada por la utilidad de los estimados en la evaluación de alternativas o bien como base para el control de costo del proyecto algo semejante ocurre con los estimados en tiempo o elaboración de programas y/o redes de actividades, a continuación se tiene una tabla que muestra costos típicos o promedios para la elaboración de los diferentes estimados de acuerdo a la magnitud del proyecto.

Tabla 2.2
Costo del Proyecto.

Estimado	Menor a \$ 2,000,000.00 U.S.	2 M a 10 M U.S.	10 M a 100 M U.S.
Orden de magnitud	2,000	4,000	8,000
Factores	12,000	25,000	35,000
Preliminar	30,000	50,000	80,000
Definitivo	50,000	100,000	200,000
Detallado	130,000	320,000	630,000

En general los métodos de estimación, solo toman en cuenta la inversión de capital en inversión fija, pero siempre se deberán considerar contingencias, gastos de arranque, refacciones, reparaciones, demoliciones, etc. que forman las cuentas de gastos de proyecto en esta fase se les pueden asignar solo porcentajes (ejemplo: refacciones: 5% de la inversión en equipo), en el mismo caso se encuentran los offsites: baños, comedor, oficinas, etc.

III. Definición.

3.1 Definición del alcance del proyecto.

Como se vió anteriormente, durante la etapa de conceptualización, se generan y evalúan una serie de alternativas para la ejecución del proyecto, al final de esta fase se habrá determinado la alternativa más viable, que pudieran ser más de una, situación que se deberá evitar al máximo, ya que el aumento en la profundidad de los estudios y análisis durante la fase de definición, ocasionan un costo ya elevado, que se verá multiplicado por el número de alternativas; por lo tanto, lo más saludable es llegar a esta etapa con solo una alternativa.

Teniendo la alternativa más viable, se procederá a definirla con mayor claridad y profundidad, para ello, es necesario retomar a los objetivos obligatorios y deseados asociados a esta alternativa y establecer los pasos o etapas que debe seguir el proyecto para alcanzarlos.

Dependiendo de la experiencia de la empresa en el área del proyecto, la presencia de personal especializado disponible, disponibilidad de terreno y servicios, necesidades de integración, semejanza entre el proceso nuevo y el actual (si existe), etc. nos darán por si mismos un mayor o menor grado de definición ya intrínseco en cada alternativa.

Al final de esta etapa se deberá contar con la información necesaria para elaborar un reporte de definición del proyecto, el cual servirá de base para la posterior planeación y programación de las actividades derivadas de dicho reporte y formará parte del paquete de requisitos para la obtención de financiamiento del proyecto.

Un índice propuesto para dicho reporte sería:

- I. Sinopsis del proyecto.
- II. Objetivos y compromisos.

- A. Enunciados de objetivos y prioridades.
- B. Productos, Capacidad y Materias Primas.
- C. Manejo, operatibilidad y mantenibilidad.
- D. Servicios y ahorro de energía.
- E. Control de riesgos y contaminación.
- F. Otros compromisos.

III. Premisas del proyecto.

- A. Premisas de localización.
- B. Premisas de proceso y tecnológicas.
- C. Disponibilidad de servicios.
- D. Tratamiento de efluentes.
- E. Proyectos relacionados o encadenados.
- F. Permisos y licencias.
- G. Otras premisas.

IV. Riesgos del proyecto.

- A. Riesgos técnicos.
- B. Riesgos ambientales.
- C. Efectos de cambios en la definición.
- D. Riesgos de ejecución.

V. Descripción del proyecto.

- A. Descripción del proceso e infraestructura requerida.
- B. Diagramas de flujo.
- C. Layouts.

VI. Estrategia de proyecto.

- A. Estrategia de diseño.
- B. Estrategia de construcción, chequeo y terminación.
- C. Estrategia de arranque.

VII. Descripción de las facilidades para el estimado, programa y control del proyecto.

En la mencionada referencia se desglosa la que debe ser

el contenido de cada sección.

Una buena definición del alcance del proyecto evitará, en mucho, problemas futuros generalmente entre el contratista o ejecutor y el cliente; ya que siempre habrá la tendencia del ejecutor hacia el ahorro, tendencia saludable siempre que no menoscabe el alcance planteado en esta definición, y la contraparte, el cliente, siempre tratará de exigir la mayor calidad de trabajo a mínimo costo, exigiendo a veces mayor calidad o cantidad que las planteadas en el alcance inicial.

La coexistencia de ambas tendencias reguladas por el gerente del proyecto, dará la pauta en la ejecución del mismo, de una buena definición y de un buen balanceo entre ambas tendencias dependerá la óptima consecución de los objetivos del proyecto.

De la definición se desprenden los objetivos de calidad y cantidad, para todos los equipos e instalaciones del proyecto, estos objetivos se utilizarán en la evaluación y control del proyecto, por lo tanto se desprende que de una buena definición, dependerá el éxito del proyecto.

Asimismo, el reporte de definición se utiliza en los estimados de recursos subsecuentes y en consecuencia en los presupuestos, por lo mismo cualquier cambio en el alcance sobre la marcha del proyecto, repercutirá en el costo del mismo y generalmente en retrasos en tiempo con la consiguiente reprogramación de actividades.

En síntesis, en el reporte de definición del proyecto, se define (valiendo la redundancia) el alcance del mismo, o sea se determina que instalaciones, servicios, personal existentes utilizará el proyecto y cual deberá ser proporcionado por el mismo y como se mencionaba anteriormente en que calidad y cantidad; obviamente el alcance debe ser tal que satisfaga los objetivos del proyecto dentro de las normas de simplicidad, mínimo costo, máxima operatividad y mantenibilidad.

3.2 Evaluación de los recursos disponibles y recursos requeridos, para el cumplimiento de los objetivos obligatorios del proyecto.

Para cumplir la premisa de aprovechamiento óptimo de los recursos, es necesario hacer un levantamiento de los recursos disponibles al momento de iniciar la definición de alternativa, para al hacerlo determinar cuales están disponibles y pueden ser aprovechados por el proyecto y cuales y cuantos deberán ser creados por el proyecto.

Para hacer este tipo de análisis, es necesario alcanzar todas las áreas funcionales que de alguna manera participan y se verán afectadas por el proyecto, debiendo el gerente del proyecto pedir, coordinar, controlar y evaluar su participación dentro de la definición del alcance, después de haber determinado cuales son esas áreas funcionales.

Al hacer la labor anterior, se empiezan a establecer una serie de compromisos que deberán satisfacerse durante la ejecución del proyecto, es importante que todas las suposiciones no queden implícitas.

Al determinarse cuales deberán ser los recursos que deberá proporcionar el proyecto, se empiezan a definir, de manera general, las actividades necesarias para implementarlos y con que recursos se deberá contar para realizar dichas actividades.

El siguiente paso es la partición de esas actividades generales con el fin de definir los trabajos a efectuarse y quienes deberán ser los responsables operativos de los mismos, ya que el responsable funcional será el gerente del proyecto.

3.3 Desglose por actividades generales y fijación de objetivos particulares (W B S y enunciados de actividades).

Habiéndose establecido los objetivos, definido el alcance e identificado las fuentes y necesidades de recursos del proyecto, ésto nos llevará por sí solo a la identificación de grandes actividades ó áreas del proyecto; para poderlas ejecutar y sobre todo controlar adecuadamente, es necesario subdividirías.

Generalmente cada área funcional tiene una subdivisión nominal del trabajo, por medio de la cual ejecuta sus actividades normales, en el caso del manejo de proyectos, lo más saludable es establecer un criterio y formato común para la subdivisión de las actividades del proyecto, el hacerlo de ésta manera, nos marcará las interfases de diferentes áreas funcionales en la ejecución de actividades específicas.

El formato más aceptado para efectuar la subdivisión del trabajo es el WBS (Work Breaking Structure) o bien EDAP (Estructura del Desglosamiento Analítico del Proyecto) conocida generalmente por estos nombres.

El tipo de subdivisión utilizado en el siguiente (Ej.).

1. Proyecto Alfa.

1.1 Ingeniería básica.

1.1.1 Ingeniería básica proceso.*

1.1.2 Ingeniería básica servicios.

1.1.1 Ingeniería básica del proceso

1.1.1.1 Area materias primas.

1.1.1.2 Area reacción.*

1.1.1.3 Area producto terminado.

1.1.1.2 Area reacción.

1.1.1.2.1 Descripción de proceso.

1.1.1.2.2 Diagrama de flujo

1.1.1.2.3 Localización de equipo.

1.1.1.2.4 Diagrama de Ingeniería.*

1.1.1.2.5 Hojas de datos de equipo

1.1.1.2.6 Requerimientos de servicios

1.1.1.2.7 Indice de tuberías

1.1.1.2.8 Lista de instrumentos.

1.1.1.2.9 Lista de accesorios.

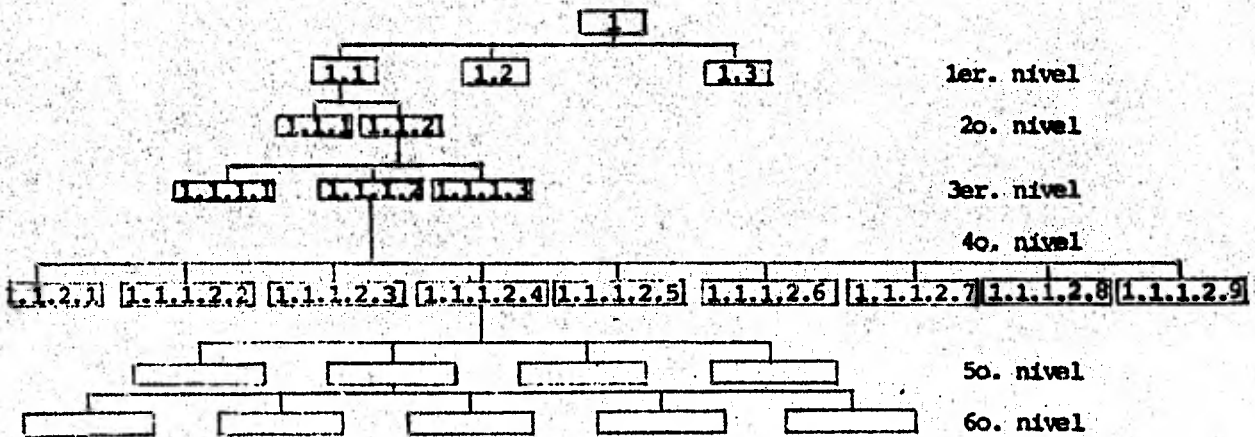
1.1.1.2.4 Diagrama de Ingeniería

1.1.1.2.4.1 Diagrama de Ingeniería tanque premezclas.

- 1.1.1.2.4.2 Diagrama de Ingeniería Reactor 1 *
- 1.1.1.2.4.3 Diagrama de Ingeniería Secador.
- 1.1.1.2.4.4 Diagrama de Ingeniería Reactor.

- 1.1.1.2.4.2 . Diagrama de Ingeniería Reactor 1.
- 1.1.1.2.4.2.1 Dibujo preliminar a mano.
- 1.1.1.2.4.2.2 Dibujo preliminar dibujante.
- 1.1.1.2.4.2.3 Revisión I.
- 1.1.1.2.4.2.4 "Loops" de control.
- 1.1.1.2.4.2.5 Revisión 2.
- 1.1.1.2.4.2.6 Edición final.

En forma esquemática:



Generalmente el control ejercido por el gerente del proyecto llega cuando mucho al 4o. nivel, por las propiedades del WBS que se mencionaran más adelante esto es suficiente para controlar todas las actividades del proyecto, el control en los niveles bajos del proyecto será ejercido por gerentes de subproyecto o bien por gerentes de proyecto en un área específica para los últimos niveles.

Los más saludable es introducir la subdivisión por áreas funcionales hasta los niveles más bajos del WBS y no tratar en un principio de dar una

rama del WBS para cada departamento ó área funcional.

Esto tiene dos objetivos:

a) No se pierde la interacción entre áreas funcionales para el control de los niveles superiores e intermedios; este enfoque es acorde con la Ingeniería de Sistemas como lo veremos más adelante.

b) En los niveles inferiores se aprecian las actividades que tienen que realizar las áreas funcionales para "armar" una actividad de un nivel intermedio y superior.

La nomenclatura utilizada que representa en sí las ramificaciones, puede ser fácilmente codificada para su uso en un modelo de control de proyecto por computadora.

En la práctica se manejarán varios WBSs, uno a nivel general que abarcará hasta 3er. o 4o. nivel que pertenecerá al gerente del proyecto, y a su vez cada gerente de subproyecto tendrá el suyo que concluirá hasta el nivel más bajo, de cualquier forma, debe evitarse el manejo de un árbol o desglose demasiado amplio que ocasione un aparato administrativo inoperable.

Algunos de los usos del WBS son:

- a) Descripción del esfuerzo total del proyecto.
- b) Establecer las bases para las ordenes de trabajo.
- c) Presupuestar.
- d) Programar.
- e) Reportar el status del proyecto.
- f) Seguimiento del desempeño técnico.

Algunas de las características del WBS son:

- El trabajo especificado en cada elemento es la suma de todo el

trabajo especificado en los elementos derivados situados debajo de ese elemento.

- Los recursos necesarios para desarrollar el trabajo contenido en un elemento, es igual a la suma de recursos de los elementos situados debajo.

- Ningún trabajo deberá estar descrito en más de un elemento a un mismo nivel.

- Cada caja o elemento del WBS deberá contener una descripción simple del trabajo a realizar (enunciado de trabajo).

- Realizada adecuadamente, la descripción del WBS podrá ser utilizada para: cotizar por enunciado de trabajo, contratar por enunciado de trabajo, autorizaciones u órdenes de trabajo, subcontratos por enunciado de trabajo, reportes de avance, etc.

Dos aspectos importantes deben tenerse en cuenta al realizar la subdivisión del trabajo:

- Cada elemento del WBS debe ser subdividido en cualquier número de niveles, cumpliendo con el fin de ser operativamente útil en la administración del proyecto.

- No debe por ningún motivo forzarse la subdivisión de elementos, tratando de llevarlos todos innecesariamente hasta el mismo nivel, esto puede resultar en crear un aparato realmente ineficiente en algunas de las ramas.

Algunos criterios para establecer el nivel de subdivisión particular para un elemento son:

- No debe ser difícil entender que es el elemento del WBS, su enunciado de trabajo debe estar perfectamente claro.

- El nivel más bajo no debe involucrar elementos de costo individual ridículo.

- Debe de ser posible el construir un programa y red de actividades a partir de la estructura del WBS.

- El trabajo de rutina o repetitivo no debe de ser excesivamente subdividido.

Ahondando en los usos del WBS se encuentra a éste como la base para elaborar el presupuesto del proyecto o estimación de costo.

Las cuentas y subcuentas deben estar definidas hasta el nivel más bajo, aunque de nuevo los niveles de interfase y control sean diferentes para el gerente del proyecto y los gerentes de subproyecto o más comúnmente ingenieros de proyecto.

De la misma manera es posible construir programas de actividades, ya sea a nivel general utilizando los niveles más altos o a nivel bajo para un control detallado; a partir de la información del WBS debe ser posible construir gráficas de Gantt, gráficas del método global, redes de actividades, PERT, CPM, etc.

Es muy importante "vaciar" el alcance del proyecto en el WBS y establecerlo claramente en los enunciados de las actividades, con el fin de que se pueda seguir el cumplimiento de los mismos y para que tampoco se pierda la noción de los mismos y evitar que se amplie la actividad en su ejecución más allá del enunciado, ocasionando un sobregiro sobre la cantidad presupuestada en la subcuenta correspondiente al elemento del WBS.

Todo contrato, subcontrato, orden de trabajo, autorización de trabajo, etc., que se realicen durante el proyecto, deberán estar sustentados por alguno (s) de los enunciados del WBS, para contar con elementos de evaluación en desempeño técnico y utilización de recursos.

En esta fase de definición y en todas las subsecuentes, especialmente la de planeación, es necesario y sumamente útil el enfoque de la Ingeniería de Sistemas, ya que este enfoque nos permite apreciar y considerar las interrelaciones entre las diferentes áreas funcionales y su aportación para cada elemento para que al integrarlos se conozca el comportamiento del conjunto total.

Los parámetros del enfoque de sistemas, son:

- a) Tiempo que da el marco para la realización de las diferentes fases del proyecto.
- b) Metodología que se asocia con los pasos de solución a ejecutar se en cada fase, los cuales deben de estar unidos por una secuencia lógica.
- c) Conocimientos, modelos y procedimientos, que definan y describan a cada elemento de cada fase.

De manera general el modelo metodológico para cada fase sería:

- a) Definición del problema.
- b) Medición del sistema.
- c) Análisis de datos.
- d) Modelado del sistema.
- e) Síntesis del sistema.
- f) Toma de decisiones.

Para poder desarrollar este modelo es necesario implementar un sistema de generación, manejo y jerarquización de la información necesaria.

Los documentos básicos que forman el sistema de información en la administración de proyectos son:

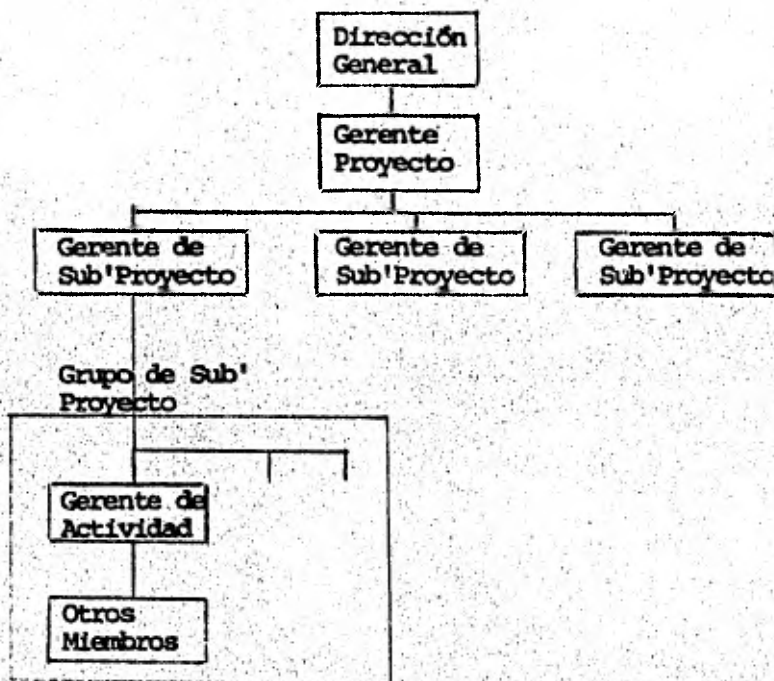
- a) WBS,
- b) Redes de actividades o modelos de programación.
- c) Matriz Area/Función y/o Diagrama de Responsabilidades.

Para los cuales, en proyectos complejos, es invaluable la ayuda de sistemas computacionales que manejen estos sistemas de información, que por demás deben ser flexibles y susceptibles de modificaciones y expansiones.

3.4 Funciones del Gerente del Proyecto.

De la misma manera que los objetivos y actividades del proyecto son segmentados en el WBS, lo mismo sucede con la labor administrativa en proyectos grandes en donde para su ejecución y control se les subdivide en subproyectos con su respectivo gerente de subproyecto y grupo de subproyecto, una

estructura típica puede ser la siguiente:



En este caso la palabra gerente no está ligada a la jerarquía de un puesto dentro de un organigrama, sino a la función de administrar y dirigir los recursos a su cargo; dentro de diferentes organizaciones estos cargos pueden tomar diferentes nombres, ejemplo: subgerente, superintendente, supervisor, jefe de grupo, ingeniero de proyecto, etc.

Según sea la magnitud del proyecto la estructura se puede ramificar o simplificar hasta la existencia de solo un gerente de proyecto y su grupo de proyecto.

Cualquiera que sea el nombre o la posición del gerente en el esquema anterior, sus responsabilidades y funciones principales serán:

- a) Planear y controlar la ejecución del proyecto o sub'proyecto debiendo alcanzar las metas del proyecto con el mínimo consumo de recursos.
- b) Reconocer las señales de peligro y de problemas potenciales a futuro cuando aún sea tiempo de tomar medidas preventivas.

c) Dentro de las áreas de ingerencia del proyecto y dentro de la delegación de autoridad concedida por la administración general, el gerente del proyecto, tendrá libertad de decisión y acción para:

- adicionar, cambiar o cancelar actividades en el programa del proyecto.
- substituir las fuentes de recursos y ordenar el trabajo en tiempo extra.
- cambiar fechas para juntas con el grupo de proyecto, o bien, convocar juntas no programadas.

d) Si se traspasa o se visualiza el riesgo de traspasar los límites del alcance del proyecto, el gerente deberá:

- Avisar a la administración general en especial a la autoridad directiva.
- Desarrollar propuestas para acciones correctivas y/o preventivas y someterlas a la actividad directiva para su análisis y decisión.

Para desempeñar estas responsabilidades y funciones el gerente del proyecto deberá realizar las siguientes actividades:

a) Construir y actualizar el Programa General del proyecto, delegando el trabajo detallado de planeación y programación (niveles bajos del WBS) a los gerentes de sub'proyecto y actividad.

b) Proponer y seleccionar al personal con cualidades apropiadas (competencia técnica, habilidad en comunicación, etc.) para la Organización del Proyecto y elaborar todos los contratos para entrada de recursos al proyecto.

c) Ordenar la ejecución de actividades o bloques de actividades.

d) Convocar y conducir las juntas con el grupo del proyecto y participar en juntas con la actividad directiva.

e) Comunicar a todas las partes involucradas.

- Todas las funciones, unidades y personas de la Organización del Proyecto.

- Las partes importantes de la Organización que no pertenezcan a la Organización del Proyecto.

- Recursos externos.

- Coordinarse con otros gerentes de proyecto en la realización de actividades de interfase.

Estas actividades las realizará durante el proyecto con el fin de:

- Asegurarse de que las entradas de recursos ya sean internos o externos cumplan los requerimientos y se aprovechen correctamente.

- Capacitar o procurar la capacitación por recursos externos de los miembros del grupo del proyecto, con el fin de obtener de ellos un desempeño más eficiente.

- Crear y mantener una atmósfera de motivación para todas las personas involucradas en el proyecto.

- Colaborar a la eficiencia y calidad del trabajo, aportando: ideas, soluciones, alternativas, etc.

f) Iniciar y supervisar el manejo de los Archivos del Proyecto.

g) Verificar y autorizar.

- Los consumos de recursos.

- El contenido y calidad de los trabajos generados en las actividades.

h) Colectar y organizar la información relativa al desarrollo del proyecto, contrastarla con el Programa General, detectar desviaciones y proponer alternativas para corregir dichas desviaciones.

i) Finalizar el proyecto.

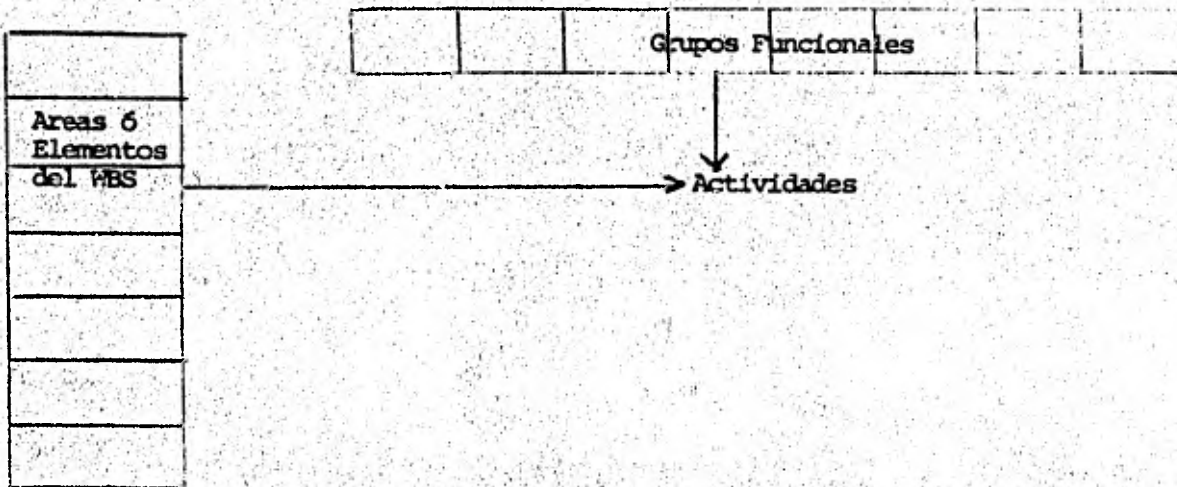
- Prematuramente cuando lo decida la actividad directiva.

- Cuando todas las actividades del Programa General se hallan terminado y el trabajo resultante aprobado.

IV. Planeación y Programación.

4.1 Matriz Area/Función, definición y asignación de responsabilidades.

Para la definición de las actividades específicas a realizar por cada grupo funcional involucrado en el proyecto, se construye la llamada matriz área/función, donde se tabula:



Los grupos funcionales pueden ser por ejemplo: compras, ingeniería, contratista A, contratista B, relaciones industriales, contabilidad, mantenimiento, etc.

Automáticamente quedarán listadas en columna bajo el rubro de cada grupo funcional las actividades bajo su responsabilidad, ya sea total o eventualmente compartida, en cuyo caso alguno de los participantes será designado responsable total de la coordinación de la actividad.

Es muy importante establecer de acuerdo a la naturaleza del trabajo, el nivel del WBS que interaccionando con las funciones origine las actividades a programar y subsecuentemente a controlar.

Las funciones serán establecidas de acuerdo a los departamentos involucrados y hay que tener cuidado de diferenciarlas bien.

Al elaborar matriz se crean compromisos, mismos que deberán ser cumplidos durante la ejecución. Es obligación del gerente del proyecto comunicar

y establecer los compromisos, así como la vigilancia posterior de su cumplimiento.

4.2 Tablas de Precedencia.

En este punto es conveniente establecer y diferenciar la planeación y la programación de las actividades.

Un plan representa el flujo de trabajo deseado, el curso de acciones a seguir para alcanzar los objetivos.

Un programa es una tabla de tiempo para el desempeño de las actividades. Se basa en el plan, pero optimizado tomando en cuenta una serie de parámetros que incluirán los riesgos aceptables y una distribución razonable de recursos.

Así el plan es el primer paso y luego el análisis lleva a la programación. La planeación requiere de una técnica que presente el flujo de trabajo y las interrelaciones, la familia de técnicas de red proporcionan dicha capacidad éstas incluyen PERT, CPM y Línea de Equilibrio (la última se utiliza en procesos cíclicos y repetitivos, ejemplo: líneas de producción).

La programación requiere de una presentación simple de los puntos terminales y duraciones del trabajo, las técnicas más usadas son las gráficas de Gantt y variaciones de la misma como es el Método Global.

Las técnicas de planeación y programación no se excluyen mutuamente y se deben de utilizar una para cada paso.

Una vez obtenidas las actividades de acuerdo a la matriz área/función, se enlistan las actividades y se procede a establecer precedencias y dimensiones.

La precedencia se da en base a la lógica del flujo de información necesario para el desempeño de las actividades, así las antecesoras de una actividad serán aquellas actividades, fuente de información o recursos para el desempeño de la actividad sucesora.

El dimensionamiento de las actividades requiere de experiencia, lógica,

buen juicio y hasta de suerte, el dimensionamiento en esta etapa es empírico, generalmente será el tiempo más probable, para hacerlo más preciso se dispone de técnicas más sofisticadas: PERT, CPM las cuales pueden ser sometidas a métodos de simulación y optimización como son el Montecarlo y el Simplex respectivamente.

Los principales parámetros que intervienen en el dimensionamiento son:

- a) Tiempo de ejecución, el cual deberá incluir tiempos muertos.
- b) Las horas hombre.

En función de estos dos elementos conociendo los costos fijos del desempeño del proyecto y el valor de las horas hombre (\$390.00 promedio en Octubre 1981) se puede calcular el costo directo de ejecución para cada actividad.

4.3 Técnicas de planeación y programación.

Antes de comenzar este apartado, es necesario aclarar el alcance definido para este trabajo:

Se manejarán las técnicas de manera conceptual sin profundizar teóricamente en ninguna de ellas, el objetivo será establecer premisas y criterios que ayuden a la selección y aplicación de cada una de las técnicas, aunque para la implementación práctica se aconseja consultar las referencias citadas, donde se encontrarán las bases y la mecánica de aplicación de cada una de las técnicas nombradas.

El proceso de planeación y programación arranca de la base de información creada hasta este punto que será: WBS, Diagrama Area/Función, Tabla de Precedencia y Diagrama de Responsabilidades.

En el Diagrama de Responsabilidades, se deberá señalar quienes ejecutan, revisan y autorizan cada una de las actividades mencionadas, la forma usual de representación es una matriz donde en un eje se enlistan las actividades y en el otro los diferentes departamentos, desglosando sus niveles de autoridad; en la intersección se señalará su participación y actuación (ejecuta, revisa, o autoriza).

Habiendo completado la base de datos, generalmente la secuencia de im-

plementación será la misma, variando la amplitud de su aplicación de acuerdo con los recursos disponibles. Dichos pasos son:

- 1) Vaciar la información de la tabla de precedencias en un Diagrama de Gantt o en una gráfica del Método Global, en proyectos pequeños o altamente presionados por cortes en tiempo y recursos en general es usual que solo se maneje este punto, utilizándose esta gráfica durante la etapa de ejecución para control, el resultado generalmente es que por cada periodo de revisión, sean un buen número las actividades a reprogramar de donde el ahorro de recursos obtenido al no proseguir la mecánica se consume en la constante actualización de programas. En cuanto mayor sea la experiencia de la gente que dimensiona las actividades, mayor es la probabilidad de éxito, este punto es suficiente para proyectos simples y repetitivos generalmente.
- 2) Con la información base se elabora una red de actividades, mostrando el flujo de recursos, interrelaciones y holguras.
- 3) Se aplica alguno de los modelos de red: PERT, CPM, MOST, PERT/COST, etc.
- 4) Se ajusta el programa a los recursos disponibles y tiempo requerido (se dará prioridad a alguno de estos dos aspectos de acuerdo al tono del proyecto), para esto, se puede hacer intuitivamente e iterativamente en redes pequeñas o bien utilizando métodos de simulación, optimización y algoritmos computacionales en redes complejas.
- 5) La solución final al sistema planteado se plasma de nuevo en un diagrama de Gantt o similar.

El objeto de retomar el Gantt al final es la sencillez de esta representación en su interpretación; esencial para facilitar su difusión y comunicación entre los involucrados, facilita también el control del proyecto y la reprogramación de actividades.

Aunque parezca trivial se debe hacer una revisión exhaustiva buscando el haber incluido todas las actividades necesarias para poder obtener todos los objetivos definidos para el proyecto.

Sea cual sea la técnica que se escoja, ésta es el núcleo del proceso

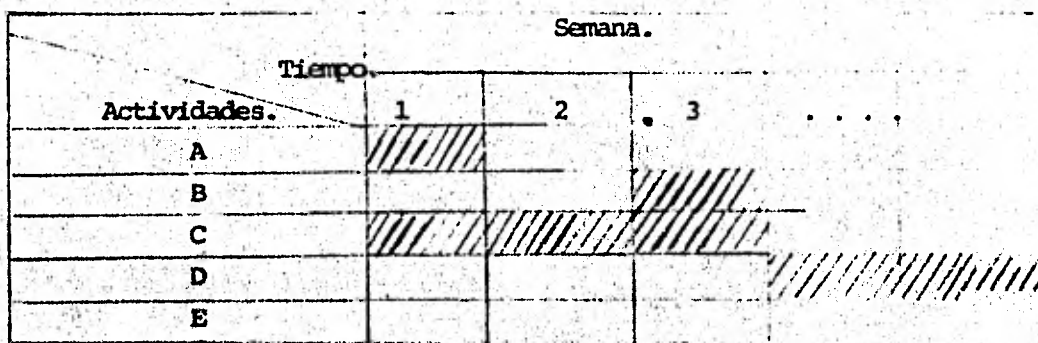
de la administración del proyecto, ya que hasta aquí todo el trabajo realizado sirve como antecedente y base para la implementación de alguna técnica, entre mejor sea la base de datos, más completo, objetivo y preciso será el programa del proyecto que obtengamos; también hay que tomar en cuenta que entre más sofisticada sea la técnica que se use mayor será la cantidad de información y mejor definida deberá estar para poder implementarla con éxito.

Una vez desarrollado el programa, su representación final será la base para el proceso de control del proyecto; cargas de horas hombre, curvas de erogaciones del proyecto, cumplimiento de objetivos, etc., y del resultado de las evaluaciones de control se deberá generar información para retroalimentar el proceso administrativo, reprogramando actividades dentro del marco de tiempo y recursos del proyecto.

4.3.1 Diagrama de Gantt.

Esta técnica también conocida como diagrama de barras es la más simple e históricamente la más antigua, habiéndose encontrado evidencias de que ya los fenicios la utilizaban en el proceso de construcción de sus navíos.

La representación es simplemente una gráfica mostrando en las ordenadas el listado de actividades y en las abscisas unidades de tiempo, mostrando como una barra la duración y situación de la actividad en el tiempo.



Ventajas y Desventajas.

Parámetro.

Ventaja.

Desventaja.

1. Validez. Es una representación aná-

Carece de una representación explíci-

Ventajas y Desventajas (Continuación).

Parámetro.	Ventaja.	Desventaja.
	loga del tiempo.	ta de las interfases entre actividades.
2. Funciona	Su simplicidad le proporciona funcionalidad.	
3. Implemen	El más fácil y difundido.	La ausencia de interfases enmascara la ruta crítica, provocando una inadecuada reprogramación al cambio.
tación.		
4. Versati	Puede cubrir adecuadamente el ciclo de vida del proyecto.	
lidad.		
5. Sensibili		No puede ser computarizada para un modelo descriptivo debido a sus debilidades en la representación de interfases.
dad en Si		
milación.		
6. Pronósti	En operaciones de producción es un buen método para situar en el tiempo las actividades, si se usan buenos estándares de tiempo.	Falla cuando hay interrelaciones complejas entre actividades.
cos.		
7. Actualiza	Fácil de hacer semanalmente, etc., si no hay cambios mayores.	
ción.		
8. Flexibili		Si ocurren cambios significativos en el programa frecuentemente, numerosos diagramas deberán ser completamente reconstituidos.
dad.		
9. Costo.	La recopilación y procesamiento de datos es relativamente barata. La representación gráfica puede ser barata si se pueden actualizar sin problemas y si se usan materiales baratos.	

4.3.2 Técnicas de CPM (Métodos de Ruta Crítica).

Dentro de éste renglón hay varias técnicas con diferente grado de sofisticación y van desde el Método Global que no es más que un Gantt modificado para admitir los conceptos de secuencia, holgura y consecuentemente ruta crítica.

Pasando por las redes determinísticas o sea con un solo estimado de tiempo para cada actividad y donde ya se muestra el flujo de recursos y se muestran la secuencia, holguras, tiempos cercanos de inicio y término y tiempos lejanos de inicio y término.

Hasta los modelos de redes donde para cada actividad se asocian de manera lineal, su duración y costo dentro de las cotas de tiempo mínimo de ejecución (crash time) y el tiempo normal de ejecución; ésto nos da como resultado un vasto conjunto de soluciones factibles, cada una con una combinación diferente de costo y duración.

Para encontrar la solución óptima se agrupan las ecuaciones de costo/duración y demás restricciones a cumplir en una matriz de m ecuaciones con n incógnitas que se puede resolver por ejemplo con el método simplex.

Cabe recordar que hay diferentes representaciones gráficas de las redes orientadas a actividades en flechas y con actividades en nodos. Los diferentes conceptos que se manejan son:

Tiempos cercanos: obtenidos de izquierda a derecha de la red partiendo de 0 o sea del inicio o nodo origen.

Tiempos lejanos: obtenidos de derecha a izquierda a partir del máximo tiempo cercano de terminación obtenido en el nodo final.

Holgura total: diferencia entre los tiempos lejanos y cercanos ya sea de inicio o terminación.

Las actividades con holgura total de cero o menor se les considera críticas y con prioridad sobre los recursos.

El uso de la holgura total afectará la holgura de los sucesores redu-

ciéndolas y/o nulificándolas, cuando esto último sucede se generan actividades críticas.

Holgura Libre: es la diferencia entre la holgura total de una actividad y la holgura total mínima de las actividades sucesoras inmediatas, esto significa que una actividad con holgura libre positiva puede retrasarse ése valor sin reducir la holgura total de sus sucesoras.

Técnicas de CPM - Ventajas y Desventajas.

Parámetro.	Ventaja.	Desventaja.
1. Validez		No hay alguna fórmula para estimar la fecha de terminación; consecuentemente la técnica es tan válida como el estimador, el margen de error es generalmente menor en actividades de construcción que de desarrollo.
2. Funcionalidad.		Un gran número de estimaciones en un proyecto grande, cada una con algo de irrealidad conducirán a un error significativo al juzgar el estado del proyecto.
3. Implementación.		Relativamente difícil de explicar especialmente si los diferentes conceptos de holgura son utilizados.
4. Versatilidad.	Muy buena para proyectos de construcción y desarrollo o sea con actividades no repetitivas.	Débil en fases o ciclos productivos, la técnica no esta bien adaptada para programar cantidades de producción.
5. Sensibilidad en Simulación.	Excelente para la simulación de planes alternativos especialmente cuando se manejan simultáneamente tiempo y costo.	

Técnicas de CPM - Ventajas y Desventajas (Continuación).

Parámetro.	Ventaja.	Desventaja.
6. Pronósticos.	Fuertemente orientada a pronosticar si las fechas de alcance de los eventos se encuentran en programa.	
7. Actualización.		Pobre en las representaciones del estado del proyecto.
8. Flexibilidad.		Se requiere reconstruir la mayor parte de la red si los cambios ocurren particularmente en interfaces parciales o eventos concurrentes.
9. Costo.		Considerables datos se requieren para usar al CPM como una herramienta de reporte de estado y la ayuda computacional se requiere casi invariablemente. Por lo tanto el costo es regularmente elevado.

4.3.2.1 Método Global.

Según sus creadores este método fué creado en base y ajustado a las siguientes premisas:

1) Reproducción fácil y rápida tanto manual como por los medios mecánicos usuales: máquinas de escribir, terminales de video, etc. debido a que utiliza signos convencionales de uso generalizado.

2) Símbolos básicos de fácil comprensión aún para personas sin educación universitaria, que generalmente es el caso de los supervisores de campo, los métodos desarrollados en Estados Unidos generalmente no toman este factor en cuenta, debido a que su personal de campo tiene en su mayoría, educación universitaria.

3) Sin tener un alto grado de sofisticación dar los elementos necesarios

para la planeación y control, de proyectos grandes y complejos, incluyendo una representación visual adecuada de: actividades concurrentes, simultáneas y exclusivas una de otra, precedencias, puntos de contacto y dependencias, rutas críticas intra e interproyecto, holguras y fechas de terminación tanto planeadas como reales.

Sus desventajas serían: que sus características dificultan su codificación en sistemas computacionales y que su representación visual es pobre al señalar el flujo de recursos.

De cualquier forma su simplicidad la hace una herramienta utilísima.

Símbolo:

Actividad	(_____)
Punto de interfase	3
Ruta crítica	- - - - -
Holgura	+
Tiempo de iniciación	(_
Tiempo temprano de iniciación	(
Concurrencia de eventos	6
Avance	****

4.3.2.2 Modelo matemático para CPM.

El objetivo según parece, de estudiar los métodos de programación lineal es contar con modelos matemáticos, por medio de los cuales podamos optimizar el tiempo ó el costo en una red de actividades que conforman un proyecto, para su consecución a tiempo y/o costo mínimo.

Los primeros pasos serían los necesarios para llegar a tener la red de actividades, la ruta crítica ó rutas en caso de haber diferentes alternativas, costos unitarios de las actividades y duraciones máximas y mínimas de las mismas.

Teniendo estos elementos, podríamos tomar varias alternativas para acortar la duración del proyecto, generando cada una un costo diferente, por lo tanto el objetivo del método es encontrar la alternativa que sea más compatible en tiempo y costo mínimos.

La curva de costo directo de una actividad tiene la siguiente forma:

$$k(i,j) - c(i,j) t(i,j)$$

siendo:

$$c(i,j) = \frac{C_N - C_T}{D(i,j) - d(i,j)} \leq 0$$

$$0 < d(i,j) \leq t(i,j) \leq D(i,j) \quad \text{--- } \textcircled{1}$$

t , es el tiempo que dura la actividad, siendo d y D la duración mínima y máxima de la actividad respectivamente.

k : Costo supuesto de la actividad si ésta se realizara en tiempo nulo.

C_N : Costo de la actividad a duración normal.

C_T : Costo de la actividad a duración mínima

$$P(\lambda) = \sum [k(i,j) - c(i,j) t(i,j)] \quad \text{--- } \textcircled{2}$$

P : Costo directo total del proyecto a t definidas.

Por lo tanto hay que minimizar "z" condicionada a "1" y además:

$$\begin{aligned} t(i,j) &\leq t(j) - t(i) \\ t(0) &= 0 \quad ; \quad t(n) = \lambda \end{aligned}$$

$t(j)$: tiempo lo más pronto posible de terminar el suceso (i,j) .

$t(i)$: tiempo lo más pronto posible de iniciar el suceso (i,j) .

$t(n)$: tiempo lo más pronto posible de terminar el último suceso.

Debemos encontrar por tanto el conjunto de $t(i,j)$ con el costo total mínimo para cada λ , o sea para cada ruta R

$$\text{mín } P(\lambda) = \sum [k(i,j) - c(i,j) t(i,j)]$$

$k = \text{cte}$, por lo tanto es equivalente

$$\text{máx } \sum c(i,j) t(i,j)$$

con las condiciones:

$$\begin{aligned}t(i,j) + t(i) - t(j) &\leq 0 \\ - t(0) + t(n) &\leq \lambda \\ t(i,j) &\leq D(i,j) \\ - t(i,j) &\leq -d(i,j)\end{aligned}$$

Si cambiamos t por X , podemos poner al problema en la forma general.

$$\text{máx. } Z = \sum C_j X_j$$

sujeta a:

$$\sum \sum A_{ij} X_j \leq b_i$$

y este sistema es el que se llama primal, el dual se consigue con la introducción de m nuevas variables.

$$Y_{n+1}, Y_{n+2}, \dots, Y_{n+m}$$

los coeficientes de la función objetivo del dual, serán los términos constantes del primal, y los términos constantes del dual, serán los coeficientes de la función objetivo del primal. Los coeficientes de las variables de las condiciones restrictivas del dual se obtienen por la transposición de la matriz de los coeficientes del primal, cambiando las direcciones de las inecuaciones y minimizando la función objetivo del dual..

$$\text{Mín. } W = \sum_{j=1}^m A_j Y_{n+j}$$

con las restricciones:

$$\sum_j^n \sum_i^m A_{ij} Y_{n+i} \geq b_j$$

Habiendo añadido las variables ficticias necesarias para transformar las inecuaciones a ecuaciones, podemos formar el siguiente cuadro simétrico:

		-y1	-y2	-yj	-yn	
	b0	c1	c2	cj	cn	=z0
Yn+1	b 1	a 1 1	a 1 2	a 1 j	a 1 n	=Xn+1
Yn+2	b 2	a 2 1	a 2 2	a 2 j	a 2 n	=Xn+2
.
.
.
Yn+i	b i	a i 1	a i 2	a i j	a i n	=Xn+i
.
.
.
Yn+m	b m	a m 1	a m 2	a m j	a m n	=Xn+m
	W0	X 1	X 2	X j	X n	

4.3.3 Modelos probabilísticos (PERT).

Conviene en este punto una revisión de los conceptos fundamentales que se utilizan en este tipo de técnicas, especialmente en el PERT (Program Evaluation Review Technique), como su nombre lo indica el PERT es una técnica fuertemente orientada a la evaluación y control de los programas generados. Este aspecto de la técnica se tocará más adelante, ahora se desglosarán sus características y conceptos más importantes:

- a) Actividad: Un elemento de esfuerzo y trabajo en un programa.

b) Evento: Punto en el tiempo que generalmente representa el inicio o fin de una actividad.

c) Red: Representación gráfica de un programa y que consiste de actividades que interconectan eventos.

d) Tiempo más probable, m: El estimado más realista del tiempo que se tomará para completar una actividad.

e) Tiempo optimista, a: El más pequeño periodo de tiempo que tomaría completar la actividad.

f) Tiempo pesimista b: El tiempo más largo que se consumiría en terminar la actividad.

g) Tiempo esperado, T_e : Es el tiempo que se estima para completar la actividad y que se deriva estadísticamente de los tres tiempos anteriores por medio de la fórmula:

$$T_e = \frac{a+4m+b}{6}$$

h) Tiempo esperado acumulado, T_E : Es la fecha de conclusión más próxima para alguna actividad, y es la suma de todos los tiempos esperados en una ruta desde el inicio hasta la actividad en cuestión.

i) Fecha última de terminación T_o : Es la fecha más tarde que puede terminar una actividad sin atrasar el programa.

j) Holgura Positiva: La cantidad de tiempo en exceso predecido para que ocurra un evento. Una holgura negativa indica la cantidad de desplazamiento o atraso que existe antes de que se alcance un evento. Analíticamente el tiempo de holgura es :

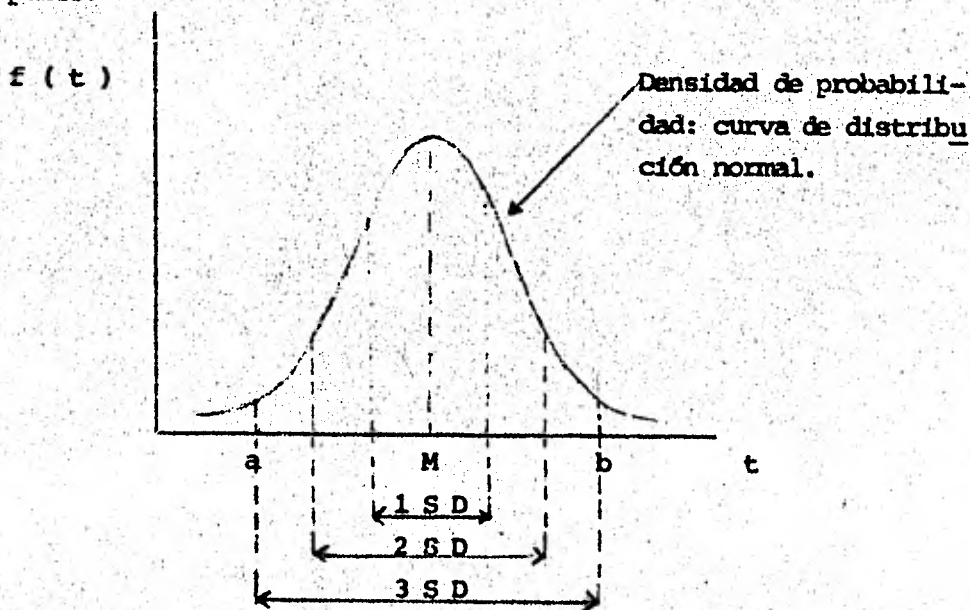
$$(T_L - T_E)$$

k) Ruta Crítica: Es aquel camino en la red que requiere el mayor periodo de tiempo para completarse, o sea aquella ruta que posee la mínima holgura (sea positiva ó negativa).

Como se ve muchos de los términos son iguales a los usados en CPM, de hecho se puede considerar al PERT una sofisticación del CPM e incluso se han elaborado modelos para introducir y ligar el aspecto probabilístico y la relación costo/tiempo.

El aspecto probabilístico del PERT se introduce al tener tres estimados de tiempo de duración para cada actividad, estos estimados generalmente basados en la experiencia nos dan una medida de la certidumbre (ejemplo: $a=m=b$) o in certidumbre para completar la actividad en un tiempo determinado.

Para poder predecir la probabilidad de ocurrencia de un evento a una fecha determinada, el PERT se vale de un modelo probabilístico que es la distribución normal, donde la probabilidad de completar una actividad en un punto en el tiempo a lo largo del eje de las abscisas está dada por el área bajo la curva a ese punto.



Por lo tanto la probabilidad de acabar la actividad en a es muy pequeña y de que este concluida en b muy alta, cercana al 100%; adicionalmente, al tiempo más probable se le asigna arbitrariamente una probabilidad del 50 %.

De acuerdo a esto; la desviación estandar:

$$SD = \frac{b - a}{6}$$

y designa dos puntos que acotan una probabilidad del 68 %, 2 SDs acotan 95 % y 3 SDs 99 %.

$$Z = \frac{\text{tiempo programado} - T_p}{S D}$$

y el último paso es relacionar el factor Z con la probabilidad en una tabla para distribución normal.

Técnica PERT - Ventajas y Desventajas.

Parámetro.	Ventaja.	Desventajas.
1. Validez.	PERT, al igual que CPM <u>mez</u> Confusión con los estimados de tiempo la secuencia y flujo de po. Las interfases parciales requie- trabajo. El uso de 3 estima ren una actividad y elemento ficticio dos de tiempo deberían de en el WBS. Las actividades concurren <u>hacerla más válida que cual</u> tes son difíciles de implementar. <u>quier otra técnica. Sin em</u> bargo en la práctica no su- <u>cede así.</u>	
2. Funcionali- dad.		Asegurar tres estimados de tiempo pa- ra cada actividad requiere más infor- mación, la cual puede introducir erro- res adicionales.
3. Implementa- ción.		El modelo completo es complejo y di- fícil de implementar.
4. Versatili- dad.	Muy fuerte en las fases de desarrollo.	Requiere adaptación para aplicarse en operaciones de producción.
5. Sensibili- dad en Si- mulación.	Debido a que el PERT ge- neralmente se usa mecani- zado es muy bueno para simular el impacto del acomodo de recursos a lo largo del programa.	
6. Pronósti- cos.	El PERT está fuertemen- te orientado a pronos- ticar si una actividad acabará en programa.	

Técnica PERT - Ventajas y Desventajas (Continuación).

Parámetro.	Ventajas.	Desventajas.
7. Actualización.		Consumo mucho tiempo aún con ayuda computacional. No es fácilmente visualizable el estado del proyecto.
8. Flexibilidad.		Se requiere de considerable esfuerzo para acomodar cambios en las interrelaciones entre actividades.
9. Costo.		Se necesitan más datos y tiempo de máquina que en cualquier otra técnica, esto la hace la más costosa.

4.4 Asignación y Nivelación de Recursos.

Generalmente el dimensionamiento de las actividades se hace en base a los recursos disponibles, ya sea heurísticamente o utilizando un método de optimización.

Cuando se carece de elementos para llevar adelante un método completo de optimización, se debe analizar la red obtenida en el flujo lógico de trabajo, trasladándola a escala de tiempo en busca de actividades paralelas que puedan competir en un momento dado por el mismo recurso sobrepasando su demanda a la disponibilidad.

El objetivo pues será tratar de jugar con las holguras, adelantando o retrasando actividades, dentro de lo posible, moviendo los recursos, tratando de disminuir al máximo los picos de demanda sin alargar la duración del proyecto o minimizando dicho alargamiento.

Para realizar esta tarea se disponen de varios métodos, se enunciarán dos de los más comunes.

4.4.1 Método de Asignación de Recursos.

Se basa en los siguientes puntos:

- a) Se localizan en la escala de tiempo los intervalos en donde existe

competencia de algún recurso, si no los hay el método no aplica.

b) De entre las actividades involucradas se eligen dos:

- La I que será la de mínimo TCT (tiempo cercano de terminación).
- La J que será la de máximo TLI (tiempo lejano de iniciación).

c) Se obliga a que la actividad J siga a la I.

d) Se recalculan los tiempos cercanos y lejanos de inicio y terminación para cada actividad.

e) Se vuelve al punto a.

4.4.2 Balanceo de Recursos (Algoritmo de Wiest).

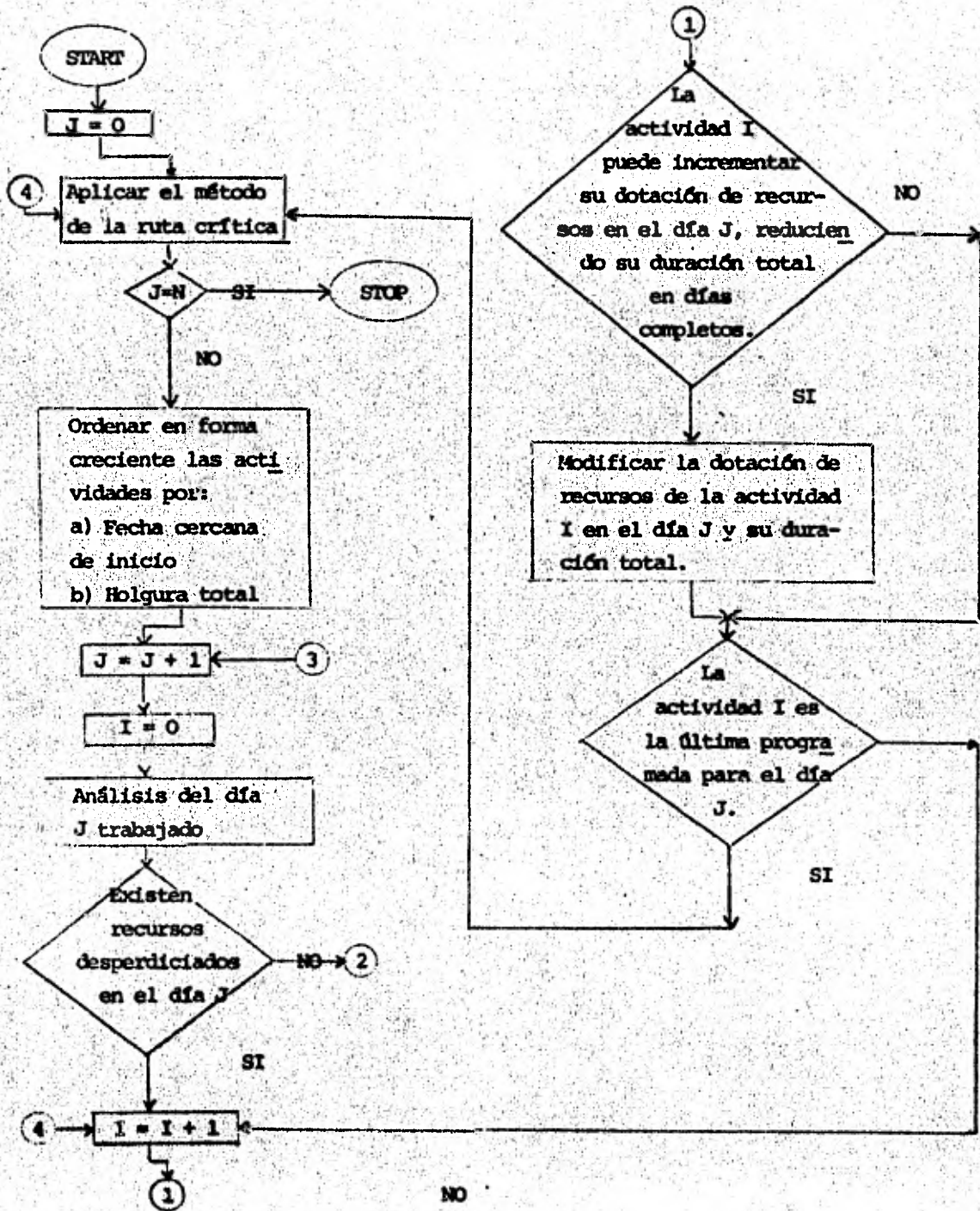
Este algoritmo se mostrará por medio de un diagrama de flujo, en donde se utiliza la siguiente simbología:

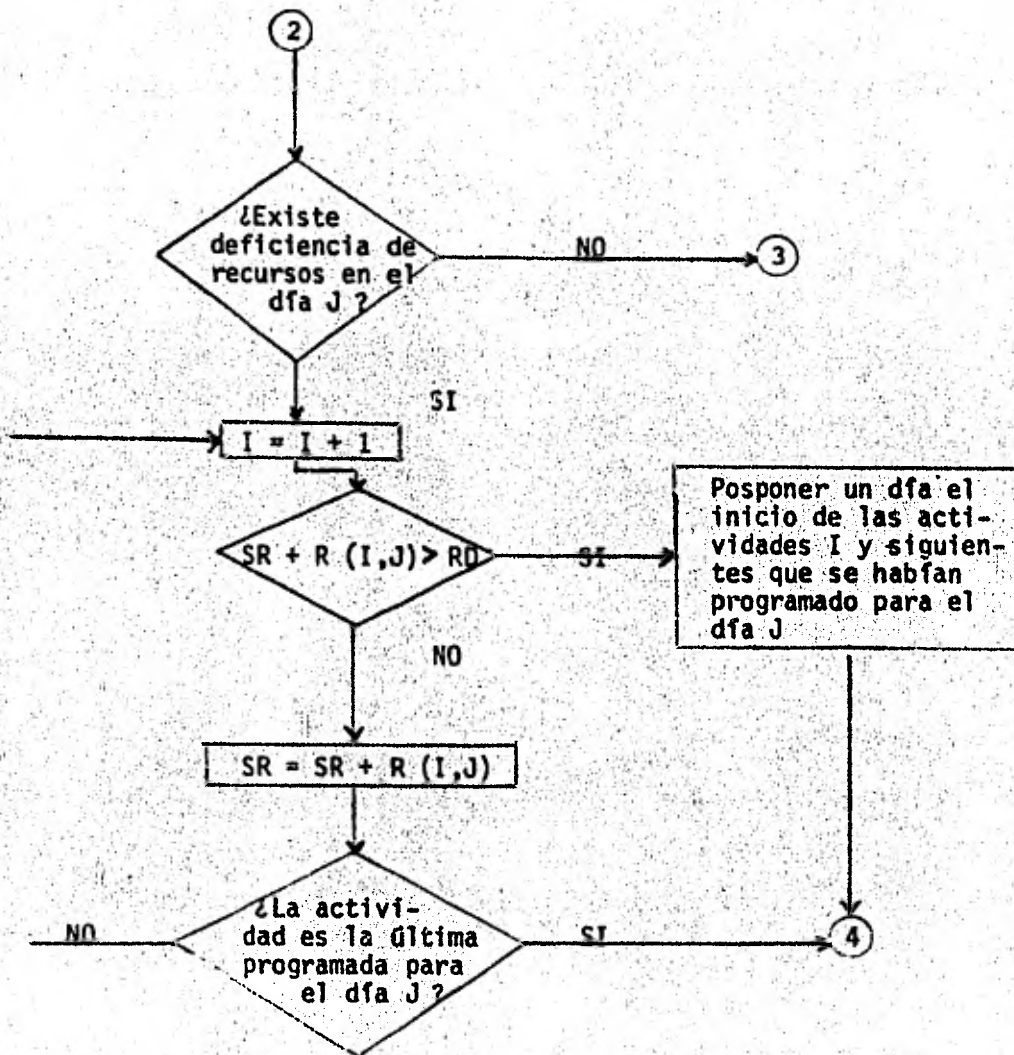
$R(I, J)$ = Recursos necesarios para la actividad I en el día J.

$S R$ = Suma de recursos para realizar hasta la actividad I-1 en el día J.

$R D$ = Recursos disponibles en el día J.

N = Número de días programados por el método de Ruta Crítica para realizar el proyecto.





V. Definición de Políticas del Proyecto.

5.1 Dirección del Proyecto.

Antes de empezar a ejecutar cualquier tarea, se debe de saber perfectamente:

- a) ¿Qué se va a hacer?
- b) ¿Cuándo se va a hacer?
- c) ¿Cómo se va a hacer?

Para un proyecto, las dos primeras preguntas deben de quedar respondidas, y lo que es más importante, entendidas para todos los involucrados, durante las fases de definición y programación, respectivamente.

Para la tercera pregunta se tendrán dos respuestas: la primera operativa en la que se decidirá cuándo es posible utilizar los recursos internos y cuándo se deberá de recurrir a recursos externos, debido a que sean operaciones que normalmente la organización no ejecuta o porque los recursos disponibles no son los adecuados en cantidad o calidad; esta primera respuesta también deberá quedar completa en la fase de definición.

La segunda respuesta a la tercera pregunta, será la administrativa y deberá quedar concluida en esta fase; con el fin de evitar posibles conflictos y retrasos durante la ejecución del proyecto.

Por regla general, el Gerente del proyecto deberá tratar de que el proyecto transcurra dentro de los cauces administrativos normales de la organización o lo que es equivalente utilizar las políticas de la organización madre dentro de la organización del proyecto.

En el caso de que las reglas normales no apliquen en algún(os) caso(s) específico(s) lo más sano será el tratar de modificar las normas y procedimientos existentes que el tratar de implementar nuevos, más que nada por razones de costo y tiempo.

Generalmente las modificaciones a los procedimientos son en el sentido de acortar los ciclos de aprobación y en general, hacer más expeditos los trámites, "by-passeando" la burocracia administrativa normal, la cual no va con el ámbito del proyecto donde son necesarios rápidos tiempos de respuesta y adaptación a los cambios.

En este punto no se debe de perder de vista que la Administración de Proyectos siempre tenderá a la simplificación y eliminación de papeleo, no a su proliferación.

Para llevar a cabo la dirección administrativa durante la ejecución del proyecto, es necesario contar con la siguiente base de datos, la cual debe de estar y permanecer completa y actualizada:

- 1.- WBS.
- 2.- Enunciados ó descripciones para todo trabajo autorizado o por autorizar.
- 3.- Programas para todo trabajo.
- 4.- Presupuestos desglosados por los grupos u organizaciones de subproyecto subordinados; elaborados por partidas asignadas a tareas especfficas o sea actividades dentro de programas.
- 5.- Especificaciones u objetivos del producto a obtener por el proyecto.

Cada uno de estos elementos, debe coordinarse con los restantes, por ejemplo las partidas presupuestales o subcuentas no deberán editarse para trabajos aún no definidos, o los programas preparados para especificaciones aún en cambio, o autorizar tareas sin presupuesto.

Periódicamente todos los elementos de esta base de datos deberán ser actualizados pero conservando su sencillez original, sin embargo deberán conservarse las razones y memorias de cálculo de los cambios, de tal manera que siempre sea posible volver a la base de datos original.

5.2 Juntas de Revisión.

Con el fin de agilizar la transmisión de información y la toma de de-

cisiones durante la ejecución del proyecto, se deberán de programar por lo menos semanalmente juntas de revisión entre los involucrados; aunque la periodicidad y la convocación de juntas extraordinarias son facultad de decisión del Gerente del proyecto.

Lo más conveniente es que esas juntas se realicen preferentemente en el mismo día, hora y lugar, por motivos de organización de tiempo de los asistentes. Con respecto al lugar, se pueden mencionar como características deseables el que sea accesible para todos los miembros del grupo del proyecto y la más importante, que en él se conserven siempre actualizados los documentos y reportes que normen el control del proyecto; si estos requisitos se cumplen, se evitará un gran consumo de copias fotostáticas y papeles en general que de cada cambio, reporte, etc., sería necesario enviar a cada miembro del grupo.

El Gerente del proyecto es responsable del éxito de las juntas de revisión, ya que son una de sus principales herramientas administrativas. El debe evitar que se lleven a cabo juntas de revisión parciales entre algunas áreas funcionales, ya que al excluir a alguna de las partes interesadas, se pueden generar conflictos o competencia desleal entre ellas, también debe de evitar que se critique de manera personal a un expositor, sino solo señalar el efecto de la falta u omisión en el proyecto; en todo momento dentro de estas juntas el Gerente debe demostrar su liderazgo y promover la cooperación entre los miembros del grupo.

La principal utilidad de las juntas es hacer que aparezca la necesidad de una decisión una vez que se han analizado los problemas a través de todos los puntos de vista; no todos los problemas encontrarán su solución en las juntas, pero sí se identificarán y se designará un subgrupo para que aporte y examine soluciones alternativas. Las juntas de revisión ayudan a construir el espíritu de equipo del grupo del proyecto, y en el comienzo del proyecto hacen que los miembros se acostumbren a trabajar juntos de manera informal.

5.3 Toma de Decisiones, Manejo de Recursos, Control de Cambios.

El Gerente del proyecto, debe contar con la autoridad necesaria para manejar y solucionar todas las situaciones conflictivas que se presenten a lo largo del proyecto, actuando con entera libertad y ésta autoridad, deberá delegarla ade

cuadramente a cada uno de sus subgerentes en las diferentes áreas funcionales del proyecto; todo lo anterior aplica incluso cuando se presenten cambios en los objetivos, suplemento de recursos, etc.; siempre y cuando no se alteren los programas y presupuestos del proyecto.

De cualquier manera el Gerente deberá evitar el tomar decisiones precipitadamente sin la consulta a los subgerentes funcionales involucrados, ya que la ventaja ganada al lograr una rápida dirección, simplificando los procesos administrativos, se perdería debido a la falta de coordinación.

Como se planteó desde un principio, una de las premisas básicas de la Administración de Proyectos, es la utilización óptima de los recursos disponibles, por lo tanto es responsabilidad del Gerente del proyecto vigilar el aprovechamiento de dichos recursos. De acuerdo a este principio, para que un trabajo especificado como un elemento del WBS se ejecute, es necesario que se elabore una orden de trabajo la cual deberá estar autorizada por el Gerente del proyecto, obviamente el Gerente la dirigirá a los subgerentes de las áreas funcionales involucradas, los cuales a su vez, girarán las órdenes de trabajo de los elementos del WBS situados a nivel inferior y que sumados conformen el trabajo autorizado por el Gerente, o sea no es necesario que el Gerente en ningún momento pierda tiempo llenando hasta el detalle en la ejecución de cada actividad.

Las órdenes de trabajo deberán incluir: la partida presupuestal, el programa y el enunciado o especificación del trabajo a realizar. Se deben de fijar límites de autoridad generalmente en \$ para la autorización de órdenes.

Es una buena práctica el emitir órdenes de trabajo, ya que de esta manera se evita que los miembros del grupo del proyecto, dedicados primordialmente a las actividades críticas se olviden de actividades que en ese momento parecen irrelevantes, pero que al avanzar el programa se pueden convertir en críticas o peor aún ocasionar graves retrasos por pequeños detalles.

En cuanto a la administración y control de los programas, es recomendable el mismo esquema: el Gerente del proyecto revisa, aprueba la edición y vigila la actualización del programa maestro del proyecto, donde aparecen los eventos principales de la vida del proyecto; de nuevo se delega a otros miembros el manejo

de los programas a un nivel de detalle mayor, aunque el Gerente del proyecto deberá siempre mantener bajo control todos los programas de la ruta crítica a lo largo del proyecto.

Como se ha señalado desde un principio el cambio es una de las características representativas en la vida de un proyecto, es un cambio el que lo origina como una adaptación de la organización a una necesidad, pero casi invariablemente esa necesidad no permanece inalterable a lo largo de la vida del proyecto, por lo tanto el grupo de proyecto debe de estar preparado para afrontar los cambios.

Sin embargo el manejo de los cambios es posiblemente el asunto más delicado en la Administración de Proyectos, ya que de él dependerá en buena medida, el éxito o fracaso del mismo.

En la medida en que en las fases de Definición y Planeación y Programación se analicen a fondo las alternativas, se definan perfectamente las especificaciones y se asignen claramente responsabilidades, se podrán minimizar los conflictos: sobregiros, retrasos, etc., durante la fase de ejecución del proyecto, esto tal vez haga parecer que las fases iniciales del proyecto se alargan demasiado, pero es mejor que el Gerente enfrente las diferencias de opinión de diferentes áreas funcionales y de hecho que de alguna manera catalice la mayor parte de los conflictos en las fases tempranas del proyecto; ya que en estas etapas, el efectuar cambios y corregir errores es mucho más barato en el papel que el hacerlo ya en ejecución, demoliendo o cambiando pedidos y como se sabe, el éxito del administrador de proyectos se medirá en base a la contrastación de sus resultados contra sus objetivos en tiempo y costo.

Un manejo eficiente de los cambios requiere que todos los aspectos del proyecto afectados por el cambio sean modificados simultáneamente, esto implica que especificaciones, órdenes de trabajo, presupuestos, programas y planes se modifiquen en conjunto para cuantificar adecuadamente el impacto del cambio. Es importante que las adecuaciones originadas por el cambio, se realicen por los mismos grupos y procedimientos en que se elaboraron los documentos originales.

Cuando los cambios ocurren dentro de la ejecución que puede realizar

se en un lugar alejado de la sede de la organización, el personal del proyecto deberá tener libertad para actuar rápidamente cuando el cambio surja como una necesidad urgente, pero siempre conservando y proporcionando a la brevedad posible la información que permite actualizar la base de datos; una acción de este tipo, será posible dentro de los marcos del Reporte de Definición del Proyecto o bien de las cláusulas de los contratos existentes, de otra manera el cambio requerirá la autorización del cliente y probablemente alguna modificación al contrato.

Es posible que durante la ejecución del proyecto, surjan cambios que salgan fuera de los estimados de tiempo y recursos autorizados por el cliente o por la organización madre en caso de ser un proyecto interno, la autorización de éste tipo de cambios o variaciones generalmente sobrepasa el nivel de autoridad del Gerente del proyecto, para la autorización de dichos cambios es necesario un procedimiento similar (completo o simplificado dependiendo de su magnitud) al requerido para la obtención de los recursos originales del proyecto, ya que de facto se estarán requiriendo nuevos recursos para el proyecto. Este tipo de cambio es el que se debe tratar de evitar al máximo.

VI. Obtención de Financiamiento.

Para poder iniciar la ejecución de cualquier proyecto, es necesario disponer de dinero y para que cualquier compañía arriesgue el suyo, debe de tener un respaldo que soporte la inversión y le muestre que ésta le proporcionará en el futuro utilidades que la hagan atractiva.

Como se había señalado, durante la fase de conceptualización se generan una serie de alternativas que se van tamizando contra una serie de objetivos obligatorios y deseados hasta llegar en la fase de definición a la(s) alternativa(s) más viable(s).

Cuando se ha obtenido más de una alternativa que cumpla con los objetivos obligatorios planteados, el tamiz definitivo será el que proporcione la evaluación económica y los parámetros que de ella se obtienen.

De cualquier manera aunque sólo haya una alternativa de proyecto, — siempre se tendrán dos alternativas por evaluar, siendo la otra la de no invertir en el negocio.

Para realizar una evaluación económica confiable, es necesario disponer de un estimado de inversión de $\pm 10\%$, y para elaborar este tipo de estimado, se debe disponer de la Ingeniería Básica del Proceso, (ver tabla 2.1); por lo tanto esta información junto con el Reporte de Definición y el Programa Maestro, son requisitos para solicitar financiamiento al proyecto.

6.1 Estado de la Tecnología (Ingeniería Básica).

Como se mencionó, para elaborar el estimado de inversión de la precisión requerida es necesaria la Ingeniería Básica del Proceso que comprenderá el dimensionamiento preliminar de los equipos de proceso así como especificaciones de materiales, tubería, aislamiento, etc. El origen de la Ingeniería Básica — puede ser por desarrollo a partir de investigación o bien obtenida de un licenciador, éste último caso es el más común en nuestro País.

Generalmente el licenciador otorga la tecnología a través de un con-

trato de pago de regalías, asistencia técnica y en algunos casos, suministro de materias primas. Es práctica común que las materias primas claves del proceso: catalizadores, cocatalizadores, inhibidores, pigmentos, etc., sean proporcionados única y directamente por el licenciador, el cual los protege con un gran número de enmascarantes los cuales hacen virtualmente imposible su identificación por los métodos analíticos convencionales. El pago de regalías se puede hacer por medio de una cuota fija, por unidad de producto producido ó combinación de ambas y se hace extensivo a cualquier ampliación que realice el cliente, utilizando por lo menos un paso del proceso licenciado.

Afortunadamente, el pago de regalías se realiza durante períodos no mayores a 10 años, al cabo de los cuales el cliente queda libre y solo unido al licenciador por la compra de aditivos especiales; desgraciadamente en nuestro país es común que al cabo de ese tiempo, no se haya asimilado la tecnología y en ampliaciones posteriores se recurra de nuevo al licenciador bajo nuevo contrato. Por otro lado, es común que al paso de ese tiempo y aunado a que solo se pueden importar tecnologías con un tiempo de uso mayor a 5 años, la tecnología resulte ya obsoleta.

Generalmente en el caso de tecnología adquirida, la aplicación no es tan directa como pudiera parecer, ya que siempre se tiene la necesidad de adecuarla a las condiciones particulares de la planta, debido a que los licenciadores dan las características de plantas instaladas en su país de origen, las cuales en ocasiones hay que escalar o desescalar en capacidad o bien adaptar al equipo mecánico, eléctrico y neumático disponible en nuestro país (muy común con licenciadores europeos); o bien la calidad de las materias primas no es la misma o de los servicios disponibles e incluso las condiciones ambientales (Ej.: temperatura de bulbo húmedo o la presión barométrica); hasta llegar en procesos de utilización intensiva de mano de obra a características antropométricas diferentes de los operadores y así sucesivamente.

6.2 Estimado Detallado de Recursos.

El desarrollar, comprar, adaptar o actualizar una Ingeniería Básica, requiere de tiempo y dinero, en algunos casos tratándose de compañías o grupos industriales fuertes Ej: Alfa, Desc, Aranguren, Pemex, etc., cuentan con recursos - -

propios para realizar constantemente esta tarea, pero otras compañías tendrán que contratar recursos externos, para efectuar estas labores no solo para Ingeniería Básica sino también para Estimaciones de Inversión y en general análisis de factibilidad.

De cualquier forma ya sea con recursos internos o externos, el proyecto deberá disponer de recursos para ejecutar la Ingeniería Básica y demás actividades que permitan desarrollar suficiente información para justificar y obtener la aprobación definitiva de un proyecto. El Gerente del Proyecto será el responsable de solicitar y administrar estos recursos.

Ejemplo: Proyecto Beta.

Análisis de Recursos para desarrollar Ingeniería Básica.

TABLA 6.1

Descripción de la Actividad	HH Dibujante	HH Ingeniería	HH Supervisión	HH Admón.	HH Totales
Introducción					
Diagrama de Flujo					
Lista de Equipo					
Plot-Plans					
Lay-Outs del Equipo					
Requerimiento de Servicios					
Resumen de Servicios					
Disponibilidad Actual de Servicios					
Diagrama(s) de Ingeniería					
Hojas de Datos de Equipo					
Requerimientos de Espacios y Edificios					
Lista de Instrumentos					
Lista de Accesorios Especiales					
Índice de Tuberías					
Clasificación de Areas Eléctricas					
Lista de Guías de Diseño					
Especificación de Materias Primas, prod. intermedios, prod. terminado, subprod.					
Tratamiento de Efluentes					
Descripción del Proceso					

T O T A L

El costo se obtendrá multiplicando por el costo promedio de la Hora-Hombre y multiplicando por el factor de utilidad e indirectos.

Ya realizada y completa la Ingeniería Básica se realizará el Estimado de Inversión del Proyecto ya sea en base a cotizaciones directas de proveedores elaboradas a partir de Hojas de Datos para equipos e instrumentos, las cuales incluirán tiempos de entrega que deberán tomarse en cuenta en la elaboración de los programas de ejecución del proyecto, o bien cuando esto no sea posible se recurrirá a datos estadísticos y a evaluaciones Ej: tanques y estructuras por Kg. de acero trabajado, cimentaciones por cubicación, etc. Dentro del Estimado de Inversión deben de considerarse los conceptos que se muestran en el ejemplo siguiente, el cual no es limitativo y en donde pueden eliminarse o adicionarse conceptos según sea necesario:

TABLA 6.2

Clave	Concepto	Estimado	Factor Inflacionario		Contingencia
			%	%	\$
	Equipo				
	Inst. y Prueba Equipo				
	Instrumentos				
	Inst. y Prueba Instrum.				
	Tuberías				
	Inst. y Prueba Tuberías				
	Materiales Eléctricos				
	Inst. y Prueba Eléctricos				
	Aislamientos				
	Estructuras				
	Cimentaciones				
	Pintura				
	Mobiliario y Equipo Offsites.				
	Comunicaciones y Accesos				
	Terreno				
	Movimiento de Tierras				
	Edificios				
	Drenajes y Trincheras				
	Ingeniería Detalle				
	Personal Contrat. Construcc.				
	Rebolsables Contrat.				
	Renta de Equipo y Herramientas				
	Fletes				
	Seguros y Fianzas				
	TOTAL CAPITAL				

Clave	Concepto	Estimado	Factor		Contingencia
			%	Inflacionario %	
	Reloc. Modif. y Reparaciones				
	Refacciones				
	Facilidades Temporales				
	Limpieza de Equipo				
	Aceites, Lubr. y otros Mats.				
	Nómina de Personal de Operación				
	Producto no Vendible				
	Permisos, Impuestos y Derechos				
	TOTAL GASTOS				
	T O T A L				

Es muy importante la clave asignada a cada concepto, ya que este estimado será el que se utilice en la fase de evaluación y control durante la ejecución del proyecto, la clave asignada deberá ser congruente con el WBS, y el sistema contable de la empresa obviamente el esquema mostrado aquí es un resumen, el cual será desglosado Ej: áreas de proceso y servicios, sistemas y equipos individuales, - asignando a cada uno su clave y su partida presupuestal, ya que la inversión autorizada será la que ahí aparezca sujeta a la precisión de elaboración del Estimado de Inversión.

Es muy importante la confiabilidad de los datos utilizados al realizar los estimados, ya que por un lado se puede tratar de bajar los conceptos con el fin de que en la evaluación, el proyecto aparezca mas rentable, pero provocando problemas durante su ejecución; o bien el exceso de precaución o la inexperiencia hará que un estimador se cubra inflando los conceptos, perjudicando la aprobación del proyecto.

En una economía inflacionaria como la mexicana, se deben manejar con cuidado el factor respectivo y el administrador deberá tomar en cuenta que cualquier atraso del programa original, elevará el riesgo del sobregiro. El factor de contingencias no deberá ser nunca mayor al 20% en una estimación confiable.

En base a la información generada en esta etapa, se elaboran los programas detallados para las fases de Ingeniería y Construcción del proyecto, incluyen el programa de compras de equipo el cual es muy importante debido a los altos tiempos de entrega de equipo especializado e importado, lo cual muchas veces lle-

va a estas actividades a ser críticas dentro de la ejecución. En esta etapa también se lleva a cabo la selección de firmas de Ingeniería y Construcción para la ejecución del proyecto (puede ser la misma o diferentes) en base a los estimados realizados y las cotizaciones recibidas.

6.3 Evaluación Económica.

Generalmente los parámetros económicos contra los cuales se evalúa un proyecto son:

- 1) Valor presente neto
- 2) Rentabilidad interna
- 3) Tiempo de recuperación (Payout)
- 4) Tiempo de recuperación descontado
- 5) Rentabilidad sobre la inversión

Los valores patrón son variables que dependen del tipo de industria de - que se trate y en general dependerán de:

- a) La rentabilidad promedio dentro de la compañía y en cada planta individualmente.
- b) La rentabilidad de la competencia.
- c) La rentabilidad promedio para la industria en general.
- d) El costo del capital.
- e) Los cargos financieros.

Tabla 6.3

Comparación de Métodos para Evaluar Inversiones

Método	Ventajas	Desventajas
Valor Presente Neto	Permite el uso y retorno de fondos al valor del interés real del capital a la firma.	Requiere suponer la vida útil del equipo y del valor del interés real del capital a la firma.
Rentabilidad Interna	No requiere suposiciones sobre el valor del interés del capital. Da respuestas en términos de - retorno de inversión, reflejando el valor en el tiempo del flujo de efectivo.	Requiere suposiciones del tiempo de vida útil del equipo. Los cálculos son por prueba y error. Se supone que la entrada y salida de fondos del proyecto se hacen a un costo del capital igual a la tasa interna de retorno, lo cual no siempre es cierto. Si se hacen inversiones posteriores a un período de recuperación y ahorros netos, 2 respuestas (las dos artificialmente altas) se encontrarán para la tasa interna de retorno.
Tiempo de Recuperación.	No requiere suposiciones sobre el valor del interés del capital o la vida del equipo.	No toma en cuenta los ahorros netos dentro del tiempo de recuperación o del valor en el tiempo de los flujos de efectivo. Requiere solución por prueba y error para inversiones distribuidas o ahorros anuales variables.
Rentabilidad sobre Inversión.	No requiere suposiciones para la vida del equipo ni del valor del interés del capital. Da respuestas en términos de retorno de inversión.	No toma en cuenta la vida útil del equipo ni del valor en el tiempo del flujo de efectivo. No puede manejar fácilmente - casos con tiempos variables.

Por definición, estos parámetros son:

Valor Presente Neto.-

Valor del flujo de efectivo descontado y acumulado a partir del primer desembolso, para el último año de operación del proyecto (11 años), considerando como tasa de descuento el costo del capital (excluyendo cargos financieros y pago de dividendos).

Rentabilidad Interna.-

Es la tasa de interés que representa la forma en que el proyecto cubre el total de egresos durante la operación del mismo (11 años). Es también aquella tasa de interés que descuenta los flujos de efectivos acumulados (sin cargos financieros) a un valor presente igual a cero en el año 11.

Tiempo de Recuperación.-

Representa el número de años requeridos por la operación del proyecto para cubrir la inversión fija, más el capital de trabajo inicial, sus variaciones, así como otros egresos (en su caso, dividendos etc) a partir de la fecha del primer desembolso.

Tiempo de Recuperación Descontado.-

Número de años requeridos por el flujo de efectivo acumulado y descontado (al costo del capital), a la fecha del primer desembolso del proyecto, para cubrir la inversión fija total, más el capital de trabajo inicial y sus variaciones así como otros egresos.

Rentabilidad sobre la Inversión.-

Cociente expresado en % de la suma de utilidades netas divididas por la suma de inversiones totales durante la vida del proyecto (11 años).

Otros parámetros utilizados durante la evaluación.

Inversión Total Inicial.-	Comprende la inversión fija, gastos de arranque y proyecto y/o cualquier otro desembolso.
Nuevo Activo Fijo.-	Monto de las nuevas inversiones en terrenos, edificios, maquinaria y equipo y <u>ser</u> vicios auxiliares requeridos por el proyecto.
Activos Fijos Asignados.-	Asignación de Inversiones fijas en instalaciones de soporte en localidades ya — existentes o por instalar que se <u>compar</u> tirán con otras plantas o proyectos.
Inversión Fija Total.-	Activo fijo más Activos Fijos asignados.
Baja de Activo Fijo.-	Inversión bruta en activos fijos en <u>opera</u> ción que se darán de baja al ser reemplazados por el proyecto.
Capital de Trabajo.-	Monto total requerido como soporte del - proyecto para su operación y comercialización. Constituido por el activo <u>circu</u> lante (Caja y bancos más inventarios totales, más cuentas por cobrar) menos <u>cuen</u> tas por pagar.
Inversión Total Promedio.-	Inversión fija total más capital de trabajo.
Gastos Proyecto.-	Gastos no recurrentes, necesarios para - la ejecución del proyecto (Evaluación, justificación viajes, investigación, relocalización, desmantelamiento, alquiler de equipo, instalaciones temporales, <u>ins</u> talaciones no capitalizables, etc.).

Gastos Arranque.-

Gastos incurridos durante la demostración e inicio de la operación del proyecto (supervisión especial; productos defectuosos, entrenamiento del personal, etc., neto de recuperaciones de producto vendible).

Margen para Reinversión.-

Representa el número de años disponibles para la generación de recursos - destinados para la ampliación del propio proyecto. Lo constituye la diferencia entre la fecha en que se satura la capacidad del proyecto y el tiempo de recuperación sin descontar.

Activo Fijo Bajo Riesgo.-

Representa la porción de la Inversión fija total que se perdería en caso de que el proyecto instalado nunca iniciara operaciones productivas. Recuperándose la depreciación y aquellas partes fácilmente adaptables a otros usos, todo ello descontado a la fecha del 1er. desembolso a la misma tasa de descuento.

Costo del Capital Anual.-

Es la tasa de descuento que relega la - ponderación de los siguientes elementos: Costo de recursos nuevos, Costo para el inversionista, Costo de pasivos y capital más la recuperación por depreciación.

Resumen de Sensibilidad.-

Es el resumen de la rentabilidad del proyecto, variando los parámetros críticos del negocio Ej: inversión fija. Es recomendable mostrar las posibilidades por centuales de alcanzar el valor presente neto base y la probabilidad de exceder - el VPN cero.

La evaluación económica la lleva a cabo el subgrupo del área funcional especializada, el administrador del proyecto sin embargo, debe de conocer y manejar los conceptos mencionados anteriormente y tener el criterio basado en el conocimiento de las características del mercado y financieras del negocio para opinar y ayudar en el ajuste de esta evaluación, con el fin de hacer el proyecto atractivo y rentable, muchas veces de los resultados aquí obtenidos surge la retroalimentación debiendo cambiarse desde la definición el proyecto, provocando de nuevo el desencadenamiento de las fases siguientes hasta lograr un resultado satisfactorio, posponer o abandonar definitivamente el proyecto. El Gerente del proyecto también es el responsable de que se proporcionen los datos necesarios para la evaluación económica, coordinando las diferentes áreas funcionales involucradas.

Uno de los problemas que se presentan actualmente debido a la situación económica del país, es el disponer de estimados confiables (tasas de inflación, paridad monetaria, precio de energéticos, etc.) que permitan hacer proyecciones adecuadas de los costos de materias primas, servicios, capital, fletes, almacenaje, etc.

Además de la información técnica generada por la Ingeniería Básica, son necesarias las políticas de la compañía en cuanto a inventarios, cuentas por cobrar, caja y bancos, pago de regalías, costo del capital, tasas de dividendos, impuestos, otros ingresos por CEDIS o CEPROFIS, etc.

VII. Ejecución

Una vez que el financiamiento ha sido aprobado y se tienen perfectamente integrados y desarrollados los objetivos, programas y políticas, llega la hora de la ejecución del proyecto; para llevar a cabo esta etapa es necesaria la contratación de recursos externos, que en este caso serían firmas de ingeniería y/o construcción especializadas debiendo de nuevo realizarse en este punto, un balance entre las necesidades de recursos del proyecto, (no solo en forma global, sino por áreas específicas), y aquellos que nos ofrezca cada firma, tomando en cuenta que un factor de ponderación muy importante será el costo de los servicios de cada firma.

7.1 Contratación de Recursos Externos.

El procedimiento usual para iniciar la contratación de una firma es convocar a un concurso que bien puede ser abierto a cualquier firma (Ej. convocatoria en un periódico) que llene ciertos requisitos generales o cerrado entre los contratistas habituales de la compañía; generalmente se prefiere la segunda.

Una vez que se han recibido los datos y currícula de las firmas candidato se hace una primera selección descartando a las firmas que no tengan la solvencia económica adecuada para el tamaño del proyecto, no tengan el personal disponible necesario para garantizar el cumplimiento dentro de programas, carezcan de experiencia en proyectos afines, carezcan de personal capacitado y experimentado principalmente en los puestos de liderazgo, organización administrativa inadecuada, etc.

Para la contratación de Ingeniería de Detalle una vez pasado el primer tamiz se proporciona a las firmas restantes, los siguientes documentos producto de la Ing. Básica.

- Documento de Bases (Extractado del Reporte de Definición).
- Diagrama de Flujo con Balance de Materiales y Energía.
- Lista de Equipo Mayor.
- Dimensiones (aunque sean preliminares) del equipo mayor.
- Diagrama de Tuberías e Instrumentación (o Diag. de Ingeniería).
- Plano de Localización General de Equipo.

En base a estos documentos las firmas presentan propuestas señalando estimados de número de planos y documentos horas hombre, programas de ejecución, y recursos humanos a emplear, además tabuladores de sueldos, organización del grupo de proyecto, costos indirectos, etc. De aquí, las propuestas recibidas se analizan observando cada uno de los rubros señalados.

Número de planos y documentos.- En el criterio de que solo se deberán elaborar los necesarios para poder construir la planta; eliminando los simplistas o redundantes.

Horas Hombre.- De acuerdo a los planos y documentos a elaborar se contrastará con indicadores y datos estadísticos.

Programas de Ejecución.- Que sean acordes al Programa Maestro del Proyecto y con los recursos y carga de trabajo de la firma.

Recursos Humanos a emplear.- Que no haya actividades supervaloradas o infravaloradas y cargas de trabajo adecuadamente distribuidas.

Tabuladores de sueldos y costos indirectos.- Contrastarlo con la competencia ponderándolo con la calidad y prestigio de la firma.

Organización del grupo de proyecto.- Que sea la adecuada en hombres y esquema administrativo para el tamaño y duración del proyecto.

En aquellas propuestas que resulten atractivas, el paso siguiente es la negociación, (no siempre se puede seguir todo el procedimiento, generalmente se simplifica sobre todo en proyectos pequeños donde fases como la primera o la negociación salen sobrando) tratando de ajustar los parámetros mencionados para poder obte

ner la ingeniería del proyecto en el tiempo, costo y calidad requeridos y buscando la forma de contratación más adecuada y beneficios a ambas partes; con aquella firma con la que se obtengan mayores beneficios se firmará el contrato.

Para la construcción, la información proporcionada a las firmas será la generada en la Ingeniería de Detalle, los parámetros de evaluación serán semejantes y equivalentes, y la mecánica en general será la misma.

7.2 Ingeniería de Detalle y Construcción como Proyectos Independientes.

En el momento en que se contrata una firma para la realización de actividades de Ingeniería y Construcción, el grupo de proyecto que anteriormente era el "contratista" o el ejecutor pasa a ser el cliente de la firma, de aquí la importancia de que todos los objetivos y especificaciones hayan quedado claras durante la fase de Definición, ya que éstas serán las herramientas de control del grupo del proyecto, de cualquier manera se debe hacer participe al cliente original de las juntas de revisión del proyecto, preferentemente de manera independiente para dar libertad de actuación al gerente y grupo del proyecto durante las juntas de revisión con el contratista.

En cambio para la firma de Ingeniería y/o Construcción, el proyecto empieza al comenzar su participación en los concursos para obtener el contrato, es aquí cuando vislumbran la necesidad, plantean alternativas para resolver esa necesidad, las evalúan y proponen al cliente la más viable en forma de una propuesta, es pues ésta su Fase de Definición, la cual continúa con la participación del cliente dentro de las juntas de negociación y queda plasmada finalmente en un contrato donde quedarán fijados objetivos, políticas y programas, son pues éstas las fases de planeación y evaluación económica; en esta última el que proporciona los recursos y por ende la realiza y autoriza es el cliente.

La firma por tanto nombra un gerente de proyecto responsable de presentar una propuesta coordinando las estimaciones de los diferentes departamentos en donde se asignarán jefes de grupo, diseñadores, dibujantes, etc., y a todo este grupo se le dará una organización matricial, departamental, etc., de acuerdo al tamaño y duración del proyecto.

El gerente del proyecto será el encargado de negociar con el cliente, definir con él las políticas de revisión, objetivos de calidad y cláusulas de contratación y posteriormente será el encargado de controlar y administrar sus recursos y proporcionar al cliente reportes de avance durante la ejecución del proyecto, en fin él realiza todo el proceso de Administración de Proyectos, para su proyecto que es la Ingeniería o construcción de una planta.

En el caso de la Ingeniería de Detalle, las actividades, documentos, revisiones y aprobaciones, siguen patrones que se pueden considerar estandar; generalmente, los documentos se editan:

Revisiones A y B para chequeo por el cliente e interno, entre diferentes áreas funcionales de la firma.

Revisión 0 aprobado para construcción por el cliente.

Las áreas funcionales y documentos de que son responsables caen dentro de la siguiente clasificación pudiendo restringirse para proyectos pequeños:

a) Departamento Proceso

- Diagrama de Flujo de Proceso.
- Diagrama de Tubería e Inst. de Proceso.
- Diagrama de Flujo de Servicios Auxiliares.
- DTIS de Servicios Auxiliares.
- Hojas de Datos de Equipo Mayor.

b) Instrumentación

- Plano general de símbolos y abreviaturas.
- Arreglo de tablero.
- Especificaciones de instrumentos.
- Diagrama de Flujo en el tablero.
- Arreglo de instrumentos en el tablero.
- Localización de instrumentos.
- Rutas y señales.
- Hojas de datos (placas de orificio, indicadores de flujo, termopares y termopozos, termómetros en gral., manómetros, vidrios

de nivel, válvulas de control, válvulas de alivio, alarma, disco de ruptura, etc.)

- Índice de Instrumentos.
- Planos típicos de instalación.

c) Tubería.

- Plantas y elevaciones de tuberías y equipo.
- Isométricos.
- Lista de Líneas.
- Lista de planos de tuberías.
- Sistema contra incendio
- Plano de líneas que entran y salen de L. B.
- Requisición de tubería y accesorios.
- Tabulaciones de cotizaciones de tuberías¹
- Ordenes de compra de tuberías¹
- Orientación por boquillas.
- Puentes de tubería.

d) Recipientes.

- Planos de recipientes y torres.
- Internos de torres.
- Especificaciones de construcción de recipientes.
- Requisiciones de compra.
- Tabulación de cotizaciones de recipientes¹
- Ordenes de compra de recipientes¹

e) Civil.

- Planos de cimentaciones de equipos.
- Soportes de tubería.
- Drenajes.
- Cubicación de materiales.
- Requisición de materiales.
- Planos de estructuras y edificios.

f) Eléctrico.

- Planos de distribución de áreas.
- Diagrama unifilar.
- Sistema de tierras y apartarayos.
- Red de distribución subterránea.
- Alumbrado.
- Distribución eléctrica para fuerza y control.
- Centro de control de motores.
- Cédula de equipo.
- Requisición de materiales.
- Tabulación de cotizaciones de equipo eléctrico ¹
- Ordenes de compra de equipo y materiales eléctricos ¹

g) Maqueta.

- Construcción de mesas.
- Trazo de coordenadas.
- Localización de equipo.
- Construcción de cuerpos de equipo.
- Construcción de edificios.
- Construcción de tendido de líneas.

1. Puede realizarlas la organización del cliente si cuenta con personal disponible en su departamento de compras.

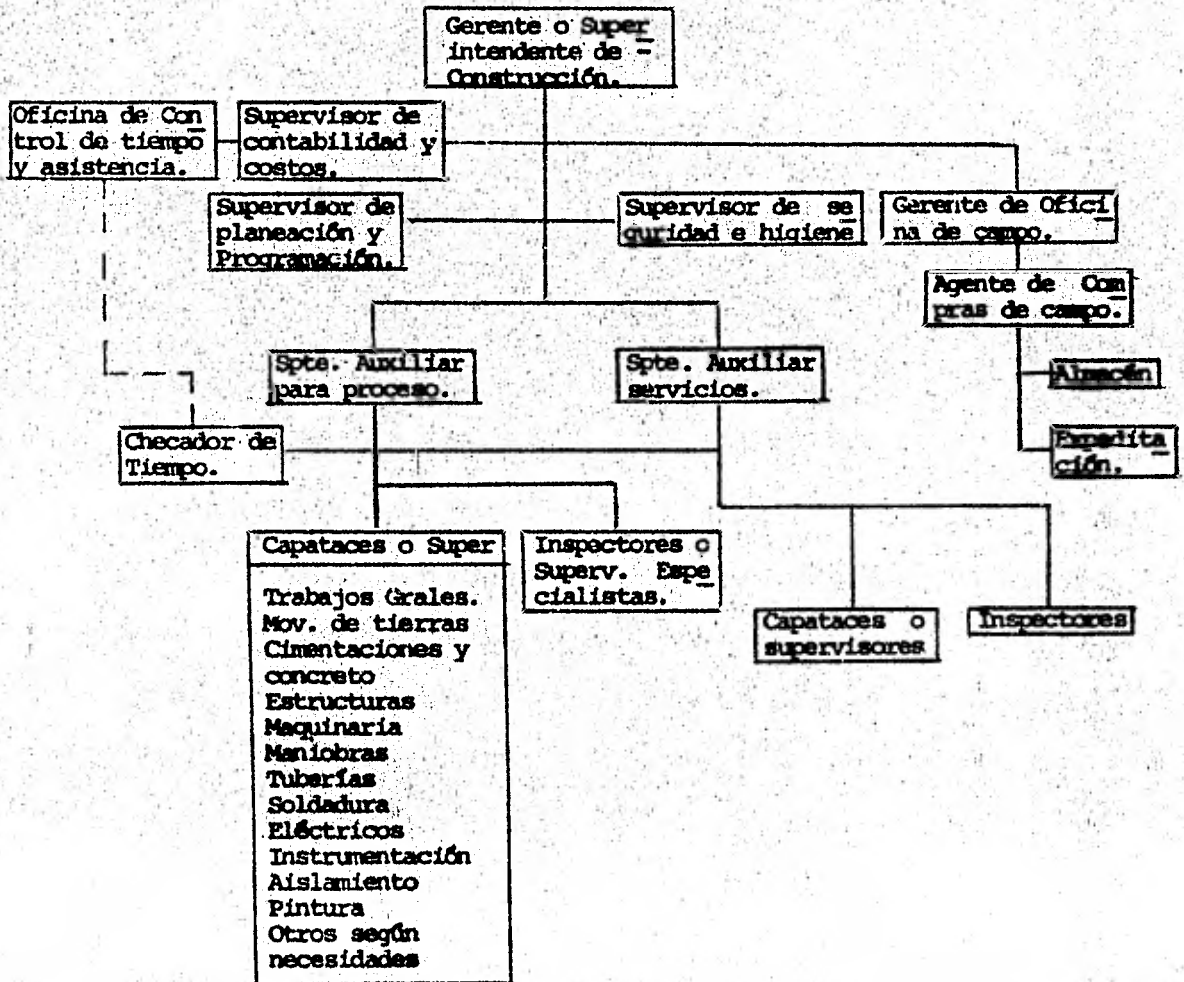
Para la elaboración de todos estos documentos en sus diferentes ediciones deben contemplarse las actividades de: Diseño, dibujo, chequeo interno y cruzado, revisiones por el cliente, supervisión, planeación y control.

Los recursos a manejar por cada subgerente o jefe de grupo en cada área funcional o departamento pueden ser: Dibujantes, diseñadores A y B, Ingenieros A, B y C, y debe de elaborar sus programas de ejecución en base a su personal asignando y nivelando esos recursos para obtener un programa realista que se ajuste al Programa Maestro del Proyecto.

Para la etapa de construcción se debe de seguir contando con personal de Ingeniería a nivel Supervisión en cada una de las diferentes áreas funcionales, el cliente debe participar activamente en esa supervisión buscando el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

De acuerdo a la naturaleza del proyecto, los objetivos de la fase de construcción son diferentes aunque siempre el contratista deberá apegarse a un estándar de calidad que puede ser interno de la firma o proporcionado por el cliente, independientemente de cumplir los objetivos.

Una organización típica de un contratista constructor puede ser la siguiente:



El éxito de la ejecución en su fase de construcción depende en buena medida de estos factores:

- 1.- Disponer de buenos supervisores de grupo e inspectores de campo.
- 2.- Organización del equipo en el campo. Definiendo claramente quien controlará operativamente y quién contablemente cada área de la planta.
- 3.- Establecer métodos efectivos de control de compras, registro de materiales y mano de obra.
- 4.- Mantener un control de inventario estricto de todos los materiales recibidos.
- 5.- Implementar talleres de campo eficientes para labores de fabricación y/o prefabricación en campo.

Resumiendo la ejecución en sus fases de Ingeniería de Detalle y Construcción pueden manejarse y de hecho así se manejan como proyectos independientes dentro del contexto del proyecto general, por lo mismo todas las fases: Definición, Planeación y Programación, Ejecución, Control y Terminación aplican, aunque en este caso el grupo original de proyecto solo cumplirá funciones de control ya que la responsabilidad operativa es del grupo de proyecto contratista; bajo control de costo, cumplimiento de programas y desempeño técnico del grupo original del proyecto que es el responsable ante su organización general de la buena marcha del proyecto.

7.3 Tipos de Contrato y Cláusulas.

Se había mencionado con anterioridad que en el proceso administrativo el elemento más importante es el elemento humano y para llevar adelante el proceso es necesario que la gente se comprometa y después que cumpla sus compromisos. Se pueden agrupar los compromisos en dos tipos generales: Internos que quedan plasmados en la matriz área/función y subsecuentemente en las minutas de juntas de revisión.

Los compromisos externos realizados con otras firmas generalmente son avalados por medio de un contrato de compraventa de bienes y/o servicios debidamente legalizado, quedando así apoyado el cumplimiento del compromiso en la legislación correspondiente.

Para llegar a establecer los términos del contrato, es necesario establecer una negociación entre las partes, entendida ésta como un procedimiento -- donde se intercambian conceptos de manera verbal con el objeto de llegar a un -- acuerdo sobre lo que es requerido y ofrecido en los aspectos de calidad técnica, programas y precios.

Los negociadores son diferentes y pueden llevar su oficio al nivel de arte con su estilo propio, pero descontando ésto se pueden fijar algunas normas y características de la negociación y el negociador:

Sea justo: Sea justo consigo mismo, siendo justo con la otra persona, nadie gana una negociación a menos que ambas partes estén satisfechas.

Sea honrado: Una vez que acceda está comprometido.

Conozca las limitaciones: Comprenda sus limitaciones, no se comprometa a menos que tenga la autoridad y no pierda de vista sus objetivos.

Esté preparado: Conozca el tema. Utilice sus recursos.

Comprenda la posición del otro: Analice su posición, para poder ser justo.

Sea objetivo: No pierda el control.

Sea buen escucha: La clave es la comunicación en ambos sentidos.

Se pueden agregar que el negociador debe tener habilidad para expresar sus ideas verbalmente, ya que éste es el medio en que discurre la negociación; debe ser paciente y no perder el control aún ante ataques personales anteponiendo -- siempre el interés del grupo al que representa; debe ser mentalmente ágil para -- ajustarse a los giros y réplicas inesperadas sin perder nunca de vista sus objetivos y por último debe manejar las situaciones tratando de no hacer concesiones sin obtener a cambio algún beneficio, aunque para ello tenga que cubrir información, -- retrasar juntas, etc.

Uno de los primeros puntos a negociar es la forma de administración y pago del contrato, para ello se conocen las siguientes modalidades (pueden presentarse variantes y combinaciones):

- a) Precio fijo o alzado
- b) Administración o costos reembolsables

Las siguientes son las variantes más utilizadas:

- 1) Precio fijo: El contratista queda obligado a desarrollar los conceptos descritos en las especificaciones de acuerdo a un programa y precio acordados. Ignorando cualquier cambio en el contrato y especificaciones, el precio permanecerá fijo durante la vigencia del contrato.

Este tipo de contrato es conveniente cuando el proyecto está perfectamente definido en todos sus aspectos, implica riesgo para el contratista pero también la posibilidad de utilidades extra provenientes del ahorro al cumplir los objetivos con menos recursos que los estimados en el contrato.

- 2) Precio fijo con escalación: Idem al anterior pero el contratista se protege del aumento de precio de materiales e insumos utilizando factores de escalación que serán los índices oficiales.

- 3) Precio fijo con Redeterminación: Idem al primero pero haciendo ajustes periódicamente o al final del proyecto debido a fluctuaciones en los costos o cambios en las especificaciones.

- 4) Precio fijo con incentivo: Idem al primero pero con la posibilidad de obtener primas adicionales por el acortamiento en costo y/o tiempo y también con la posibilidad de multas en el caso contrario.

- 5) Costos más cuota fija: Se utiliza cuando aún hay especificaciones técnicas por definir y consiste en reembolsar al contratista sus costos reales en tiempo y materiales más una cuota de utilidad que se acuerda y permanece fija durante la vigencia del contrato.

- 6) Costos más incentivo: Combina el 4) y 5) o sea reembolsa al contratista sus costos y asigna una utilidad de acuerdo a la calidad del trabajo desempeñado y al cumplimiento de los programas.

7) **Tiempo y Materiales:** El contratista cobra, incluyendo, horas trabajadas, materiales utilizados y utilidad.

T A B L A 7.1

Riesgo en Contratista			Precio Fijo	Riesgo en Cliente			Costos Reembolsables
Precio Fijo	P.F. con escalación	P.F. con redeterminación	P.F. con incentivo	Costos más cuota fija	Costos más incentivos	Tiempo y materiales	
← Grado de Riesgo			o	Grado de Riesgo →			
			Donde	Aplicuen			
1. Especificaciones completas.	1. Idem	1. Alta cantidad de producto.	1. Especificaciones perfectibles.	1. Especificaciones perfectibles.	1. Especificaciones perfectibles.	1. Especificaciones perfectibles.	
2. Alta competencia entre contratistas.	2. Inflación y proyectos largos.	2. Larga duración.	2. Negociada.	2. Ingeniería a desarrollar.	2. Ingeniería a desarrollar	2. Emergencia.	
3. Evitar negociaciones.	3. Negociado.	3. Inflación.	3. Inflación.	3. Negociado.	3. Negociado.	3. Servicios generales no críticos.	
		4. Especificaciones no definidas	4. Riesgos.				
		5. Negociado.					

En los contratos de tipo "a" la responsabilidad del control y supervisión de la ejecución queda en el contratista y el cliente seguirá en las juntas de revisión preferentemente el desempeño técnico.

En los contratos tipo "b" el cliente deberá administrar la utilización de recursos por el contratista, debiendo implementar adecuados métodos de supervisión y control, así como los mecanismos de retroalimentación.

Cuando se trata de procesos ya conocidos por la compañía y/o se dispone de una Ingeniería Básica o de Detalle de buena calidad, se debe de tratar de obtener un contrato a precio fijo, hay factores que pueden favorecer un contrato de este tipo:

- La competencia entre diversas compañías que en sus propuestas presentan costos más cuota fija pero en la negociación, alguna accede a precio fijo para ganar el contrato.
- El entrar una firma a un mercado nuevo o sea si nunca había trabajado con la compañía cliente y por el impacto que tendría el absorber futuros proyectos de esta compañía las firmas bajan sus precios, aceptan precio fijo o proyectos muy pequeños que de otra manera despreciarían.

Cuando las especificaciones pueden ser susceptibles a mejoras, cambios o la calidad de la Ingeniería efectuada anteriormente es dudosa lo mejor es un contrato del tipo costos reembolsables.

Pasemos ahora a una estructura típica de un contrato, donde generalmente encontramos los siguientes apartados y cláusulas:

- a) Antecedentes: Donde el cliente y contratista declaran ser sociedades legalmente constituidas aportando datos sobre sus: Reg. Fed. de Causantes, Padrón del Seguro Social y Reg. Público de la Propiedad, asimismo sus representantes aportan datos que legalizan su representación y autoridad para celebrar el contrato.
- b) Cláusulas: Donde se estipulan las condiciones generales de la compra-venta de servicios, entre las mas comunes:
 - b.1 Objeto.- Cual es el objeto del contrato, que funciones y objetivos cumplirá el contratista y que información deberá proporcionar el cliente.
 - b.2 Servicios del contratista.- Se define en forma detallada el alcance de los suministros en cada área funcional del proyecto en base a: Planos, dibujos, memorias de cálculo, especificaciones complementarias, manuales de procedimientos, etc.

Se definen los procedimientos administrativos, registros y controles - que regirán durante la ejecución.

- b.3 Pago al contratista.- Se tipifica la forma de pago de acuerdo a alguno de los patrones ya mencionados, además se definen cuales gastos se considerarán reembolsables al contratista.
- b.4 Forma de pago.- Porcentajes contra avance, fija mensual, al término, - etc., y manejo contable de los mismos.
- b.5 Responsabilidad y Garantías.- El contratista se compromete a mantener o proporcionar al proyecto los recursos suficientes en calidad y cantidad para cumplir los objetivos que aquí mismo se señalen y en caso de incumplimiento faculta al cliente a emendar los errores a costa del contratista.
- El cliente se compromete a proporcionar al contratista toda la información y facilidades para realizar su trabajo.
- b.6 Alcance.- Se define el procedimiento para cambios en el alcance y su - circuito de aprobación; así también se faculta al cliente a ordenar cambios menores que no afecten el alcance y costo originales pero siempre mediante una orden de cambio.
- b.7 Confidencialidad.- El contratista se obliga a no revelar ni utilizar - la formación obtenida a través del cliente, para ello se crea un registro y control de documentos extensivo a los proveedores.
- b.8 Suspensión o Desistimiento.- Generalmente se faculta al cliente a desistirse en cualquier momento pagando solo la parte ejecutada de los servicios, avisando con un mínimo de 15 días naturales de anticipación. En cambio en caso de desistimiento por parte del contratista, se le podrán retener los pagos hasta la finalización total del trabajo y hacerle cargos por daños y perjuicios.

El cliente puede cancelar parcial o totalmente los trabajos de mala calidad que se efectúen, obligando al contratista a enmendarlos o en su defecto podrá trasladarlo a otro contratista haciendo los cargos y deducciones correspondientes.

- b.9 Fianzas.- Se fija el número y monto de las fianzas que garanticen el cumplimiento de todas las cláusulas y la calidad de los trabajos.
- b.10 Trabajadores.- Se define la responsabilidad administrativa y operativa de los empleados del contratista con respecto al cliente.
- b.11 Subcontratos.- Se obliga al contratista a no efectuar subcontratos sin la autorización expresa del cliente.
- b.12 Disposiciones Generales.- Se libra de responsabilidad a ambas partes en caso de omisiones y retrasos ocasionados por fenómenos naturales, guerras, golpes de estado, etc.

Se define el lugar y sitio (tribunales) en que se ventilarán controversias, desacuerdos o asuntos no tratados en el contrato que provoquen conflictos entre las partes.

Para que una notificación sea válida deberá darse por escrito y deberá recabarse acuse de recepción.

- b.13 Voluntad.- Voluntad de cumplimiento del contrato sin error, dolo, lesión, mala fé, etc., enterados de su valor y fuerza legales.
- c) Anexos: Programas de Ejecución, especificaciones y alcance, información proporcionada por el cliente, gastos reembolsables a contratista, manual de procedimientos administrativos, etc.

VIII. Evaluación del Avance del Proyecto.

Para poder construir o sea transformar en hechos todos los documentos has ta aquí elaborados, es necesario que el contratista gaste el dinero a una velocidad tal que le permita cumplir con el programa. El dinero gastado se traduce en horas - de ingeniería, horas de manufactura u horas de construcción en campo, para poder avan- zar es necesario gastar, pero es necesario hacerlo de manera congruente a los planes, programas y presupuestos elaborados.

Para que un proyecto se pueda considerar como un éxito debe cumplir con - cuatro características básicas:

- 1) Que el proyecto se concluya en una fecha preestablecida o sea en programa.
- 2) Que el proyecto se complete a un costo no mayor que el predeterminado o sea dentro de presupuesto.
- 3) Que las instalaciones funcionen de acuerdo a una manera preestablecida o sea dentro de especificaciones.
- 4) Que se hayan mantenido buenas relaciones entre las partes contratantes tal que se puedan realizar futuros negocios.

Por lo tanto, es la responsabilidad del Gerente del proyecto el controlar la utilización de los recursos con el fin de alcanzar los objetivos arriba plantea- dos.

La base del control es un plan. El propósito del plan y el programa, ha sido crear un orden lógico y documentar el proceso, a seguir.

En el capítulo 5 se planteó el proceso a seguir, utilizando como recurso las juntas de revisión; vale entonces preguntar ¿qué y como se revisará para evaluar el avance del proyecto?

El objetivo entonces es crear un sistema de información del estado del - proyecto. Información que debe fluir de abajo hacia arriba en el organigrama y que debe de cubrir los 4 aspectos planteados en los objetivos y que permita:

- Medición de resultados.
- Evaluación del efecto.
- Tomar o provocar la toma de decisiones.
- Ajustar el proceso.

De nuevo los métodos de control deben de, en lo posible, seguir a los métodos de dirección, o sea las políticas de la compañía en general, y solo crear métodos diferentes o especiales cuando sea absolutamente indispensable.

8.1 Métodos de Control.

Como punto inicial antes de empezar la ejecución del proyecto y por ende de aplicar algún método, conviene hacer una revisión de los siguientes puntos:

a) Plan de Ejecución de Ingeniería de Detalle.

- Alcance del trabajo ingenieril.
- Bases de diseño para unidades de proceso y offsites.
- Evaluaciones de ingeniería y diseño (premisas y procedimientos).
- Especificaciones y estándares para diseño.
- Códigos y reglamentos aplicables a alguna área de diseño.
- Arreglos de planta y layouts de equipo.
- Uso de modelos o maquetas.
- Problemas ingenieriles específicos del proyecto.

b) Plan de Ejecución de Compras.

- Identificación de equipos críticos.
- Premisas de costo y calidad.
- Número de cotizaciones requeridas.
- Evaluación de importaciones vs-Nacional
- Formas de requisición, niveles de aprobación, distribución de documentos, codificación.

c) Plan de Ejecución de Construcción.

- Transportes al área y al sitio del proyecto.
- Preparación del lugar, accesos y restricciones climatológicos.
- Facilidades temporales para construcción.
- Estudios estructurales.
- Requerimientos de equipo de construcción.
- Prioridades de construcción y secuencia de erección.
- Métodos y procedimientos de construcción.
- Requerimientos de recepción de materiales.
- Secciones modulares prefabricadas.
- Evaluación de fabricación en taller vs. fabricación en campo.
- Tanques y recipientes fabricados en campo.
- Organización y personal de construcción.
- Inspección de campo y control de calidad.
- Procedimientos de seguridad en campo.
- Requerimientos sindicales.
- Disponibilidad de mano de obra y planes de contratación.
- Relaciones laborales.
- Campamentos.
- Subcontratos.
- Códigos y permisos locales.
- Control de costos y programas.

8.1.1 Métodos de Red.

Para que los métodos de red (PERT-CPM) funcionen como métodos de control, necesitan estar mecanizados y lo más importante, todo el personal del proyecto involucrado, debe manejar y comprender los conceptos de flujo en redes, la mecánica es ir sustituyendo los datos planeados por datos reales, y aún mejorando los estimados al crecer el número de datos con el avance del proyecto.

El siguiente paso es correr el modelo, el cual deberá dar datos acerca de la probabilidad y el costo de completar a tiempo los programas originales, o de no ser así aportar datos sobre el mejor estimado actual.

Otras áreas que generalmente cubren los reportes de estos métodos son:

1. Estado de Programa: La diferencia entre el programa planeado y el real, revela el grado de traslape si existe.
2. Áreas Problema: Señala las áreas con mayor riesgo tanto en programa como en costo.
3. Estado de Costo: Lo da la comparación entre el costo real y el presupuesto.
4. Predicción de Costo: Extrapola los costos reales, pronosticando sobregiros o ahorros.

Debido al costo que representa correr estos modelos, se prefiere solo correr las áreas problemáticas o aquéllas que sufran modificaciones.

Las desviaciones y áreas de problema potencial requieren inmediatamente de acción administrativa y en caso de que se mostraran sin cambio para la corrida del siguiente período, se requerirá tomar medidas de corrección más vigorosas.

8.1.2 Conteo de Eventos a Completar.

Esta técnica es muy simple, pero es de gran ayuda en proyectos cortos, de rápidas reacciones y cambios (no hay tiempo de correr PERT) y que involucran un gran número de gentes.

Consiste en elaborar una curva acumulativa graficando los eventos a completar (y) en cada período de tiempo (x) hasta el término del proyecto según el programa. El siguiente paso es ir graficando en cada período el número de eventos reales completados, sin importar su secuencia o si se hicieron adelantados o retrasados con respecto a programa.

Así de un vistazo, se obtendrá un rápido, aunque grueso estimado del avance del proyecto, el complemento a esta gráfica sería la curva acumulativa de gastos planeada y real.

8.1.3 EVP (Earn Value Planning). Método del Valor Adquirido.

Por definición esta es la técnica que compara el trabajo físicamente de-

sarrollado con el que debía de estar completo de acuerdo al programa.

El primer paso en la aplicación del método, es elaborar la gráfica acumulativa de costo estimado (presupuesto aprobado), en el eje de las ordenadas — contra el tiempo total del proyecto, dividido en periodos de revisión en el eje de las abscisas.

Para obtener el costo presupuestado para cada periodo, se debe de sumar la participación o costo proporcional de cada actividad a desarrollarse dentro del programa en el periodo de revisión. (Ver figura en la página siguiente).

No siempre se dispone de bases reales para fraccionar el costo de las actividades por periodos, de ser así se hará solo por estimaciones de avance y — tomando en cuenta la definición de valor adquirido.

La gráfica de costo planeado según presupuesto será igual al valor adquirido planeado a todo lo largo de la ejecución del proyecto, esta curva será — el desempeño ideal del proyecto y el patrón de comparación.

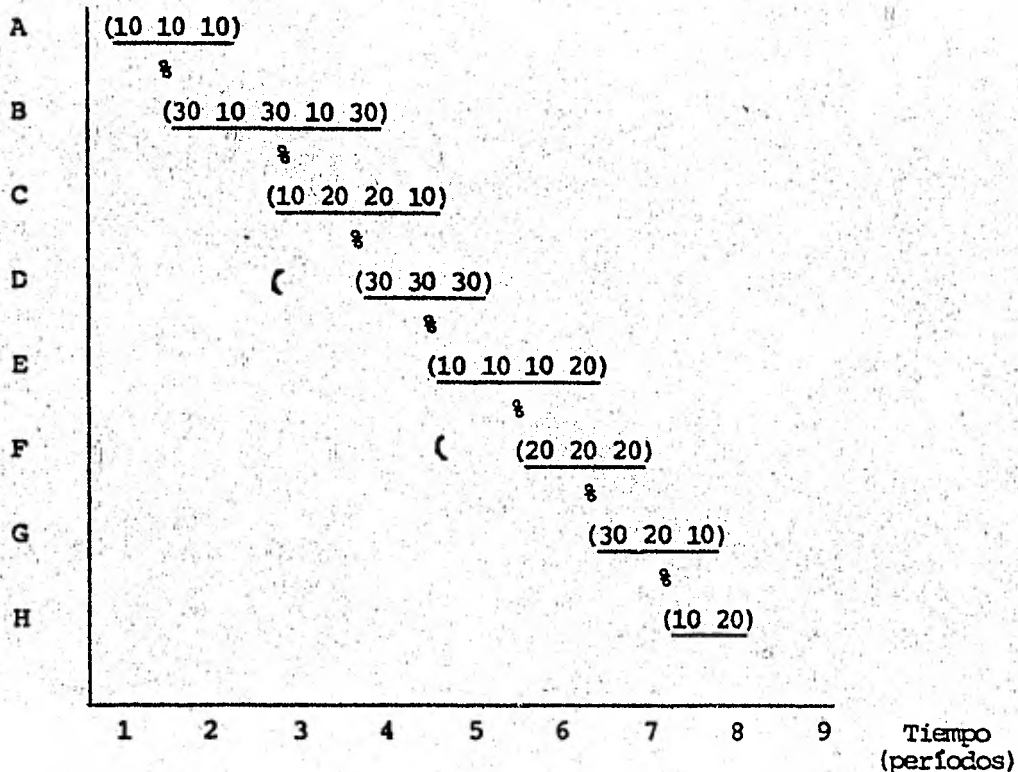
El siguiente paso es graficar en forma acumulativa y por periodo los — conceptos de: Valor Adquirido Real y Valor Gastado, de acuerdo a las siguientes definiciones:

Valor Adquirido.— Es el valor presupuestado para una actividad y se — considera adquirido cuando el producto de esa actividad cumple los requisitos de calidad del proyecto y está ya en posibilidades de ser aprovechado por el proyecto ej: para la adquisición de equipo y materiales se puede establecer que éstos se adquieren hasta que entran a la planta donde se instalarán y no se toman en — cuenta los anticipos anteriores.

Valor Gastado.— Es el valor que se invirtió o gastó en el bien o servicio, independientemente del valor o monto que se la haya presupuestado o estimado, se puede dar el caso extremo de que habiendo valor gastado, no haya valor adquirido, esto es cuando el bien o servicio recibido no es útil (ej: fuera de especificaciones) al proyecto, esto reflejará una mala definición o una falta de — supervisión.

PROGRAMA - PRESUPUESTO

Actividad



Acumulado x periodo

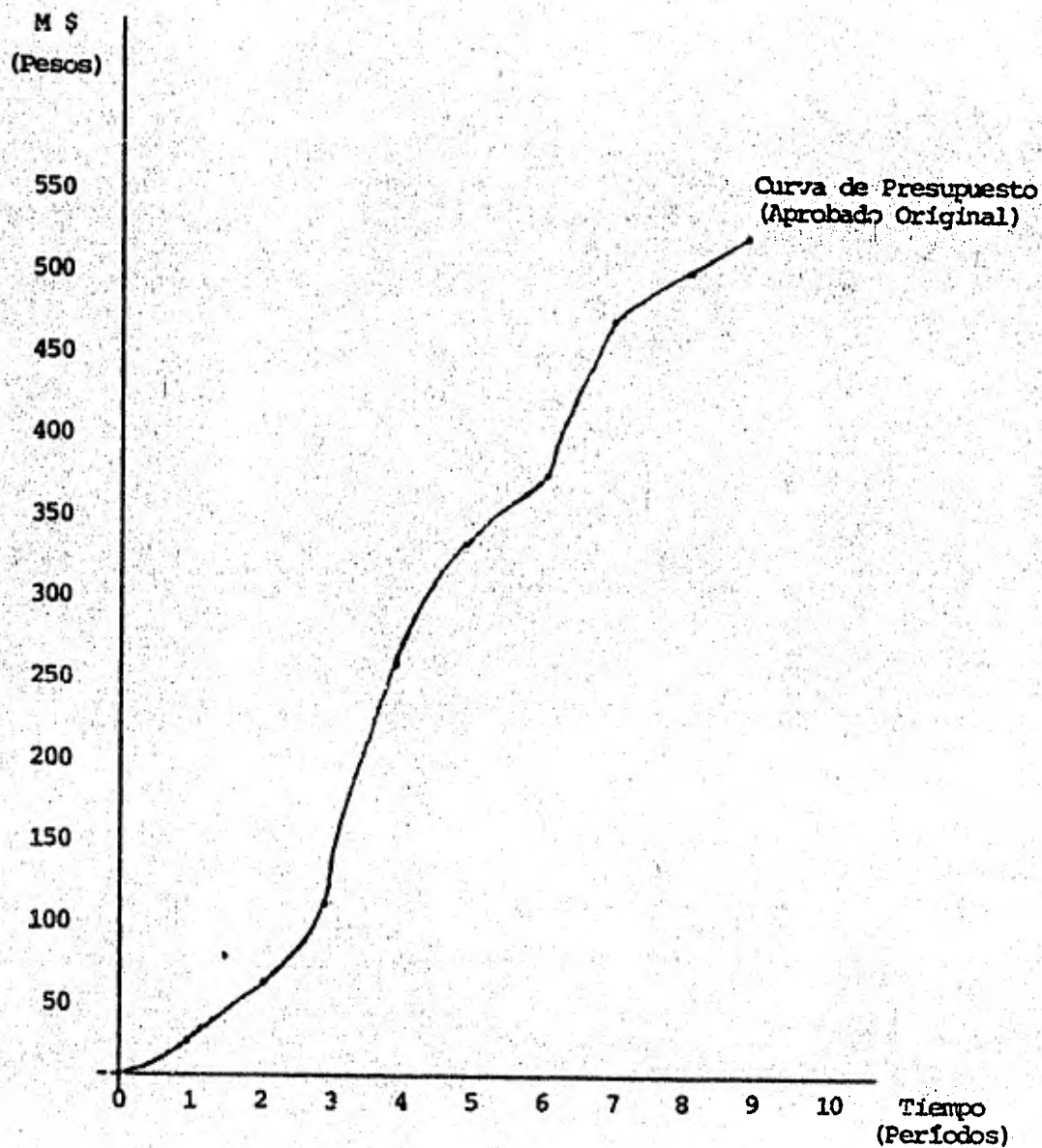
10	10	10	30	10	40	60	80	40	30	10	30	30	70	20	10	10	20
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Acumulado Total

10	20	30	60	70	110	170	250	290	320	330	360	390	460	480	490	500	520
----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PRESUPUESTO (M\$)

CURVA DE PRESUPUESTO



El tercer paso es analizar para el período de revisión correspondiente, los valores relativos del Valor Adquirido Real y el Valor Gastado contra los planeados, se pueden dar seis casos hipotéticos:

Caso	Presupuesto y V.A. Planeado A	Valor Gastado B	Valor Adquirido Real C
1	1000	800	600
2	1000	600	800
3	1000	1200	800
4	1000	800	1200
5	1000	1400	1200
6	1000	1200	1400

Caso 1: Esto es lo que usualmente se considera como ahorro al ser B y C menores a A, sin embargo las cosas no marchan bien, debido a que el trabajo se está realizando con cierta ineficiencia, (B es mayor que C) se podría esperar un sobregiro, además existe un severo retraso con respecto al programa (C es mucho menor que A), lo cual hace aún peor la situación. Este caso es de los peores, se avisaran problemas.

Caso 2: Hay un gran ahorro (B es mucho menor que A) el trabajo se está haciendo de manera eficiente (C mayor que B), y se puede preveer un ahorro final. Sin embargo la actividad se encuentra atrasada (C menor que A).

Caso 3: Hay un sobregiro (B es mayor que A) y todo indica que las cosas se pondrán peor aumentando el sobregiro, debido a que el trabajo se está realizando muy ineficientemente (C es mucho menor que B), además el proyecto se encuentra atrasado (C es menor que A). La situación es terrible.

Caso 4: Cualquier administrador quisiera mantener siempre así sus proyectos, hay un ahorro (B es menor que A) que tenderá a aumentar al estarse trabajando eficientemente (B es mucho menor que C) y además el proyecto está adelantado con respecto al programa (C es mayor que A).

Caso 5: Hay un sobregiro importante (B es mucho mayor que A), el trabajo se está haciendo ineficientemente, sin embargo el trabajo está adelantado con respecto al programa (C es mayor que A) y esto tal vez hace ver el sobregiro mayor de -

lo que será en el futuro.

Caso 6: A pesar de que hay un sobregiro (B es mayor que A), las cosas parecen marchar bastante bien, el trabajo se realiza eficientemente (B es menor que C) lo cual puede hacer pensar en un posible ahorro final, el trabajo está bastante adelantado con respecto al programa (C es mucho mayor que A) y esta es la causa real del sobregiro, ésta probablemente es la segunda mejor situación.

El último paso es la elaboración del estimado por gastar para el resto del proyecto, cuando en la ejecución de un proyecto no hay cambios significativos, el estimado por gastar es simplemente la diferencia entre el presupuesto total y el valor adquirido a la fecha.

Como esta condición casi nunca se cumple, entonces hay que estimar la cantidad por gastar en cada uno de los periodos de revisión.

Para llevarlo a cabo, se hará en cada actividad lo siguiente:

1. Analizar que se ha efectuado.
2. Analizar que falta por hacer.
3. Estimar el costo de lo que falta por ejecutar en base a la proyección de costos que se tienen del pasado y a las tendencias presentadas.

En base a la información generada, se deberán tomar las medidas que traten de hacer volver al proyecto al plan original, sin embargo es importante hacer notar que el control de costo y tiempo del periodo que sigue al de revisión no se hace contra la curva de presupuesto (planeada), sino contra la del estimado por gastar.

8.1.4 Enfoque de Administración por Objetivos.

De manera simplificada el proceso de administración por objetivos sigue los siguientes pasos:

- 1) Establecimiento de metas globales para el primer nivel de la organización.
- 2) Identificación de objetivos específicos a niveles inferiores de la organización que aseguren el cumplimiento de las metas globales.
- 3) Formulación de planes concretos para alcanzar los objetivos.
- 4) Fijar fechas límite para el cumplimiento de los planes.
- 5) Evaluación periódica del avance.
- 6) Ajuste de los planes de acuerdo a los cambios.
- 7) Evaluación del desempeño total contrastando contra el plan.

Aplicando este método a la Administración de Proyectos se definirían cuatro áreas de control para obtener la meta global que sería el éxito del proyecto; las áreas y sus objetivos serían:

- a) Que el proyecto concluya en una fecha preestablecida o sea en programa.
- b) Que el proyecto se complete a un costo no mayor que el predeterminado o sea en presupuesto.
- c) Que las instalaciones funcionen de acuerdo a un modo preestablecido o sea dentro de especificaciones.
- d) Que se hayan mantenido buenas relaciones entre las partes participantes, tal que pueda repetirse el proceso completo.

Para dar seguimiento al proceso administrativo, se definen cinco puntos de chequeo:

1. Arranque.- Una vez que se ha terminado la definición y se tienen programas y presupuestos detallados a nivel preliminar.

El objetivo de la revisión es: identificar items críticos y establecer un programa de seguimiento y evaluación del desempeño.

2. Crecimiento.- Una vez que se han superado los problemas de arranque y se han sentado las bases para todo el trabajo subsecuente. Esto usualmente ocurre al 20% del avance físico.

El objetivo es verificar que el trabajo ha sido adecuadamente definido y avanza de acuerdo al plan.

3. Producción.- Esta fase se da cuando el proyecto está avanzando y también consumiendo recursos a un nivel máximo, esto ocurre alrededor del 40% del avance físico.

El objetivo es contrastar contra el plan y establecer acciones correctivas donde se requiera.

4. Terminación.- En esta fase generalmente el esfuerzo productivo y el consumo de recursos no se refleja con la misma intensidad en el avance del proyecto. Esta revisión se realiza generalmente alrededor del 80% de avance.

El objetivo es determinar si la ejecución del plan ha sido seguida, si las acciones correctivas han funcionado y checar los planes para la finalización del proyecto.

5. Auditoría.- Se da al término del proyecto y el objetivo es dar una revisión final al desempeño del proyecto y preservar la información para los trabajos futuros.

Como es natural dependiendo de los resultados de la evaluación en cada etapa, se generarán planes correctivos a los que se dará seguimiento y checará - en la siguiente revisión de manera independiente para cada una de las cuatro áreas de control.

8.2 Actualización de Programas y Presupuestos.

Los dos parámetros medibles cuantitativamente en el proceso de evaluación son costo y presupuesto y es por ello que se pueden manejar por métodos gráficos y/o analíticos; esto, sin embargo, no ocurre así con el tercer parámetro -- que sería el desempeño técnico, éste es más difícil de medir debido a su especificidad, y es difícil en cuanto a su incorporación en base a variables medibles por algún método de evaluación práctico; es por estas razones que posponemos a la siguiente sección el tratamiento de este parámetro (Gráficamente habría que manejar modelos de 3 dimensiones).

El último de los parámetros de evaluación es completamente subjetivo y

dependerá de la habilidad y experiencia del personal del proyecto el mantener las buenas relaciones entre todos los involucrados.

Volviendo a los parámetros costo y programa, generalmente encontramos - cuatro tipos de respuesta básica, los cuales pueden originarse en los siguientes factores:

1. Retraso en programa y ahorro en presupuesto.

Factores Controlables:

- a) Carencia de información.
- b) Trabajo anterior realizado fuera de secuencia.
- c) Sobrecarga de trabajo al personal.
- d) Acciones correctivas inefectivas.
- e) Retraso en las decisiones por el personal del proyecto.

Factores Incontrolables:

- a) Retraso en las decisiones por personal externo al proyecto.
- b) Programa estrecho debido a malas estimaciones.
- c) Presupuesto excesivo.

2. Adelanto en programa y ahorro en presupuesto.

Factores Controlables:

- a) Eficiencia mejor que la planeada.
- b) Decisiones en el momento adecuado.
- c) Innovaciones en el proceso de ejecución.
- d) Buena planeación.
- e) Buena comunicación.
- f) Pocos cambios.
- g) Buen seguimiento a las acciones correctivas.

Factores Incontrolables:

- a) Condiciones reales mejores que las supuestas.
 - b) Programa alargado debido a malas estimaciones.
 - c) Presupuesto excesivo.
3. Atraso en programa y sobregiro.

Factores Controlables:

- a) Exceso de personal.
- b) Carencia de información.
- c) Baja productividad.
- d) Mala planeación de las cargas de trabajo.
- e) Planes elaborados o ejecutados incompletamente,
- f) Trabajo duplicado o reciclado.
- g) Cambios excesivos.
- h) Retraso en las decisiones por el personal del proyecto.
- i) Falta de comunicación.
- j) Acciones correctivas inefectivas.

Factores Incontrolables:

- a) Retraso en las decisiones por personal externo al proyecto.
- b) Cambios tardíos o excesivos (de origen externo).
- c) Programa estrecho debido a malas estimaciones.
- d) Presupuesto estrecho.

4. Adelanto en programa y sobregiro.

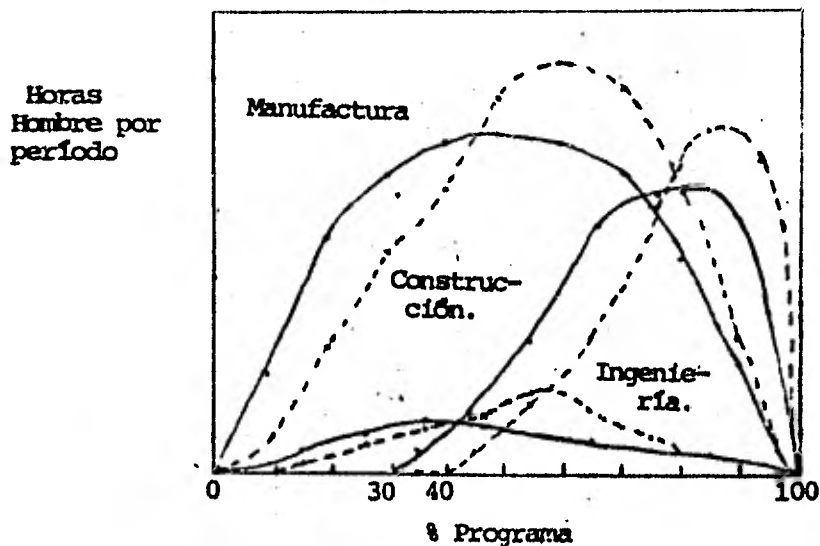
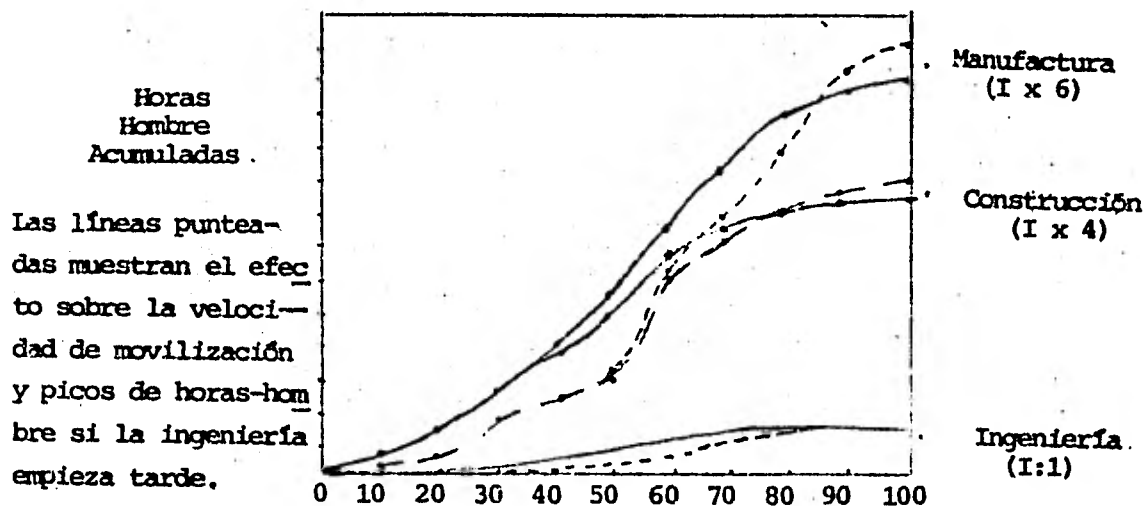
Factores Controlables:

- a) Trabajo hecho fuera de secuencia.
- b) Exceso de personal.
- c) Baja productividad.
- d) Mala planeación de las cargas de trabajo.

Factores Incontrolables:

- a) Programa alargado debido a malas estimaciones
- b) Presupuesto estrecho

Uno de los renglones más importantes en el control de la ejecución, es el inicio a tiempo de las actividades ya que el perder tiempo en la toma de decisiones causa graves aumentos en el costo de la actividad al tratar de conservar el programa original (ver modelo CPM), estos efectos son más notorios para las fases de manufactura y construcción como se puede apreciar en los gráficos



Cabe señalar que los métodos tratados en la sección anterior son para dar al administrador una visión general del proyecto o bien de una área funcional específica, esto no excluye el uso de métodos de control más detallados a niveles más bajos del WBS, de hecho, estos sistemas lo requieren y es de ahí de donde fluyendo hacia arriba surge la información necesaria para el manejo de los métodos generales, para después de ser analizada la información, surja el rastreo de la causa de la desviación si la hubiera y la implementación de acciones correctivas que fluyendo hacia abajo afectarán los diagramas de Gant y presupuestos por actividades o subcuentas que se utilizan como controles en los niveles más bajos.

Al reprogramar actividades se deben tratar de adelantar aquellas que — muestren un índice de criticidad mayor, además que sean más baratas de acelerar y que dicha aceleración se pueda realizar sin detrimento en la calidad.

Algunos sistemas de programación dan prioridad de recursos a las actividades atrasadas. Tan pronto como se hace una reprogramación, las actividades pierden su prioridad. La misma carencia de prioridad que causó el problema original lo puede repetir; es necesario evitar estas situaciones.

se debe de tener cuidado al acelerar una actividad ya que se puede caer en errores como: sobrediseño, evaluaciones de alternativas incorrectas, soluciones simplistas, etc. que podrán de momento sacar adelante el proyecto, pero después causar graves retrasos durante los períodos de construcción y/o arranque.

El gerente del proyecto debe de evitar que al haber un retraso que afecte a varias áreas funcionales, alguna de ellas acelere sus actividades sin que — las demás lo hagan en la misma proporción, ya que al final solo originaría tiempo muerto y desperdicio de recursos.

Al detectarse un retraso en alguna área funcional, debe de dársele la oportunidad de recuperarse (en esta etapa el control y supervisión deberá ejercerse diariamente) antes de reprogramar.

Cada subgerente o jefe de grupo por área funcional, debe de mantener — bajo estricto control las subcuentas a su cargo y reportar semanalmente las variaciones de dichas subcuentas.

El Gerente del proyecto al revisar los estudios de costos por departamento, podrá darse cuenta de la forma en que cada departamento está siendo administrado.

Los sobregiros son generalmente la primera causa de alerta, los ahorros aunque menos aparatosos deben de ser analizados cuidadosamente.

En general las decisiones sobre acciones correctivas en el área de presupuesto, se darán después de analizar los estimados por gastar, una acción correctiva puede ser redistribuir el presupuesto de actividades con ahorro a actividades con sobregiro, este tipo de acción generalmente no es bien vista, debido a que el personal lo puede tomar como un premio a la ineficiencia. Otra acción correctiva consiste en hechar mano a medio proyecto de los fondos de contingencia, esta acción es válida cuando los sobregiros se deban a factores incontrolables, - de otra manera se corre el riesgo de agotar estos fondos y meterse en problemas - en caso de que aparezcan los factores incontrolables.

8.3 Reportes de Estado del Proyecto.

Periódicamente (lo usual es mensualmente), el cliente debe de ser informado del Estado del Proyecto, esto se hace a través de un reporte que puede tener en particular diferentes formatos, el cual dependerá de los procedimientos administrativos normales de la organización, en este renglón, la periodicidad de este reporte no excluye que el gerente quien es el responsable directo de la comunicación cliente/grupo de proyecto, establezca esta comunicación cuando algún cambio importante así lo requiera en cualquier momento.

El reporte deberá ser veraz y conciso, ésto quiere decir que se debe - evitar el manejo de dobles bases de datos, una para uso externo y otra para control interno, ya que un cliente experimentado podría ordenar en un momento dado una auditoría con el consiguiente retraso y perjuicio de ambas partes, además de que las buenas relaciones quedarían definitivamente destruidas. Con respecto al tamaño, se debe de evitar el manejo de reportes voluminosos ya que encubren la - información importante y resultan caros por su tiempo de preparación y retroalimentación al proyecto, una buena práctica es la administración por excepción que en este caso significaría el reportar aquellas áreas problemáticas o susceptibles de serlo.

Los reportes deberán contener la evaluación de las tres áreas de control principales: programa, costo y calidad técnica.

Los métodos del tipo valor adquirido incorporan el concepto de calidad técnica aunque de manera un tanto implícita, los términos de aceptación mecánica — para los diferentes equipos y sistemas del proyecto deben de quedar apoyados por un plan de pruebas por medio del cual se asegure el cumplimiento de las especificaciones plasmadas en la Definición del Proyecto.

Como se ha visto, al avanzar el proyecto se dispone de mayor cantidad de información y datos sobre todo a nivel técnico, al irse sucediendo el diseño definitivo, los dibujos de taller y certificados, especificaciones del equipo ya a nivel comercial, entrega de manuales e información técnica por parte de los proveedores, el avance deberá de ir apoyado y aprobado por medio de revisiones continuas y después por medio de la inspección física, para ello es necesaria la intervención de especialistas que muchas veces son parte de los servicios de los proveedores o bien de los contratistas.

Al crecer el nivel de especificidad en la evaluación técnica de los equipos no se deben de perder de vista tres aspectos fundamentales para mantener la congruencia del proyecto: Programa, Costo y Servicio. Con ello se quiere decir que se debe de ajustar el programa de pruebas al programa general y realizar sólo las pruebas necesarias para asegurar que el equipo cumple con el servicio requerido dentro del proceso global; como ejemplo: sería ilógico radiografiar todas las soldaduras de los tanques sin importar si almacenan agua o cloro o si son atmosféricos o a presión.

8.4 Un Apunte al Margen.

Por último, cabe decir que hasta ahora no hay noticias de que algún proyecto haya transcurrido sin problemas.

Y para muestra la siguiente narración, que de origen desconocido, se ha difundido entre la gente del medio:

PROYECTO EL DILUVIO

Y el Señor dijo a Noé:

¿Donde está el Arca que te mandé construir?

Y Noé contestó:

Señor, hemos tenido problemas. Los permisos para talar árboles no fueron autorizados. Las madererías han subido los precios - al saber lo grande que será el Arca y los pedidos que se colocaron hace 12 meses no han sido surtidos por los proveedores. Los plomeros se pusieron en huelga y los carpinteros se dieron cuenta de la urgencia del trabajo y quieren bonificaciones y un lugar en el Arca.

Y el Señor dijo a Noé:

Terminarás el Arca dentro de 7 días y 7 noches.

Y Noé contestó:

Así se hará, y no fué así.

El Señor dijo a Noé:

¿Que problemas tienes ahora?

Y Noé contestó:

La primera madera llegó habilitada y lista para ser ensamblada pero se le borraron las marcas y ahora no sabemos como encajan las piezas.

El pedido de la madera del tercer piso se duplicó y el del segundo piso no se colocó y será necesario hacer ajustes para — aprovechar el material mientras se pide el resto.

La ventana que tú ordenaste, Señor, no venía indicada en los planos y ahora hay presiones de distintos grupos de animales, pues todos quieren vista al mar.

Los elefantes que llegaron son más grandes que los solicitados, por lo que habrá que ampliar la puerta y las celdas.

Todos estos cambios, Señor, han elevado los costos y ahora no nos quieren entregar las jirafas, si no pagamos por adelantado.

Y el Señor dijo a Noé:

Te reunirás con proveedores y carpinteros para coordinar todas esas modificaciones en el acto.

Y Noé contestó:

Ya lo hemos hecho Señor, pero las juntas no progresan, pues — desde lo de Babel, las distintas lenguas, nos complican la comunicación.

Y el Señor preguntó a Noé:

¿Y que me dices de los demás animales macho y hembra que te or dené llevar en el Arca para preservar su semilla viva sobre la tierra?

Y Noé contestó:

Casi todos han sido entregados en una dirección equivocada, pe ro el viernes estarán aquí. Los que ya llegaron, vienen en se cuencia distinta a la de construcción de las celdas por lo que fué necesario construir albergues provisionales y los alimentos que tú ordenaste, han empezado a escasear.

Y el Señor dijo a Noé:

¿Y que pasó con los unicornios y los canguros?

Y Noé contestó:

Los unicornios han sido descontinuados y no se consiguen. Los canguros llegaron pero quizá no se pueda preservar su especie, pues ninguno trae bolsa. . . Se é está investigando si vi nieron defectuosos o si son puros machos.

Y el Señor reprendió a Noé:

¿Por qué hijo mío, si has tenido tantos problemas, no solici-
taste antes mi ayuda infinita?

Y Noé contestó:

Lo intenté muchas veces Señor, pero había tanta gente tratando de comunicarse contigo que tuve que estar en lista de espera - cuarenta días y cuarenta noches.

Además, Señor, las primeras lluvias se han adelantado, anegando el Arca por completo y los elefantes no tienen capacidad suficiente para desaguarla, tú sabes como es ésto, Señor.

Y el Señor con su sabiduría infinita asintió:

Noé, hijo mío, ya lo sé:

¿Por qué crees, que he ordenado que venga un diluvio so
bre la tierra!

IX. Permisos y Licencias.

Como se mencionó en el capítulo introductorio, el crecimiento de la economía, en este caso la industria, no debe darse de manera anárquica, sino dentro del contexto de los planes de desarrollo que marcan áreas prioritarias de inversión, zonas geográficas dotadas de incentivos fiscales, urbanizadas, con la infraestructura adecuada al desarrollo de polos industriales y del mismo modo zonas de crecimiento restringido con el objetivo de desconcentrar las zonas saturadas o altamente contaminadas por ej.: Naucalpan y Tlanepantla.

Por lo tanto, el estado ha implementado como elemento regulador una legislación que obliga a la industria a sujetarse a una serie de compromisos y los requisitos necesarios para la operación de cualquier planta nueva o ampliación de alguna existente.

El papel del administrador del proyecto, es coordinar a las áreas funcionales involucradas para que proporcionen al grupo funcional especializado encargado, la información necesaria para la tramitación de los permisos y licencias necesarios

El campo dentro del cual participa más frecuentemente el Ingeniero Químico es el sector Petroquímico, éste debido a su gran importancia económica está estrechamente controlado por el estado, siendo la empresa estatal PEMEX la única usufructuaria del área de Petroquímica básica y además mantiene el control de la Petroquímica secundaria por medio de la expedición de permisos petroquímicos para productos y en cantidades autorizadas, según la demanda del mercado interno, teniendo preferencia las sustituciones de importaciones y el fomento a la exportación. Es entonces requisito indispensable contar con el permiso petroquímico antes de iniciar un proyecto involucrado con esta área.

Con el objeto de crear polo de desarrollo y desconcentrar la industria del centro del país, se ha zonificado al país, clasificando las zonas y dando incentivos a aquéllas donde se desean crear polos de desarrollo, estos incentivos se dan a través de CEDIS (Certificados de Devolución de Impuestos), CEPFIS (Certificados de Promoción Fiscal) y descuentos en los petroquímicos básicos, además de la implementación de la infraestructura adecuada: gasoductos, carreteras, electricidad, agua, etc. dándole a la industria una adecuada disponibilidad de estos

servicios y aún incentivos por medio de descuentos o tarifas especiales.

Otras opciones para el otorgamiento de incentivos fiscales, son por la creación de fuentes de trabajo, por exportaciones, para este caso se otorga el 5% del valor de las exportaciones, no acumulable con la sola condición que se satisfaga el requisito de 60% de contenido nacional y se otorgan incentivos a los productos que son materia prima de satisfactores primarios de acuerdo a la clasificación de actividades industriales prioritarias, aparecida en el Diario Oficial el 9 de marzo de 1979. Lo más recomendable durante la evaluación del proyecto es no considerar incentivos en el caso base, considerándolos como potenciales y mostrando su efecto por separado.

Independientemente de la zona donde se instale la industria, sus instalaciones deberán de contar con el equipo necesario para cumplir con las normas que marca la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente para el control de la contaminación, es por ello que dentro de los objetivos del proyecto y consecuentemente en las especificaciones de los equipos deberán aparecer estas condiciones y se deberá vigilar su cumplimiento como parte integral del proyecto, para poder así, solicitar y obtener la licencia respectiva sin problemas.

Se deberá tramitar ante la CFE (Comisión Federal de Electricidad) el permiso de instalación y conexión a la red alimentadora de alta tensión, definiendo consumos promedio y pico así como capacidad de transformación e interruptivas a instalar o bien estableciendo las ampliaciones de ellas y considerando las capacidades de generación de plantas de emergencia y/o auxiliares.

Los planos eléctricos (unifilares, fuerza, control, alumbrado, tierras y apartarrayos, etc.) deberán estar registrados ante la D.G.E. (Dirección General de Electricidad) avalados por la firma de un perito registrado; de igual modo los tanques a presión lo serán ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y los tanques, tuberías y demás accesorios de almacenamiento y suministro de gas, también deberán de estar debidamente registrados de acuerdo a las especificaciones de la D.G.N. (Dirección General de Normas), presentados ante y autorizados por PEMEX, para uso de la red de suministro.

Se deben de tomar en cuenta en el diseño de las instalaciones, las disposiciones que permitan cumplir con los requisitos de la Secretaría de Salubridad

y Asistencia para la expedición de la Licencia Sanitaria respectiva.

Para fines fiscales se deberán de tramitar (los que apliquen para cada caso):

Registro Federal de Causantes
Registro de Inversiones Extranjeras
Registro de Transferencia de Tecnología

El producto a fabricar deberá cumplir con las especificaciones registradas en la D.G.N. o de no ser así, tramitar o elaborar la norma respectiva para su registro en la Dirección correspondiente.

Por último, se deberá cumplir con los requisitos y disposiciones locales para la expedición de la licencia de construcción respectiva.

Además de lo aquí planteado, se deberán cubrir los requisitos, permisos y licencias adicionales, específicos de la industria a la que pertenezca el proyecto en particular, por lo tanto, este punto debe de ser objeto de una investigación seria en la etapa de Definición del proyecto, asimismo, durante esa etapa se deberá definir la utilización de equipo nacional y/o extranjero tomando en cuenta los permisos necesarios y fracciones arancelarias afectadas por la importación, - este tipo de factores pueden ser definitivos en la evaluación económica del proyecto, de ahí su importancia. De cualquier manera debe de sopesarse una importación con ventaja en costo, pero con altos tiempos de entrega para el equipo y refacciones (sumando los riesgos en la continuidad de la importación a futuro de re- puestos); contra equipo nacional de mayor costo pero con menor tiempo de entrega y refacciones fácilmente disponibles. Todo lo anterior sale sobrando cuando se - trate de equipo especializado sin opción nacional.

Para el trámite de clasificación y consecuente otorgación de incentivos fiscales ante la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, es necesario contestar el cuestionario DGI-012 que a manera de ejemplo se muestra a continuación:

Cuestionario de Información Básica

Capítulo I

Información General:

1. Nombre de la Empresa:
2. Registro Federal de Causantes:
Registro de Inversiones Extranjeras:
Capital Social:
% de Inversión Extranjera:
Origen:
Registro de Transferencia de Tecnología:
Registro de la Dirección General de Normas:
3. Localización (Incluyendo Croquis).
4. Productos que se fabrican señalando el porcentaje que representa cada uno en el valor de ventas totales y/o aquellos que pretenda iniciar su fabricación, así como aquellos que sólo comercializa.
5. Nombre, Domicilio y Teléfono del Representante Legal o persona - autorizada para efectos del trámite ante esta dependencia.
6. Estructura del capital actual:
(Señalando Participantes y %)
Principales Funcionarios.
6.1 Fecha de construcción de la Sociedad.
7. Mencione las sociedades mexicanas en las que la empresa tenga - participación.
8. Señale las principales empresas que compiten con productos iguales o similares.

4. Equipo Nacional

Vida Util: años.

Edad:

Valor: \$ M.N.

Item	Nombre	Cantidad	Descripción	Valor

(Incluyendo Ingeniería, construcción, instalación, pruebas, pintura, equipos de seguridad, etc.).

5. Equipo de Importación

Origen:

Vida Util:

Edad:

Valor: \$ M.N.

Paridad:

Item	Nombre	Cantidad	Descripción	Valor

Capítulo III

Información sobre la Nueva Inversión.

1. Categoría y rubro en que solicita ser clasificado conforme al acuerdo que considera actividades industriales prioritarias publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 9 de marzo de 1979.

Ejemplo:

Actividad Prioritaria.

- Categoría 2.
- 2.3 Bienes Intermedios
- 2.3.1 Productos Petroquímicos
- 2.3.1.3 Fabricación de hule y resinas sintéticas, plastificantes y sus materias primas.
- Producto a clasificar

2. Descripción de la Actividad.

Nombre	Marca	Uso	Especificaciones Técnicas	Precios \$/Kg.

3. Consumo Nacional Aparente (Toneladas).

4. En caso de celebrar, o planear celebrar, algún contrato de asistencia técnica para la nueva inversión, o tener alguno urgente, indique la fórmula y la contraprestación.

Anexos

Módulo A

1. Describir ventajas técnicas y económicas más sobresalientes del producto.
2. Breve descripción del proceso productivo y de sus operaciones características.
3. Descripción del sistema y organización para la distribución y penetración en el mercado nacional.

Módulo B

1. Costo Directo Total para cada etapa de integración.

Concepto	Contenido por Unidad de Producto (Kg/Ton)	Contenido Unitario del Insumo (M.N)	Costo por Unidad del Producto (Ton) (M.N.)
1.1 Materias Primas Nacionales			
1.2 Materias Primas Importadas			
1.3 Mano de Obra Directa			
1.4 Servicios			
T O T A L			

Presupuesto de Divisas.

<u>Generación de Divisas por:</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>
Exportación de Mercancías			
Exportación de Servicios			
T O T A L :			

Salida de Divisas por:

- Importación de Mercancías
- Equipo y Maquinaria
- Partes y Componentes
- Materias Primas

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>
Productos Terminados			
Repatriación de Utilidades			
Pagos por Intereses al Exterior			
Pagos por Transferencia Tecnológica			
T O T A L:			

NOTA: Los formatos para la presentación de la información son sólo una propuesta personal en base a la información requerida.

X. Cierre del Proyecto.

Desde los primeros capítulos, se había planteado la forma de terminación de un proyecto, estableciéndose como el momento en que se cumplen todos los objetivos obligatorios de una manera real y continuamente reproducible. A partir de este momento, las instalaciones, personal, productos, materias primas, insumos, etc., pueden dejar de ser administrados por el grupo del proyecto e incorporarse a las áreas funcionales de la organización, las cuales se harán cargo de la administración de la nueva planta durante su subsecuente vida productiva de acuerdo a los procedimientos normales de la organización.

Para la aceptación por áreas funcionales de la organización, es necesario establecer un plan y subsecuentemente un programa en el que a partir de la terminación mecánica de las instalaciones, éstas empiecen a producir después de un período de transición o arranque, procediendo después la fase de demostración de los objetivos; por lo tanto, es necesario que se edite y apruebe el "Manual de Arranque y Demostración de las Instalaciones", donde queden plasmados los objetivos a cumplir, procedimientos y programas para hacerlo y premisas de aceptación. Dentro de este contexto, el grupo de proyecto vuelve a ser un intermediario que recibe del contratista las instalaciones terminadas mecánicamente, verificadas de acuerdo a un plan de pruebas mecánicas y/o eléctricas que garanticen que cada equipo o accesorio cumpla con las especificaciones para las que fué diseñado.

El grupo de proyecto entonces, asume la responsabilidad de integrar los equipos de acuerdo a la secuencia del proceso e incorporar a las funciones de mantenimiento y operación al personal respectivo debidamente capacitado, esta responsabilidad no excluye la posibilidad de usar mano de obra externa durante esta etapa, la cual es generalmente necesaria, ya que los ajustes, reparaciones y modificaciones se encuentran a la orden del día; por lo tanto, la carga de trabajo es muy superior a la normal del Departamento de Mantenimiento, debiendo contratarse mano de obra externa para obtener tiempos de respuesta adecuados.

De nuevo puede verse la etapa de "Arranque y Demostración" como un subproyecto donde el proceso administrativo arranca con la fase de Definición, donde se trasladan los objetivos generales planteados para el proyecto y se procede a -

plantear los objetivos específicos para cada sistema, subsistema y operación, y para evaluar la capacitación del personal, las condiciones de seguridad, etc.

El proceso administrativo continúa con la fase de Planeación y Programación, estableciendo programas de limpieza, pruebas en vacío, simulación, arranque, capacitación del personal de operación y mantenimiento, demostración de capacidad y calidad del proceso, etc.

Se definen y establecen las políticas contables y delegación de autoridad para el manejo de recursos en esta etapa y finalmente, se sigue con la ejecución y control de la misma.

A estas alturas del proyecto, la mayor parte de los elementos administrativos están implementados y funcionan normalmente, por lo que su traslado y adaptación a ésta etapa es relativamente fácil y rápido; lo que se quiere decir con esto es que no se están creando nuevos elementos ni actividades en el Programa General del Proyecto, sino sólo se sigue bajando de nivel en el WBS definiendo las actividades específicas necesarias que en conjunto cumplan cabalmente con los elementos ya planteados con anterioridad en niveles superiores del WBS y para la ejecución de estas actividades, se utilizan políticas y procedimientos congruentes con los ya definidos.

10.1 Recepción y Entrega de Instalaciones.

El elemento clave en esta etapa del proyecto, es la responsabilidad operativa sobre los equipos e instalaciones, esto adquiere mayor relevancia cuando - contratista, grupo de proyecto y cliente, pertenecen a organizaciones diferentes.

La etapa de construcción finaliza cuando se han concluido todas las actividades programadas y sus resultados satisfacen las exigencias técnicas del proyecto, para ello se debe ejecutar el programa de pruebas electromecánicas por medio del cual se demuestre que cada elemento cumple cabalmente con las especificaciones y servicio para el que fue diseñado; por ejemplo, para una bomba y su accionador, se deberá checar: alineación, nivelación, vibración, boquillas, bridas, empaques, hermeticidad de sellos, lubricación, amperaje (accionador eléctrico), sentido de rotación, revoluciones por minuto, presión de descarga, gasto y NPSH.

Del mismo modo, se deberán checar todos los elementos: tanques, tuberías, válvulas, etc., contra los planos y especificaciones respectivos, checando contra ellos lo que aparezca instalado en el campo, considerando también los factores seguridad, facilidad de operación y mantenimiento.

El mismo procedimiento debe seguirse con los planos eléctricos y de instrumentación, checando línea a línea la instalación en campo. También deberán checarsé del mismo modo todas las demás áreas con la participación de especialistas. Durante la ejecución de las pruebas, la responsabilidad operativa recaerá en el proveedor o fabricante del equipo, o en el contratista en el caso de obra civil, estructuras, ensambles, conexiones, etc., realizados por él. En el caso de resultados negativos, se deben de aplicar las cláusulas de garantía de los contratos respectivos para ejecutar las modificaciones, reparaciones o cambios pertinentes para lograr el desempeño adecuado.

Una vez que todos los elementos han sido probados eléctrica y mecánicamente, se entregan por escrito dichos resultados, los cuales son verificados y aprobados en su caso por el grupo de proyecto, el cual al hacerlo, pasa a ser el responsable operativo de los equipos e instalaciones del proyecto.

La función de los integrantes del grupo de proyecto es fundamentalmente administrativa y no operativa, por lo que para la subsecuente operación de los equipos del proyecto, debe apoyarse en los recursos operativos que se harán cargo de la operación y mantenimiento normal de la planta, que para este punto deberán estar ya casi totalmente capacitados, debiendo completarse su capacitación durante las fases previas al arranque productivo. Esta situación no mengua la responsabilidad del gerente del proyecto, el cual deberá de procurar la asistencia de recursos externos para solucionar los problemas que así lo requieran, ya sea por la alta demanda de mano de obra o cuando se requiera de especialistas altamente calificados; en cualquier caso, será el responsable de administrar y proporcionar los recursos para realizar las modificaciones y reparaciones requeridas.

De lo que se ha mencionado anteriormente, se puede observar que mientras se realiza la fase de construcción, paralelamente se debe elaborar, aprobar, implementar y arrancar el plan y programa de Arranque y Demostración del proyecto, para que al momento de que el grupo de proyecto reciba las instalaciones, se disponga de

todos los recursos y se proceda inmediatamente a la ejecución operativa de dicho programa, que es la parte medular del Manual de Arranque y Demostración. A continuación se mencionan los elementos que deberán incluirse en dicho plan a manera de índice:

I. Introducción.

II. Objetivos.

- 2.1 Capacidad.
- 2.2 Calidad.
- 2.3 Rendimientos.
- 2.4 Eficiencia de operación (% tiempo productivo anual).
- 2.5 Seguridad.
- 2.6 Servicios.

III. Programas.

- 3.1 Programa General del Proyecto.
- 3.2 Programa Maestro de Arranque y Demostración.
- 3.3 Programas Detallados de Arranque y Demostración.

IV. Responsabilidades y Organización.

- 4.1 Organigrama para el Arranque.
- 4.2 Carta de Responsabilidades.
- 4.3 Delegación de Autoridad sobre las subcuentas afectadas (gastos de arranque).

V. Actividades de Apoyo Previas al Arranque.

- 5.1 Preparación Física.
 - 5.1.1 Limpieza de equipos.
 - 5.1.2 Lubricación.
 - 5.1.3 Refacciones.
- 5.2 Procedimientos de Operación.
 - 5.2.1 Areas de proceso.
 - 5.2.2 Manejo de materias primas.
 - 5.2.3 Manejo de producto terminado.
 - 5.2.4 Servicios.
 - 5.2.5 Hojas de manejo de datos.

- 5.3 Procedimientos de Mantenimiento.
 - 5.3.1 Carta de lubricación.
 - 5.3.2 Procedimientos de mantenimiento preventivo.
 - 5.3.3 Ordenes de trabajo, ciclos de aprobación, procedimientos de control.
 - 5.3.4 Procedimientos contables para costos de mano de obra, refacciones y materiales.
- 5.4 Procedimientos de Control de Calidad.
 - 5.4.1 Procedimientos de análisis químico y pruebas físicas.
 - Materia prima.
 - Productos intermedios.
 - Producto terminado.
 - 5.4.2 Procedimientos de Muestreo.
 - Materias primas.
 - En líneas del proceso.
 - Productos.
- 5.5 Procedimientos de Almacenamiento y Empaque.
- 5.6 Normas de Seguridad y Procedimientos de Emergencia.
- 5.7 Entrenamiento del Personal de Operación.
- 5.8 Entrenamiento del Personal de Mantenimiento.
- 5.9 Procedimientos de Revisión y Actualización de los Archivos de Diseño y Centros de Información.
- 5.10 Planes de Suministro de Materias Primas y Materiales Varios.
- 5.11 Formas de Reporte y Control de Compras para todos los Departamentos.
- 5.12 Contratación y Suministro de Servicios Externos: camiones, pipas, retiro de basura y desechos, lavandería, etc.
- 5.13 Instalación de Teléfonos e Intercamunicación.
- 5.14 Premisas para la Aceptación de Sistemas.
- 5.15 Plan de Suministro de Mano de Obra en todas las Areas.

- 5.16 Cubicación de tanques.
- 5.17 Incorporación de Fluidos y Materiales de Prueba. Plan de Pruebas por Sistemas.
- 5.18 Calibración de Instrumentos.
- 5.19 Condiciones de Operación para Simulación de Sistemas y Operación Total.

VI. Actividades del Arranque.

- 6.1 Plan para Arranque a mínima velocidad y forma de incrementarla hasta velocidad de diseño.
- 6.2 Estabilización.
- 6.3 Plan de Pruebas de Desempeño de Equipos y Sistemas.
- 6.4 Plan para Desecho o reutilización de material fuera de especificaciones.
- 6.5 Plan para control de calidad y aceptación del producto por el usuario final.
- 6.6 Mecanismos de retroalimentación.

VII. Demostración y Cierre del Proyecto.

- 7.1 Estrategia de demostración de objetivos, mecanismos de control y retroalimentación.
- 7.2 Criterios para aceptación de la planta.
- 7.3 Transferencia de responsabilidades.
- 7.4 Cierre contable.

VIII. Reporte Final del Proyecto.

- 8.1 Ejecución.
- 8.2 Arranque.

De acuerdo a las actividades planteadas para esta fase, al final de ellas, el proyecto estará concluido y entregado, habiéndose transferido la responsabilidad operativa y administrativa de las nuevas instalaciones a los esquemas habituales de las áreas funcionales de la organización.

Todas las deficiencias de las fases anteriores, recaerán sobre la fase de arranque y demostración, ocasionando costosísimos retrasos y/o reparaciones o modi-

ficaciones y aún ocasionando que algunos de los objetivos nunca se alcancen

10.2 Fin del Proyecto.

Al cumplirse los objetivos del proyecto éste finaliza, ¿Qué pasa con el grupo de proyecto?

Se pueden dar varias situaciones, las más comunes serían:

a) Que se conserve en su totalidad el grupo de proyecto, asignándolo a un nuevo proyecto; para que se pueda dar esta transición sin problemas, el proyecto B deberá ser muy similar al proyecto A, en duración, magnitud de la inversión y características técnicas.

b) Que se adapte el grupo de proyecto a las características de un nuevo - proyecto asignado; esta situación es muy común en organizaciones que manejan continuamente proyectos similares, esto les permite contar con un grupo base experimental, reforzándolo con personal de apoyo de acuerdo a la naturaleza del proyecto.

c) Conservar sólo al personal de administración del proyecto, o sea el gerente del proyecto y los gerentes de subproyecto por área funcional que sean necesarios para la nueva asignación; esto permite a la organización contar con personal - experimentado en la administración de recursos, y cualquiera que sea la naturaleza - del nuevo proyecto, se dispondrán de los elementos básicos para armar un nuevo grupo de proyecto.

d) Si la organización no tiene en un futuro próximo algún proyecto que requiera un manejo por el sistema de Administración de Proyectos ya implementado, el grupo de proyecto se vuelve un lujo para la organización, por lo cual deberá desintegrarse reasignando al personal a las áreas funcionales normales de la organización.

La reasignación del personal debe de ser justa, para ello el desarrollo - de una persona dentro y fuera del grupo de proyecto debe de ser equivalente, con el fin de evitar el tener que reasignar a una persona sobrevalorada a un puesto que lo dejará insatisfecho, o bien, dejarlo con prerrogativas elitistas sobre el resto de - sus compañeros. Del mismo modo, se debe evitar el caso contrario.

Generalmente, al terminarse electromecánicamente el proyecto, se procede a cerrar contablemente las cuentas del capital del mismo, dando de alta el nuevo capital de activo fijo de la empresa, con ello se inicia la depreciación de dichos activos en el período correspondiente.

Respecto a las cuentas consideradas como gastos, las erogaciones realizadas en un período, pasan inmediatamente a afectar el renglón de utilidades en el estado de resultados de la empresa.

Por la razón mencionada en el párrafo anterior, adquiere una importancia mayor la realización de un buen arranque a bajo costo y en un período razonable de tiempo, ya que en el caso contrario pasa el proyecto a ser una carga onerosa para la empresa, dándose incluso casos de plantas que se dejan fuera de operación indefinidamente por esta causa.

La última labor del gerente y grupo del proyecto, es la realización del Reporte Final del Proyecto, en sus renglones de Ejecución y Arranque y Demostración. Es a través de este reporte en donde se mide finalmente el éxito del gerente de proyecto. Al comparar las cifras finales de los estados contables del proyecto con las del estimado de inversión utilizado para la obtención del financiamiento, la desviación máxima aceptable será $\pm 10\%$ que es la precisión de dicho estimado o bien una desviación mayor, deberá estar apoyada en una solicitud de variación de inversión debidamente justificada y aprobada.

El siguiente parámetro de medición será la cercanía de la fecha de arranque real a la programada y por último el contraste de los objetivos de capacidad, calidad, seguridad, etc., con los números reales obtenidos por el proyecto.

XL. Archivos del Proyecto.

En cualquier actividad técnica o científica, es esencial el registro, sistematización y disponibilidad de la información generada, la Ingeniería y la Administración de Proyectos, no son la excepción, por el contrario, el tratamiento de la información debe ser uno de los principales puntos de atención del gerente del proyecto.

Durante el desarrollo de cada una de las fases del proyecto, el personal que participa en ellas debe de disponer de toda la información, tanto la generada en fases anteriores, como la que está en proceso en la fase presente y la producida por las áreas funcionales durante su actividad normal y que esté relacionada con el proyecto. Toda esta información es la base de datos sobre la cual se soportan los resultados obtenidos posteriormente.

Es por ello que el gerente del proyecto debe de coordinar el inicio, actualización y acceso a los archivos del Proyecto.

De hecho el primer Archivo del Proyecto se inicia antes de que el proyecto arranque, ya que el primer punto, antes de que el proyecto pueda por sí mismo generar información, será el análisis de los datos ya existentes, derivando a partir de ellos las premisas para el desarrollo de cualquier concepto nuevo, al hacerlo así, éstos quedarán dentro del modelo económico-administrativo en el cual funciona la organización general, estableciéndose así, la continuidad deseada en los planes de crecimiento y desarrollo, así como en las fases mismas del proyecto.

Se plantean aquí dos tipos de Archivos a manejar:

a) Archivo General del Proyecto.- Será aquel en donde se siga el desarrollo del proyecto desde sus fases más tempranas, hasta su terminación; debido a su importancia el acceso a él, así como su reproducción, deberán estar controlados y aún restringidos para los externos (contratistas, peritos, asesores, etc.) e incluso para miembros de la organización fuera del grupo del proyecto.

b) Archivos por subgrupo funcional y fase del proyecto.- Será responsabilidad del gerente del proyecto, el proporcionar a cada subgrupo la información

necesaria para la realización de las actividades del proyecto dentro de su área funcional y será responsabilidad del jefe del subgrupo el control y actualización de dicho archivo.

En cada fase del proyecto el gerente será el responsable de coordinar la integración, control y actualización del archivo que contenga tanto la información utilizada como base o fuente y la generada por los diferentes subgrupos funcionales en dicha fase.

El objetivo del archivo por subgrupo es el disponer siempre de la secuencia de desarrollo del proyecto, las premisas y criterios de decisión y de las memorias de cálculo y respaldo técnico.

El archivo por fase facilita el manejo de la información y el control de la misma, al manejar solo la información de uso constante. La actualización de este archivo es esencial para evitar conflictos, retrasos y duplicación de esfuerzos.

Un buen manejo de los archivos, evitará en mucho el manejo de memoranda y grandes paquetes de información, al permitir un fácil y rápido acceso a la información necesaria para cualquier elemento en cualquier tiempo, como consecuencia lógica, las juntas del proyecto se agilizarán notablemente.

Como elementos administrativos de control, los archivos permiten el rastreo de errores u omisiones, así como el control y evolución de los cambios en todas las áreas, es esencial que todos los cambios queden debidamente justificados y registrados para que el proyecto se mantenga en sus lineamientos de calidad, costo y tiempo.

Uno de los archivos más importantes y que se deberá manejar con mayor cuidado es el contable, en él deberán aparecer los estados contables de cada subcuenta, incluyendo los comprobantes de todas las erogaciones que las afecten; así como sus respectivas autorizaciones, este archivo será la base para la realización de auditorías, que en proyectos no demasiado largos por lo general solo se celebran al cierre, el resultado auditado será el considerado como oficial para efectos de capital y gastos.

Dentro de los objetivos del proyecto, deberá aparecer el de dejar al final del mismo instalaciones operables técnica y económicamente proporcionando además, los elementos que permitan mantener en buenas condiciones dichas instalaciones. Para lograr esta última parte, el proyecto deberá dejar al personal operativo correspondiente (ejemplo: mantenimiento) un archivo conteniendo: los planos, especificaciones, manuales de operación y mantenimiento, contratos de servicio, garantías, contactos con el proveedor de equipo y refacciones, etc., para todos los equipos y sistemas instalados por el proyecto. Toda la información anterior se agrupa en lo que generalmente se llama Manual del Proyecto, el cual se integra a partir de los Manuales de: Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle y Operación.

Aunque no se pueden considerar estrictamente archivos, existen otros centros de información que funcionan como guías de ejecución por medio de programas y procedimientos y como fuentes de premisas y criterios de decisión al definir objetivos y políticas, estos centros de información son los documentos base que van marcando la evolución y resultados de cada fase del proyecto y son en forma general:

- Reporte de Definición del Proyecto.
- Programa General del Proyecto.
- Manual de Ingeniería Básica.
- Estimado de Inversión Detallado.
- Reporte de Evaluación Económica.
- Manual de Ingeniería de Detalle.
- Manual de Arranque y Demostración.
- Reporte de Ejecución.
- Reporte de Arranque y Demostración.

Todos los documentos anteriores, son los que en realidad informan al resto de la organización, principalmente los altos ejecutivos, de la marcha y resultados obtenidos por el proyecto, de ahí la importancia de que sean elaborados de una manera oportuna, veraz y completa, pero mostrando los resultados de una manera sencilla, sin esconderlos en hojas y hojas de datos que a la gente fuera del proyecto le resultarán superfluos.

XII. Conclusiones.

La secuencia, desarrollo, técnicas y tratamiento de los temas de este trabajo, no pueden ni deben ser considerados por el lector, como el único tratamiento válido para la Administración de Proyectos, si bien, el objetivo es mostrar una alternativa viable para el desarrollo y manejo de proyectos industriales del tipo "hardware" o sea aquellos que implican la instalación, ampliación ó modificación de unidades de proceso productivas económica y técnicamente.

De acuerdo a la naturaleza específica del proyecto a desarrollar la metodología aquí mostrada puede llegar a ser redundante o bien insuficiente, por lo que siempre se tendrá que hacer un análisis y una posterior evaluación, en base a parámetros de costo y tiempo de implementación así como factibilidad y congruencia técnica con los sistemas administrativos normales de la organización.

En cualquier caso, sin embargo, los elementos aquí planteados serán útiles en primera instancia, y, de acuerdo al proyecto, simplificar, agrupando o eliminando fases y usando las técnicas más sencillas o bien refinar, subdividiendo - aún más el trabajo estableciendo controles o fases adicionales y usando técnicas más sofisticadas o específicas.

La elaboración de este trabajo, está apoyada en la práctica profesional y observación directa realizadas durante 18 meses de trabajo en Industrias Resistol, S. A., desempeñando el puesto de Ingeniero de Proyectos, la mayor parte de las técnicas mencionadas fueron aplicadas directamente o bien se observó el efecto de su aplicación en diferentes fases y proyectos.

Originalmente estas técnicas surgieron de proyectos militares norteamericanos, donde la disponibilidad de recursos en muchos casos era prácticamente ilimitada, posteriormente estas técnicas pasaron a la industria privada (generalmente porque al ser contratadas por la marina o el ejército se les imponían estos controles) la cual las adaptó a sus necesidades y a su disponibilidad de recursos para posteriores desarrollos. El estado actual y ámbito de desarrollo de esas técnicas siguen siendo netamente norteamericanos, basados en su disponibilidad de recursos y modelos económicos.

Todo lo mencionado en el párrafo anterior debe tenerse en cuenta al aplicar las técnicas anteriores, ya que en nuestro país la mayor parte de las empresas, si bien sí crecen, lo hacen con una fuerte limitación en recursos, aquí es donde surge una aparente ambigüedad; si los recursos son pocos, las empresas deben de preocuparse en aplicar y aún en desarrollar técnicas adecuadas para el óptimo aprovechamiento de los mismos. La contraparte está en que la limitación de recursos, hace que no pocas empresas no estén dispuestas a cargar con los gastos de implementación, y menos aún de desarrollo de nuevas técnicas.

El panorama en nuestro país para la Ingeniería y Administración de Proyectos es promisorio aún con los problemas económicos actuales, por lo que se harán necesarios profesionistas capacitados en estas áreas y se deberá de desarrollar la implementación de técnicas adecuadas. El hablar de técnicas adecuadas - puede ser tan sencillo como adecuar los paquetes que ahora se compran al extranjero para hacerlos comprensibles aún para la gente a nivel de supervisores de campo; que no entienden el idioma inglés, ni de elementos de probabilidad, ni de varios conceptos de holgura, implementando listados sencillos con los mejores estimados y traducidos al español, conservando tal vez la sofisticación para niveles superiores. Problemas tan triviales como el anterior, hace que en algunos - casos dichos paquetes nunca operen.

Otro de los problemas endémicos del desarrollo nacional es la discontinuidad de los programas de desarrollo, ésto lleva generalmente a forzar soluciones que permitan de momento salir del paso, generalmente comprando y haciendo que de fuera venga la solución, ya que poca gente arriesga su capital en la generación de recursos tecnológicos propios porque éstos no dan beneficios inmediatos sino - solo a largo plazo, pudiendo ser truncados por la falta de recursos o por cambios en la política sexenal.

Por último, cabe señalar que la administración de recursos es una disciplina eminentemente práctica ya que en ella es donde estas técnicas administrativas muestran su valor real, diferente en perspectiva a la que tiene el estudiante, el cual nunca ha tenido (generalmente) la autoridad de disponer y la responsabilidad de administrar recursos; por lo que generalmente, presta poca importancia a su preparación en disciplinas administrativas, las cuales, sobre todo si es su deseo desarrollarse dentro de la industria privada irán tomando con el paso del tiempo - cada vez más importancia, ya que cualquier ascenso redundará en mayor responsabi

dad administrativa y menor trabajo (pero no responsabilidad) en el aspecto técnico por lo tanto queda el deseo de que este trabajo interese al estudiante o profesionalista de reciente egreso en complementar su preparación en las áreas económica y administrativa.

XIII. BIBLIOGRAFIA

13.1 Capítulo I.

13.1.1. Compendio de Notas sobre Formulación y Evaluación de Proyectos, Unidad de Apoyo Técnico, Area de Asesoría y Estudios, Subdirección de Promoción y Proyectos, Secretaría de la Presidencia, México 1977. la. parte II.1.

13.1.2 Frank H. Bruce "Curso sobre Administración Efectiva de Proyectos" "INFOIEC/Training. Services, Inc. pag. 2.

13.1.3 Martín Charles C., "Project Management How to Make it Work". American Management Co, 1976.

13.2 Capítulo II.

13.2.1 Idem 13.1.1. (Evaluación de Capacidad, Localización y Tecnología) 3a. parte.

13.2.2 Ludwig Ernest E. "Applied Project Management for the Process. Industries", Gulf Publishing Co. 1974' (Datos para Estimados de Inversión).

13.2.3 Idem 13.1.3

13.2.4 Peters and Timmerhaus, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers". 3rd. Ed., Mc. Graw Hill Book Co., 1980 (tablas 2.1 y 2.2

13.3 Capítulo III

13.3.1 Andrews A. W. "Projet Definition Report", Procedure No. 5/Exh. A, Monsanto Co., 1978.

13.3.2 Ballado P. Daniel, "Curso sobre Diseño y Control de Proyectos".

13.3.3 Idem 13.1.3.

13.3.4 Hed R. Sven "Project Control Manual". (Funciones del Gerente del Proyecto.

13.4 Capítulo IV.

13.4.1 Idem 13.3.2

13.4.2 Hajeck H. Victor, "Management of Engineering Projects". Mc Graw Hill Book Co., 1977.

13.4.3 Jauffred, Moreno-Bonet y Acosta, "Metodos de Optimización, Programación Lineal y Gráficas", Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México 1974. (Asignación y nivelación de recursos).

13.4.4 Martín Alain, "World Seminar Project Management", Section 3.

13.4.5 Martino R.L. "Administración y Control de Proyectos", Editora - - Técnica, S.A., México, 1965.

- 13.4.6 Vargas y Vargas Antonio, "Programación y Evaluación de Proyectos Petroquímicos o de Refinación mediante el uso de PERT", UNAM, 1977
- 13.4.7 Whitehouse Gary E., "Project Management Techniques", Industrial Engineering, March 1973.
- 13.5 Capítulo V
- 13.5.1 Idem 13.1.2
- 13.5.2 Idem 13.1.3
- 13.6 Capítulo VI
- 13.6.1 Idem 13.2.2 (Tabla 6.3)
- 13.7 Capítulo VII
- 13.7.1 Idem 13.1.2 (Técnicas de Negociación)
- 13.7.2 Idem 13.4.2 (tabla 7.1)
- 13.7.3 Idem 13.2.2 (organigrama Contratista Constructor).
- 13.7.4 Primo Stivalet Rudi, "Curso sobre Programación y Control de Proyectos", Educación Continua y Cursos Especiales, Facultad de - - Química, UNAM, 1980.
- 13.8 Capítulo VIII
- 13.8.1 Idem 13.4.2
- 13.8.2 Kimmons Robert, "Manage Projects for Results", Hydrocarbon Processing, April 1979.
- 13.8.3 Kimmons Robert, "Track Projects with Quadplot IV", Hydrocarbon Processing, September 1979.
- 13.8.4 Kerridge A.E., "When you Initiate a Project", Hydrocarbon Processing. December 1981.
- 13.8.5 Idem 13.2.2
- 13.8.6 Idem 13.1.3
- 13.8.7 Vervalin C.H. "Know Information Resources", Hydrocarbon Processing, December 1981.
- 13.9 Capítulos X y XI
- 13.9.1 Idem 13.2.2
- 13.9.2 Idem 13.1.3