

00568

2
zej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



**ESTIMADO DE INVERSION PARA INSTALACIONES
PETROLERAS COSTA AFUERA**

**TESIS CON
FALLA EN ORIGEN**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA QUIMICA
(OPCION INGENIERIA DE PROYECTOS)
P R E S E N T A :
PABLO EDUARDO VALERO TEJEDA





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

OBJETIVOS

SINOPSIS

1.0 GENERALIDADES

2.0 FASES DE UN PROYECTO

2.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

2.2 ESTUDIO DE MERCADO

2.3 DETERMINACION DEL TAMARO DE LA PLANTA

2.4 LOCALIZACION DE LA PLANTA

2.5 INGENIERIA DEL PROYECTO

2.6 ESTIMADO DE INVERSION

2.7 FINANCIAMIENTO

2.8 ORGANIZACION DE LA EMPRESA

3.0 ESTIMADOS DE INVERSION

3.1 ESTIMADO DE INVERSION PRELIMINAR

1. METODO DEL PRECIO UNITARIO
2. METODO EXPONENCIAL
3. METODO DE INDICES DE COSTOS
4. METODO DE LANG
5. METODO DE FACTORES

3.2 ESTIMADO DE INVERSION INTERMEDIO

1. METODO DE HIRCH-GLAZIER
2. METODO DE RUDD-WATSON
3. METODO DE GUTHRIE

3.3 ESTIMADO DE INVERSION DETALLADO

1. METODO DEL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

3.4 ESTIMADO DE COSTOS DE INGENIERIA

1. METODO DE FACTORES
2. ESTIMADO DE COSTOS POR EQUIPO
3. ESTIMADO DE COSTOS EN BASE A H-H POR PLANO

3.5 ESTIMADO DE COSTOS DE PRODUCCION

4.0 EVALUACION DE PROYECTOS

1. ASPECTOS ECONOMICOS
2. ASPECTOS TECNICOS
3. ASPECTOS DE DIRECCION
4. ASPECTOS ORGANICOS
5. ASPECTOS COMERCIALES
6. ASPECTOS FINANCIEROS
7. ASPECTOS SOCIALES Y AMBIENTALES
8. ASPECTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

4.1 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

5.0 CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES COSTA AFUERA

5.1 PLATAFORMAS DE PERFORACION

5.2 PLATAFORMAS DE PRODUCCION

5.3 PLATAFORMAS DE COMPRESION

5.4 PLATAFORMAS HABITACIONALES

5.5 PLATAFORMAS DE ENLACE

5.6 PLATAFORMA DE REBOMBEO

5.7 PLATAFORMAS DE ALMACENAMIENTO

5.8 PLATAFORMAS PARA QUEMADOR

5.9 PLATAFORMAS DIVERSAS

6.0 ESTIMADO DE INVERSION PARA UNA PLATAFORMA DE PRODUCCION

6.1 DESCRIPCION GENERAL

6.2 ESTIMADOS DE INVERSION

6.3 CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA INVERSION

7.0 CONCLUSIONES

8.0 BIBLIOGRAFIA

A N E X O S

1.0 CICLO DE VIDA DE LA INGENIERIA DEL PROYECTO

1.1 INGENIERIA BASICA

1.2 INGENIERIA DE DETALLE

1.3 PROCURACION

1.4 CONSTRUCCION

1.5 PRUEBAS Y ARRANQUE

1.6 ACEPTACION POR EL CLIENTE

2.0 INTRODUCCION A LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS

2.1 FUNCIONES ADMINISTRATIVAS

2.1.1 PLANEACION DEL PROYECTO

2.1.2 ORGANIZACION DEL PROYECTO

1. TASK FORCE
2. MATRICIAL
3. DEPARTAMENTAL

2.1.3 DIRECCION DEL PROYECTO

2.1.4 CONTROL DEL PROYECTO

O B J E T I V O S

Los objetivos del presente trabajo son:

1. RESEÑAR DE MANERA GENERAL QUE ES UN PROYECTO, SUS FASES, OBJETIVOS Y ACTIVIDADES QUE ES NECESARIO DESARROLLAR PARA LA EJECUCION ADECUADA DEL MISMO.
2. DESCRIBIR Y EXPLICAR LOS METODOS EMPLEADOS PARA EL ESTIMADO DE INVERSION DE PLANTAS INDUSTRIALES.
3. EFECTUAR UN ESTIMADO DE INVERSION DE UNA INSTALACION PETROLERA COSTA AFUERA, EN PARTICULAR EL DE UNA PLATAFORMA DE PRODUCCION, UTILIZANDO LOS DIFERENTES METODOS EXISTENTES. ASI MISMO CALCULANDO EL RENDIMIENTO DE LA INVERSION ESTIMADA A TRAVES DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).
4. DESCRIBIR LAS INSTALACIONES PETROLERAS COSTA AFUERA O PLATAFORMAS MARINAS DESTACANDO SU IMPORTANCIA.

S I N O P S I S

La presente Tesis consiste básicamente en describir primeramente las fases y actividades de un Proyecto, destacando la importancia de cada una de ellas. También, se explican los métodos más comúnmente empleados para el estimado de inversión de plantas industriales.

Posteriormente, se efectúa un estimado de inversión de una instalación petrolera costa afuera, en este caso el de una Plataforma de Producción, la cual también es descrita, así como los demás tipos de plataformas existentes en México.

Por otro lado, se realiza un estimado de cálculo del rendimiento de la inversión por medio del método conocido como Tasa Interna de Retorno (TIR), efectuando además un análisis de sensibilidad a través de la variación de algunos parámetros importantes como son el precio del barril de crudo, inversión, financiamiento y costos de producción.

Finalmente se lleva a cabo un Balance General y un Estado de Pérdidas y Ganancias para determinar la situación económica de este tipo de instalaciones petroleras.

Como complemento de este trabajo, se desarrollan dos anexos, en los cuales, se describen de manera general las etapas y actividades de la Ingeniería de Proyectos y las Funciones Administrativas de Planeación, Organización, Dirección y Control, que son necesarias aplicar para el logro de los objetivos de todo Proyecto: ECONOMIA, OPORTUNIDAD Y CALIDAD TOTAL.

Por último, se presentan las conclusiones y bibliografía empleada.

C A P I T U L O I

1.0 GENERALIDADES

El Petróleo del latín PETROLEUM (aceite de piedra) es una combinación de hidrocarburos principalmente Carbono-Hidrogeno. Es un recurso no renovable, por lo que su explotación debe ser cuidadosamente analizada y aprovechada.

El Petróleo se encuentra en el subsuelo impregnado en formaciones de tipo arenoso y calcáreo. Asume los tres estados físicos de la materia: sólido, líquido y gaseoso, de acuerdo a la presión y temperatura que se encuentre. Su color varía entre el ámbar y negro; su densidad es menor que la del agua.

El hidrocarburo no se encuentra distribuido uniformemente en las capas del subsuelo, por lo que deben presentarse tres condiciones para dar lugar a un yacimiento donde se acumule petróleo y gas:

1. Una roca almacenadora porosa y permeable, en forma tal que bajo presión el petróleo pueda moverse a través de sus poros.
2. Una roca impermeable sello que evite el escape del petróleo a la superficie.
3. El yacimiento debe tener una forma de "trampa", es decir que el arreglo de las rocas sea tal que el petróleo no pueda moverse hacia los lados.

Este hidrocarburo en los últimos 60 años ha sido la fuente de energía de la mayoría de los países civilizados, además de que es

utilizado para la elaboración de una gran cantidad de productos como (Ver Fig 1): combustibles, fertilizantes, fibras y hules sintéticos, insecticidas, cosméticos, reactivos de laboratorio, etc., por ello se ha convertido en un recurso indispensable para la vida moderna.

Por todo lo anterior, el hombre ha desarrollado estudios, técnicas y procedimientos para la exploración y explotación de los yacimientos petroleros tanto en tierra como en mar.

La exploración del petróleo es un conjunto de tareas de campo y laboratorio cuyo objetivo consiste en descubrir los depósitos de hidrocarburos. Esta se divide en varias etapas:

1. Trabajos de reconocimiento
2. Trabajos de detalle
3. Estudios para la localización de pozos exploratorios
4. Análisis de los resultados

Los trabajos de reconocimiento se encargan de estudiar las condiciones geológicas de un área para estimar las posibilidades de que contenga hidrocarburos en su subsuelo. Estos trabajos se llevan a cabo por medio de estudios físicos de gavimetría, magnetometría y sismología.

Con el método magnetométrico se hacen mediciones de la variación del campo magnético de la tierra a fin de estimar la profundidad de basamento sobre los que se han depositado las rocas sedimentarias.

Con el método gravimétrico se miden las variaciones de la atracción terrestre y que indican las deformaciones de las rocas sedimentarias que podrían favorecer la acumulación de hidrocarburos.

Finalmente, el método sísmológico permite conocer las diferentes propiedades de las capas de estas rocas, así como sus pliegues y fracturamientos que definen las estructuras, posibles receptoras del petróleo.

Los trabajos de detalle se realizan en áreas seleccionadas donde las capas del subsuelo presenten características apropiadas para la acumulación de petróleo.

La información obtenida en las exploraciones geológicas y geofísicas se analiza para decidir los sitios donde deben perforarse los pozos exploratorios.

Los resultados de los estudios de las rocas definen las capas del subsuelo que contienen hidrocarburos y de las cuales puede extraerse petróleo.

Con base en los descubrimientos logrados en la exploración, se inicia la perforación, tomando en cuenta los siguientes factores:

1. Dimensión de la estructura
2. Espesor del estrato productor
3. Posibilidades de producción
4. Número de localizaciones a perforarse

5. Análisis económico de la cantidad de equipos de perforación.
6. Construcción de accesos
7. Condiciones de habitabilidad
8. Aprovechamiento de agua y combustible

El método usual en México es el de perforación rotatoria, el cual contempla un programa donde se indica la profundidad del pozo, las tuberías de revestimiento a cementarse y la instalación de barrenas de diferente espesor.

Por lo tanto, una vez cementada la tubería, se llena el pozo de agua, se introduce la tubería de producción, se instala el árbol de válvulas y se hacen estallar cargas explosivas frente a la roca que contiene el petróleo. Finalmente se abre el pozo para que fluya conectando la tubería de descarga para conducir el petróleo hacia las instalaciones de separación de crudo y gas, iniciándose así la producción del pozo.

Los pozos productores de petróleo se clasifican en fluyentes y de producción artificial o bombeo. Los primeros son aquellos en los que el aceite surge al exterior por energía natural, que puede ser de empuje hidráulico o de gas. Los de producción artificial o bombeo son un sistema que se aplica cuando la presión no es suficiente para que el petróleo fluya hasta la superficie.

Actualmente cuando un pozo deja de fluir se le aplican técnicas de explotación artificial como el bombeo neumático, mecánico, hidráulico y eléctrico. Esta técnica se conoce como recuperación secundaria.

Una vez que se ha descubierto y desarrollado un yacimiento entran en escena las actividades de explotación, actividad que se resume en las siguientes etapas:

1. Evaluar la magnitud de los yacimientos, determinando las reservas, es decir la cantidad de hidrocarburos que se pueden obtener con los sistemas y métodos de explotación aplicables.
2. Planear la explotación racional de los yacimientos desde el punto de vista técnico y económico.
3. Diseñar e implementar procesos de recuperación secundaria para lograr una máxima recuperación de hidrocarburos.
4. Diseñar y operar las instalaciones de recolección, transporte, separación, deshidratación, almacenamiento y distribución a centros de procesamiento de los hidrocarburos.

La explotación de yacimientos petroleros marinos, se ha desarrollado recientemente a través del uso de estructuras especiales capaces de soportar el equipo y materiales necesarios para la perforación, extracción y producción de crudo y gas. Estas estructuras son conocidas como instalaciones costa afuera o plataformas marinas.

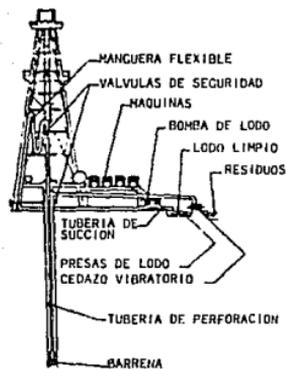
El estudio, desarrollo y construcción de estas plataformas marinas ha sido impulsado fuertemente en la última década, debido a que aproximadamente el 20 % de la producción de petróleo en el mundo se

obtiene del fondo marino, convirtiéndose así en una de las actividades más importantes para obtener energéticos, además de que algunos países como México obtienen la mayoría de su producción petrolera del fondo marino.

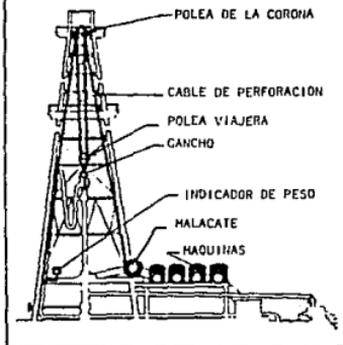
Para desarrollar las instalaciones costa afuera, es necesario antes que nada localizar los yacimientos petroleros, a través de estudios geológicos y geofísicos del fondo marino. Una vez determinado lo anterior, se procede a su explotación, utilizándose un procedimiento y equipo similar al de tierra, es decir se requiere perforar el pozo, inyectar lodo y extraer el crudo y gas en forma natural (por su propia presión) o a través de bombas (Ver Fig 2).Una vez que se extrae el crudo y gas, éstos son separados y enviados a instalaciones de procesamiento.

En la República Mexicana se ha explotado intensamente la planicie costera y la plataforma continental del Golfo de México, donde se han descubierto, desarrollado y explotado la totalidad de yacimientos que constituyen el actual potencial petrolero marino de México, como lo son los campos de :

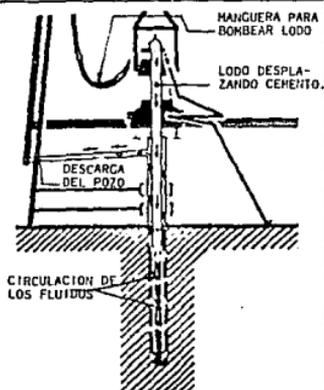
- SANTA ANA
- FAJA DE ORO MARINA
- ARENQUE
- SONDA DE CAMPECHE



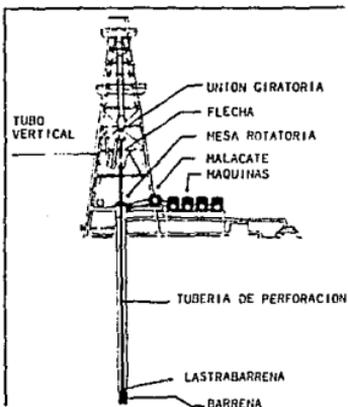
SISTEMA DE LIQUIDOS DE PERFORACION.



APAREJO DE PERFORACION



LECHADA DE CEMENTO



EQUIPO ROTATORIO

UNAM

FIG. 2.-

EQUIPO DE PERFORACION DE POZOS

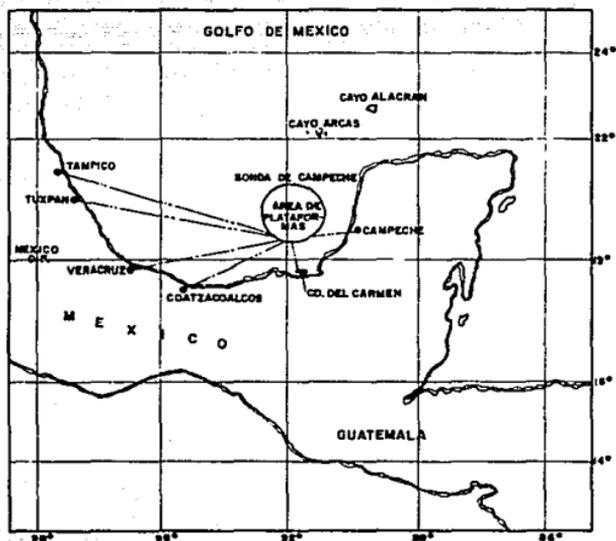
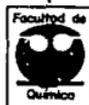
Estas actividades de perforación exploratoria en nuestro país se iniciaron en 1957 al descubrirse el campo Santa Ana de relativa importancia, en 1963 se determina que el campo Faja de Oro se prolonga hacia dentro de la plataforma continental. Posteriormente en 1968 estudios sísmológicos realizados en la costa de Tampico demostraron la existencia del campo Arenque. Posteriormente se iniciaron los estudios en las costas del Golfo de México, para determinar si se prolongaban los campos de Chiapas y Tabasco; así, de estos estudios se determinó en los setentas, la existencia de la provincia petrolera de mayor importancia de México, la Sonda de Campeche, por lo que al final de esta década se inicia un plan de desarrollo de esta zona con el fin de integrar toda la infraestructura necesaria y así poder estar en condiciones de explorar, extraer y transportar los hidrocarburos encontrados en esta zona hasta las instalaciones de procesamiento.

La Sonda de Campeche cuenta con una superficie de 8000 km cuadrados (Ver Fig 3). El tamaño de esta zona y la cantidad de petróleo encontrado la han convertido en la provincia petrolera de más importancia en el mundo.

Esta provincia tiene una amplitud de 120 kilómetros cuadrados como máximo y 36 kilómetros cuadrados de anchura mínima, así como una profundidad promedio de 40 metros.

Cabe señalar que el volumen de crudo esperado en esta región cuando se descubrió no se compara con el que actualmente se maneja.

En 1979 se inicia la explotación de estos importantes yacimientos



UNAM

FIG. 3 SONDA DE CAMPECHE

marinos, y a la fecha se obtiene de estos el 70.4 % de la producción nacional de crudo (1 793 698 BDC) y el 30.6 % de gas natural (1 117.6 MPCSD), todo esto a través de una serie de campos petroleros de gran importancia como lo son los de :

- AKAL	- MALLOB	- POL	- ABKATUM	- IXTOC	- PO
- NOHOCH	- CHUC	- UECH	- YUM	- PICH	-KUTZ
- KU	- IXCH	- PACAB	- CAAN	- BATAM	- OCH

Para obtener la actual planta productora, fue necesario realizar un esfuerzo mayúsculo; diseñar, construir e instalar 135 plataformas de diferentes tipos y de variados servicios, así como 1400 Km de tuberías submarinas y una gran cantidad de instalaciones de apoyo tanto en las terminales marítimas de Dos Bocas , Tabasco, Cuyo Arcas (en el mar) y Atasta , Campeche.

Para lo anterior, se utilizó principalmente tecnología extranjera en las primeras instalaciones, sin embargo, nuestro país asimiló esta tecnología, y desde hace aproximadamente siete años se diseñan y construyen estas instalaciones con ingeniería y mano de obra mexicana.

Actualmente se han descubierto nuevos yacimientos en la Sonda de Campeche , además de algunos otros que no han sido explotados, por ello, se vislumbra el diseño, construcción e instalación de nuevas plataformas petroleras con características diferentes a las existentes, en lo referente al tirante (profundidad), composición de los hidrocarburos y condiciones de P y T en los yacimientos. Esto es de suma importancia para el desarrollo futuro de nuestro país, por

ello, es necesario que no se detenga el diseño y construcción de estas instalaciones, debido a que la exportación de hidrocarburos es la fuente principal de entrada de divisas a nuestro país, además de ser uno de los pilares de la economía mexicana.

En este tipo de proyectos o cualquier otro, es necesario que antes de iniciarlo, durante su desarrollo y al final del mismo se efectúe un estimado de costos de Inversión, con el fin de conocer la cantidad de recursos necesarios para su ejecución, además para con ello determinar la fuente de financiamiento, rentabilidad y factibilidad de dicho proyecto.

C A P I T U L O I I

2.0 FASES DE UN PROYECTO

El diseño, construcción y puesta en marcha de una planta cualquiera que sea su tipo, significa el esfuerzo combinado de una serie de especialistas en diferentes ramas que tienen un objetivo común : Lograr que el PROYECTO se termine con éxito, es decir se logran sus tres objetivos básicos: ECONOMIA, OPORTUNIDAD Y CALIDAD TOTAL.

En general podemos definir a un Proyecto como :La necesidad de contar con un producto, la oportunidad de aprovechar los recursos naturales, sustituir importaciones o desarrollar una zona determinada (1).

También se puede definir un proyecto de acuerdo a la aceptación terminológica de la palabra ,es decir (18):

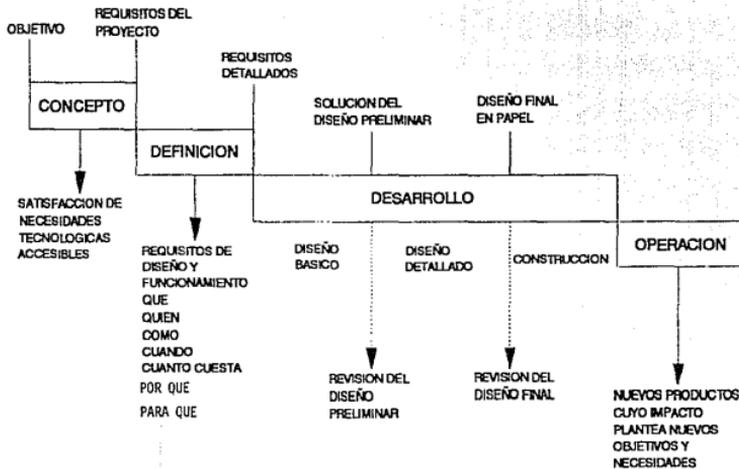
Es una concepción de planeación que se establece para alcanzar un objetivo a través de actividades en un tiempo determinado.

Los proyectos industriales pueden clasificarse de acuerdo al propósito que persiguen :

1. MEJORAMIENTO GENERAL DE LAS INSTALACIONES
2. MANTENIMIENTO DE LA UTILIDAD DE LA EMPRESA
3. REDUCCION DE COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
4. INCREMENTO EN LA PRODUCCION DE LA PLANTA
5. INSTALACION DE PLANTAS PARA NUEVOS PRODUCTOS
6. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS
7. INCREMENTO DE LA SEGURIDAD DE LAS PLANTAS
8. PROYECTOS DE BENEFICIO SOCIAL

Es importante mencionar que todo proyecto consta de varias fases, siendo las principales las siguientes (Ver Fig 4):

FIG. 4 - CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO



- a) ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
- b) ESTUDIO DE MERCADO
- c) DETERMINACION DEL TAMANO DE LA PLANTA
- d) LOCALIZACION DE LA PLANTA
- e) INGENIERIA DEL PROYECTO
- f) INVERSION
- g) FINANCIAMIENTO
- h) ORGANIZACION DE LA EMPRESA

2.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Este estudio tiene la finalidad de determinar la conveniencia tecnico-económica de llevar a cabo un proyecto en determinado tiempo. Para ello, se requiere realizar una formulación y evaluación del mismo.

Esta evaluación debe tomar en cuenta los costos de producción, inversión, utilidad esperada, tiempo de recuperación del capital, etc., además de considerar los procesos existentes.

Otro factor que se debe considerar es aquel que se refiere a que el producto pueda ser susceptible a cambios por efecto de innovaciones tecnológicas o por variación de costumbres.

Generalmente, se recomienda efectuar un estudio de esta naturaleza cuando se presenta alguna situación como :

- EXISTA DEMANDA INSATISFECHA DE UN PRODUCTO
- POSIBILIDAD DE ELABORAR UN MEJOR PRODUCTO A MENOR PRECIO
- POSIBILIDAD DE EXPORTACION
- NECESIDAD DE SUSTITUIR IMPORTACIONES
- DESARROLLAR UNA REGION

- INCREMENTAR EL VALOR DE LA MATERIA PRIMA
- EXTENDER LA VIDA DE UN PRODUCTO
- APROVECHAR AL MAXIMO LOS CANALES DE DISTRIBUCION
- ETC.

El estudio de factibilidad contempla principalmente las siguientes actividades:

1. MERCADO DE ABASTECIMIENTO
2. MERCADO DE CONSUMO
3. TAMAÑO PRELIMINAR DE LA PLANTA
4. LOCALIZACION PRELIMINAR DE LA PLANTA
5. ANALISIS DE LA TECNOLOGIA DISPONIBLE
6. ESTIMADO DE MAGNITUD DE LA INVERSION FIJA Y CAPITAL DE TRABAJO
7. ESTIMADO DE COSTOS DE OPERACION
8. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO
9. ORGANIZACION DE LA EMPRESA
10. EVALUACION SOCIAL Y ECONOMICA DEL PROYECTO
11. DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA Y SERVICIOS

Este estudio se realiza asumiendo que se dispone de la información del proceso y que el estudio de mercado realizado ha arrojado resultados positivos.

Cabe señalar que las conclusiones de este estudio son muy sensibles a variaciones en la ubicación de la planta y a la existencia de procesos disponibles, además de que puede ayudar a definir la capacidad mínima de la planta.

Es evidente la importancia que tiene esta actividad en el desarrollo de un proyecto, ya que, puede ayudar a cancelar, posponer, modificar o confirmar la ejecución del mismo.

2.2 ESTUDIO DE MERCADO

El objetivo de este estudio, consiste en estimar la cuantía de bienes, productos o servicios que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a un determinado costo; así mismo definir las características del producto a fabricar y las oportunidades de negocio. En otras palabras, esto representa la demanda, la cual se especifica en un periodo convencional (mes, año, días) y dado que ésta varía en general con los precios, es importante estimar la misma para diferentes precios y también tomando en cuenta que la empresa pueda cambiar los costos de producción con un margen de utilidad razonable.

Dentro de los parámetros que se deben incluir en estos estudios están los siguientes:

- PROPOSITO DEL ESTUDIO
- DEMANDA DEL PRODUCTO EN ANALISIS (ANTECEDENTES Y PROYECCIONES)
- CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO (USOS PRINCIPALES Y NUEVOS USOS)
- CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA
- DISPONIBILIDAD DE PRODUCTOS EQUIVALENTES O SIMILARES
- UBICACION DE LOS CENTROS DE CONSUMO
- HISTORIA Y PROYECCION DE PRECIOS
- FACTORES SOCIO-ECONOMICOS DE LOS CENTROS DE CONSUMO
- ANALISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA (CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCION, IMPORTACION Y EXPORTACION)

La conclusión de estos estudios es una comparación entre la oferta y la demanda, y con ello definir las oportunidades de mercado para el nuevo producto, también se obtiene la definición del volumen de ventas y producción, conclusiones y recomendaciones, por lo que no es únicamente la colección de datos estadísticos

Este estudio implica un análisis profundo de la combinación de los parámetros mencionados, y así determinar los resultados que pueden esperarse de la inversión en estudio.

2.3 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PLANTA

La determinación del tamaño de la planta esta en función del tamaño del producto y ésta a su vez se refiere a la capacidad de producción durante un periodo determinado de funcionamiento (normalmente anual). El elemento más importante que se toma en cuenta para esto es generalmente la cuantía de la demanda, siempre y cuando no este limitada en cuanto a escala de producción o que sea tan pequeña que no sea rentable de acuerdo con el proceso empleado.

Así por medio del estudio de mercado se puede definir con mayor certeza la capacidad de las instalaciones contempladas en el proyecto, las propiedades del producto y materia prima, requerimiento de servicios auxiliares, existencia de competencia, etc..

2.4 LOCALIZACION DE LA PLANTA

La localización de una nueva unidad de producción, es muy importante, ya que de ello puede depender su éxito, por tanto debe estudiarse cuidadosamente, tomando en cuenta el mayor número de factores tangibles e intangibles.

Este estudio tiene por objetivo definir la región y sitio específico mas viable técnica y económicamente para la instalación de una nueva planta industrial. Dicho estudio se realiza en dos etapas : la primera a nivel regional y la segunda a nivel sitio.

En ambos casos los factores que se toman en cuenta para la localización de la planta son:

- DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS Y MANO DE OBRA CALIFICADA
- MATERIAS PRIMAS (FUENTES)
- PRODUCTOS (DISTRIBUCION)
- TRANSPORTACION (COSTOS Y DISPONIBILIDAD)
- URBANIZACION (OBRAS DE INFRAESTRUCTURA)
- ASPECTOS LEGALES Y POLITICAS FISCALES (ESTIMULOS)
- CLIMA
- ELIMINACION DE DESECHOS (DISPONIBILIDAD Y RESTRICCIONES)
- MANO DE OBRA (DISPONIBILIDAD)
- FACTORES COMUNITARIOS
- DISPONIBILIDAD DE TERRENOS
- SERVICIOS (DISPONIBILIDAD AGUA, LUZ, COMBUSTIBLES, ETC.).
- CERCANIA A CENTROS DE CONSUMO
- CONCENTRACION INDUSTRIAL

La importancia relativa de cada factor antes citado varía de acuerdo a cada proyecto, aunque dependiendo de las necesidades de cada uno, se arman combinaciones de estos factores con el objetivo de efectuar una clasificación de alternativas y reducirlas hasta la óptima.

La localización mas adecuada de la planta debe estar orientada hacia los mismos objetivos que los del tamaño óptimo de la planta, es decir, hacia la obtención de la máxima tasa de utilidad, si se trata de inversión privada y hacia la obtención de costo unitario mínimo si es inversión pública.

Esta es una de las etapas más importantes de todo proyecto, ya que de ello depende que la planta se construya y opere satisfactoriamente. Consiste básicamente en el diseño propio de la planta, cualquiera que sea su tipo, por ello, es necesario combinar una serie de especialidades y disciplinas en diferentes ramas que tienen un objetivo común y que actúan bajo los lineamientos de un programa de trabajo del proyecto establecido previamente y siguiendo una serie de normas y especificaciones generales que aseguren la homogeneidad de criterios durante el desarrollo de la ingeniería.

La ingeniería del proyecto se divide principalmente en las siguientes fases:

- SELECCION DE LA TECNOLOGIA
- INGENIERIA BASICA
- INGENIERIA DE DETALLE
- PROCURACION
- CONSTRUCCION
- PRUEBAS Y ARRANQUE

SELECCION DE LA TECNOLOGIA

La parte fundamental del desarrollo de la ingeniería de cualquier proyecto, está basada en la tecnología o proceso seleccionado. Esta elección se establece de acuerdo al producto que se desea elaborar ya partir de las materias primas disponibles.

La tecnología puede definirse de dos formas :

ES LA APLICACION PRACTICA DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO/INGENIERIL A LA CONCEPCION, DESARROLLO O APLICACION DE PRODUCTOS , PROCESOS U OPERACIONES.

ES EL CONOCIMIENTO (KNOW-HOW) TECNICO ESPECIFICO Y PRECISAMENTE DEFINIDO

La tecnología posee tres principios básicos de utilización :

1. Cada producto se compone de distintas tecnologías
2. Las tecnologías tiene potenciales diversos en cuanto a impacto competitivo
3. Las tecnologías tiene ciclos de vida y etapas de madurez (Ver Fig 5)

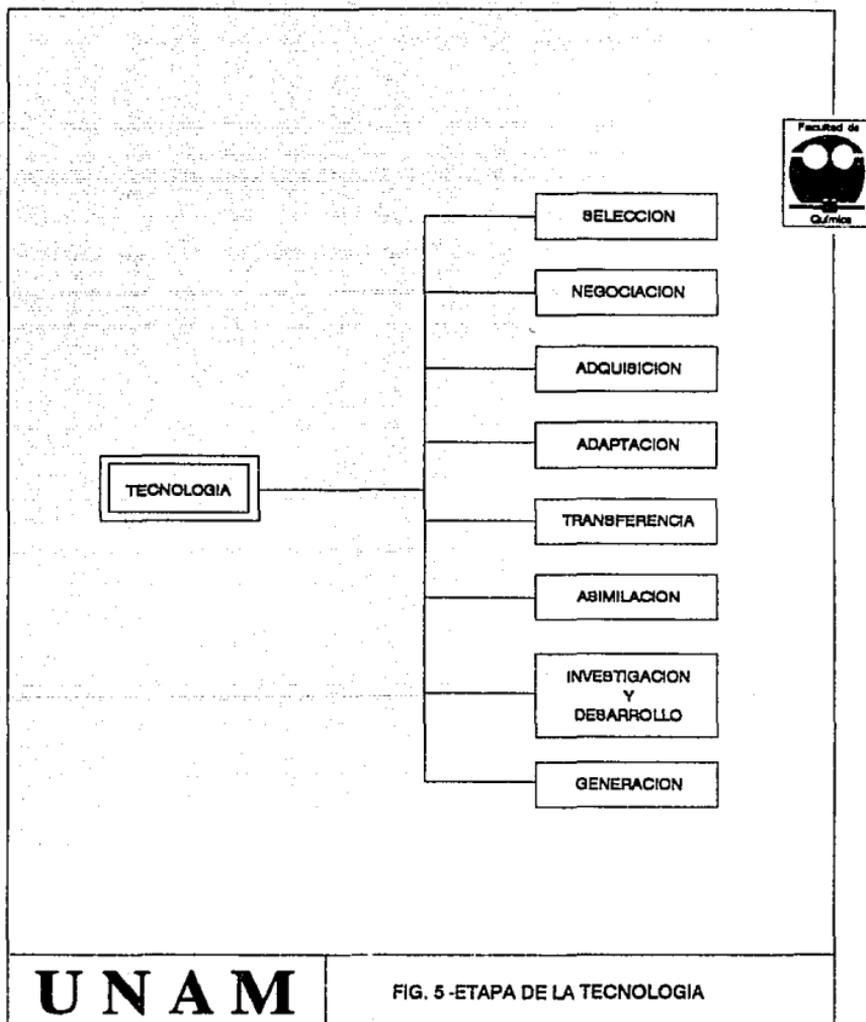
La selección de esta tecnología puede hacerse de tres formas :

- POR LICENCIAMIENTO
- POR DESARROLLO PROPIO
- DOMINIO PUBLICO (INFORMACION BIBLIOGRAFICA)

El objetivo principal de esta selección es obtener la mayor información para efectuar un estimado preliminar de inversión para evaluar la factibilidad del proyecto , además de poder generar los documentos básicos para el desarrollo posterior de la ingeniería de detalle.

INGENIERIA BASICA

El desarrollo de la Ingeniería Básica consiste en elaborar los documentos básicos que son necesarios para desarrollar la Ingeniería de Detalle, a partir de la tecnología o proceso seleccionado, ya sea que ésta se obtenga por un desarrollo propio o por licenciamiento.



El llamado paquete de ingeniería básica debe incluir toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto (Ver Fig 6), es decir al menos : MANUAL DEL PROCESO, D.F.P., D.T.I., ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTO DE SERVICIOS AUXILIARES.

INGENIERIA DE DETALLE

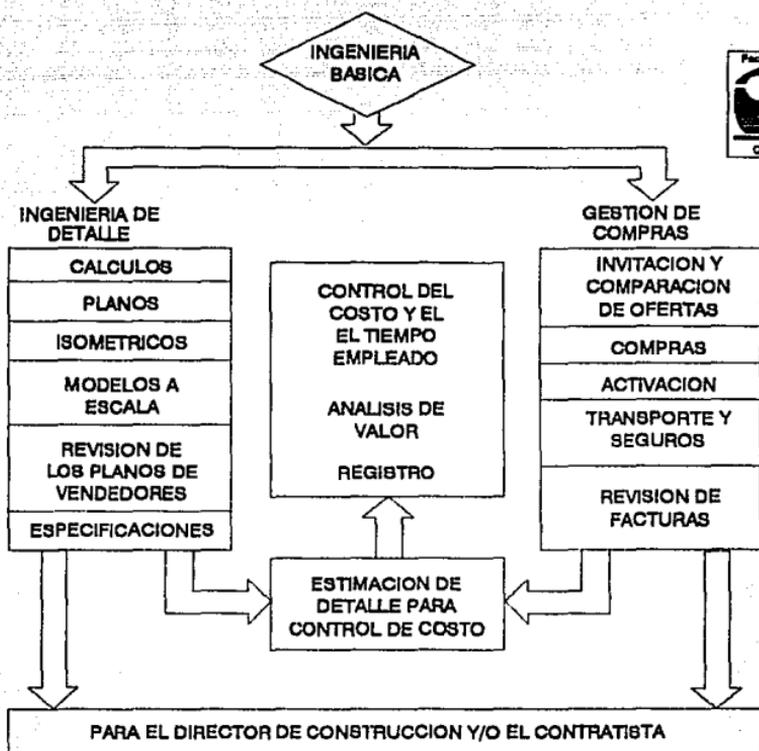
La ingeniería de detalle de todo proyecto, es uno de los aspectos mas relevantes, debido a que requiere de una gran cantidad y diversidad de personal especializado de las diferentes ramas de la ingeniería (civil, eléctrica, mecánica, instrumentación, química, tuberías, arquitectura, etc.) para el desarrollo de la misma.

Esta se encarga de elaborar todos los documentos (planos, especificaciones, dibujos, normas, etc.) necesarios para la construcción, instalación y puesta en marcha de la nueva instalación (Ver fig 6).

PROCURACION

La adquisición de los equipos y materiales en un proyecto, es de gran importancia, ya que su retraso repercute directamente en la construcción y puesta en marcha de la planta y por ende en el tiempo de ejecución del mismo.

En la etapa de procuración se realizan cuatro actividades primordiales: compras, inspección, expeditación y tráfico, a las cuales se les debe dar un seguimiento para evitar retrasos en la entrega de los equipos y materiales, así como verificar que estos cumplan con la calidad y requerimientos establecidos.



CONSTRUCCION

Una vez completada la ingeniería básica y de detalle, se debe iniciar la construcción; para ello se debe nombrar un responsable de la misma, el cual debe contar con toda la información actualizada de lo que va a construir.

Antes de iniciar esta actividad se debe establecer un programa de construcción, el cual incluya las diferentes etapas (movimiento de tierras, cimentaciones, edificios, tuberías subterráneas, suministro de equipo, materiales, etc.) y el personal necesario para el desarrollo de la obra. Es muy importante la supervisión durante la construcción, ya que es cuando se presentan los principales errores de ingeniería, procedimientos de soldadura, colado, armado de estructuras, etc., por lo que una mala supervisión implica una mala construcción (Ver Fig 7).

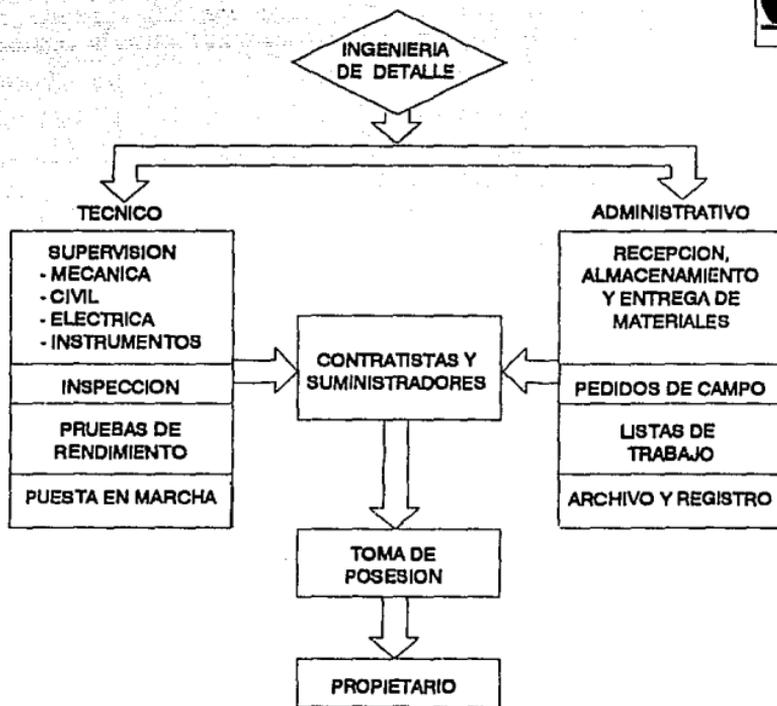
PRUEBAS Y ARRANQUE

Una vez terminada la construcción, se deben realizar una serie de actividades de prearranque encaminadas a la puesta en marcha de la instalación. Estas actividades consisten en aplicar una serie de pruebas a equipos, tuberías, dispositivos e instrumentos con el propósito de prepararse para el arranque de la unidad.

Para lo anterior, es necesario integrar un grupo de arranque y elaborar un programa de pruebas secuencial.

2.6 ESTIMADO DE INVERSION

Esta parte consiste en estimar la inversión total del proyecto, la cual se divide en dos partes; Inversión Fija y Capital de Trabajo.



La inversión fija o capital fijo, son los recursos necesarios para la construcción, compra y montaje de equipo, es decir son los recursos que se requieren para disponer de una instalación.

El capital de trabajo son los recursos requeridos para la etapa de funcionamiento de la planta, tales como materias primas, repuestos, inventarios, materiales en proceso, productos en tránsito, cuentas por cobrar, gastos de organización de la empresa, etc.

El estimado de inversión, puede efectuarse de 3 formas principalmente : preliminar, intermedia y detalladamente .

2.7 FINANCIAMIENTO

El financiamiento de un proyecto, es la fuente principal de la cual se obtendrán los recursos para la ejecución de éste.

Esta captación de capital se hace en base al cálculo hecho de la inversión. También, se debe determinar como será recuperada esta inversión y así cubrir el financiamiento, para ello es necesario elaborar un estudio Proforma de Ingresos y Egresos durante el tiempo de operación de la planta.

En general las fuentes de financiamiento pueden ser : utilidades no distribuidas, mercado de capitales, aportaciones directas de inversionistas o socios y financiamiento gubernamental.

2.8 ORGANIZACION DE LA EMPRESA

Esta es la fase final de un proyecto, y consiste en resolver los aspectos relativos a la constitución legal de la empresa es decir, se debe definir lo siguiente :

- TIPO DE EMPRESA
- ESTRUCTURA GENERAL
- PATENTES Y PERMISOS
- PREVISIONES PARA LA FORMACION DE PERSONAL TECNICO Y ADMINISTRATIVO QUE OPERE Y ADMINISTRE LA PLANTA
- TIPO DE CONTRATO PARA LA CONTRUCCION DE LA PLANTA
- PREVISIONES PARA ESTUDIOS ADICIONALES (ANTEPROYECTOS,FACTIBILIDAD,LOCALIZACION,ETC.)
- PREVISIONES PARA LA EJECUCION DE LA INGENIERIA DEL PROYECTO
- ETC.

Para la dirección y ejecución de todas las etapas del proyecto antes mencionadas, se requiere de la participación de un grupo de profesionales encabezados por un Gerente ,Director,Jefe o Responsable del Proyecto,el cual será el encargado de coordinar todas las actividades necesariar para la realización del mismo.

El responsable del proyecto, junto con sus ingenieros de proyecto deben contar con la capacitación adecuada en diversos campos de la ingeniería, economía, administración,etc.,ya que el control de este grupo sobre el proyecto y la aplicación de las funciones administrativas son base del éxito del mismo.

C A P I T U L O I I I

La limitación de los recursos económicos en nuestro país ha obligado a la aplicación correcta de las técnicas de estimación de Costos , para tratar de aprovechar con el mayor grado de eficiencia las inversiones en vías de realización.

Hasta hace pocos años se contemplaban solamente los aspectos técnicos de un proyecto, sin embargo, con el desarrollo tecnológico se ha visto la necesidad de tomar en cuenta también los aspectos económicos de los mismos.

La estimación de inversión se puede definir como :

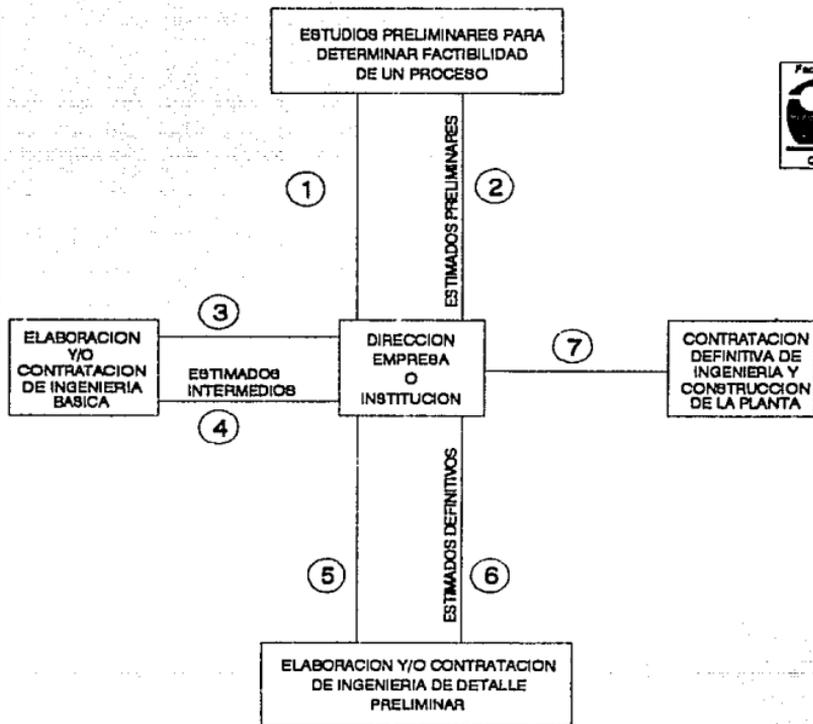
EL ARTE BASADO EN LAS RELACIONES EMPIRICAS Y METODICAS DE PREDECIR EL FUTURO ECONOMICO DE UN PROYECTO

En consecuencia es de gran importancia el disponer de sistemas y procedimientos en la ejecución de proyectos, que permitan controlar los costos de éstos y minimizar los sobrecostos causados por la escalación y otros factores. Indudablemente estos sistemas y procedimientos deben basarse en un cuidadoso plan de ejecución, en el diseño y construcción de la planta, además de fundamentarse en un análisis minucioso de los costos involucrados y técnicas debidamente probadas.

Existen una variedad de métodos usados para la estimación de inversiones, los cuales se usan dependiendo del propósito del mismo (Ver Fig 8).

En general se puede mencionar que existen cuatro grandes grupos:

- ESTIMADOS PRELIMINARES
- ESTIMADOS INTERMEDIOS



- ESTIMADOS DETALLADOS
- ESTIMADOS DE INGENIERIA

Es conveniente señalar que estas técnicas proporcionan la mayor precisión con un gasto mínimo de tiempo y dinero, sin embargo, no es posible elaborar estimaciones completamente exactas de todos los equipos, materiales, mano de obra y gastos generales para cada instalación nueva propuesta, incluso si se dispone de planos, especificaciones y documentos completos, debido a que entre el 25 y 40% del costo total de cualquier proyecto se dedica a componentes de mano de obra, terreno, ingeniería y gastos de arranque, los cuales no son posibles establecer con precisión. Además, pueden existir desviaciones debidas al estimador, ya sea por inclinarse al lado optimista o pesimista de la estimación.

No obstante lo anterior, se pueden usar dos reglas simples como etapa inicial de cualquier estimado, y que permiten alcanzar la meta de lograr un cálculo lo mas preciso posible :

1. VERIFICAR HASTA QUE PUNTO ESTA COMPLETAMENTE DEFINIDO EL ALCANCE DEL PROYECTO.
2. UTILIZAR DATOS ESTADISTICOS DE COSTOS DE PROYECTOS SIMILARES PARA REDUCIR LAS DESVIACIONES.

Generalmente las estimaciones son mas bajas que los costos reales. La causa principal de ello se atribuye a omisiones de equipos, servicios o instalaciones auxiliares. Para evitar lo anterior, es conveniente utilizar una lista de verificación (CHECK LIST) de los conceptos que deben tomarse en cuenta para efectuar el estimado de costo de un proyecto (Ver Tabla 1).

TERRENO:

- AGRIMENSURA
- HONORARIOS
- COSTO DE LA PROPIEDAD

DESARROLLO DEL SITIO:

- DESMONTE DEL SITIO
- NIVELACION
- CARRETERAS DE ACCESO EN EL SITIO
- ANADADORES
- FERROCARRILES
- CERCAS
- ZONAS DE ESTACIONAMIENTO
- OTRAS ZONAS PAVIMENTADAS
- MUELLES Y EMBARCADEROS
- INSTALACIONES RECREATIVAS
- PAISAJES

EDIFICIOS PARA EL PROCESO:

(LISTA DE LOS NECESARIOS) INCLUYE EN CADA UNO DE ELLOS LAS SUBESTRUCTURAS, LAS PLATAFORMAS, LOS SOPORTES, LAS ESCALERAS, LOS TRAGALUCES, LAS ENTRADAS LAS GRUAS, LOS HONORRIELES, LAS CABRIAS MONTACARCAS Y LOS ASCENSORES.

- ADMINISTRATIVOS Y DE OFICINAS
- MEDICOS U DE ENFERMERIA
- CAFETERIA
- CARAJE
- ALMACENES DE PRODUCTOS
- ALMACEN DE PIEZAS Y ACCESORIOS
- TALLERES DE MANTENIMIENTO: ELECTRICO, DE TUBERIAS, DE PLACAS METALICAS, DE MAQUINAS, DE SOLDADURA, DE CARPINTERIA, DE INSTRUMENTOS.
- GUARDIA Y SEGURIDAD
- ALMACENES DE MANGUERAS
- VESTIDORES
- LUGARES PARA FUMADORES (EN ZONAS PELIGROSAS)
- EDIFICIO DEL PERSONAL
- PLATAFORMAS Y OFICINAS DE DESPACHO
- LABORATORIO DE INVESTIGACIONES
- LABORATORIO DE CONTROL

SERVICIOS DE EDIFICIOS:

- PLOMERIA
- CALEFACCION
- VENTILACION
- RECOLECCION DE POLVO
- AIRE ACONDICIONADO
- SISTEMA DE ASPERSION
- ASCENSORES, MONTACARCAS
- ILLUMINACION DE LOS EDIFICIOS
- TELEFONOS
- ALARMAS CONTRA INCENDIOS
- RECEPCION
- SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIONES
- PINTURA

EQUIPOS DE PROCESO:

(LISTA TOMADA CUIDADOSAMENTE DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO VERIFICADOS)

EQUIPOS QUE NO SEAN DE PROCESO:

- EQUIPOS Y MUEBLES DE OFICINA
- EQUIPOS DE CAFETERIA
- EQUIPOS MEDICOS Y DE SEGURIDAD
- EQUIPOS DE TALLERES

- EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES EN PATIOS Y MANTENIMIENTO PESADO DE VEHICULOS.
- EQUIPOS DE LABORATORIO
- ARMARIOS Y BANCAS DE VESTIDORES
- EQUIPOS DE CARAJE
- ANAQUELES, TOLVAS, PALETAS, CARRETIILLAS
- EQUIPOS DE LIMPIEZA
- BOMBAS, EXTINGUIDORES Y MANGUERAS CONTRA INCENDIOS

ACCESORIOS DE PROCESAMIENTO:

- TUBERIAS ACERO AL CARBONO, ALEACIONES, HIERRO COLADO CON RECUBRIMIENTO DE PLOMO, ALUMINIO, COBRE, ASBESTO, CEMENTO, CERAMICA PLASTICO, CAUCHO, CONCRETO REFORZADO.
- SOPORTES PARA TUBERIAS, ACCESORIOS, VALVULAS.
- AISLAMIENTOS: DE TUBERIAS Y EQUIPOS
- INSTRUMENTACION
- TABLEROS DE INSTRUMENTOS
- ACCESORIOS ELECTRICOS: TABLEROS, INTERRUPTORES, MOTORES, DUCTOS, CONDUCTORES, ADITAMENTOS, ALIMENTADORES, CONTACTOS A TIERRA, ALAMBRO DE INSTRUMENTOS Y APARATOS DE CONTROL.

SERVICIOS:

- PLANTA DE CALDERAS
- INCINERADOR
- ELIMINADOR DE CENIZAS
- TRATAMIENTO DE AGUA DE ALIMENTACION A LAS CALDERAS
- GENERACION ELECTRICA
- SUBESTACIONES ELECTRICAS
- PLANTA DE REFRIGERACION
- PLANTA DE AIRE
- POZOS
- TOMAS DEL RIO
- TRATAMIENTO PRIMARIO DEL AGUA: FILTRACION, COAGULACION, AERACION
- TRATAMIENTO SECUNDARIO DEL AGUA: DESIONIZACION, DESMINERALIZACION, CONTROL DEL PH Y LA DUREZA
- TORRES DE ENFRIAMIENTO
- ALMACENAMIENTO DE AGUA
- SALIDA DE EFLUENTES
- ALCANTARILLADO PARA DESECHOS DEL PROCESO
- ESTACIONES DE BOMBEO DE DESECHOS DEL PROCESO
- ALCANTARILLADO DE DESECHOS SANITARIOS
- ESTACIONES DE BOMBEO DE DESECHOS SANITARIOS
- REPRESAS, CUENCAS DE RECOLECCION
- TRATAMIENTO DE DESECHOS, INCLUYENDO GASES
- DESAGUES
- INSTALACIONES Y DISTRIBUCION DE LOS PATIOS (FUERA DE LOS LIMITES DE LA BATERIA)
- LINEAS DE TUBERIAS DE PROCESO: LINEAS DE VAPOR, CONDENSADOS, AGUA, GAS, COMBUSTIBLE AIRE, FUEGO, INSTRUMENTOS Y DE CORRIENTE ELECTRICA.

EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIAS Y PRODUCTOS -- TERMINADOS: MONTACARCAS, TRANSPORTADORES, SOLADADORES, GRUAS.

- ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS TERMINADOS: TANQUES, ESFERAS, TAMBORES TOLVAS, 511.05



UNAM

TABLA I LISTA DE VERIFICACION DE ELEMENTOS DEL COSTO DE CAPITAL FIJO DE UN PROCESO QUIMICO

HOJA 1 DE 2



- RECEPCION DE COMBUSTIBLE, MEZCLADO Y ALMACENAMIENTO
- ESTACIONES DE CARGA DE PRODUCTOS
- BASCULAS PARA CAMIONES Y ELEVADORES

DIVERSOS:

- TRABAJOS DE DEMOLICION Y MODIFICACIONES
- CATALIZADORES
- PRODUCTOS QUIMICOS (SOLO LA CARGA INICIAL)
- PIEZAS DE RECAMBIO Y EQUIPOS NO INSTALADOS DE RESERVA
- EQUIPOS EXCEDENTES, MARGEN DE EQUIPOS Y PROVISIONES
- RENTA DE EQUIPOS (PARA LA CONSTRUCCION)
- TIEMPO EXTRA (PARA LA CONSTRUCCION)
- MARGEN POR LA INFLACION
- FLETES
- IMPUESTOS Y SEGUROS
- DERECHOS ADUANALES
- MARGEN PARA MODIFICACIONES Y TRABAJOS ADICIONALES DE CONSTRUCCION DURANTE EL ARRANQUE
- COSTOS DE INGENIERIA
- ADMINISTRATIVOS
- INGENIERIA DE PROYECTOS DE PROCESO Y EN GENERAL
- DISEÑO
- INGENIERIA DE COSTOS
- ABASTECIMIENTO, DESPACHO E INSPECCION
- VIATICOS Y COSTOS DE REPRESENTACION
- COPIAS
- COMUNICACIONES
- MAQUETAS
- HONORARIOS EXTERNOS DE ARQUITECTURA E INGENIERIA

GASTOS DE CONSTRUCCION:

- CONSTRUCCION, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE COBERTIZOS PROVISIONALES, OFICINAS, CARRETERAS, ESTACIONAMIENTOS, FERROCARRILES, DUCTOS ELECTRICOS, TUBERIAS, COMUNICACIONES Y CERCAS
- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE CONSTRUCCION
- GASTOS Y PERSONAL DE ALMACENES
- SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION
- CONTABILIDAD Y CRONOMETRAJES
- COMPRAS, ENVIOS Y MOVIMIENTOS
- SEGURIDAD Y SERVICIOS MEDICOS
- GUARDIAS Y CELADORES
- MARGEN PARA VIAJES Y TRANSPORTES PARA LOS OBREROS ESPECIALIZADOS
- PRESTACIONES
- LIMPIEZA
- PROTECCION CONTRA EL CLIMA
- PERMISOS, LICENCIAS ESPECIALES, PRUEBAS SOBRE EL TERRENO
- ALQUILER DE ESPACIO FUERTA DEL SITIO
- HONORARIOS Y GASTOS DE LA OFICINA CENTRAL DEL CONTRATISTA
- IMPUESTOS Y SEGUROS, INTERESES

UNAM

TABLA I LISTA DE VERIFICACION DE ELEMENTOS DEL COSTO DE CAPITAL FIJO DE UN PROCESO QUIMICO

HOJA 2 DE 3

En lo que respecta al grado de exactitud de los métodos usados para la estimación de costos, esta es función de la información de que se dispone (Ver Tabla 2), y su costo depende del tipo de método utilizado y el uso que se le desea dar (Ver Fig. 9).

3.1 ESTIMADO DE INVERSION PRELIMINAR

Este tipo de estimado es principalmente un procedimiento empírico que se aplica a tipos similares o repetitivos de instalaciones, para las cuales existe un buen historial de costos. Para ello, se pueden utilizar gráficas que predicen el costo de capital para cualquier capacidad de producción, o en su defecto utilizar ecuaciones matemáticas para su cálculo.

El grado de exactitud de estos métodos usados es del orden de mas menos 30 a 50 %, y depende principalmente de la información disponible, experiencia y juicio del estimador.

Los datos obtenidos de estos cálculos, se emplean para estimar la viabilidad económica de un proyecto, antes de iniciarlo.

La información requerida para este tipo de estimado es :

1. BASES GENERALES DE DISEÑO
2. DIAGRAMAS PRELIMINARES DE PROCESO

Existen básicamente cinco métodos para estimar inversiones de manera preliminar :

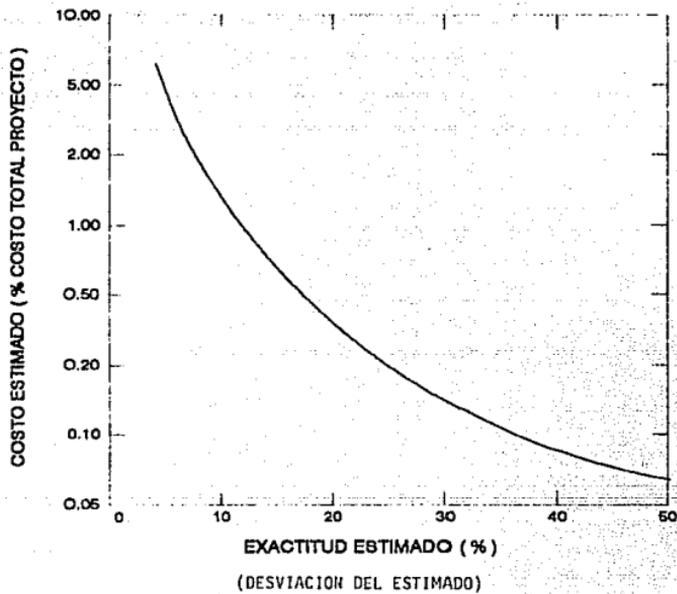
**UNAM**

FIG. 9 - COSTO DE LOS ESTIMADOS

1. METODO DEL PRECIO UNITARIO

Este es el método mas simple y menos exacto, consiste únicamente en multiplicar la capacidad anual de la planta por un costo unitario, el cual se expresa como el costo de la planta instalada por tonelada de producción.

COSTO TOTAL PLANTA = CAPACIDAD DE PLANTA (TON) * COSTO UNITARIO (TON)

2. METODO EXPONENCIAL

Consiste en utilizar los datos disponibles de costos de proyectos similares pero de diferente capacidad.

La relación empleada para este caso es:

$$C2/C1 = (S2/S1)^n$$

DONDE:

C2 = COSTO A LA CAPACIDAD DESEADA S2

C1 = COSTO A LA CAPACIDAD CONOCIDA S1

n = FACTOR DE COSTO-CAPACIDAD

El exponente n varía de acuerdo al tipo de proyecto, aunque generalmente se toma los valores de 0.6 a 0.8 como promedios, de acuerdo a las diferentes plantas conocidas (VER TABLA 3).

3. METODO DE INDICES DE COSTOS



PRODUCTO	EXPONENTE
ACETONA	0.48
ACRILONITRILLO	0.89
ALUMINIO	2.80
NITRATO AMONÍACO	0.85
SULFATO AMONÍACO	0.73
BUTADIENO	0.88
BUTANO	2.40
ALCOHOL BUTÍLICO	0.78
CARBÓN	2.70
CLORO	0.43
CRACKING	0.22
CLOROFORMO	0.20
ETANOL	1.72
PROPANO	1.70
PEROXIDO DE HIDROGENO	0.70
SOXALON	0.70
METANOL	0.80
ACETONTRIO	0.80
FINO	0.70
ACIDOFOSFORICO	0.60
POLIETILENO	1.80
PROPANO	1.70
AZUFRE	0.20
ACIDOSULFURICO	0.20
ESTIRENO	1.70
LPIA	0.70
ACETILENO	2.70
ALUMINO	2.70
AMONÍACO	0.70
GENERADORA DE VAPOR	0.70
CEMENTO	0.80
CLORO	0.80
GENERACION ELECTRICA (NUCLEAR)	0.80
GENERACION ELECTRICA (VAPOR)	0.70
EDIFICIOS INDUSTRIALES	0.87
NO REACCIONES MULTIFASES	0.80
ORGANO	0.70
REFINERIA	1.70
TRATAMIENTO DESECHOS PRIMARIOS	0.80
TRATAMIENTO DESECHOS SECUNDARIOS	1.70
ALMACENAMIENTO	1.80
ACIDOSULFURICO	0.20
SERVICIOS AUXILIARES	0.87
Plataforma de Producción.	0.70

UNAM

TABLA 3 - EXPONENTES PARA PLANTAS DE PROCESO

Este método se emplea cuando se conocen datos de costos de una planta de igual capacidad pero construida en una fecha anterior. Para ello se debe únicamente actualizar su costo en base a los INDICES DE COSTOS actuales, y que son publicados en la literatura.

La expresión utilizada para este caso es :

$$CTA = CTB \cdot (\text{INDICE DE COSTO AÑO A} / \text{INDICE COSTO AÑO B})$$

DONDE:

CTA = COSTO DE LA PLANTA EN EL AÑO A (DESEADO)

CTB = COSTO DE LA PLANTA EN EL AÑO B (CONOCIDO)

Los índices de costo que se utilizan en la expresión anterior se obtienen de diversas publicaciones dependiendo de lo que se requiera actualizar.

En general los índices que se emplean son (Ver Tabla 4) :

1. INDICE M AND S COSTO DE EQUIPO (MARSHALL AND SMITH)

Aparace en la revista CHEMICAL ENGINEERING y está basado en el costo de equipo.

2. INDICE DE COSTOS CE (CHEMICAL ENGINEERING)

Aparace en la revista antes citada, y se basa en el costo de plantas.

3. INDICE DE COSTOS ENR (ENGINEERING NEWS-RECORD)

INDICE DE COSTOS					
	MSS EQUIPO	PLANTA CE	REFINERIA NELSON	CONSTRUCCION ENR	EDIFICIOS ENR
AÑO	1926-100	1957-1959=100	1946=100	1913=100	1913=100
1948	163	70	133	461	345
1949	161	71	140	477	352
1950	168	74	146	510	375
1951	180	80	157	543	401
1952	181	81	162	569	416
1953	183	85	174	600	431
1954	185	86	180	628	446
1955	191	98	184	660	469
1956	209	94	195	692	491
1957	225	99	206	724	509
1958	229	100	214	759	525
1959	235	102	222	797	548
1960	238	102	228	824	559
1961	237	102	233	847	568
1962	239	102	238	872	580
1963	239	102	244	901	594
1964	242	103	252	936	612
1965	245	104	261	971	627
1966	153	107	273	1019	650
1967	263	110	287	1070	671
1968	273	114	304	1154	721
1969	285	119	329	1270	802
1970	303	126	365	1380	875
1971	321	132	406	1571	943
1972	332	137	439	1726	1039
1973	344	144	468	1899	1138
1974	398	165	523	2103	1242
1975	444	182	576	2212	1306
1976	477 ¹	196 ²	624 ³	2400	1425

MSS = Marshall and Smith (formerly Marshall and Stevens)

CE = Chemical Engineering

ENR = Engineering News - Record

1. 3rd Q, 1976

2. Nov., 1976

3. July, 1976



UNAM

TABLA 4. - INDICE DE COSTOS

Publicado en la revista antes citada y se basa en los costos de mano de obra, materiales y construcción .

4. NELSON REFINERY INDEX

Aparece en la revista OIL AND GAS JOURNAL, y se basa en el costo de refinerías .

5. INDICES DEL BANCO DE MEXICO

Publicados por esta institución y se basan en el indice de precios al consumidor y productor.

4. METODO DE LANG

Este método consiste únicamente en multiplicar el costo total del equipo por un factor llamado FACTOR DE LANG, el cual se basa en todos los aspectos asociados al equipo (Mano de obra, materiales, instalación, indirectos, contingencias, etc.) y diferenciando los tipos de procesos usados.

Así la expresión a utilizar es :

$$\text{COSTO TOTAL PLANTA} = \text{COSTO TOTAL EQUIPO} * \text{FACTOR DE LANG GRAL.}$$

El factor de Lang general toma los siguientes valores :

- 3.9 PARA PROCESOS QUE MANEJAN SOLIDOS
- 4.1 PARA PROCESOS QUE MANEJAN SOLIDOS-FLUIDOS
- 4.8 PARA PROCESOS QUE MANEJAN FLUIDOS

5. METODO DE PORCENTAJES

Otro método para estimar el costo de las plantas químicas consiste en aplicar un porcentaje para cada actividad del proyecto, el cual es multiplicado por el costo base del equipo de proceso. Los porcentajes utilizados se basan en el tipo de proceso utilizado, complejidad del diseño, requerimientos de materiales, construcción, localización de la planta, experiencia pasada, etc.

Todos los términos antes citados han sido valorados bajo la base de un promedio y de acuerdo a datos de plantas anteriormente construidas, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 5.

Este método es usado comunmente para estimados preliminares y tiene una buena exactitud cuando es aplicado a procesos o plantas similares, y también para capacidades diferentes.



CONCEPTO	% COSTO EQUIPO TIPO PROCESO		
	SOLIDOS	SOLIDOS-FLUIDOS	FLUIDOS
A . - COSTOS DIRECTOS			
COSTO EQUIPO (15 - 40 % INVERSION FUA)	100	100	100
INSTALACION EQUIPO (25 - 35 % COSTO EQUIPO)	45	36	47
INSTRUMENTACION Y CONTROL INSTALADO (5 - 30 % COSTO DEL EQUIPO)	9	15	16
TUBERIA INSTALADA (10 - 80 % COSTO DEL EQUIPO)	16	31	66
MATERIAL ELECTRICO INSTALADO (10 - 40 % COSTO DEL EQUIPO)	10	10	11
EDIFICIOS (INCLUYENDO SERVICIOS) (10 - 70 % COSTO EQUIPO)	26	29	18
TERRENO (MEJORAMIENTO) E	15	10	10
SERVICIOS AUXILIARES (40 - 100 % COSTO EQUIPO)	40	55	70
COSTO TERRENO (1 - 2 % INVERSION FUA)	6	6	5
COSTO DIRECTO TOTAL	264	293	346
B . - COSTOS INDIRECTOS			
COSTOS DE INGENIERIA SUPERVISION (5 - 30 % COSTO DIRECTO)	33	32	33
CONSTRUCCION (GASTOS) (5 - 30 % COSTO DIRECTO)	30	34	41
TOTAL COSTOS INDIRECTOS + COSTOS DIRECTOS	336	369	420
UTILIDADES CONTRATISTA	17	16	21
CONTINGENCIAS (5 - 18 % INVERSION FUA)	34	36	42
COSTO TOTAL INVERSION FUA	367	413	483
CAPITAL DE TRABAJO (10 - 20 % INVERSION FUA)	88	74	88
INVERSION TOTAL	455	487	569

UNAM

TABLA 5 - RELACION DE FACTORES PARA
ESTIMAR INVERSIONES BASADO
EN EL COSTO DE EQUIPO

3.2 ESTIMADOS DE INVERSION INTERMEDIOS

Generalmente se utiliza este tipo de estimado cuando el proyecto se ha iniciado, ya que requiere contar de mayor información, es decir contar con la ingeniería básica y se este des arrollando la ingeniería de detalle.

La información mínima necesaria para realizar este estimado es la siguiente:

1. BASES DE DISEÑO
2. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO
3. ARREGLOS DE EQUIPO Y PLANTA PRELIMINARES
4. LISTA DE EQUIPO
5. BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA
6. INDICE DE INSTRUMENTOS
7. HOJAS DE DATOS DE EQUIPO
8. DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION PRELIMINARES

El grado de exactitud de este tipo de estimado es de mas menos 15 a 20 % y depende de la calidad y cantidad de información disponible, además la exactitud de este permite que se autorice en definitiva la ejecución del proyecto.

Los métodos empleados en esta parte, se basan en relaciones matemáticas de costos históricos de equipo principal, los cuales se obtienen generalmente de tres formas:

1. DATOS DE LA LITERATURA (TABLAS, GRAFICAS, NOMOGRAMAS) ACTUALIZADOS CON LOS INDICES DE COSTOS

2. DATOS DE LA LITERATURA PARA CAPACIDADES DIFERENTES Y AJUSTADOS
 MEDIANTE EL METODO EXPONENCIAL E INDICES DE COSTOS

3. COTIZACIONES DIRECTAS DE EQUIPO

El costo de equipo calculado generalmente incluye el equipo de proceso, materiales, almacenamiento, tratamiento de desechos, estructuras, tuberías e instrumentos.

Los métodos utilizados para este tipo de estimados son los siguientes:

1. METODO DE HIRSCH - GLAZIER

La expresión que se utiliza en este caso se basa en una serie de factores que toman en cuenta diferentes conceptos :

$$I = E [A (1 + FL + FP + FM) + B + C]$$

DONDE :

- I = INVERSION FIJA TOTAL
- E = FACTOR DE COSTOS INDIRECTOS (SUPERVISION, INGENIERIA, CONEXIONES, ETC.) USUALMENTE = 1.4
- A = COSTO TOTAL DE EQUIPO (AC. AL CARBON) $A_0 = A/1000$
- FL = FACTOR DE MANO DE OBRA EN CAMPO
- FP = FACTOR POR MATERIALES (VALVULAS, CONEXIONES, SOPORTES, ETC)
- FM = FACTOR POR MISCELANEOS (AISLAMIENTO, PINTURA, FLETES, SUPERVISION CAMPO, ALABRADO, CIMENTACIONES, ETC.)
- B = COSTO DE EQUIPO ARMADO EN CAMPO

C = COSTO ADICIONAL POR USO DE MATERIAL RESISTENTE A LA CORROSION

e = COSTO DE CAMBIADORES DE NIVEL (AC. AL CARBON)

f = COSTO DE RECIPIENTES ARMADOS EN CAMPO (MAS DE 12 FT)

p = COSTO DE BOMBAS (AC. AL CARBON) INCLUYE MOTORES

t = COSTO TOTAL DE COLUMNAS SIN INTERNOS (AC. CARBON)

$$\text{LOG FL} = 0.635 - 0.154 \text{ LOG } A_o - 0.992 (e/A) + 0.506 (f/A)$$

$$\text{LOG FP} = - 0.266 - 0.014 \text{ LOG } A_o - 0.156 (e/A) + 0.556 (p/A)$$

$$\text{FM} = 0.344 + 0.033 \text{ LOG } A_o + 1.194$$

2. METODO DE RUDD Y WATSON

Este método esta basado en la siguiente expresión:

$$C_{fc} = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 * C_{eq}$$

DONDE:

ϕ_1 = FACTOR DEL TIPO DE PROCESO (SOL, LIQ O GAS)

ϕ_2 = $1 + f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5$

ϕ_3 = $1 + f_6 + f_7 + f_8$

f1 = FACTOR DE LINEAS DE PROCESO

f2 = FACTOR DE INSTRUMENTACION

f3 = FACTOR DE CONSTRUCCION

f4 = FACTOR DE SERVICIOS

f5 = FACTOR DE LINEAS EXTERIORES

- f6 = FACTOR DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
- f7 = FACTOR DEL TAMAÑO DE LA PLANTA
- f8 = FACTOR DE CONTINGENCIAS

Los valores de cada uno de los factores antes descritos se pueden observar en la tabla 6.

3. METODO DE GUTRHIE

La preparación de este estimado se basa en el procedimiento desarrollado por K.M. GUTRHIE, el cual considera la estimación de costos a través de los llamados MODULOS, los cuales se clasifican de acuerdo a las áreas del proyecto, es decir:

- MODULO DE PROCESO QUIMICO
- MODULO DE MANEJO DE SOLIDOS
- MODULO DE DESARROLLO DE SITIO
 - MODULO DE EDIFICIOS
 - MODULO DE SERVICIOS
 - MODULOS DE COSTOS INDIRECTOS

La descripción de estos modulos (Ver Fig, 10) y los valores empleados en cada uno de ellos se basan en estudios realizados por el autor de este método, a través del análisis de 42 plantas industriales, entre las que se encontraban plantas petroquímicas, químicas y refinerías.

$$C_{FC} = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \Sigma C_{EO}$$

$$\begin{aligned} C_{FC} &= \text{COSTO FIJO} \\ \Sigma C_{EO} &= \text{COSTO EQUIPO} \\ \phi_1 &= 1.45 \text{ PROCESOS SOLIDOS} \\ \phi_1 &= 1.36 \text{ PROCESOS SOLIDOS-FLUIDOS} \\ \phi_1 &= 1.47 \text{ PROCESOS FLUIDOS} \\ \phi_2 &= 1 - f_1 + f_2 + f_3 - f_4 + f_5 \\ \phi_2 &= 1 - f_6 + f_7 + f_8 \end{aligned}$$

FACTOR TUBERIAS

$$\begin{aligned} f_1 &= 0.07 \text{ A } 0.10 \text{ PROCESO SOLIDOS} \\ f_1 &= 0.10 \text{ A } 0.30 \text{ PROCESO SOLIDOS-FLUIDOS} \\ f_1 &= 0.30 \text{ A } 0.80 \text{ PROCESO FLUIDOS} \end{aligned}$$

FACTOR DE INSTRUMENTACION

$$\begin{aligned} f_2 &= 0.02 \text{ A } 0.05 \text{ CONTROL AUTOMATICO PEQUEÑO} \\ f_2 &= 0.05 \text{ A } 0.10 \text{ CONTROL AUTOMATICO MEDIANO} \\ f_2 &= 0.10 \text{ A } 0.15 \text{ CONTROL AUTOMATICO COMPLEJO} \end{aligned}$$

FACTOR EDIFICIOS

$$\begin{aligned} f_3 &= 0.05 \text{ A } 0.20 \text{ UNIDADES AL EXTERIOR} \\ f_3 &= 0.20 \text{ A } 0.80 \text{ UNIDADES MEZCLADAS} \\ f_3 &= 0.80 \text{ A } 1.00 \text{ UNIDADES INTERIORES} \end{aligned}$$

FACTOR DE SERVICIOS

$$\begin{aligned} f_4 &= 0.00 \text{ A } 0.05 \text{ ADICIONES MENORES} \\ f_4 &= 0.05 \text{ A } 0.25 \text{ ADICIONES MAYORES} \\ f_4 &= 0.25 \text{ A } 1.00 \text{ ADICIONES NUEVO RITO} \end{aligned}$$

FACTOR DE LINEAS EXTERNAS

$$\begin{aligned} f_5 &= 0.00 \text{ A } 0.05 \text{ PLANTA EXISTENTE} \\ f_5 &= 0.05 \text{ A } 0.15 \text{ UNIDADES SEPARADAS} \\ f_5 &= 0.15 \text{ A } 0.25 \text{ UNIDADES DISPERSAS} \end{aligned}$$

FACTOR DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION

$$\begin{aligned} f_6 &= 0.20 \text{ A } 0.35 \text{ PLANTAS SENCILLAS} \\ f_6 &= 0.35 \text{ A } 0.50 \text{ PLANTAS COMPLEJAS} \end{aligned}$$

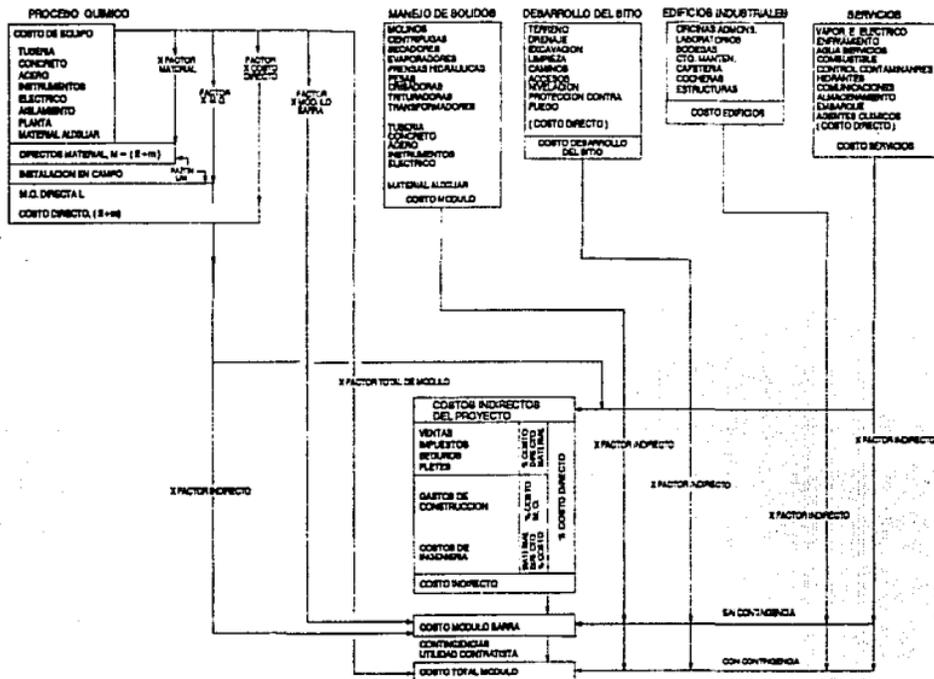
FACTOR DE CAPACIDAD

$$\begin{aligned} f_7 &= 0.00 \text{ A } 0.05 \text{ PLANTAS GRANDES} \\ f_7 &= 0.05 \text{ A } 0.15 \text{ PLANTAS PEQUEÑAS} \\ f_7 &= 0.15 \text{ A } 0.35 \text{ PLANTAS EXPERIMENTALES} \end{aligned}$$

FACTOR DE CONTINGENCIAS

$$\begin{aligned} f_8 &= 0.10 \text{ A } 0.20 \text{ PROCESO FIRME} \\ f_8 &= 0.20 \text{ A } 0.30 \text{ PROCESO SUJETO A CAMBIOS} \\ f_8 &= 0.30 \text{ A } 0.50 \text{ PROCESO TENTATIVO} \end{aligned}$$





1. MODULO DE PROCESO QUIMICO

Este módulo es integrado por los siguientes elementos:

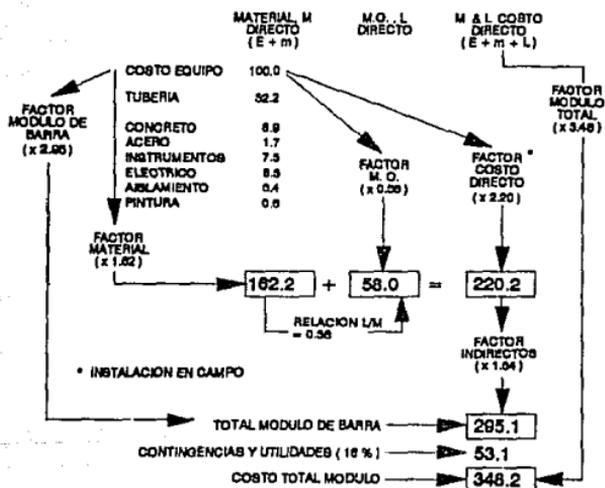
a) ELEMENTOS PRIMARIOS

- COSTO DEL EQUIPO
- MATERIALES DIRECTOS ASOCIADOS AL EQUIPO
- MANO DE OBRA DIRECTA
- COSTO DIRECTO
- COSTO INDIRECTO
- COSTO MODULO DE BARRA
- COSTO TOTAL DEL MODULO

b) elementos secundarios referidos a costos de :

- TUBERIAS
- CONCRETO
- ESTRUCTURAL
- ELECTRICO
- AISLAMIENTO
- PINTURA
- COSTOS DE INSTALACION DE MATERIALES Y EQUIPOS
- COSTOS INDIRECTOS
(FLETES, SEGUROS, IMPUESTOS, INGENIERIA, CONTINGENCIAS, UTILIDADES
DE CONTRATISTAS, ETC.)

Los datos que se emplean para este módulo se pueden observar en la figura 11.



Los factores y valores utilizados en el modulo se pueden definir como sigue:

COSTO DE EQUIPO (E): es el valor del equipo tomando como base el acero al carbón, (se le asigna el valor de 100).

FACTOR DE MATERIALES (M): Contempla todos los materiales necesarios para instalar el equipo, se le da el valor de 1.62.

FACTOR DE MANO DE OBRA (L): Representa la mano de obra requerida para instalar los equipos en campo, se se asigna un valor de 1.58.

RELACION L/M : Se refiere a la relación mano de obra directa/costo directo de material y se toma el valor de 0.36.

FACTOR DE COSTO DIRECTO (M AND L): Se refiere a los costos de instalación en campo, se le asigna un valor de 2.20.

FACTOR DE COSTO INDIRECTO : Incluye los costos indirectos de supervisión, desarrollo del sitio, productividad, etc., se le asigna el valor de 1.34.

FACTOR DE MODULO DE BARRA : Incluye todos los costos directos e indirectos del módulo, se toma un valor de 2.95.

FACTOR TOTAL DEL MODULO : Representa el costo total del módulo incluyendo las contingencias y utilidades, por lo que se le asigna el valor de 3.48.

2. MODULO DE MANEJO DE SOLIDOS

Para este módulo se hace el mismo análisis que para el anterior, solamente que en base al equipo que maneja sólidos

exclusivamente, como son molinos, centrifugas, secadores, evaporadores, filtros, prensas hidráulicas, etc., por lo que los valores utilizados se describen en la figura 12.

3. MODULO DE COSTOS INDIRECTOS

Contempla los costos de administración, ingeniería, procuración, supervisión y gastos generales del proyecto entre otros.

En este caso los valores empleados se muestran en la fig 13.

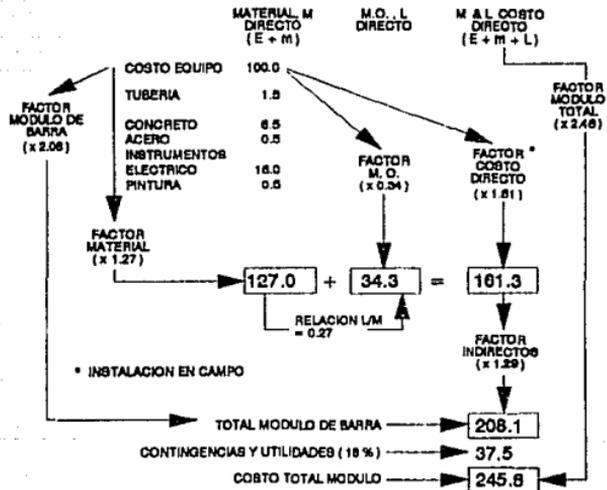
4. MODULO DE DESARROLLO DEL SITIO

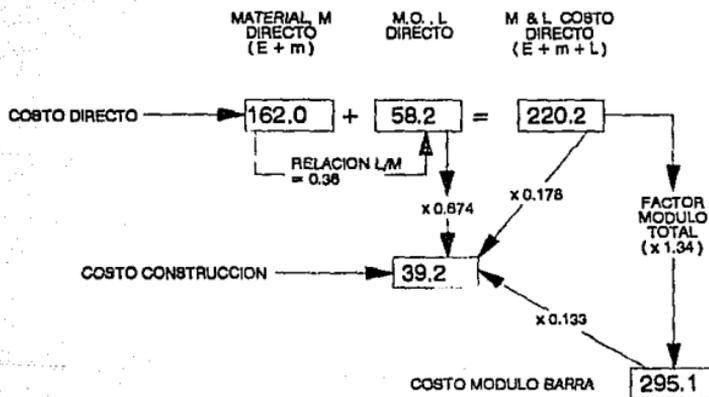
Incluye todos los trabajos requeridos para la preparación y acondicionamiento del sitio donde se instalará la planta. Las operaciones que se requieren efectuar para ello se consideran como: estudios del terreno, limpieza del terreno, excavaciones, pilotaje, accesos, caminos, etc. Los valores que se emplean para estos casos se pueden apreciar en la tabla 7.

5. MODULO DE EDIFICIOS

Contempla los edificios administrativos, hospitales, cafeterías, cuarto de control, centro de control de motores, laboratorios, talleres, almacenes etc.

Para este caso las operaciones que se requieren efectuar para la construcción y habilitado de los edificios del proyecto son por ejemplo : cimentaciones, estructuras, techos, servicios, mobiliario, equipo, número de pisos, tipo de construcción, etc. Los valores empleados para éste son mostrados en la







CONCEPTO	FACTOR L/M INSTALACION EN CAMPO		
	MINIMO	NORMAL	MAXIMO
DRENAJE Y DESAGUE	25	32	40
CERCADO	1.34	1.88	2.44
PROTECCION CONTRA INCENDIO	100.000	150.000	200.000
TOPOGRAFIA	4.0	9.0	14.0
CIMENTACION CON PILOTES	1.70	2.15	2.60
CAMINOS, CARRETERAS Y PAVIMENTOS	6.35	7.87	8.39
ALCANTARILLADO GENERAL	4.55	4.85	5.15
LIMPIEZA, EXCAVACION Y PREPARACION DEL TERRENO	0.50	0.56	0.63

UNAM

TABLA 7.- COSTOS DE DESARROLLO DEL SITIO

tabla 8.

Para estimar el costo total del módulo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{COSTO DEL EDIFICIO} = (F_n + F_f + F_{ro}) + (F_5 + F_6)$$

En el caso de estructuras se aplica la siguiente fórmula :

$$\text{COSTO DE LA ESTRUCTURA} = (\text{BASE} \times \text{ALTURA}) \times F_8 \times \text{INDICE}$$

DONDE :

F_n = NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCION

F_f = TIPO DE CIMENTACION EMPLEADA

F_{ro} = TIPO DE TECHO EMPLEADO

F_5 = TIPO DE SERVICIOS USADOS EN EL EDIFICIO

F_6 = TIPO DE MOBILIARIO Y EQUIPO

F_8 = TIPO DE ESTRUCTURA EMPLEADA

INDICE = FACTOR DE INDIRECTOS

6. MÓDULO DE SERVICIOS

El último módulo empleado es el que se refiere a los servicios requeridos por la planta, es decir: agua, aire, combustible, refrigerante, electricidad, calor, aire acondicionados, etc.

Los datos que se utilizan en este caso se muestran en la tabla 9.



I. - No. DE PISOS		
AL_TURA	#n	
1	1.0	
2	1.4	
3	1.9	
4	2.5	

II. - CIMENTACIONES	
	#1
CONCRETO NORMAL	0.00
CONCRETO 10 PES PROF	0.10
CONCRETO SOPORTANDO ESTRUCTURAS	0.15
CONCRETO CON P.L.C.T.S	0.35

III. - TECHO DE ESTRUCTURAS	
	#4
TECHO LISO (NORMAL)	0.00
ARMAZON DE ACERO	0.00
TECHO LISO CON VOMTOS	0.15
TECHO ARMADO DENTADO	0.30

IV. - SERVICIOS, F _s			
	COSTO E ₁ E ₂ AREA EFECTIVA		
	VENC ¹	VEDA	ALTA
* AREA ACNO COMADO	2.75	2.30	7.00
* ALV LACION Y AL VENTACION ELECTRICAEN			
- EDN DE PROCESO LAS Y OLINDAS	1.50	1.75	2.00
- CUARTOS DE CONTROL	2.20	2.50	2.75
- SOCIEDAS Y ALMACENAMIENTOS	3.75	2.50	2.75
- VENTILACION Y CALENTACION	1.50	1.50	2.00
* FUMADERA	1.25	1.70	2.18
* EQUIPO CONTRAVENCION	0.90	1.10	1.30
* MOBILIARIO Y EQUIPO			
- LABORATORIO	8.00	8.00	25.00
- OFICINA	3.00	3.00	7.00
- TALLERES	4.00	6.00	8.00
- CAFETERIA	3.50	4.50	5.50

V - FACTORES DE COSTO DE ESTRUCTURAS DE ACERO			
	FACTORES DE INSTALACION CAMPO F _s E ₁ E ₂ 3		
	LEGERA	MEDIANA	PERADA
VENCOS DE 0	0.25	0.20	0.40
10	0.10	0.29	0.52
20	0.15	0.35	0.62
30	0.18	0.40	0.70
40	0.20	0.44	0.78
50		0.48	0.80
60		0.52	0.86
70		0.54	0.90
80		0.58	0.93
90		0.60	0.95
100		0.60	1.42
200			1.80

UNAM

TABLA 8 - EDIFICIOS INDUSTRIALES



CONCEPTO	M & L
- SISTEMA DE AIRE	
a) AIRE DE INSTRUMENTOS (COMPRESORES ACUMULADORES Y DISTRIBUCION)	43.75
b) AIRE PLANTA (COMPRESORES ACUMULADORES Y DISTRIBUCION)	31.25
- QUEMADORES Y PURGAS (LINEAS, TANGUED, ETC.)	100.00
- AGUA DE ENFRIAMIENTO (TORRE DE ENFRIAM. Y DISTRIBUCION)	36.50
- SISTEMA CONTRA INCENDIO (HIDRANTES Y ESTACIONES DE MANGERAS)	22.50
- SISTEMA DE COMBUSTIBLE (INCLUYE BOMBAS, ALMACENAMIENTO, TUBERIA, CONTROL Y DISTRIBUCION)	26.12
- AGUA DE SERVICIOS (TRATAMIENTO Y DISTRIBUCION)	5.40
- SISTEMA DE FUERZA (GENERACION Y DISTRIBUCION)	93.75
- VAPOR (GENERACION Y DISTRIBUCION)	52.25

UNAM

TABLA 9.- COSTOS UNITARIOS PROMEDIO PARA
EL MODULO DE SERVICIOS

Los estimados de costos detallados se utilizan cuando la ingeniería del proyecto (Básica y de Detalle) está terminada; para ello, se debe contar con la mayor información disponible de los equipos y materiales, así como los servicios auxiliares (planos, dibujos y especificaciones).

El grado de exactitud de este estimado es del orden de mas menos 5 al 10 %, y se contempla un solo método de cálculo.

1. METODO DEL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Este método consiste en desarrollar una serie de precios unitarios por cada concepto de obra o actividades que se van a desarrollar durante la ejecución del proyecto. Así el procedimiento consiste únicamente en multiplicar el costo por concepto dado en una unidad (por ejemplo \$/ton) por el número de unidades a ejecutar (por ejemplo ton), posteriormente se suman todos los conceptos calculados y así se obtiene el costo total.

Lo más importante de este método es fijar el precio unitario, el cual se puede establecer de acuerdo a los costos de trabajos similares anteriormente desarrollados.

Para dar una idea de este tipo de procedimientos se incluye la tabla 10.

3.4 ESTIMADOS DE INGENIERIA

Una parte fundamental de la ingeniería de proyectos es el estimado del costo de la misma, por lo que es conveniente conocer las formas



<u>PARTIDA</u>	<u>CONCEPTO</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>PRECIO UNIT.</u>	<u>TOTAL</u>
1	LIMPIEZA, TRAZO Y NIVELACION.	34.6	M2	14.43	499.30
2	EXCAVACION	40.36	M3	421.22	17,000.45
3	ACARREO DE MATERIAL SOBRENTE PRODUCTO DE EXCAVACION.	20.64	M3	49.26	1,016.75
4	RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION	19.72	M3	216.75	4,274.30
5	CIPARRA	33.10	M2	631.73	20,910.00
6	PLANCHILLA DE CONCRETO $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ de 5 cm. DE ESPESOR	21.46	M2	319.99	6,867.04
7	CONCRETO $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$	23.96	M3	7,003.81	167,811.37
8	ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	0.8	TON	58,096.37	46,477.10
9	ANCLAS (A-307) \emptyset 5/8"	20	PZA	158.00	3,160.00
T O T A L:					268,016.31

UNAM
TABLA 10 - CALCULO DEL COSTO DE CIMENTACIONES COLUMNAS

utilizadas para ello, ya que para elaborar cualquier producto que requiera un proceso de transformación, es necesario desarrollar un trabajo previo de ingeniería.

Los métodos principales empleados para estimar el costo de la ingeniería de un proyecto se pueden clasificar en los siguientes:

1. METODO DE FACTORES

Este método consiste en ponderar la ingeniería de acuerdo a un porcentaje del costo total del proyecto (5 a 15 %) y a su vez estimar cada actividad desarrollada durante la ejecución de la ingeniería como un porcentaje de la misma. Los valores utilizados en este caso son :

A) COORDINACION Y SUPERVISION15 %

Incluye costos del responsable del proyecto, ingenieros de proyecto, jefes de departamento, jefes de diseño y supervisores.

B) DISEÑO Y DIBUJO.....50 %

Incluye el costo de todos los ingenieros especialistas, dibujantes y diseñadores que intervienen en el proyecto.

C) MECANOGRAFIA Y ADMINISTRACION.....4 %

Incluye a las secretarias y oficinistas.

D) INGENIERIA DE COSTOS.....2 %

Incluye el costo de elaboración de estimados y control de costos.

E) PROGRAMACION Y CONTROL.....1.5 %

Incluye el costo de elaborar y actualizar el programa y reportes de avance del proyecto.

F) COMPRAS, INSPECCION Y EXPEDITACION.....20 %

Considera los costos de los compradores, inspectores y personal de administración de apoyo.

G) GASTOS VARIOS.....7.5 %

Incluye costos de copiado, teléfono, telefax, viáticos, gastos de viaje, etc.

A todos estos costos se le agrega un sobreprecio propio de cada firma de ingeniería que se conoce como costo indirecto, el cual considera todos los gastos de operación de la empresa.

2. ESTIMADO DE COSTOS POR EQUIPO

Existe literatura donde se establecen los valores promedio de Horas-Hombre para el diseño y dibujo por equipo. Para lo anterior, es necesario conocer la cantidad y características de los equipos del proyecto.

Este método es una variante del método de factores, ya que toma en cuenta las H-H que se consumen por pieza de equipo mayor, tomándose los demás conceptos que constituyen la ingeniería completa como

factores (porcentaje) involucrados en un precio por H-H.

En este caso se define como equipo mayor a aquel que ejecuta una operación unitaria (bombas, cambiadores de calor, agitadores, reactores, torres de destilación, secadores, etc.).

Por tanto el método consiste únicamente en multiplicar el número de equipos por las H-H por equipo. Para realizar lo anterior es necesario contar con un promedio de H-H por equipo el cual se estima en base a datos estadísticos de proyectos similares realizados anteriormente, además de agregar un 20 % extra por contingencias.

Generalmente se considera como valor promedio de 250 H-H por equipo para procesos que manejan fluidos .

4. ESTIMADO DE COSTOS EN BASE A HORA-HOMBRE POR PLANO

Este método es el más usado debido a que su fundamento es estimar unidades de producto final de un trabajo de ingeniería, además de que se utiliza para el control del desarrollo del proyecto y para la estimación de avances y eficiencia del mismo.

Para utilizar este procedimiento se requiere un ordenamiento y estandarización del trabajo a través de los siguientes conceptos:

1. DELIMITAR LAS RESPONSABILIDADES DE LAS DIFERENTES ENTIDADES QUE DESARROLLAN EL TRABAJO.
2. DIVIDIR LOS PLANOS Y DOCUMENTOS QUE VAN A PRODUCIR LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS EN GRUPOS GENERICOS O POR ESPECIALIDAD.
3. DEFINIR LAS OPERACIONES O ACTIVIDADES PARTICULARES CUYO CONSUMO DE H-H DEBA CONTABILIZARSE EN CADA GRUPO GENERICO.

4. ESTANDARIZAR EL TAMAÑO, FORMATO Y ESCALA DE CADA PLANO O DOCUMENTO.
5. DEFINIR LOS SISTEMAS DE DIBUJO
6. ESTANDARIZAR LOS PROCEDIMIENTOS DE CALCULO Y DISEÑO.

Una vez aplicado lo anterior, se deberá elaborar una tabla donde se estandaricen las H-H por cada actividad desarrollada durante la ejecución de la ingeniería, lo anterior en base a los promedios obtenidos de datos estadísticos de proyectos similares anteriormente desarrollados.

Con los datos anteriores se pueden fijar las siguientes reglas que se utilizan para efectuar este tipo de estimados:

1. LAS H-H DE CADA DISCIPLINA SE CONSIDERAN 50% DE INGENIERIA Y 50% DE DISEÑO Y DIBUJO.
2. LAS H-H DE LOS JEFES DE DEPARTAMENTO SE ESTIMAN COMO EL 5% DE H-H DE INGENIERIA.
3. LAS H-H DE PROCURACION SE ESTIMAN ENTRE EL 7 Y 12 % DE LAS H-H DE INGENIERIA.
4. LAS H-H DE ADMINISTRACION SE CONSIDERAN ENTRE EL 10 Y 15 % DE LAS H-H TOTALES DE INGENIERIA.
5. LAS H-H POR ESPECIALIDAD Y DOCUMENTO PROMEDIO SE CONSIDERAN EN LA TABLA 11

5.5 ESTIMADO DE COSTOS DE PRODUCCION

Otro dato importante que es necesario estimar es el costo de producción de la nueva instalación, esto con el fin de evaluar económicamente la inversión, el capital de trabajo, elaborar presupuestos de operación o justificar cambios de procesos, además de que una estimación completa de costos debe incluir este punto.

HORAS - HOMBRE POR PLANO

DISCIPLINA	INGENIERIA			DIBUJO			TOTALES		
	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX
CIVIL (GRALES. Y TOP)	32	40	57	58	73	97	90	113	154
CIVIL (ESTRUCTURALES)	48	65	81	65	81	113	113	146	194
ARQUITECTONICA	24	40	49	57	65	89	91	105	130
SERVIS. (INST. MID. Y SANITARIA)	24	32	65	30	50	65	57	90	100
ELECTRICA	40	49	67	67	84	73	67	113	130
MECANICA (EQUIPOS)	32	40	65	65	73	81	67	113	148
MECANICA (TUBERIAS)	40	58	81	81	88	119	121	148	200
INSTRUMENTACION	24	49	81	32	41	49	58	90	130
AIRE ADICIONADO	32	58	81	65	72	73	67	130	154
PROCESO	40	58	81	41	65	81	81	113	162
TOTALES	45	58	73	60	72	97	105	130	170

NOTAS: 1.- PARA PLANOS TAMAÑO 18 CARTAS (110 x 88 cm.)

2.- LOS TOTALES SE CALCULARON CON BASE EN 10 PROYECTOS DE PLANTAS PETROQUIMICAS Y UN TOTAL DE 3,500 PLANOS

ESTIMADO DE HORAS DE INGENIERIA PARA LA ELABORACION DE ESPECIFICACIONES

EL ESTIMADO DE HORAS DE INGENIERIA PARA LA ELABORACION DE ESPECIFICACIONES, SE OBTIENE APLICANDO UN PORCENTAJE A LAS HORAS TOTALES DE INGENIERIA QUE SE HAYAN OBTENIDO PARA LA ELABORACION DE PLANOS DE CADA DISCIPLINA, SIENDO LAS LAS HORAS QUE RESULTEN ADICIONALES A LAS HORAS TOTALES ANTES MENCIONADAS .

ESPECIFICACIONES	PORCENTAJES QUE SE DEBERAN APLICAR
CIVILES	4 - 7 %
ARQUITECTONICAS Y SERVICIOS	10 - 15 %
ELECTRICAS	15 - 20 %
MECANICAS EQUIPOS	30 - 40 %
MECANICAS TUBERIAS	10 - 15 %
INSTRUMENTACION	80 - 90 %
AIRE ACONDICIONADO	15 - 20 %

LOS PORCENTAJES ANTES INDICADOS SE AJUSTARAN EN CADA PROYECTO UNA VEZ QUE SE TENGA EL DESGLOSE TOTAL DE LAS ESPECIFICACIONES A ELABORAR EN CADA DISCIPLINA .

UNAM

TABLA 11 - HORAS - HOMBRE POR PLANO Y ESTIMADO DE HORAS DE INGENIERIA PARA LA ELABORACION DE ESPECIFICACIONES

El cálculo de los costos de producción implica considerar una gama de conceptos, por lo que en la estimación se deben considerar los más importantes, sin descuidar los demás. Generalmente los costos de producción dependen en gran medida del tiempo de operación de la planta (Ver tabla 12).

Los aspectos principales que se toman en cuenta para la estimación de los costos de producción son :

1. COSTO DE MATERIAS PRIMAS, CATALIZADORES Y PRODUCTOS QUIMICOS.
2. COSTO DE SERVICIOS (AGUA, VAPOR, ENERGIA ELECTRICA, AIRE, TRATAMIENTO DE EFLUENTES, COMBUSTIBLES, ETC.)
3. COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA (OPERACION Y SUPERVISION)
4. COSTOS DE MANO DE OBRA INDIRECTA
(CONTABILIDAD, ADMINISTRACION, INTENDENCIA, ETC.)
5. COSTOS DE MANTENIMIENTO (PERSONAL, EQUIPO Y MATERIALES).
6. IMPUESTOS Y SEGUROS
7. GASTOS GENERALES (RENTAS, SEGURIDAD, MOBILIARIO)

La suma de todos estos costos y la división de ellos entre el número de unidades producidas son el costo unitario de producción.

Existe una forma aproximada para estimar estos costos, en base a el porcentaje de cada concepto sobre el precio de venta del producto, lo cual puede ser apreciado en la tabla 13.

COSTO DE PLANTAS:**MATERIALES.**

- MATERIAS PRIMAS
- PRODUCTOS QUIMICOS DE PROCESO
- SERVICIOS MUNICIPALES
- MATERIALES DE MANTENIMIENTO
- SUMINISTROS DE OPERACION

MANO DE OBRA.

- MANO DE OBRA DE OPERACION DIRECTA
- SUPERVISION DE OPERACION
- MANO DE OBRA DIRECTA DE MANTENIMIENTO
- SUPERVISION DE MANTENIMIENTO
- CARGAS DE NOMINAS Y TODOS LOS PAGOS LABORALES
 - . Seguro Federal para Ancianos
 - . Compensaciones a los trabajadores
 - . Contribuciones a pensiones, seguros de vida etc.
 - . Vacaciones, días feriados, ausencias por enfermedad, pagos por tiempo extra.
 - . Contribución de la compañía a la repartición de utilidades o el plan de impulso a los trabajadores.

GASTOS GENERALES DE LA PLANTA.

- ADMINISTRACION
- MANO DE OBRA INDIRECTA
 - . Laboratorios
 - . Ingeniería y servicios técnicos
 - . Talleres e instalaciones de reparaciones
 - . Departamento de envíos
- COMPRAS: RECEPCION Y ALMACENAMIENTO
- RELACIONES PERSONALES E INDUSTRIALES
- INSPECCION, SEGURIDAD Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS
- USOS DE AUTOMOVILES Y FERROCARRILES
- CONTABILIDAD, SERVICIOS SECRETARIALES Y DE EMPLEADOS.
- COMUNICACIONES: TELEFONOS CORREO, TELETIPO
- CUSTODIA Y PROTECCION DE LA PLANTA
- HOSPITAL Y DISPENSARIO DE LA PLANTA
- CAFETERIA Y SALONES RECREATIVOS
- ACTIVIDADES RECREATIVAS
- CONTRIBUCIONES LOCALES Y MEMBRECÍAS
- IMPUESTOS SOBRE LA PROPIEDAD Y LICENCIAS OPERACIONALES.
- SEGUROS: DE PROPIEDAD, DE RESPONSABILIDAD
- ELIMINACION DE DERECHOS Y CONTROL DE LA CONTAMINACION.
- DEPRECIACION

COSTOS DE DISTRIBUCION:

- RECIPIENTES Y EMBALAJES
- FLETES
- MANEJO DE ALMACENES Y CONCESIONARIOS
 - . Sueldos y salarios, más cargas de nóminas
 - . Servicios de utilidad pública y materiales operacionales.
 - . Alquileres o depreciación

COSTOS DE MERCADOTECHIA

- DIRECTOS
 - . Comisiones y sueldos de vendedores
 - . Publicidad y publicaciones de promoción
 - . Servicio técnico de ventas
 - . Muestras y exhibiciones

- INDIRECTOS

- . Supervisión de ventas
 - . Viajes y sostenimiento
 - . Investigación de mercados y análisis de ventas.
 - . Gastos de oficinas distritales
- GASTOS ADMINISTRATIVOS**
- . Salarios y gastos de funcionarios y personal
 - . Contabilidad general, secretaria y auxiliares
 - . Servicios centrales, técnicos y de Ingeniería
 - . Servicios legales y de patentes
 - . Al interior de la compañía
 - . Asesoramiento exterior
 - . Pago y recepción de regalías
- INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS**
- . Operaciones propias
 - . Trabajos patrocinados, de asesoría y por contratos
- CONTRIBUCIONES Y PAGOS A ASOCIACIONES**
- RELACIONES PUBLICAS**
- FINANZAS**
- . Administración de la deuda
 - . Mantenimiento del capital de trabajo
 - . Funciones crediticias
- COMUNICACIONES Y ADMINISTRACION DE INTERCAMBIOS**
- ACTIVIDADES CENTRALES DE COMPRAS**
- IMPUESTOS Y SEGUROS**

**UNAM****TABLA 12.- LISTA DE VERIFICACION DE ELEMENTOS DE COSTOS DE FABRICACION**

I.- COSTO DE MANUFACTURA =

COSTO DIRECTO DE PRODUCCION + COSTOS FIJOS + COSTOS GENERALES

A.- COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION (60 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)

- 1.- MATERIA PRIMA (10-50 % DEL COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)
- 2.- M. OBRA OPERACION (10 - 20 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)
- 3.- SUPERVISION DIRECTA Y M. OBRA ADMINISTRATIVA (10 - 25 % COSTO DE LA M. OBRA DE OPERACION)
- 4.- UTILIDADES (10 - 20 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)
- 5.- MANTENIMIENTO Y REPARACION (2 - 10 % DE LA INVERSION FIJA)
- 6.- SUMINISTROS DE OPERACION (10 - 20 % COSTO MANT. Y REP. ó 0.5 - 1 % DE LA INVERSION FIJA)
- 7.- COSTOS DE LABORATORIO (10 - 20 % M. OBRA OPERACION)
- 8.- PATENTES Y REGALIAS (0 - 8 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)

B.- COSTOS FIJOS (10 - 20 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)

- 1.- DEPRECIACION (10 % INVERSION FIJA PARA MAQUINARIA Y EQUIPO Y 2 - 3 % PARA EDIFICIOS)
- 2.- IMPUESTOS (1 - 4 % INVERSION FIJA)
- 3.- SEGUROS (0.4 - 1 % INVERSION FIJA)
- 4.- RENTAS (8 - 12 % DEL VALOR DE EDIFICIOS)
- 5.- SOBRECOSTOS (50 - 70 % M. OBRA DE OPERACION SUPERV. Y MANT. ó 5 - 15 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)

II.- GASTOS GENERALES =

COSTOS ADMINISTRATIVOS + COSTOS DISTRIBUCION Y VENTA + COSTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

- A.- COSTOS ADMINISTRATIVOS (15 % M. OBRA DE SUPERVISION ó 2 - 8 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)
- B.- COSTOS DISTRIBUCION Y VENTA (2 - 20 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)
- C.- COSTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (2 - 5 % DE VENTAS ó 5 % COSTO TOTAL DEL PRODUCTO)
- D.- FINANCIAMIENTO (0 - 10 % TOTAL DEL CAPITAL INVERTIDO)

III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION =

COSTOS DE MANUFACTURA + GASTOS GENERALES

**UNAM**TABLA 13.- ESTIMACION DE COSTOS
DE PRODUCCION

C A P I T U L O I V

4.0 EVALUACION DE PROYECTOS

Una de las razones por las cuales se desarrollan pocos proyectos industriales en nuestro país, es la falta de capital, por ello es menester utilizarlo en la forma mas eficaz posible. Esta es precisamente la finalidad de la evaluación de proyectos , la cual consiste específicamente en asegurar en la medida posible, que el proyecto a desarrollar esté técnicamente bien concebido, que tendrá una rentabilidad económica aceptable , y en algunos casos, también financiera, que sus fines no se pueden alcanzar en forma mas barata y que sus objetivos económicos se ajusten a los del país.

Los aspectos que se consideran en toda evaluación económica de un proyecto son:

1. ASPECTOS ECONOMICOS

La evaluación económica tiene como objetivo determinar si el proyecto corresponde a un sector de la economía cuyo desarrollo contribuye a su vez al desarrollo de la economía nacional.

El cálculo de la tasa de rentabilidad económica de un proyecto, es una de las principales herramientas de evaluación, ya que da una idea de los beneficios que producirá el proyecto, además que lo justifica económicamente. El cálculo consiste en comparar los costos y beneficios del proyecto.

El análisis económico puede llevar a la conclusión de que el proyecto deba retrasarse, suspenderse, cancelarse o modificarse.

La forma mas adecuada de evaluar económicamente a un proyecto es por medio del cálculo de su rentabilidad (punto de equilibrio y análisis de sensibilidad). Existen diversas maneras de estimar este parámetro ,las cuales, serán descritas más adelante.

2. ASPECTOS TECNICOS

En la evaluación técnica, lo fundamental consiste en determinar si el proyecto esta bien concebido desde el punto de vista técnico y de ingeniería, ya que estos aspectos afectan enormemente al proyecto.

Entre las consideraciones técnicas que se evalúan, hay dos de suma importancia:

1. LA PROGRAMACION DE LA CONSTRUCCION
2. DETERMINAR LAS CAUSAS DE LOS RETRASOS

La construcción debe planearse con un sentido práctico para cada etapa de la misma , considerando todos los aspectos posibles (ingeniería, equipos, materiales ,supervisión y mano de obra).

Por otro lado es conveniente analizar todas las posibles causas de retraso en el proyecto para preverlos y evitarlos o tomar las acciones correctivas necesarias a tiempo.

3. ASPECTOS DE DIRECCION

La dirección en la ejecución y operación de un proyecto es el elemento más difícil de evaluar ya que ésta es mas un arte que una ciencia.

La principal dificultad estriba en una idea limitada de lo que se supone es la función de Dirección, ya que ésta se limita a mantener en operación o desarrollo un proyecto y no le da la importancia debida a otros factores como la comercialización, relaciones laborales, programación financiera, etc.

En suma al evaluar la dirección se debe hacer a través del propio juicio basado en el conocimiento profundo de los hombres y los negocios.

4. ASPECTOS ORGANICOS

Otro punto importante a considerar en la evaluación de proyectos es la estructura orgánica, lo cual presenta dos aspectos: La organización que se requiere para desarrollar el proyecto y la que se necesita después para administrar y operar la nueva instalación. Para esto es conveniente, facilitar la adecuada formación del personal de todas las categorías y especialidades antes de iniciar y operar el proyecto.

5. ASPECTOS COMERCIALES

Esta parte consiste en determinar si se han adoptado las medidas pertinentes para la adquisición y compra de todos los materiales y servicios auxiliares indispensables para poner en marcha y construir la nueva instalación (agua, energía eléctrica, mano de obra, materia prima, reactivos, empaques, equipos, mobiliario, etc.).

Por otro lado se deberá tomar en cuenta las medidas adoptadas para obtener estos bienes y servicios con la mejor calidad posible.

6. ASPECTOS FINANCIEROS

El propósito fundamental del análisis financiero consiste en determinar si la empresa que va a desarrollar el proyecto se encuentra en una situación financiera sólida y estable, y de lo contrario establecer por que medios se puede alcanzar ésta.

En general se deben evaluar los siguientes aspectos: Los fondos necesarios para ejecutar el proyecto y las fuentes de financiamiento; además los costos e ingresos de operaciones probables, las perspectivas de liquidez y la tasa de rentabilidad financiera. Todo lo anterior se estima al efectuar el estado de resultados, el cual indica los recursos necesarios de inversión y financiamiento.

Con los datos obtenidos de este análisis se pueden formar varias conclusiones como: si los recursos financieros son suficientes para la ejecución del proyecto y si éste tendrá un rendimiento aceptable del capital invertido.

7. ASPECTOS SOCIALES Y AMBIENTALES

Estos aspectos consisten básicamente en determinar como se afectará el medio ambiente por la construcción y operación de la planta y la relación costo beneficio sociales que involucra ésta al ubicarse en determinado sitio.

Básicamente se analiza lo siguiente:

- GENERACION DE EMPLEOS
- DERRAMA ECONOMICA EN LA ZONA
- AHORRO O GENERACION DE DIVISAS
- CAPTACION DE IMPUESTOS
- CONTAMINACION DE AIRE ,AGUA,SUELO Y RUIDO
- TRANSFORMACION DE LA ZONA
- CAMBIO DE TRAFICO
- TRATAMIENTO DE DESECHOS
- AFECTACION A FLORA Y FAUNA
- FACTORES CULTURALES
- ETC.

8. ASPECTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Otro de los aspectos importantes que es necesario evaluar en un proyecto, es el relacionado con la seguridad industrial. Para ello, se deben considerar los equipos requeridos para implementar dicha seguridad, como son los tableros de seguridad, alarmas audibles y visibles, detectores de humo y gases, monitores, aspersores, boquillas, anillos contra incendio, gabinetes de manguera, extintores, bombas, etc.

Por otro lado, se debe establecer un plan de emergencia dentro de las instalaciones, así como una brigada de emergencia que lo lleve a cabo. Este plan debe considerar las rutas de escape, que hacer en caso de fuego o explosión, fugas de gases, abandono de la instalación, etc.

Existen instalaciones de alto riesgo, que la inversión en seguridad industrial es muy alta, por lo que se debe evaluar este aspecto.

4.1 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Las utilidades son la meta evidente de las inversiones en cualquier tipo de empresa, por ende, estas se utilizan para la evaluación económica de los proyectos, sin embargo, no basta con la maximización de las utilidades, ya que el objetivo principal es mejorar la eficiencia en la producción de utilidades a partir del capital invertido.

Así la razón que relaciona las utilidades con la inversión en alguna forma se denomina Tasa de Recuperación de la Inversión.

Existen diversos métodos para calcularla como se muestra en la Fig 14, sin embargo solo describiremos la Tasa Interna de Retorno (TIR), debido a que es la que se utiliza en este trabajo, y que de acuerdo a algunos autores, es una de las más adecuadas para calcular la rentabilidad de una inversión.

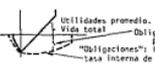
Para efectuar el cálculo de la Tasa Interna de Retorno, se requiere una solución por tanteo, debido a que el índice de descuento es la incógnita que se busca en el cálculo.

Los flujos de efectivo se manifiestan antes de efectuar el descuento, mostrando todos los flujos de efectivo desde el comienzo del proyecto, finalmente se aplican tasas de descuento para determinar cual de ellas hace que el valor presente de las ganancias se iguale al de las inversiones.

La TIR por tanto, representa la tasa de utilidad que obtiene el inversionista sobre el capital no recuperado en cada periodo, cuando este se reduce a cero al final de la vida del proyecto. Así la TIR de una inversión pura y, en particular, de un flujo de efectivo convencional tiene, en consecuencia, dos significados: El punto de equilibrio del flujo y el Índice de utilidad o rendimiento de la inversión.

Para efectuar los cálculos de la TIR, se requiere contar con la siguiente información a lo largo de la vida útil de la planta:

- INGRESOS O VENTAS ANUALES
- UTILIDADES NETAS ANUALES
- DEPRECIACION ANUAL DE EQUIPO, MAQUINARIA, EDIFICIOS, ETC.
- CAPITAL DE TRABAJO
- INVERSION FIJA TOTAL
- GASTOS FINANCIEROS
- COSTOS DE PRODUCCION ANUAL
- GASTOS DE OPERACION
- FLUJOS NETOS ANUALES

NOMBRE DEL METODO	TIEMPO DE RECUPERACION CON INTERESES	VALOR PRESENTE	TASA INTERNA DE RECUPERACION
OTROS NOMBRES	PERIODO DE RECUPERACION EN EFECTIVO	VALOR DE LA EMPRESA, VALOR PRESENTE INCREMENTAL	INDICE DE REUTILIZABILIDAD, FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO, TASA DE INTEREZ DE RECUPERACION, METODO DEL INVERSIÓNISTA.
DECLARACION DE INTENCION	AÑOS PARA RECUPERAR LA INVERSION DEPRECIABLE ORIGINAL Y UNA TASA MINIMA ACEPTABLE DE RECUPERACION A PARTIR DE LAS UTILIDADES Y LA DEPRECIACION.	COMPARACION, POR DIFERENCIA O RELACION ENTRE EL VALOR PRESENTE (DESCONTADO) DE TODOS LOS FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO Y TODAS SUS INVERSIONES.	CALCULA LA TASA DE INTERES A LA QUE LA INVERSION EN CUENTA DE LA COMPANIA SE RECUPERA MEDIANTE LO QUE SE RECIBE DEL PROYECTO LA TASA MAXIMA A LO QUE SE PODRIAN ENTIBIR ACCIONES PREFERENTES CONVERTIBLES PARA FINANCIAR LA INVERSION EN EL PROYECTO PROYECTO Y OBTENER SU RECUPERACION TOTAL AL FINAL DE LA VIDA + ESPERANZA DEL PROYECTO.
DESCRIPCION ALGEBRAICA	$\text{INVERSION FIJA ORIGINAL DEPRECIABLE} + \text{INTERESES}^* \text{ UTILIDADES} + \text{DEPRECIACION ANUAL PROYECTO SOBRE EL PERIODO}$ <p>Tiempo de recuperaci3n, incluyendo la teneses.</p> 	$\text{VALOR PRESENTE DE LAS UTILIDADES DEL PROYECTO} - \text{INVERSION FIJA ORIGINAL} + \text{CAPITAL DE TRABAJO}$ <p>Valor presente de las utilidades del proyecto</p> $\text{Inversion fija original} + \text{capital de trabajo}$ 	$\text{Inversion fija promedio} + \text{capital de trabajo} + \text{intereses}$ 
MANEJO DE LAS CIFRAS DE INVERSI3N.	SOLID SE TOMA EN CUENTA LA INVERSION DEPRECIABLE. NO PUEDE TOMAR EN CUENTA TERRENO, CAPITAL DE TRABAJO O CUALQUIER INVERSION FUERA DEL PERIODO. PUEDE TOMAR EN CONSIDERACION EL PERIODO DE CONSTRUCCION, PERO POR LO COMUN NO SE INCLUYE.	SE TOMAN EN CONSIDERACION TODAS LAS CANTIDADES INVERTIDAS. SE TOMAN EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE, INCLUYENDO EL PERIODO DE CONSTRUCCION Y EL CAPITAL DE TRABAJO.	TOMA EN CONSIDERACION TODAS LAS CANTIDADES INVERTIDAS. SE TOMA EN CUENTA ADECUADAMENTE, INCLUIDO EL PERIODO DE CONSTRUCCION Y EL CAPITAL DE TRABAJO.
MANEJO DE LOS INGRESOS	SE TOMA EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE HASTA EL FINAL DEL PERIODO CALCULADO. NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LOS GRESOS POSTERIORES.	SE TOMA EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE	SE TOMA EN CUENTA ADECUADAMENTE
MANEJO DE LA DISTRIBUCION EN EL TIEMPO DE LOS INGRESOS.	SE TOMA EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE HASTA EL FINAL DEL PERIODO CALCULADO. NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LAS RECUPERACIONES POSTERIORES O FIJAS.	SE TOMA EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE	SE TOMA EN CUENTA ADECUADAMENTE
MANEJO DE LA RECUPERACION DE -- CAPITAL.	SE TOMA EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE HASTA EL FINAL DEL PERIODO CALCULADO. NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LAS RECUPERACIONES POSTERIORES O FIJAS.	SE TOMA EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE	SE TOMA EN CUENTA ADECUADAMENTE
MANEJO DE LA DISTRIBUCION EN EL TIEMPO DE LA RECUPERACION DE CAPITAL.	SE TOMA EN CONSIDERACION ADECUADAMENTE HASTA EL FINAL DEL PERIODO CALCULADO. NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LAS RECUPERACIONES POSTERIORES O FIJAS.	SE TOMAN ADECUADAMENTE EN CUENTA LOS IMPUESTOS SE INCLUYE TODA LA VIDA ECONOMICA	SE TOMAN ADECUADAMENTE EN CONSIDERACION LOS IMPUESTOS. SE INCLUYE TODA LA VIDA ECONOMICA. SE DEBE -- CORRIGIR CON LA TASA DE RECUPERACION MINIMA ACEPTABLE SOBRE LAS MISMAS BASES.
MANEJO DE OTROS ELEMENTOS.	NO ES UN RESULTADO TAN INFORMATIVO COMO EL VALOR PRESENTE DE LA TASA INTERNA DE RECUPERACION. LA SELECCION DE PROYECTOS CON FONDO LIMIADO POR ESTE METODO NO HARIA AJUSTAR AL MAXIMO EL VALOR FUTURO DE LA COMPANIA. NO -- PUEDE TOMAR EN CONSIDERACION EL TERRENO NI EL CAPITAL DE TRABAJO.	EL COSTO DE CAPITAL PUEDE SUSTITUIR A LA TASA DE RECUPERACION MINIMA ACEPTABLE COMO TASA DE DESCUENTO. EL VALOR PRESENTE SE SUBE EXPRESAR COMO LA DIFERENCIA QUE QUEDA CUANDO SE RESTA EL VALOR PRESENTE DE LOS INVERSIONES DEL VALOR PRESENTE DE TODAS LAS CANTIDADES DE EFECTIVO. TAMBIEN SE SUGIERE COMO CRITERIO LA RAZON DEL FLUJO DE EFECTIVO A LA INVERSION. LA COMBINACION PUEDE DAR UNA IDEA DE LA MAGNITUD TOTAL DEL PROYECTO.	ALGUNOS CONSIDERAN QUE EL VALOR PRESENTE ES UNA VARIANTE DE ESTE SISTEMA. ESTE METODO, TAL COMO LO -- DESCRIBEN ALGUNOS, NO INCLUYE EL TIEMPO EN CUENTA EL PERIODO, EL CAPITAL DE TRABAJO Y EL PERIODO DE CONSTRUCCION.
VARIANTES DEL SISTEMA	EL COSTO DE CAPITAL PUEDE SUSTITUIR A LA TASA MINIMA DE RECUPERACION COMO TASA DE DESCUENTO.	EL RESULTADO NO INDICA LA MAGNITUD DEL PROYECTO. EL SISTEMA NO ES GENERALMENTE APLICABLE DE ENTIBER TODOS LOS PRESENTADOS. LA ELECCION DE PROYECTOS CON EL MAYOR VALOR PRESENTE HARA AJUSTAR AL MAXIMO EL VALOR FUTURO DE LA COMPANIA, SI SE SUELEN VALIAR LAS PREVISIONES Y LAS SUPOSICIONES.	SE PUEDEN OBTENER VARIAS RESPUESTAS PARA CIERTOS PARAMETROS DE FLUJO DE EFECTIVO PROY. COMUN. NO COMPARA BIEN PROYECTOS CON VIDAS DIFERENTES, NO INDICA -- LA MAGNITUD TOTAL DE UN PROYECTO. ADECUADO PARA -- EVALUACIONES QUE NO INCLUYAN COMPETENCIA PARA OBTENER FONDOS DISPONIBLES.
PRINCIPALES INCONVENIENTES DEL SISTEMA.	NO ES UN RESULTADO TAN INFORMATIVO COMO EL VALOR PRESENTE DE LA TASA INTERNA DE RECUPERACION. LA SELECCION DE PROYECTOS CON FONDO LIMIADO POR ESTE METODO NO HARIA AJUSTAR AL MAXIMO EL VALOR FUTURO DE LA COMPANIA. NO -- PUEDE TOMAR EN CONSIDERACION EL TERRENO NI EL CAPITAL DE TRABAJO.	HAPPEL, CHEM. ENCL. PROGR., 51,533 (1955). HAPPEL Y KAPPEL, CHEM. ENCL. PROGR., 57(8) 46-50 (AGOSTO DE 1961). LESON, ENG. ECONOMIST., 12(11) 1-8 (OCTUBRE DE 1960). LORIE Y SAUCE, J. BUSINESS, 38,229 (1955) WAIN, PETROL. HOFMEIER, 35,199 (OCTUBRE DE 1956).	MEYER Y REILLY, CHEM. ENCL. PROGR., 52,405 (OCTUBRE DE 1956) REILLY HARVARD BUS. REV., 35,316 (OCTUBRE-NOVIEMBRE DE 1957) DEAN, HARVARD BUS. REV., 37, 120 (ENERO-FEBRERO DE 1959) DEAN, CONTROLLER, 26,64 (FEBRERO DE 1958). KIRKSHAW, ENG. ECONOMIST., 10, 11-16 (OCTUBRE DE 1964) MALHOT, CHEM. ENCL. PROGR., 45 47-54 (NOVIEMBRE DE 1962).
HORAS DE CONSULTA PARA ENCONTRAR MAS DETALLES.	SOEUBER, HARVARD BUS. REV., 33, 81 (SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 1955) HAPPEL, CHEM. ENCL., 51(10), 146(1951).		



NOMBRE DEL METODO	RECUPERACION SOBRE LA INVERSION ORIGINAL	RECUPERACION SOBRE LA INVERSION PROMEDIO	TIEMPO DE RECUPERACION
OTROS NOMBRES DECLARACION DE INTENCION	METODO DE LOS INGENIEROS, METODO DU PONT, METODO DEL OPERADOR, INDICE DE CAMBIAS CAPITALIZADAS.	RECUPERACION SOBRE LA INVERSION CONTABLE, METODO DEL CONTADOR.	PERIODO DE RECUPERACION (TIEMPO), PERIODO DE RECUPERACION DE EFECTIVO, PERIODO DE RESPONDO (TIEMPO)
DESCRIPCION ALGEBRAICA	COMPARACION DE PORCENTAJES DE UTILIDADES ANUALES PRO MEDIO DURANTE LA VIDA RENTABLE CON RESPECTO A LA INVERSION INICIAL FIJA O AL CAPITAL DE TRABAJO. UTILIDADES ANUAL PROMEDIO DURANTE LA VIDA RENTABLE + INVERSION FIJA ORIGINAL + CAPITAL DE TRABAJO.	COMPARACION PORCENTUAL DE LAS UTILIDADES ANUALES PROMEDIO DURANTE LA VIDA RENTABLE A LA INVERSION PROMEDIO EN LIBROS. INCLUYENDO EL CAPITAL DE TRABAJO. UTILIDADES ANUAL PROMEDIO DURANTE VIDA RENTABLE + INVERSION FIJA PROMEDIO + CAPITAL DE TRABAJO.	INVERSION FIJA DEPRECIABLE ORIGINAL (UTILIDADES + DEPRECIACION) DIVIDIDA POR PROMEDIO DURANTE EL PERIODO. Tiempo de recuperacion
MANEJO DE LAS CIFRAS DE INVERSION	SE TOMA EN CONSIDERACION LA CANTIDAD TOTAL. 	SE TOMA EN CUENTA UNA FRACCION DEFINIDA DE LA INVERSION ORIGINAL. LA FRACCION DEPENDE DEL METODO DE DEPRECIACION. 	SE TOMA EN CUENTA LAS INVERSIONES DEPRECIABLES. 
MANEJO DE LA DISTRIBUCION EN EL TIEMPO DE LA INVERSION.	NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LAS INVERSIONES DURANTE EL PERIODO DE CONSTRUCCION O POSTERIORES A LA FECHA DE INVERSION INICIAL.	NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LAS INVERSIONES DURANTE EL PERIODO DE CONSTRUCCION O LAS POSTERIORES O LAS INVERSIONES DE CAPITAL DE TRABAJO.	NO SE PUEDEN TOMAR EN CONSIDERACION EL TIEMPO, EL CAPITAL DE TRABAJO O CUALQUIER INVERSION POSTERIOR AL PERIODO DE RECUPERACION; SE PODRIA TOMAR EN CUENTA EL PERIODO DE CONSTRUCCION, PERO HABITUALMENTE NO SE INCLUYE.
MANEJO DE LOS INGRESOS	SE TOMAN EN CONSIDERACION SOLO LOS INGRESOS PROMEDIO-DURANTE LA VIDA RENTABLE; NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA OTRAS PREVISIONES ANUALES; SE PUEDE CALCULAR PARA VARIAR FRACCIONES DE CAPACIDAD PARA VARIOS AÑOS INDIVIDUALES, PARA MOSTRAR LOS EFECTOS DEL NIVEL OPERACIONAL.	SOLO SE TOMAN EN CONSIDERACION LAS UTILIDADES -- PROMEDIO, DURANTE LA VIDA RENTABLE; NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA DIFERENCIAS ANUALES; SE PUEDE CALCULAR PARA VARIAS FRACCIONES DE CAPACIDAD -- PARA VARIOS AÑOS INDIVIDUALES, PARA MOSTRAR LOS EFECTOS DEL NIVEL OPERACIONAL.	SOLO SE TOMA EN CUENTA LOS INGRESOS HASTA EL FINAL DEL PERIODO DE RECUPERACION.
MANEJO DE LA DISTRIB. EN EL TIEMPO DE LOS INGRESOS.	NO SE TOMA EN CONSIDERACION; NO SE PUEDEN UTILIZAR.	NO SE TOMA EN CONSIDERACION; NO SE PUEDE UTILIZAR	TOMADO EN CUENTA ADECUADAMENTE EN LOS PRIMEROS AÑOS, NO SE PUEDE TOMAR EN CONSIDERACION A PARTIR DE ESTE PUNTO.
MANEJO DE LA RECUPERACION DE CAPITAL.	NO SE TOMAN EN CONSIDERACION; NO SE PUEDEN UTILIZAR	NO SE TOMA EN CONSIDERACION EXCEPTO LA DEPRECIACION EN FORMA INDIRECTA, PUESTO QUE ESTABLECE LA BASE DE INVERSIONES.	TOMADO EN CUENTA ADECUADAMENTE EN LOS PRIMEROS AÑOS NO SE PUEDEN TOMAR EN CONSIDERACION A PARTIR DE ESTE PUNTO RECUPERACIONES POSTERIORES O TERMINALES.
MANEJO DE LA DISTRIB. EN EL TIEMPO DE LA RECUPERACION, CAP.	NO SE TOMAN EN CONSIDERACION; NO SE PUEDEN UTILIZAR	NO SE TOMA EN CUENTA; NO SE PUEDE UTILIZAR	SE TOMA EN CUENTA ADECUADAMENTE HASTA EL FINAL DEL PERIODO DE RECUPERACION Y NO DESPUES DE EL.
MANEJO DE OTROS ELEMENTOS.	SE USA CON FRECUENCIA, ANTES O DESPUES DEL PAGO DE LOS IMPUESTOS SOBRE LA RENTA, NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LA VIDA ECONOMICA. EL RESULTADO SE DEBE COMPARAR CON LA TASA DE RECUPERACION MINIMA ACEPTABLE SOBRE LA MISMA BASE.	SE USA CON FRECUENCIA, YA SEA ANTES O DESPUES DE LOS IMPUESTOS SOBRE LA RENTA, NO SE PUEDEN TOMAR EN CUENTA LA VIDA ECONOMICA. LOS RESULTADOS SE DEBEN COMPARAR CON LA TASA MINIMA ACEPTABLE DE UTILIDADES SOBRE LAS MISMAS BASES.	SE TOMAN EN CUENTA ADECUADAMENTE LOS IMPUESTOS, NO SE PUEDEN TOMAR EN CONSIDERACION LA VIDA ECONOMICA MAS ALLA DEL PERIODO DE RECUPERACION; LOS RESULTADOS DEBEN COMPARARSE CON UN TIEMPO DE RECUPERACION REAL PARA ACEPTABLE.
VARIANTES DEL SISTEMA	LAS VARIANTES PRINCIPALES DE USO COMUN INCLUYEN EL CALCULO ANTES O DESPUES DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA, CON CAPITAL DE TRABAJO O SIN EL. SUPLENDO LA DEPRECIACION A LAS UTILIDADES SE OBTIENE UNA RELACION DE LA GENERACION DE EFECTIVO A LA INVERSION, QUE ES EQUIVALENTE AL INVERSO DEL TIEMPO DE RECUPERACION.	LAS PRINCIPALES VARIANTES DE USO COMUN INCLUYEN EL CALCULO ANTES O DESPUES DE LOS IMPUESTOS SOBRE LA RENTA, CON CAPITAL DE TRABAJO O SIN EL. LA DEPRECIACION DE SUMA DE DICHTOS ANUALES: PERO MUCHO CONSIDERAR QUE LOS REDITOS SOBRE LA INVERSION PROMEDIO SE DEBE CALCULAR SOBRE LA FIJADA DE LA INVERSION FIJA INICIAL, SEA CUAL SEA LA DEPRECIACION.	EN ALGUNOS CASOS LA DEPRECIACION HACE ANDE A LAS UTILIDADES DE MANO QUE SE TRATA ESTADISTICAMENTE DEL INVERSO DE LA RECUPERACION SUPLENDO LA INVERSION ORIGINAL ANTES DE SUPLENDO QUE EL CAPITAL DE TRABAJO SIEMPRE ES RECUPERABLE Y POR LO QUE NO SE PUEDE PONER EN CONCUEN EN LA BASE DE INVERSION PARA EL PERIODO DE RECUPERACION HASTA QUE CONCLUYE EL PROYECTO, POR CONSIGUIENTE EN ALGUNOS CASOS, PUEDE REQUERIRSE UN PERIODO DE RECUPERACION DE EFECTIVO QUE INCLUYA LA RESTAURACION DEL CAPITAL DE TRABAJO Y LAS INVERSIONES EN TERRENOS MEDIAN POR LA COMPANIA.
PRINCIPALES INCONVENIENTES DEL SISTEMA.	NO SE PUEDE TOMAR EN CONSIDERACION LA DISTRIBUCION TIEMPO RAL DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO, EL PROMEDIADO DE LAS UTILIDADES PERMITE AVERIGUAR MARGENES DE ERROR EN LAS PREVISIONES, NO SE TOMA EN CUENTA LA RECUPERACION DEL CAPITAL.	NO SE PUEDE TOMAR EN CONSIDERACION LA VARIACION CON EL TIEMPO DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO, EL PROMEDIADO DE LAS UTILIDADES PERMITE AVERIGUAR MARGENES DE ERROR EN LAS PREVISIONES, NO SE TOMA EN CONSIDERACION LA RECUPERACION DEL CAPITAL.	IGNORA TOTALMENTE LOS AÑOS FINALES DEL PROYECTO, NO SE PUEDE CONSIDERAR INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO O TERRENOS.
OBRAS DE CONSULTA PARA ENCONTRAR MAS DETALLES.	AIRES Y NEWTON, CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION, -- MCGRAW HILL, NUEVA YORK, 1965 CHEM. ENG. NEWS-33 3676(1955) LIVINGSTON Y WILLS, M.A.A. BULL. NO. 15 (OCTUBRE DE 1958) CAMPB, CONTROLLER, 25, 475 OCTUBRE DE 1957) CAWIS, FINANCIAL MANAGEMENT SERIES No. 54, AMERICAN MANAGEMENT ASSOCIATION, NUEVA YORK, 1950.	STILES, J., ACCOUNTANTY 100, 37 (SEPTIEMBRE DE 1956) MOLLER, CONTROLLER, 26, 107 (MARZO DE 1958)	VANACASIA, CHEM. ENG. 62 (1), 185(1955) AIRES Y NEWTON CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION, MCGRAW-HILL, -- NUEVA YORK, 1965.

*Interés aplicado tanto al capital fijo como al de trabajo para reflejar el valor del dinero en el tiempo

UNAM

FIG. 14 COMPARACION DE MEDIDAS DE RENTABILIDAD

C A P I T U L O V

5.0 CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES COSTA AFUERA

La historia de las instalaciones costa afuera o plataformas marinas se remonta a finales del siglo pasado, cuando en 1890 H.L. William extendió la explotación de sus campos a la orilla del mar por medio de muelles construidos de madera y así poder soportar todo el equipo necesario para la perforación y extracción de petróleo, ésto fue en California, Estados Unidos. Posteriormente se desarrollaron técnicas para extraer el hidrocarburo de zonas pantanosas a través de embarcaciones denominadas chalanes, donde se soportaba el equipo de perforación. Así mismo se realizaron trabajos en zonas lacustres a través de instalaciones llamadas tapancos .

A través de los años, las técnicas se mejoraron, por lo que las distancias a la costa y profundidades de perforación aumentaron. En 1947 se realizó el primer diseño estandar para la construcción e instalación de plataformas marinas, las cuales eran autosoportadas y contenían todo el equipo necesario para la explotación de los pozos, utilizándose en profundidades de perforación de 6 metros y a una distancia de 29 Km de la costa. Para 1955 se diseñó y construyó la primera instalación costa afuera para un tirante (profundidad) de 30 metros, además fue la primera en utilizar pilotes. En 1959 ya existían en el mundo aproximadamente unas 200 plataformas marinas en operación con profundidades alrededor de los 60 metros.

En 1968 se construyó la primera plataforma que operó para una profundidad de 116 metros, ésto a base de estructuras y para 1981 se alcanzó un tirante de 286 metros. Todas estas instalaciones han sido diseñadas y contruidas a base de concreto y acero, dependiendo de las condiciones físicas y meteorológicas del lugar donde se localiza el yacimiento.

Actualmente nuestro país ha diseñado y construido una gama de instalaciones marinas para la explotación petrolera, debido a que

para obtener el hidrocarburo del fondo marino es necesario el desarrollo de diversas actividades en un orden determinado, es decir contar con diferentes plataformas marinas destinadas a un uso específico.

Cuando estas plataformas se disponen en forma horizontal, unas al lado de otras y unidas por medio de puentes se forman los llamados Complejos (Ver foto 1), los cuales están integrados por varios tipos de plataformas como son las de perforación, enlace, producción, habitacional, compresión, etc (Ver Fig 15).

No obstante pueden existir plataformas que contengan todos los servicios u operaciones de los complejos, lo cual en nuestro país no es muy común; sin embargo sí en lugares de aguas profundas como el Mar del Norte (Ver fig 16).

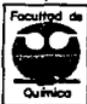
Por lo anterior, se han clasificado las instalaciones costa afuera de acuerdo a su función en la siguiente forma :

5.1 PLATAFORMAS DE PERFORACION

Estas plataformas son diseñadas y construidas para instalar todo el equipo y tubería que va a perforar el pozo. Estas contienen varios paquetes en sí, como la torre de perforación, parecida a la utilizada en tierra (construida generalmente por cuatro marcos de estructura metálica), los motores para subir y bajar el equipo de perforación, los

**UNAM**

FOTO NO. 1 COMPLEJO DE PLATAFORMAS



UNAM

FOTO NO. 1 COMPLEJO DE PLATAFORMAS

UNAM

FOTO NO. 1 COMPLEJO DE PLATAFORMAS (CONTINUA)

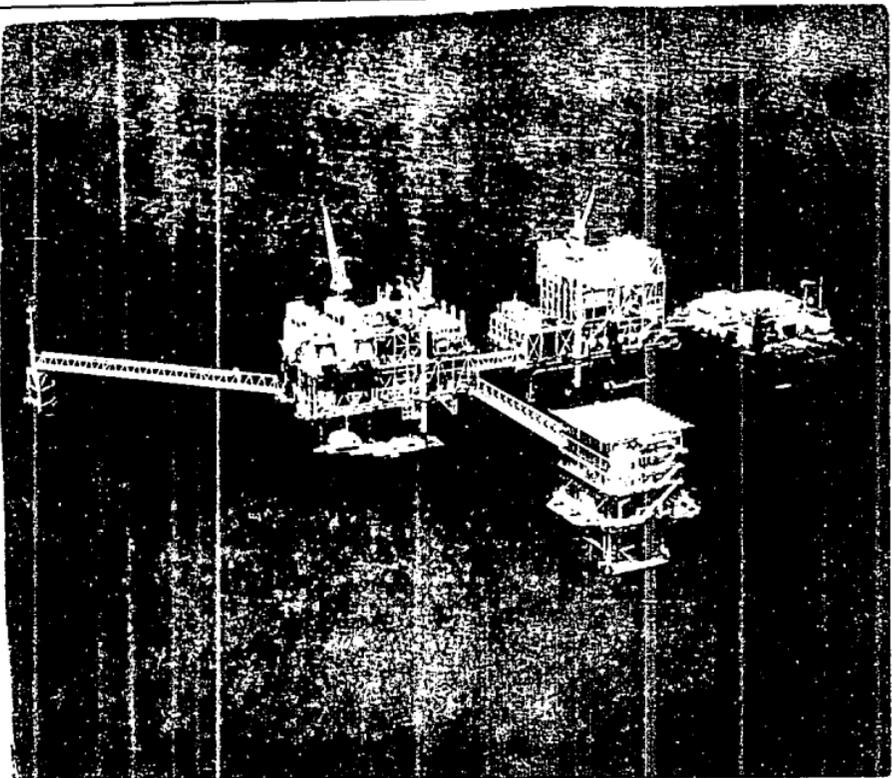
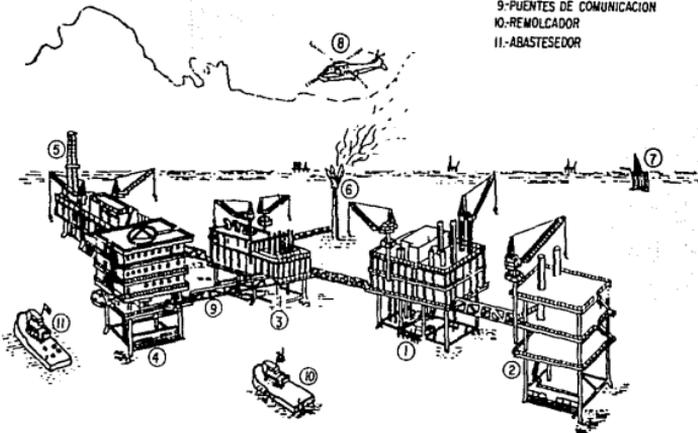
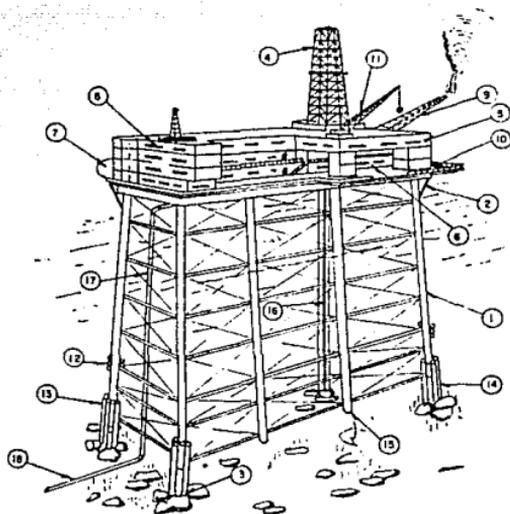


FIG- 15 - COMPLEJO DE INSTALACIONES
COSTA AFUERA

- 1: PLATAFORMA DE TRATAMIENTO Y BOMBEO
- 2: TETRAPODO DE TRATAMIENTO
- 3: PLATAFORMA DE CONTROL Y SERVICIOS
- 4: TETRAPODO HABITACION
- 5: PLATAFORMA DE PERFORACION
- 6: TRIPODE DEL QUEMADOR
- 7: PLATAFORMA DE INYECCION DE AGUA
- 8: HELICOPTERO
- 9: PUENTES DE COMUNICACION
- 10: REMOLCADOR
- 11: ABASTECEDOR





- 1.- SUBESTRUCTURA
- 2.- SOPORTE PARA MÓDULOS
- 3.- PILOTES
- 4.- TORRE DE PERFORACION
- 5.- MÓDULO DE PERFORACION
- 6.- MÓDULO DE PRODUCCION
- 7.- HELIOPUERTO
- 8.- MÓDULO HABITACIONAL
- 9.- TORRE DEL QUEMADOR

- 10.- Balsa salvavidas
- 11.- GRUA GIRATORIA
- 12.- GUÍAS EXTERNAS
- 13.- COLUMNAS DE BOTELLA
- 14.- PILOTES EN COLUMNA
- 15.- MARCOS DE APOYO PARA PILOTES
- 16.- CONDUCTORES
- 17.- LINEA A SUPERFICIE
- 18.- TUBERIA SUBTERRANEA

UNAM

FIG. 16 - PLATAFORMA CON TODOS LOS SERVICIOS

contenedores de combustible para accionar los motores, una bodega para herramientas y depósitos de agua (Ver Foto 2).

Debido a que en ocasiones el área cubierta por los yacimientos de crudo abarca varios cientos de kilómetros cuadrados, es necesario explotarlos en forma relacionada, sistemática y uniforme. Para lograr ésto, se requiere instalar varias plataformas de perforación, las cuales son capaces de perforar y explotar alrededor de doce pozos.

Una vez alcanzada la perforación requerida, se retiran los equipos de perforación y la plataforma se utiliza como protección de los diferentes pozos excavados. La plataforma es entonces equipada con las llamadas Válvulas de Arbol, las cuales ayudan a ir controlando la presión y dirección del flujo de crudo y gas extraído, también se debe instalar un colector de varias ramas para conducir el crudo hacia la plataforma de producción (Generalmente a través de tuberías de seis pulgadas de diámetro).

Un paquete importante que contiene este tipo de instalaciones es el equipo de seguridad o de contra incendio y el de emergencia para clausurar pozos. Este último consiste en un tanque contenedor para almacenamiento de lodos, un motor para el bombeo de este y un tanque de almacenamiento de salmuera (agua saturada con sal). Este sistema entra en operación cuando se pierde el control de los pozos y el flujo de crudo se vuelve incontrolable, para ello, se inyectan por medio de la bomba los lodos y la salmuera cuyo peso ejerce una presión mas grande que la del flujo de petróleo, controlándose así el pozo.



UNAM

FOTO NO. 2 PLATAFORMA DE PERFORACION

Este tipo de plataformas cuenta con dos niveles ,uno de producción a 16 metros sobre el nivel del mar y otro de perforación a 22 metros.El peso de estas plataformas es de 3000 toneladas (pilotes,subestructura y superestructura), sin incluir el equipo de perforación.

5.2 PLATAFORMAS DE PRODUCCION

Las plataformas de producción son instalaciones que contienen edificios de control, equipo de compresión, bombeo, separación, almacenamiento, generación de energía eléctrica, tratamiento de efluentes, mantenimiento ,limpieza de tuberías (Diablos), equipo de seguridad (red contra incendio, detectores)etc (Ver Foto 3).

Su función principal es separar la mezcla de Aceite-Gas-Agua que se obtiene de las plataformas de perforación, con el fin de distribuir estos productos para su comercialización o refinación con el menor de los riesgos y sin dañar a las instalaciones.

Los procesos de separación utilizados en estas plataformas varían dependiendo del destino que se le va a dar al gas natural obtenido y a la forma que se distribuirá el crudo, ya sea por medio de buquestanque o bombeado a la superficie terrestre por medio de tuberías.

Estas instalaciones cuentan con equipo para la separación de las tres

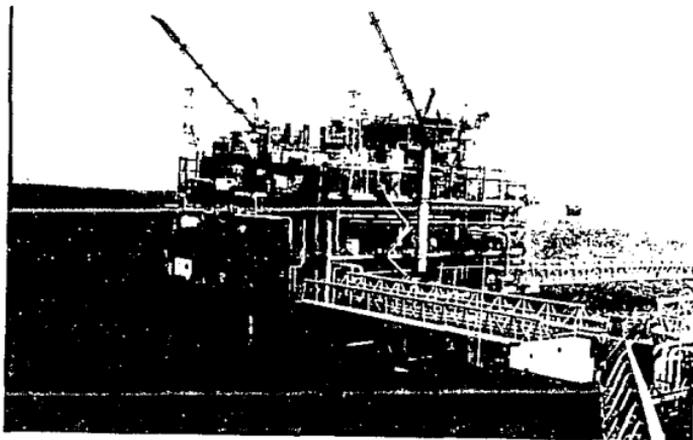
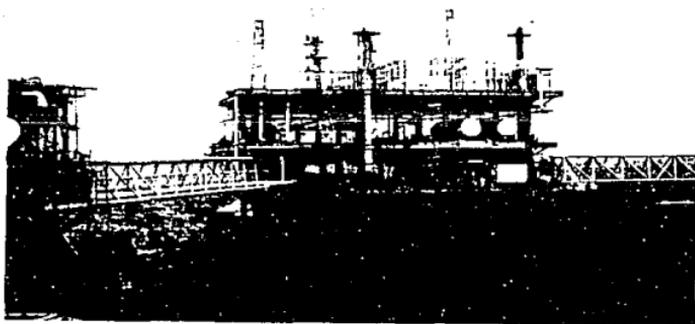
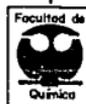
**UNAM**

FOTO NO. 3 PLATAFORMAS DE PRODUCCION (CONTINUACION)

fases antes citadas, que toman en cuenta las características de la mezcla extraída, lo cual en algunas ocasiones obliga a usar dos etapas de separación.

La separación de la mezcla se realiza por medio de Flasheo e inyectándole químicos en el flujo del crudo para evitar la formación de espuma, corrosión y para facilitar una rápida separación.

El gas natural obtenido puede ser enviado por medio de compresores a la plataforma de compresión o a quemadores, aunque, parte de este gas se toma para deshidratarlo, endulzarlo (proceso mediante el cual se elimina el ácido sulfhídrico del gas) y usarlo como combustible para los turbogeneradores, turbobombas, etc.

En algunas ocasiones el gas obtenido es rebombeado a través de pozos de inyección con el fin de devolver la presión perdida en el yacimiento y así permitir que el crudo siga fluyendo a la superficie con facilidad, generalmente el gas es inyectado a una presión de 5000 Psi.

En estas instalaciones existen equipos para mantenimiento y limpieza de tuberías, constituidos básicamente por los denominados Diablos, que son dispositivos especiales de hule muy resistente en forma de bala, su diámetro es generalmente el mismo que el de la tubería o algunas veces mayor, éste se introduce a presión y fluye a través de la tubería para arrastrar todas las impurezas que se acumulan dentro de éstas.

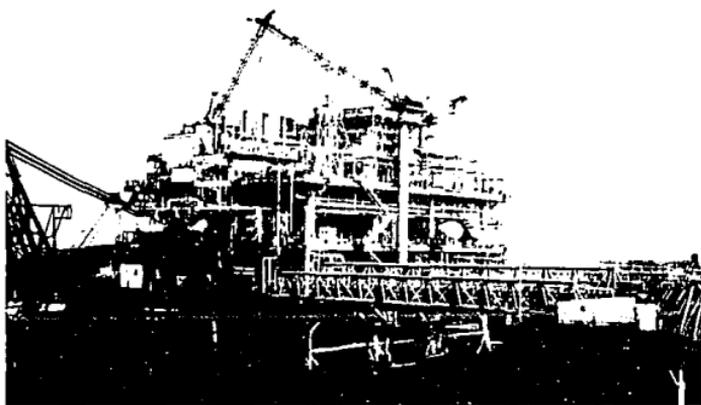
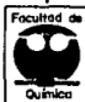
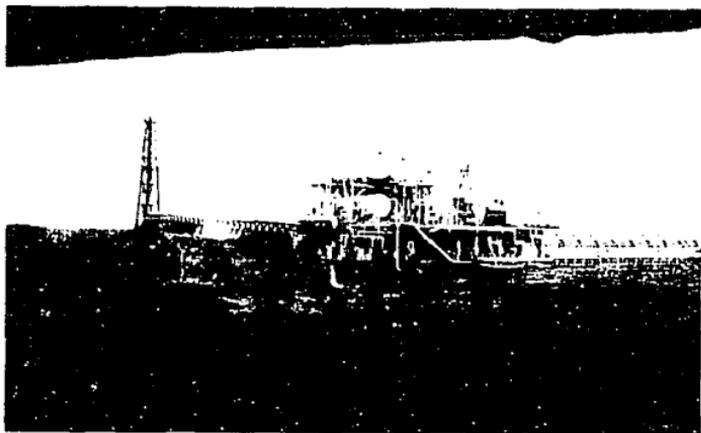
**UNAM**

FOTO NO. 3 PLATAFORMAS DE PRODUCCION

Los equipos de seguridad de estas plataformas, son de vital importancia, por tal motivo se debe contar con equipo contra incendio, detectores de fugas de gas y temperatura para evitar accidentes.

Estas plataformas se componen de una subestructura de ocho columnas de 4 a 5 niveles con una profundidad de 40 a 60 metros por debajo del lecho marino y de una superestructura con tres niveles para alojar a los equipos de separación y servicios auxiliares. Este tipo de instalación es de unas 3600 toneladas incluyendo un trípode para quemador y los puentes que la unen con las plataformas de perforación y enlace generalmente.

5.3 PLATAFORMA DE COMPRESION

La función principal de estas instalaciones es la de comprimir el gas extraído de los pozos y enviarlo a tierra para su procesamiento, por ello, debe contener todo el equipo necesario para la realización de esta actividad (Ver Foto 4).

Generalmente estas plataformas contienen cuatro Módulos de Compresión, los cuales manejan cada uno 90 000 millones de pies cúbicos estándar por día. Estos módulos son instalaciones que contienen todo el equipo necesario para comprimir el gas, es decir, compresores, turbinas, tanques de succión, tanques acumuladores, enfriadores y toda la instrumentación y tubería así como servicios auxiliares necesarios para comprimir el gas y poderlo enviar a tierra.

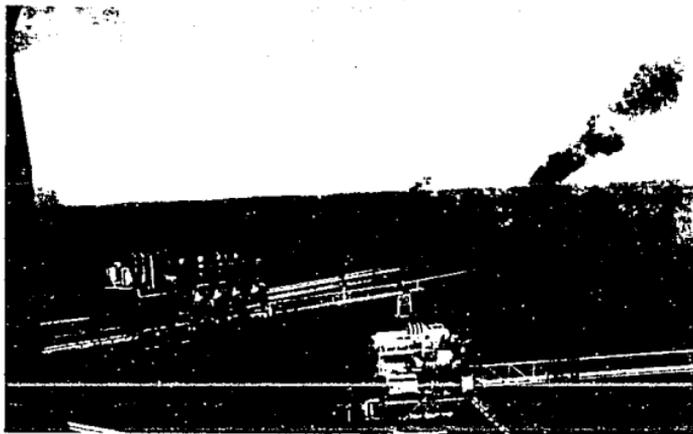
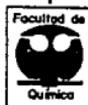
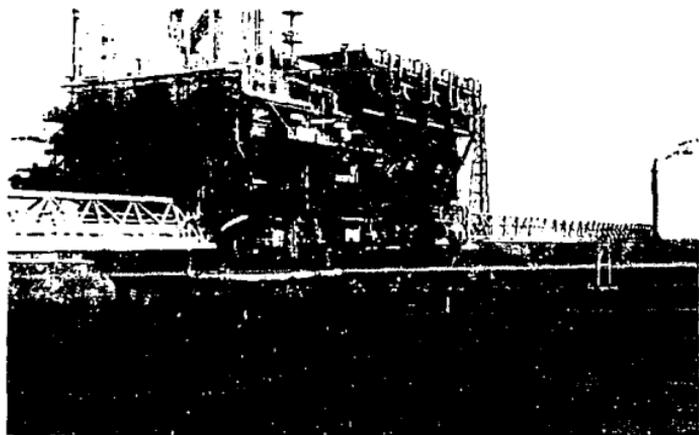
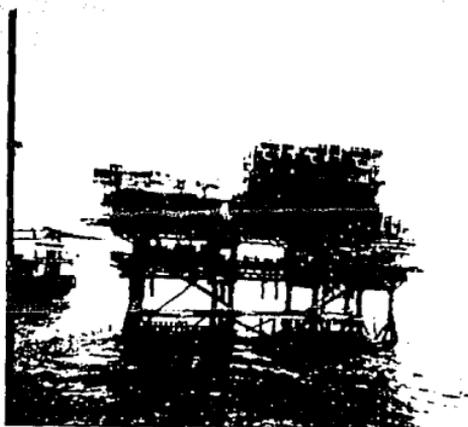
**UNAM**

FOTO NO. 4 PLATAFORMAS DE COMPRESION



UNAM

FOTO NO. 4 PLATAFORMAS DE COMPRESION (CONT.)

Estos modulos por estar muy alejados de tierra maneja presiones sumamente elevadas (aproximadamente 1300 libras por pulgada cuadrada) para poder enviar el gas a su destino.

También estas instalaciones contiene equipo para deshidratar y endulzar el gas que como se mencionó antes se usa como combustible en equipos de generación eléctrica y turbinas de potencia.

Estas instalaciones cuentan con la posibilidad de desviar el gas a quemadores, cuando los volúmenes que se reciben son mayores a los proyectados o cuando se presenta alguna contingencia en la plataforma.

5.4 PLATAFORMAS HABITACIONALES

Son instalaciones diseñadas y construidas para que el personal que labora en las plataformas o complejos tenga todas las facilidades para satisfacer sus necesidades de vivienda, alimentación, fisiológicas y de recreación (Ver Foto 5).

Lo anterior obedece a que los operarios de estas instalaciones se encuentran aislados (lejos de tierra) y a que laboran por jornadas de 12 horas diarias por un lapso de 14 días, con igual número de días de descanso en tierra.

Algunas plataformas localizadas en aguas profundas (alrededor de 100 m.) cuentan con su módulo habitacional propio, éste por razones económicas . por lo que el módulo se monta en el piso superior sobre los módulos de perforación o producción.

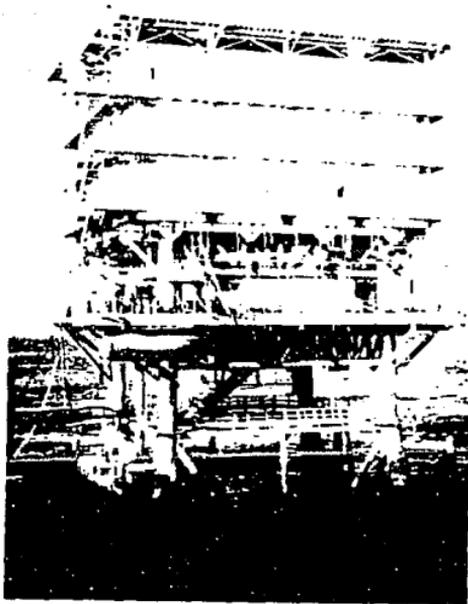
**UNAM**

FOTO NO. 5 PLATAFORMAS HABITACIONALES

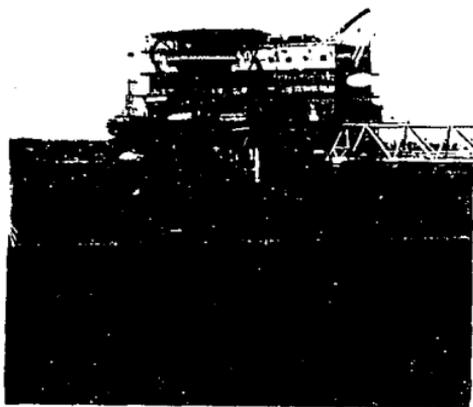
**UNAM**

FOTO NO. 5 PLATAFORMAS HABITACIONALES (CONT.)

En aguas poco profundas, la plataforma habitacional es separada de las plataformas de perforación y producción por motivos de seguridad, pero siempre manteniendo la comunicación de esta con las demás a través de puentes (usualmente de 40 a 50 m de longitud que sirven para movimiento de personal, soportar líneas, acarreo de materiales etc.).

Estas plataformas cuentan generalmente con hospital, comedor, cuarto de comunicaciones, baños, dormitorios, sala de T.V., de juegos, gimnasio, biblioteca, heliopuerto, sistemas de radio comunicación, plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas, etc.

Albergan generalmente a un promedio de 45 trabajadores como mínimo y 130 como máximo que laboran en estos complejos como son los operadores, ingenieros, supervisores, personal de limpieza, cocina, administración, mantenimiento, etc.

También estas plataformas cuentan con instalaciones como red contra incendio, planta potabilizadora de agua, almacenamiento de agua potable, tratamiento de aguas, generación de energía eléctrica, etc.

5.5 PLATAFORMAS DE ENLACE

Como su nombre lo dice, sirven como medios de unión entre las plataformas de producción y perforación, recolectan y distribuyen la mezcla de crudo-gas-agua (Ver Foto 6).

Una vez separada la mezcla en la plataforma de producción regresa el petróleo o gas a la plataforma de enlace, para que estos sean correctamente distribuidos a tierra o a buquestanque.

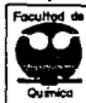
**UNAM**

FOTO NO. 6 PLATAFORMAS DE ENLACE

Otra función importante de este tipo de plataformas es la de unir la tubería que recolecta el crudo previamente separado, con los oleoductos submarinos que lo conducen a la costa.

En estas plataformas se encuentran la mayoría de las llamadas trampas de diablos utilizados para la limpieza de tuberías.

5.6 PLATAFORMAS DE REBOMBEO

Son plataformas instaladas en puntos intermedios de las líneas de transporte de crudo, su función principal es reestablecer la presión necesaria al flujo a medida que la distancia de conducción aumenta y así lograr que el crudo llegue a su destino final.

Estas instalaciones se consideran como auxiliares, generalmente están equipadas con turbobombas y generadores de energía eléctrica principalmente.

5.7 PLATAFORMA DE ALMACENAMIENTO

Esta es otra instalación auxiliar cuya función principal es almacenar el combustible que se demanda en las diferentes plataformas.

Debido a que los volúmenes de combustibles necesarios para la explotación de los yacimientos marinos son tan altos se debe contar con una instalación específica para almacenar estos combustibles.

**UNAM**

FOTO NO. 6 PLATAFORMAS DE ENLACE

Estas plataformas se ubican generalmente cerca de las de rebombeo y contienen alrededor de 5 tanques de almacenamiento con capacidad aproximada de 2 500 000 litros de combustible (generalmente Diesel).

5.8 PLATAFORMAS PARA QUEMADORES

En ocasiones el gas obtenido de los yacimientos marinos, no es comercializado debido a que los volúmenes producidos no son lo bastante grandes como para justificar la instalación de equipo y tuberías para su envío a procesamiento, por esa razón se manda a quemador, así mismo se envía cuando existe alguna contingencia en las plataformas y no es posible enviar el gas o crudo a procesamiento.

Los quemadores están constituidos por una torre cónica de estructura metálica y generalmente albergan tres diferentes líneas de tubería, la línea de gas, la línea de gas alimentadora de la flama del piloto y la línea de la flama de ignición.

Los quemadores se localizan lo mas separado posible de las demás instalaciones por razones de seguridad (Ver Foto 7).

5.9 PLATAFORMAS DIVERSAS

Dentro de este tipo de plataformas se clasifican todas las

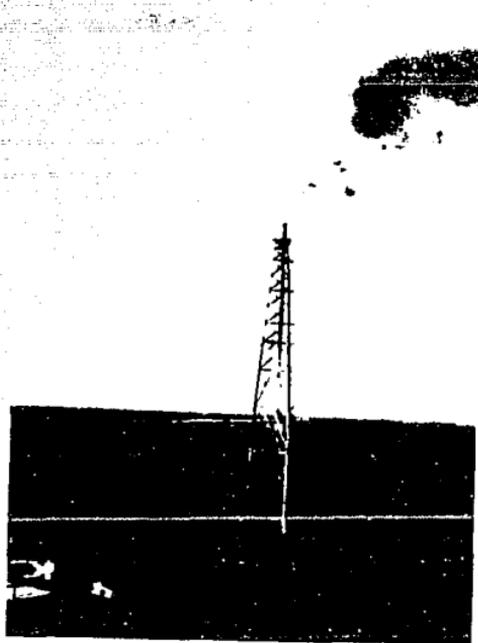
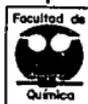
**UNAM**

FOTO NO. 7 PLATAFORMA PARA QUEMADOR (TRIPODE)

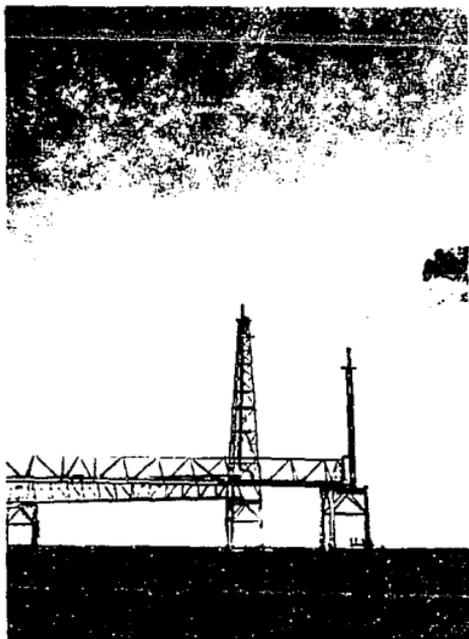
**UNAM**

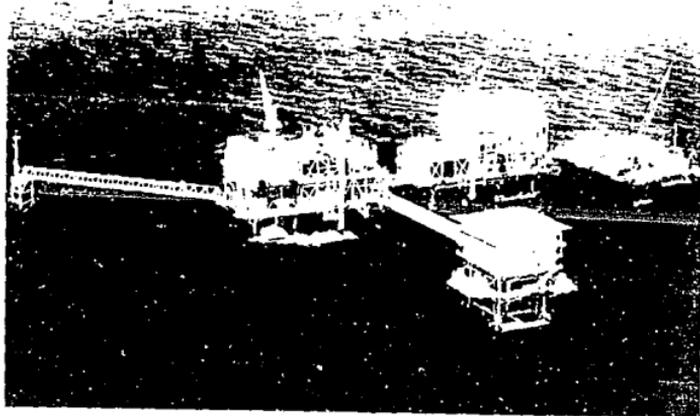
FOTO NO. 7 PLATAFORMA PARA QUEMADOR

instalaciones que se pueden colocar adicionalmente en un complejo de explotación de petróleo.

Entre estas se encuentran por ejemplo las plataformas estabilizadoras, las cuales se encargan de separar el gas que viene de las plataformas de compresión, así como algunos metales pesados que desprende el crudo debido al enfriamiento que sufre este al ser transportado por la tubería submarina.

En este grupo también se pueden considerar las plataformas de inyección de agua (Ver Foto 8), que se utilizan como su nombre lo dice para reinyectar agua a los pozos que requieren mayor presión para extraer el crudo (método de recuperación secundario de petróleo).

Los trípodes o plataforma trípode, se puede considerar dentro de esta clasificación. Existen diferentes tipos de tripodes según sea su uso, por ejemplo para sujetar los quemadores en los complejos, los instalados en puentes para darles soporte y rigidez, los de perforación, instalados en yacimientos pequeños con un solo conductor y finalmente los protectores de pozos.



UNAM

FOTO NO. 8 COMPLEJO DE INYECCION DE AGUA

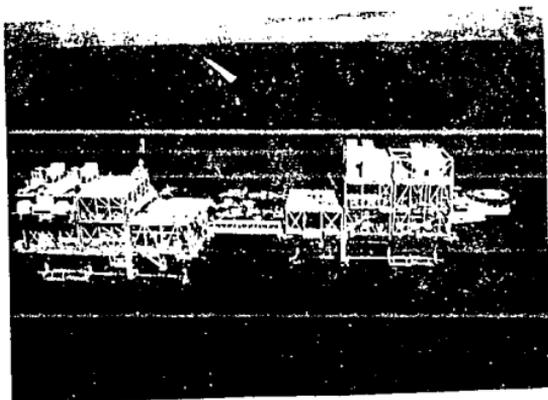
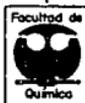
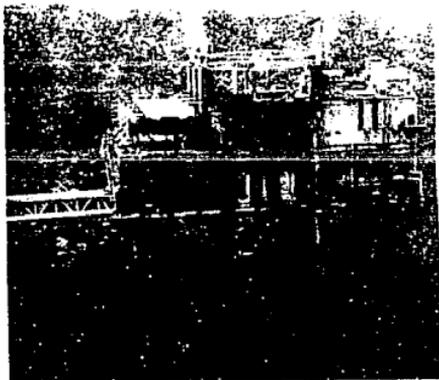
**UNAM**

FOTO NC 8 COMPLEJO DE INYECCION DE AGUA

C A P I T U L O V I

6.0 ESTIMADO DE INVERSION PARA UNA PLATAFORMA DE PRODUCCION

Como se describió anteriormente, existen diversos tipos de instalaciones costa afuera o plataformas marinas, debido a lo anterior y con el fin de ejemplificar los métodos utilizados para estimar costos de inversión de las mismas, se decidió utilizar un solo caso de estudio. Para esto se utilizará una plataforma de producción que es una de las instalaciones más representativas, además de ser la más similar a una planta de proceso químico.

Antes de aplicar las técnicas correspondientes, es conveniente establecer las características de la plataforma en estudio, las cuales son descritas a continuación.

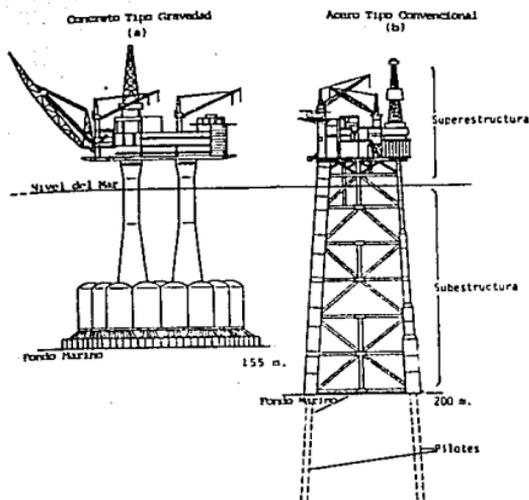
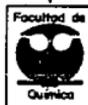
6.1 DESCRIPCION GENERAL

Las características de la plataforma a estudiar son las siguientes:

1. ESTRUCTURAL

La plataforma es del tipo autoportada convencional de acero al carbón. Estructuralmente consta de tres partes principales:

- SUESTRUCTURA
- SUPERESTRUCTURA
- PILOTES



PLATAFORMAS MARINAS DE CONCRETO TIPO GRAVEDAD
Y DE ACERO TIPO CONVENCIONAL

La suestructura esta configurada en forma de una torre triangulada, donde las piernas están unidas con miembros tubulares colocados horizontalmente y diagonalmente entre las piernas, arregladas de tal manera que se obtenga la forma de triángulo, con la finalidad de obtener un mejor comportamiento estructural.

La subestructura se protege de la corrosión del agua de mar con ánodos de sacrificio fijados en los miembros estructurales, así mismo, descansa sobre el fondo marino y se fija mediante el hincado de pilotes de tubería. La función principal de estos es la de transmitir al subsuelo marino las cargas muertas, vivas, viento, oleaje, sismo, corrientes, marea etc.

La superestructura se coloca encima de la suestructura y es la encargada de alojar y contener a todo el equipo, tuberías, instrumentos y edificios de proceso y servicios auxiliares. Esta consta de tres niveles los cuales se encuentran a 16, 25 y 36 metros sobre el nivel medio del mar respectivamente.

2. OBJETIVO

La plataforma de producción surge con el fin de mantener el régimen de extracción de hidrocarburos de los yacimientos marinos de la Sonda de Campeche, durante el mayor tiempo posible, evitando la disminución en la producción por efecto del abatimiento natural de la presión. Contiene básicamente instalaciones de separación, compresión, endulzamiento y bombeo, las cuales se localizan cercanas a los pozos productores (plataformas de perforación), para

que dicha extracción se efectúe a contrapresiones relativamente bajas.

Esta plataforma se instalará en un complejo desarrollado para aprovechar la infraestructura existente (plataforma habitacional, de enlace, compresión, etc).

3. FUNCION DE LA PLATAFORMA

La plataforma de producción presenta dos fases de operación:

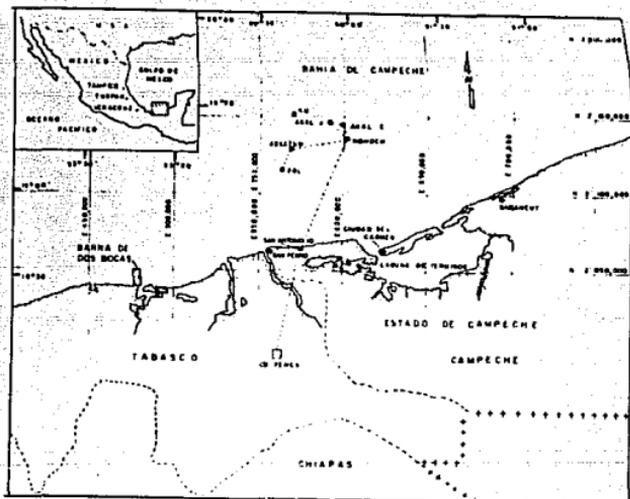
A. La primera consiste en el procesamiento hasta un nivel de presión de 8 Kg/cm² para poderse integrar al complejo general de la Sonda de Campeche .

B. La segunda fase considera bombeo y compresión a un nivel de 4 Kg/cm² a fin de compensar el abatimiento de la presión de los pozos.

4. DESCRIPCION DEL PROCESO

En este caso el proceso consiste en la separación y rectificación de la mezcla gas-aceite en una etapa, Para su posterior envío al complejo central "AKAL J".

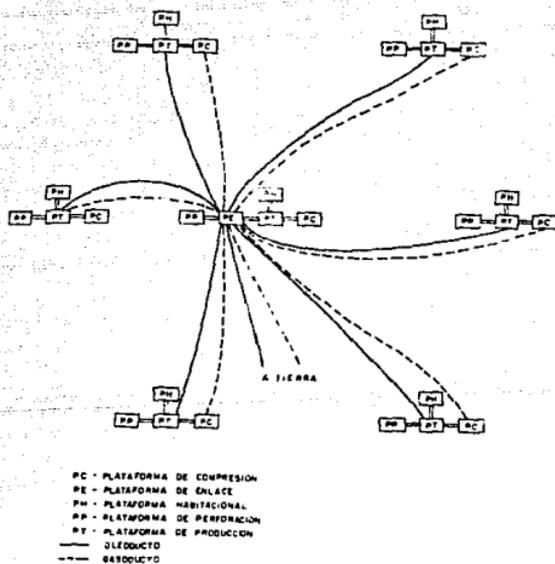
La descripción del proceso se puede dividir básicamente en tres etapas:

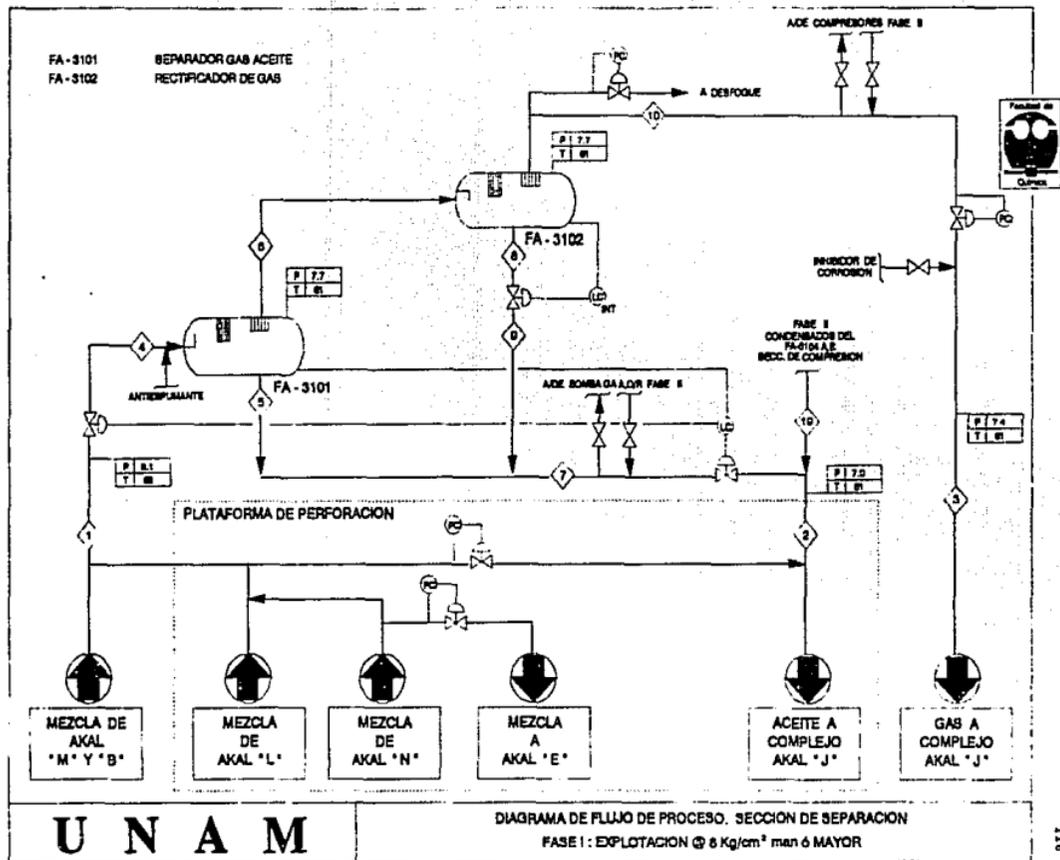


LOCALIZACION DE LOS CAMPOS EN LA SONDA DE CAMPECHE



ARREGLO TÍPICO DE UN COMPLEJO DE PLATAFORMAS
EN UN CAMPO DE EXPLOTACION





- SECCION DE SEPARACION
- SECCION DE COMPRESION
- SECCION DE SERVICIOS AUXILIARES

A. SECCION DE SEPARACION

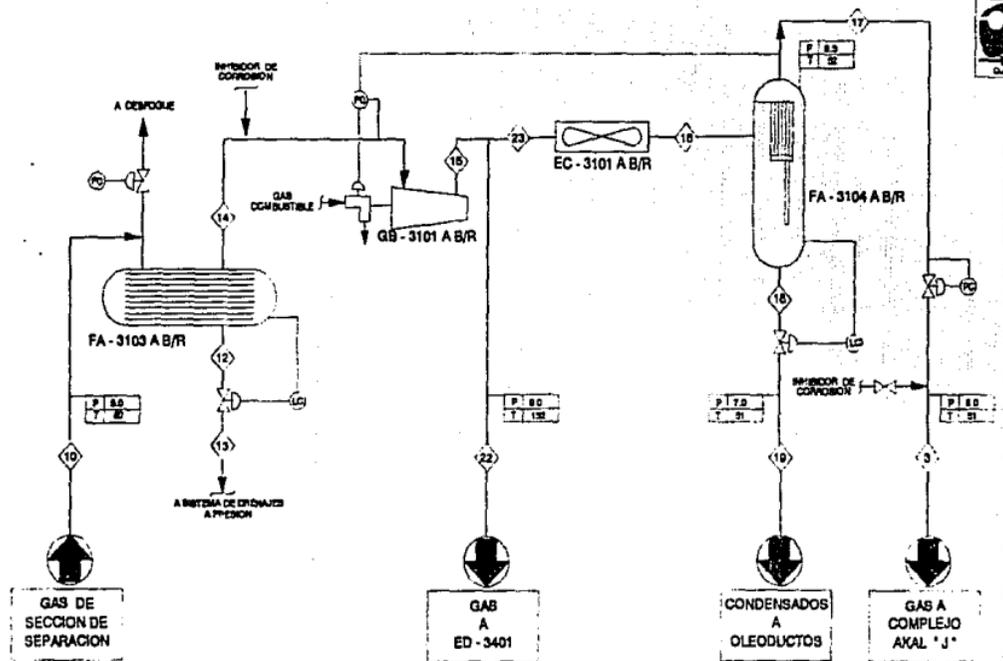
En este caso la mezcla crudo gas proveniente de los pozos periféricos se recibe a 4 Kg/cm² y se envía a través de válvulas de nivel al separador FA-3101. En este equipo se separa el crudo del gas a una presión de 3 Kg/cm², el crudo separado se envía junto con los condensados del rectificador de gas FA-3102 al cabezal de distribución, de donde las bombas de crudo GA-3101 (previo paso por un filtro de canasta) los envían al complejo central a una presión de 7.7 Kg/cm².

El gas separado en el FA-3101, se envía al rectificador FA-3102, previa inyección de inhibidor de asfaltenos, de ahí el gas se envía al complejo central.

B. SECCION DE COMPRESION

El gas de compresión es recibido a través de un cabezal y se envía a un tanque de succión de los compresores FA-3103, donde se separan los posibles líquidos arrastrados, posteriormente se envía el gas a los compresores GB-3101 (los cuales son accionados por turbinas alimentadas con gas combustibles) previa inyección de inhibidor de corrosión.

EC - 3101 A B/R ENFRIDADOR DEL COMPRESOR
 FA - 3103 A B/R TANQUE DE BUCCION DEL COMPRESOR
 FA - 3104 A B/R SEPARADOR DE CONDENSADOS
 GB - 3101 A B/R COMPRESOR DE BAJA PRESION



U N A M

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO, SECCION DE COMPRESION
 FASE II : EXPLOTACION A MENOS DE 8 Y HASTA 2 Kg/cm.²

El gas se comprime hasta 9 Kg/cm², por lo que los condensados producidos se separan en el tanque FA-3103. Una parte pequeña del gas comprimido y caliente se envía al calentador de gas combustible ED-3401 y la otra parte se envía al enfriador EC-3101, donde se le disminuye su temperatura.

Finalmente el gas comprimido y frío se envía al separador de condensados FA-3104, donde los líquidos se separan y se envían a un oleoducto através de las bombas GA-3101. Mientras tanto el gas libre de líquidos se envía a través de un cabezal al complejo central.

C. SECCION DE SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares que requiere la plataforma para operar son los siguientes:

C.1. ACONDICIONAMIENTO Y DISTRIBUCION DE GAS COMBUSTIBLE

Para acondicionar el gas combustible que se recibe en la plataforma se requiere incorporar dos separadores de gas combustible, los cuales se encargan de separar los posibles condensados generados, posteriormente a través de una válvula reguladora se distribuye a los equipos que lo requieren por medio de una tubería de 4 pulgadas (turbinas, laboratorio, tanque de desfogue y turbogeneradores).

C.2. ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE DIESEL

Para este servicios se requiere de contar con dos tanque de almacenamiento uno de Diesel sucio y otro de Diesel limpio, filtros, centrífugas, bombas, tubería e instrumentos para su distribución. Los equipos que requieren de este servicios son las bombas contra incendio, centrifugadoras y grúa de pedestal.

C.3. ACONDICIONAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

Para proporcionar el servicios de agua potable se requiere instalar un tanque de almacenamiento de agua potable, dos potabilizadoras y dos bombas, tuberías e instrumentos para su distribución a los diferentes equipos como son sistemas de enfriamiento de bombas, centrifugadoras de Diesel, tanque hidroneumático, baños, laboratorio, grúa de pedestal y estaciones de servicios.

C.4. ACONDICIONAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA DE SERVICIOS

Para este caso solo se requiere de dos bombas, tubería e instrumentos para tomar el agua de mar y distribuirla a las diferentes estaciones de servicios de los tres niveles de la plataforma.

C.5. SISTEMAS DE DRENAJES ABIERTOS, CERRADOS, ACEITOSOS Y SANITARIO

Los drenajes aceitosos cerrados y abiertos se recolectan por medio de charolas y copas y se envían a un cabezal principal de donde se llevan a un equipo separador de placas, donde se separa el agua y se tira al

mar y el aceite se envía al tanque de desfogue y de ahí a quemador, por lo que se requiere de dos bombas y tubería para lo anterior.

Los drenajes sanitarios se recolectan en un cabezal y se envían a una planta de tratamiento de aguas negras y posteriormente se tira al mar el agua tratada. En este caso no se requiere equipo de bombeo ya que se fluye por gravedad.

C.6. GENERACION Y DISTRIBUCION DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS

Para poder suministrar el aire de planta e instrumentos en la plataforma, se requieren dos compresores reciprocantes, dos bombas de enfriamiento de los compresores, dos tanques acumuladores de aire y una secadora, así como toda la tubería e instrumentos necesarios para una distribución y buen funcionamiento de los equipos.

La distribución del aire se realiza a través de dos cabezales independientes de 2 pulgadas hacia las estaciones de servicio en el caso de aire de planta y otro para todos los instrumentos que requieren de este servicio.

C.7. SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO

Una parte fundamental en esta plataforma es el equipo de seguridad contra incendio, el cual se compone de un tablero contra incendio, con alarmas y detectores, anillos, aspersores, extintores, anillos, gabinetes de mangueras, válvulas de diluvio, monitores y varias bombas

accionadas con Diesel y eléctricamente (4 en total).

C.8. GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

La energía eléctrica requerida en la plataforma debe generarse dentro de la misma, por ello se requieren tres turbogeneradores, dos en operación y uno de relevo, para poder alimentar a todos los equipos de la plataforma, alumbrado normal y de emergencia, tableros de distribución, centro de control de motores, interruptores, arrancadores etc.

C.9. SISTEMA DE DESFOGUE

Otro aspecto importante de la plataforma es el desfogue de los líquidos y gases que se manejan durante la operación de los equipos. Para lo anterior se requiere de un quemador elevado y autosoportado, un tanque de desfogue, varios cabezales y válvulas de seguridad de acuerdo al número de equipos de alta y baja presión que se manejan.

C.10. SISTEMA DE INYECCION DE QUIMICOS

Debido a que es necesario inyectar químicos a las líneas para evitar corrosión, formación de espumas, asfaltenos, etc., se requiere inyectar intermitentemente estos agentes químicos. Para ello se requiere de un tanque de almacenamiento y dos bombas por cada químico y la tubería e instrumentación asociada para su distribución o inyección.

C.11. EDIFICIOS

Para la plataforma se requiere de un taller, almacén, cuarto de control, laboratorio, cuarto de baterías y caseta de operadores.

C.12. INSTRUMENTACION

Las señales de los instrumentos deberán centralizarse en el cuarto de control y serán controladas con un controlador lógico programable (PLC). Los transmisores son del tipo electrónico a prueba de explosión con dos hilos. Toda la instrumentación de campo y accesorios (tubería, cajas de interconexión, etc.) deberá contar con un recubrimiento para evitar la corrosión por el ambiente marino.

C.13. INTERCOMUNICACION Y VOCEO

La plataforma contará con un sistema de intercomunicación y voceo para cumplir con los requerimientos de comunicación interna y externa.

El equipo a utilizar deberá estar protegido para ambiente marino y contará con equipo telefónico con capacidad hasta de cinco canales individuales, también contará con autoparlantes instalados en todos los niveles de la plataforma y en los puentes de comunicación con el complejo.

5. CAPACIDAD

La capacidad máxima de la plataforma de producción es de 200 000 barriles de crudo diario (73 000 000 barriles al año) y 120 miles de millones de pies cúbicos estándar por día (43 800 MMPCSD al año) , así mismo ésta instalación operará los 365 días del año.

6. COSTO DE EQUIPO

Para efectuar los cálculos de estimados de costos de inversión se tomarán datos de costo de los equipos de cotizaciones directas de proveedores.

7. COSTO UNITARIO DEL BARRIL DE CRUDO

Debido a que se desconoce el costo unitario del barril de crudo que se requiere para el estimado de inversión por el método del precio unitario, este será estimado en base a la información proporcionada por Petróleos Mexicanos en su Memoria de Labores 1990.

Para lo anterior se disponen de los siguientes datos:

1. EGRESOS POR EXPORTACION DE CRUDO (COSTOS POR INVERSION, OPERACION, MERCANCIA PARA REVENTA) = 1,492.1 MILLONES DE DOLARES EN 1990.

LISTA DE EQUIPO PRINCIPAL



CANT. REQ. EQUIPO	SERVICIO Y CARACTERISTICAS
2	SEPARADORES 13'X 60' T.T.
1	RECTIFICADOR 13'X 30' T.T.
1	RECTIFICADOR 6'X 30'
5	TURBOBOMBAS 50 000 BPD 1050 H.P.
2	TURBOCOMP. P/RECUP. DE VAP. IGHMPCSD 1000 HP
4	TURBOCOMPRESOR 60 MNPSCD 4550 HP
2	TURBOGENERADOR 850 KW
1	PLANTA ENDULZADORA
1	EQUIPO DE SERVICIOS AUXILIARES
2	TANQUE HIDRODINAMICO DE AGUA DE MAR
2	TANQUE DE ANTIESPUMANTE PARA SEPARACION
2	TANQUE INHIBIDOR DE CORROSION
1	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS
1	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE PLANTA
1	TANQUE COLECTOR DE DRENAJE CERRADO
1	TANQUE COLECTOR DE DRENAJES ABIERTOS
1	TANQUE DE DESFOGUE
1	COLECTOR DE DRENAJES ABIERTOS
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO
7	BOMBA DE ACEITE
4	BOMBA DE AGUA DE MAR
4	BOMBA REFORZADORA DE AGUA DE MAR
2	BOMBA DOSIFICADORA DE ANTIESPUMANTE PARA SEP.
3	BOMBA DOSIF. DE INHIB. DE CORR. DE GAS A COMP.
3	BOMBA DE ACEITE RECUP. DE DRENAJE ABIERTO
2	BOMBA DE CONDENSADOS A DESFOGUE
3	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL
2	BOMBA DE CONDENSADOS A DESFOGUE
3	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL
3	BOMBA DOSIF. DE ANTIESPUMANTE A ENDULZAMIENTO
3	BOMBA DE INHIB. DE CORROSION A ENDULZ.
2	FILTRO DE DIESEL TIPO CANASTA
4	FILTRO DE ACEITE
1	FILTRO DE DRENAJE ABIERTO
1	FILTRO DE AGUA DE MAR

UNAM

LISTA DE EQUIPO PRINCIPAL



1	COMPRESOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS
1	COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA
2	CENTRIFUGADORA DE DIESEL
1	PAQUETE DE HIPOCLORACION
1	SECADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS
2	SOLOAIRES
2	LANZADOR DE DIABLOS 20' X 16' Y 12' X 16'
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL SUCCIO
3	BOMBA DE HAYEJO DE ANINA
4	BOMBA DE DEA ALTA PRESTION
4	BOMBA DE DEA BAJA PRESTION
3	BOMBA DE REPLUJO DE LA TORRE REGENERADORA
2	FILTRO DE DEA RICA
2	FILTRO DE DEA POBRE
3	COMPRESOR RECUPERADO DE VAPORES
3	COMPRESOR DE GAS DE ENDULZAMIENTO
1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ANINA
1	POSA DE ANINA
1	TANQUE DE CALENTAMIENTO DE ANINA
1	TANQUE DE ANTIESPUNANTE A ENDULZAMIENTO
1	TQ. INHIBIDOR DE CORROSION A ENDULZAMIENTO
2	TANQUE DE SUCCION RECUPERADOR DE VAPORES
2	TQ. SUCCION DEL COMPRESOR DE GAS A ENDULZ.
2	TQ. DESCARGA DEL COMPRESOR A ENDULZAMIENTO
2	TQ. SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLES
1	TORRE ABSORBEDORA DE GAS ANARGO
1	TORRE REGENERADORA
2	INTERCAMBIADOR DEA POBRE/RICA
2	RESERVIDOR DE LA TORRE REGENERADORA
2	ENFRIADOR DE DEA
2	ENFRIADOR DE GAS ACIDO
2	SEPARADOR DE GAS DULCE
1	TANQUE DE BALANCE DE DEA
2	ACUMULADOR DE LA TORRE REGENERADORA

PLANTA PLAT. D. PRODUCCION
LOCALIZACION SUNDIA DE CAMPLEHI

BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA SEGUNDA FASE SEP. A 3 KILOS CASO NORMAL

CORRIENTE NO. (FASE)

11 3FAS

42 2L10

COMPONENTE	LB-MOL/H	% MOL	LB-MOL/H	% MOL
AGUA	477.711	2.457	338.148	3.412
AC.SULFONDR.	195.586	1.006	17.547	.177
BIOX.CARBONO	350.666	1.803	14.823	.150
NITROGENO	53.043	.273	.297	.003
METANO	5469.864	28.131	104.522	1.055
ETANO	1646.470	8.468	113.282	1.143
PROPANO	1179.434	6.066	203.682	2.055
I-BUTANO	181.891	.935	38.964	.395
M-BUTANO	633.629	3.259	244.674	2.469
I-PENTANO	229.534	1.180	135.557	1.368
M-PENTANO	244.386	1.257	156.924	1.584
M-HEXANO	472.376	2.429	395.085	3.987
HEPTANO	593.894	3.054	473.230	4.775
OCTANOS	663.719	3.413	623.949	6.296
NONANOS	705.575	3.629	689.024	6.953
DECANOS	604.859	3.111	600.397	6.059
UNDECAN	491.279	2.527	490.655	4.945
DODECAN	347.001	1.785	346.823	3.500
TRIDECA	339.671	1.747	339.623	3.427
TETRADE	345.072	1.775	345.056	3.482
PENTADE	4218.211	21.694	4218.209	42.566
TOTAL LB-MOL/H	19443.940	100.000	9909.375	100.000
FLUJO TOTAL LB/H * KG/H	2991099.1356740.		2724634.1235873.	
TEMPERATURA F = C	140.00	60.00	137.62	58.68
PRESTION PSIG*KG/CM2 MAN. (P. ATM = 14.6960 PSIA)	56.89	4.000	56.89	4.000
PELO MOLECULAR* K WATSON	155.832	12.054	274.941	11.678
DENS RELATIVA A 60 F/API	.82933	39.120	.91512	23.125
BPD * 60 F	247130.3		204052.0	
WPCSO GBF.1 KG*60F.1ATM	185.814	177.094	94.703	60.256
DENS A PYT LB/FT3*G/CM3	5.3480	.05363	55.7593	.89318
GPM A P Y I				
FT3/SEG A P Y T				
VAPORIZACION MOLAR*PELO	.49279	.08738		
CALOR ESP A PYT BTU/LB-F				
CP/CM				
VISCOSIDAD CENTIPOISE				
COND. TERMICA BTU/H-FI-F				
FACTOR COMPRESIBILIDAD			11.30	
TENS. SUPERFICIAL DIM/CM	23.8689		131.8	
ENTALPIA ESP. BTU/LB-MOL	3131.70		7200	
ENTALPIA MBTU/H	40892.6			
MODULO	2200			

4 12 3FAS		5 16 2L14		6 14 VSAT		7 22 2L14		8 21 2L14	
LB-MOL/H	X MOL	LB-MOL/H	X MOL	LB-MOL/H	X MOL	LB-MOL/H	X MOL	LB-MOL/H	X MOL
477.711	2.457			469.677	4.747				
195.586	1.006	8.035	.084	178.186	1.801	8.035	-.084	.000	-.084
350.666	1.803	17.400	-.182	335.963	3.395	17.400	-.182	.000	-.182
53.043	.273	14.703	-.154	52.749	.533	14.703	-.154	.000	-.154
5469.844	28.131	.295	.003	5166.158	54.232	.295	.003	.000	.003
1646.470	8.468	103.687	1.086	1534.096	15.504	103.687	1.086	.000	1.086
1179.494	6.066	112.374	1.177	977.472	9.879	112.374	1.177	.000	1.177
181.891	.935	202.022	2.116	123.409	1.247	202.022	2.116	.000	2.116
633.629	3.259	58.482	-.612	390.967	3.951	58.482	-.612	.000	-.612
229.534	1.180	242.661	2.541	93.079	-.961	242.661	2.541	.000	2.541
244.386	1.257	134.455	1.408	83.744	-.897	134.455	1.408	.000	1.408
472.376	2.429	155.642	1.630	80.454	-.813	155.642	1.630	.000	1.630
593.894	3.054	391.922	4.104	124.446	1.258	391.922	4.104	.000	4.104
863.719	3.413	469.448	4.916	44.428	-.449	469.448	4.916	.000	4.916
703.575	3.629	819.290	6.485	21.191	-.213	819.290	6.485	.000	6.485
604.889	3.111	684.484	7.168	7.521	-.076	684.484	7.168	.000	7.168
491.279	2.527	597.368	6.256	2.948	-.030	597.368	6.256	.000	6.256
347.001	1.785	488.331	5.114	.813	-.008	488.331	5.114	.000	5.114
339.671	1.747	346.187	3.625	-.399	-.004	346.187	3.625	.000	3.625
345.072	1.775	339.272	3.553	-.223	-.002	339.272	3.553	.000	3.553
4218.211	21.694	344.849	3.611	.000	.000	344.849	3.611	.000	3.611
		4215.210	44.174			4218.210	44.174	.000	44.174
19443.940	100.000	9549.116	100.000	9894.824	100.000	9549.116	100.000	.000	100.000
2991099.1356740.		2715822.1231876.		275277.124864.		2715822.1231876.		0.	0.
137.62	58.68	137.62	58.68	137.62	58.68	137.62	58.68	139.54	59.75
42.67	3.000	42.67	3.000	42.67	3.000	42.67	3.000	42.67	3.000
153.832	12.054	284.406	11.684	27.821	15.701	284.406	11.684	284.406	11.684
.82933	39.120	-.9152	23.105	-.43060	197.115	-.91523	23.105	-.91523	23.105
247130.1		203366.6		43813.6		203366.6		.0	
185.814	177.094	91.253	86.973	94.559	90.121	91.253	86.973	.000	.000
2.6339	-.04219	55.7662	-.89329	-.2533	-.00406	55.7662	-.89329	55.7662	-.89329
.50889	-.09203			301.916					
				.4633					
				1.1999					
				-.0108					
				-.0161					
				.9831					
		469.72				469.72		469.72	
		4485.4				4485.4		.0	
		5021				2200		2200	
24.2402				5700.77					
3131.75				56408.2					
60893.5				2200					
2200									

9

77 ZL18

LB-MOL/H	X	MOL
.000	.084	
.000	.182	
.000	.154	
.000	.003	
.000	1.086	
.000	1.177	
.000	2.116	
.000	-.612	
.000	2.541	
.000	1.408	
.000	1.630	
.000	4.104	
.000	4.916	
.000	6.485	
.000	7.168	
.000	6.256	
.000	5.114	
.000	3.625	
.000	3.553	
.000	3.611	
.000	44.174	
.000	100.000	
0.	0.	
139.54	59.75	
42.67	3.000	
284.406	11.684	
.91523	23.105	
	.0	
.000	.000	
55.7662	.89329	

469.72
=0
2200

10

80 VAP

LB-MOL/H	X	MOL
492.039	1.747	
186.670	1.801	
351.959	3.395	
35.260	.533	
5621.654	54.232	
1607.138	15.504	
1024.012	9.879	
129.285	1.247	
409.582	3.951	
99.806	.981	
92.969	.897	
84.285	.813	
150.371	1.258	
46.543	.449	
22.095	.213	
7.879	.076	
3.089	.030	
.852	.008	
.418	.004	
.233	.002	
.000	.000	

10365.941 100.000
288384. 130809.

139.54 59.75
42.67 3.000

27.820 15.701
43060 197.113
45899.7
99.041 94.412
.2524 .00404
317.362

.4641
1.1993
-.0108
-.0162
-.9833
5725.58
59351.0
2200

11

40 ZL18

LB-MOL/H	X	MOL
8.035	.084	
17.400	.182	
14.703	.154	
.293	.003	
103.687	1.086	
112.374	1.177	
202.022	2.116	
58.482	.612	
242.661	2.541	
134.455	1.408	
155.642	1.630	
391.922	4.104	
469.445	4.916	
617.290	6.485	
684.484	7.168	
597.368	6.256	
450.331	5.114	
346.187	3.625	
339.272	3.553	
344.849	3.611	
4218.210	44.174	

9549.116 100.000
2715822.1231876.

137.70 58.72
56.89 4.000

284.406 11.684
.91523 23.105
203166.6
91.255 86.973
55.7668 .89327

496.86
4744.6
2200

2. TOTAL DE BARRILES EXPORTADOS EN 1990 1 278 466.5 BARRILES DIARIOS
X 365 DIAS = 466,640,272.5 BARRILES AL AÑO.

3. COSTO UNITARIO DEL BARRIL Cub (D.L.S.)

SE PUEDE ESTIMAR DIVIDIENDO: EGRESOS EXPORTACION/BARRILES EXPORTADOS

Cub = 1,492,100,000 DOLLS-AÑO / 466,640,272.5 BARR-AÑO

Cub = 3.19 D.L.S./BARRIL

6.2 ESTIMADOS DE INVERSION

En esta sección efectuaremos los estimados de inversión para la plataforma de producción tomando en cuenta lo siguiente:

1. Se aplicarán todos los métodos descritos en el capítulo tres

2. Se efectuará un cálculo de la Tasa Interna de Retorno tomando como base el método de Gutrhie debido a que lo consideramos el más exacto, debido a la metodología usada para su obtención, la cual toma en cuenta la mayoría de los aspectos económicos que intervienen en el diseño y construcción de una planta química.

A. ESTIMADOS DE INVERSION PRELIMINARES

CONSIDERACIONES:

PLATAFORMA DE PRODUCCION

CAPACIDAD: 200 000 BARRILES POR DIA

FECHA ENERO 1992

PARIDAD PESO-DOLLAR 3100

1.- METODO DEL PRECIO UNITARIO

DATOS

PROCESO:SEPARACION MEZCLA AGUA-CRUDO-GAS

CAPACIDAD=200 000 BPD

COSTO DLLS BARRIL/ANO Cub= 3.19

FECHA: ENERO DE 1992

PARIDAD PESOS/DOLLAR= 3100

UTILIZANDO LA FORMULA PARA EL CALCULO DEL COSTO TOTAL SE TIENE :

COSTO TOTAL PLATAFORMA= COSTO UNITARIO (DLLS BARRIL/ANO)* CAPACIDAD DE PRODUCCION BARRILES AL AÑO

CTP= Cub * CAP Cub= 3.19 DLLS BARRIL/ANO CAP=200 000 BPD * 365 DIAS/AÑO = 73,000,000 BARRILES/AÑO

CTP = 2.38*08 DOLLARS = 232,870,000 DLLS.

CTP = 7.28*11 PESOS = 721,857,000,000 PESOS

2.-METODO EXPONENCIAL

DATOS

COSTO PLATAFORMA 1989 (50000 BPD)= 30000000 DLLS {FUENTE PEMEX S.P.C.O.}

CAPACIDAD ORIGINAL BPD (1989) = 50 000

FACTOR DE CAPACIDAD = 0.7 (JULIEN P.C., BLACK J.H., COST AND OPTIMIZATION ENGINEERING)
 CAPACIDAD ACTUAL BPD (1991) = 200000
 COSTO POR TON(DLLS)= 3.19
 FECHA: DICIEMBRE DE 1989

APLICANDO LA FORMULA :

COSTO CAPACIDAD ACTUAL = COSTO ORIGINAL*(CAPACIDAD ACTUAL/CAPACIDAD ORIGINAL)^0.7

ESTIMADO COSTO PLATAFORMA (DLLS)= 19170174 A DICIEMBRE DE 1989
 200 000 BPD

3.-METODO DE INDICES DE COSTOS

ESTE METODO CONSISTE UNICAMENTE EN ACTUALIZAR LOS COSTOS DE LA PLATAFORMA EN BASE A LOS INDICES DE INFLACION. EN ESTE CASO UTILIZAREMOS LOS INDICES DE COSTO DE LA REVISTA CHEMICAL ENGINEERING.

DATOS

COSTO PLATAFORMA 1989(DLLS)= 19170174
 INDICE DE DICIEMBRE DE 1989 = 347.7
 INDICE DE ENERO DE 1992 = 359.5
 COSTO PLATAFORMA 1992 (DLLS.) 81951306
 PARIDAD ENERO 1992(PESOS/DLLS)= 3109
 ESTIMADO COSTO PLATAFORMA (PESOS)= 2.58*11

4.-METODO DE PRECIO UNITARIO CON ACTUALIZACION POR INDICES DE COSTO

DATOS

COSTO TOTAL PLATAFORMA DICIEMBRE 1989 = 19170174
 DE LA REVISTA CHEMICAL ENG. SE OBTIENE LOS SIGUIENTES DATOS:

% DE PARA PLANTAS		% DE PARA EQUIPO (COMPONENTES)	
EQUIPO, MAQ, SOP.=	61.00%	EQUIPO FAB=	37.00%
MANO OBRAS=	22.00%	TUBERIAS=	20.00%

EDIFICIOS Y MAT- ING. Y SUP.=	7.00% 10.00%	INSTRUMENTOS= BOMBAS Y COMP.= EQ. ELECTRICO=	7.00% 7.00% 5.00%
----------------------------------	-----------------	--	-------------------------

TOmando los siguientes porcentajes para materiales de importacion tenemos:

MATERIALES DE IMPORTACION:

	%	FACTOR DE IMPORTACION	FORMULA	% TOTAL	COSTO TOTAL (DOLLS)
EQUIPO	30.00%	20.00%		1.90%	1500977.
TUBERIA	25.00%	40.00%		1.46%	1159055.
INSTRUMENTOS	50.00%	50.00%	XTOT = XCE PTA. * X CE EQ.	1.07%	845144.0
BOMBAS Y COMPRESORES	10.00%	17.00%	X MAT.IMP. * FACT.IMP	0.07%	57459.01
EQUIPO ELECTRICO	10.00%	22.00%		0.20%	159370.1
COSTO TOTAL EQ. IMPORTADO 1989=					3122017.

COSTO ACTUALIZADO CON INDICES

CONCEPTO	INDICE CE 1989	INDICE CE 1992	FORMULA	COSTO ACTUAL(DOLLS) ENERO 1992
EQUIPO FABRICADO	359.5	379.6	COSTO = COST. ORIG. * INDICE 1992	1544898.
TUBERIAS	440	470.7	ACT.	1239926.
INSTRUMENTOS	344.2	356.7	INDICE 1989	875837.1
BOMBAS Y COMPRESORES	459.7	511.3		63920.67
EQUIPO ELECTRICO	275.5	297.3		171918.5
TOTAL (DOLLS) =				3936500. = 1.42 * 810 PESOS

$COSTO\ PLAT.\ C/EQ.\ MAL.\ 1989(DOLLS) = 75448456 \{ COST.\ EQ.\ MAL = COSTO\ TOTAL\ EQ. - COSTO\ DE\ EQUIPO\ IMPORTACION \}$
 $COSTO\ PLAT.\ C/EQ.\ MAL.(PESOS) = 2.38 * 11$
 $COSTO\ PLAT.\ C/EQ.\ MAL.\ 1991(PESOS) = 2.48 * 11 \{ ACTUALIZADO\ CON\ INDICES \}$ $COST.\ EQ.\ MAL\ ACT. = COST.\ EQ.\ MAL * INDICE\ 1992/1989$
 $COSTO\ PLAT.\ C/EQ.\ MAL.\ 1992(DOLLS) = 78008971$

$ESTIMADO\ COSTO\ PLATAPORNA\ (PESOS) = 2.58 * 11 = COSTO\ EQ.\ MAL. + COST.\ EQ.\ IMPORTADO$
 ENERO 1992 PARIDAD = 3100 PESOS/DOLLS

$ESTIMADO\ COSTO\ PLATAPORNA\ (DOLLS) = 81945171$
 ENERO 1992

5. METODO DE PORCENTAJES

ESTE METODO CONSISTE EN APLICAR UN PORCENTAJE DE CADA ACTIVIDAD QUE SE REQUIERE EFECTUAR A LO LARGO DEL PROYECTO. TODO ESTO BASADO EN EL COSTO DE EQUIPO (REF: PETERS AND TIMBERHAUS).

DATOS *

COSTO TOTAL DE EQUIPO = 23,162,037 ENERO DE 1992
(DOLLS)

* NOTA: FUENTE COTIZACIONES
DIRECTAS CON PROVEEDORES DE EQUIPO
VER ESTIMADOS INTERMEDIOS

COSTOS DIRECTOS

CONCEPTO	PORCENTAJE	SUBTOTAL
COSTO DE EQUIPO	100	23162037
COSTO DE INSTALACION DE EQ.	47	11001615
COSTO TUBERIA INSTALADA	66	15456694
COSTO INSTRUM. Y CONTROL INSTALADO	18	4214916.
COSTO EQ. ELCC. INSTALADO	11	2575782.
COSTO CONSTRUCCIONES {INCLUYENDO SERVICIOS}	18	4214916.
COSTO SERVICIOS INSTALADOS	70	16291342
COSTOS DIRECTOS PLATAPORNA (DOLLS) =		11213470

COSTOS INDIRECTOS

CONCEPTO	PORCENTAJE	SUBTOTAL
COSTO INGEN. Y SUPERVISION	33	1127347.
GASTOS DE CONSTRUCCION	41	9606643.
COSTOS INDIRECTOS PLATAPORNA (DOLLS) =		17327990
COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS PLATAPORNA =		94601461

UTILIDADES CONTRATISTA (5% COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS) = 4730073.

CONTINGENCIAS (10% DE COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS) = 9460146.

COSTO TOTAL DE LA PLATAPORNA =
ENERO 1992

1.18+08 = 108,791,680 DOLLARES

8.- METODO DE LANG

PARA ESTE CASO COMO LA PLATAPORMA MANEJA FLUIDOS UNICAMENTE EL FACTOR DE LANG = 4.74

COSTO TOTAL PLATAPORMA = COSTO EQ. * FACTOR DE LANG = 23416203 * 4.74

ESTIMADO COSTO PLATAPORMA (DLS): 1.1E+08 PARA FACTOR DE LANG GENERAL
(110,992,802.2)

ESTIMADOS PRELIMINARES

RESULTADOS FINALES

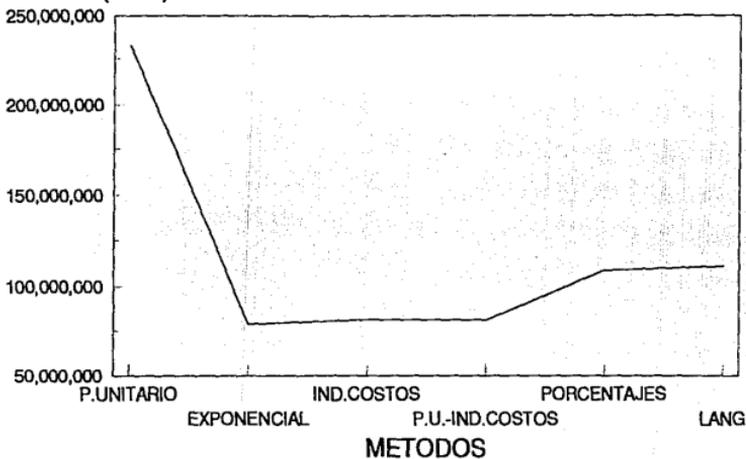
COSTO TOTAL PLATAPORMA

	PESOS	DOLLARES
1.-METODO DEL PRECIO UNITARIO	7.7E+11	232,870,000
2.- METODO EXPOENCIAL	2.5E+11	79170474
3.-METODO DE INDICES DE COSTO	2.5E+11	81857306
4.- METODO DEL PRECIO UNITARIO CON ACTUALIZACION POR INDICES DE COSTOS	2.5E+11	81945474
5. METODO DE PORCENTAJES (PETRES AND TUNNERHAUS)	3.4E+11	1.1E+08 (108,791,690)
6.- METODO DE LANG GENERAL	3.4E+11	1.1E+08 (110,992,802.2)

ESTIMADOS DE INVERSION PRELIMINAR

PLATAFORMA DE PRODUCCION

COSTO (DLS.)



ESTIMADOS DE INVERSION PRELIMINAR

PLATAFORMA DE PRODUCCION

COSTO (DLS.)

250,000,000

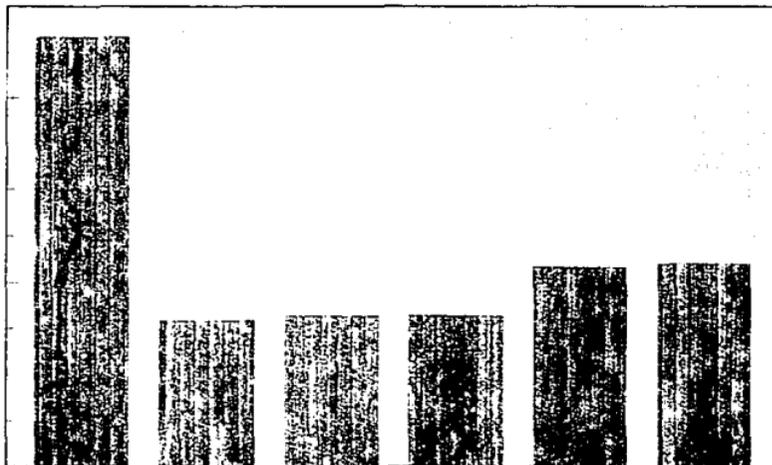
200,000,000

150,000,000

100,000,000

50,000,000

0



P.UNITARIO

EXPONENCIAL

IND.COSTOS

P.U.-IND.COSTOS

PORCENTAJES

LANG

METODOS

B. ESTIMADOS INTERMEDIOS

LA BASE DE ESTOS METODOS ES EL COSTO DE EQUIPO. PARA ESTE CASO SE CUENTA CON LOS COSTOS DE LOS EQUIPOS DE COTIZACION DIRECTA DE PROVEEDORES PARA PLATAFORMAS DE PRODUCCION SIMILARES EN CAPACIDAD Y CARACTERISTICAS

DATOS (LISTA DE EQUIPO)

PLATAFORMA DE PRODUCCION 200 000 BPD
 TABLA DE COSTOS DE EQUIPO DE PROCESO
 (FUENTE: COTIZACION DIRECTA DE PROVEEDORES)

CANT. REQ. EQUIPO	SERVICIO Y CARACTERISTICAS	COSTO (PESOS) (1982)	COSTO (DOLARS) (1982)
3	SEPARADORES 12' X 50' T.T.	1.48+00	452957.7
1	RECTIFICADOR 12' X 30' T.T.	4.58+00	146861.6
1	RECTIFICADOR 8' X 37'	1.45+00	46732.30
5	TURBOBOMBAS 20 CCM BPD 1050 H.F.	7.68+00	2459577.
2	TURBOCOMP. PARCOMP. DE VAP. 10MMPCSD 1000 HP	1.08+00	1279032.
4	TURBOCOMPRESOR 60 MMPCSD 100 HP	2.78+10	8630792.
2	TURBOGENERADOR 850 KW	2.78+00	885423.6
1	PLANTA ENDOCALDEFA	2.45+00	315514.5
1	EQUIPO DE SERVICIOS AUXILIARES	5.05+00	230231.
2	TANQUE HIDRONEUMATICO DE AGUA DE MAR	3.38+00	107242.9
2	TANQUE DE ANTIESPUMANTE PARA SEPARACION	3.42+00	75745.80
2	TANQUE INHIBIDOR DE CORROSION	1.52+00	48620.96
1	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	1.92+00	61090.24
1	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE PLANTA	1.35+00	61023.24
1	TANQUE COLECTOR DE DRENAJES CERRADO	4.42+00	140931.2
1	TANQUE COLECTOR DE DRENAJES ABIERTOS	26329000	21277.39
1	TANQUE DE DESFOQUE	3.25+00	121049.3
1	COLECTOR DE DRENAJES ABIERTOS	2.52+00	80539.03
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL LIMPIO	3.52+00	123526.3
7	BOMBA DE ACEITE	1.75+00	243192.6
4	BOMBA DE AGUA DE MAR	1.92+00	52669.1
4	BOMBA REPARACIONA DE AGUA DE MAR	1.92+00	67811.61
2	BOMBA DOSIFICADORA DE ANTIESPUMANTES PARA SEP. 31150000		7061.29
3	BOMBA DOSIF. DE INHIB. DE COR. DE GAS A COMP 46785000		15791.32
2	BOMBA DE ACEITE RECUP. DE DRENAJE ABIERTO 89433000		28865.18
3	BOMBA DE CONDENSADOS A DESFOQUE 31190000		10061.29
3	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL 65040900		20990.64

2	BOMBA DE CONDENSADOS A DESFOQUE	31190000	10651.25
3	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE DIESEL	64000090	21250.32
3	BOMBA DOSIF. DE ANTIESpumante a emulsionamiento	46785000	15691.53
3	BOMBA DE INHIB. DE CORROSION A EMULZ.	48000000	15483.87
2	FILTRO DE DIESEL TIPO CANASTA	1.3E+05	60211.57
4	FILTRO DE ACEITE	5.8E+04	1+2250
1	FILTRO DE DRENAJE AGUERO	51229900	10105.80
1	FILTRO DE AGUA DE MAR	2.4E+06	39317.41
1	COMPRESOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	2.3E+06	75291.1
1	COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA	2.4E+03	77385.4
2	CENTRIFUGADORA DE DIESEL	3.7E+04	25765.48
1	PAQUETE DE SECADO/FRACION	95326674	10750.54
1	SECADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	3.5E+08	111789.0
2	SOLOAIRES	8.7E+08	281549.6
2	LANZADOR DE DIABLOS 20'X 16' Y 12'X 16'	1.2E+05	373334.5
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL SUCION	4.4E+04	143060.9
3	BOMBA DE MANEJO DE ANINA	55997090	18061.54
4	BOMBA DE DEA ALTA PRESION	1.2E+05	38487.41
4	BOMBA DE DEA BAJA PRESION	62360000	20122.59
3	BOMBA DE REFLUJO DE LA TORRE REGENERADORA	46784000	15091.61
2	FILTRO DE DEA RICA	75820000	24458.06
3	FILTRO DE DEA POBRE	59581000	19219.67
3	COMPRESOR RECUPERADO DE VAPORES	2.4E+05	759000
3	COMPRESOR DE GAS DE ENDULZAMIENTO	9.8E+08	317000
1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ANINA	5.6E+08	181386.4
1	POSA DE ANINA	73711000	25713.22
1	TANQUE DE CALENTAMIENTO DE ANINA	6.1E+08	204057.0
1	TANQUE DE ANTIESpumante a emulsionamiento	1.2E+08	36372.55
1	TQ. INHIBIDOR DE CORROSION A EMULZAMIENTO	75362000	24319.32
2	TANQUE DE SUCCION RECUPERADOR DE VAPORES	1.6E+08	52450.64
2	TQ. SUCCION DEL COMPRESOR DE GAS A ENDULZ.	2.1E+08	58250.32
2	TQ. DESCARGA DEL COMPRESOR A ENDULZAMIENTO	2.7E+03	88486.77
2	TQ. SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLE	1.7E+08	54780.96
1	TORRE ABSORBEDORA DE GAS ANARGO	1.5E+03	48000
1	TORRE REGENERADORA	1.1E+08	34030
1	INTERCAMBIADOR DE A FUERTE/RICA	2.0E+05	84000
2	RESERVIDOR DE LA TORRE REGENERADORA	6.7E+08	215000
2	ENFRIADOR DE DEA	3.9E+06	121000
2	ENFRIADOR DE GAS ACIDO	3.8E+08	123000
2	SEPARADOR DE GAS DULCE	3.9E+08	125000
1	TANQUE DE BALANCEO DE DEA	55540000	17916.12
2	ACUMULADOR DE LA TORRE REGENERADORA	59524000	19201.23
TOTAL=		7.3E+10	23416203

1.- METODO DE HIRSCH-GLAZIER

ESTE METODO CALCULA POR MEDIO DE LA SIGUIENTE EXPRESION Y BASADO EN LOS DATOS DE COSTO DE EQUIPO:

$$I = B * (A * (1 + PL + Pp + Pn) + B * C)$$

DONDE :

I= COSTO TOTAL PLATAFORMA L.B.
 A= COSTO TOTAL EQUIPO FOB
 B= COSTO INSTALACION EQUIPO
 C= INCREMENTO COSTO EQUIPO POR MATERIALES
 E= FACTOR COSTO INDIRECTO POR CONTRATISTAS = 1.4
 INCLUYE INGENIERIA, SUPERVISION Y CONTINGENCIAS
 PL=FACTOR DE COSTO MANO DE OBRA
 Pp=FACTOR DE COSTO AISLAMIENTO, INSTRUMENTACION, PINTURA, ETC.
 Pn=FACTOR DE COSTO POR MATERIALES DE TUBERIA

DATOS

A= 23416203
 B= 10537291 (EL COSTO DE INSTALACION DE EQUIPO SE TOMA COMO EL 45% DEL COSTO EQUIPO)**
 E= 1.4
 A0= 23416.20
 C(A)= 2341620. (SE SUPONE UN 10 %)
 PL= 0.388641
 Pp= 0.707469
 Pn= 0.824986

COSTO DE EQUIPOS MENOS INCREMENTO POR MATERIALES ADICIONALES (10 % COSTO DEL EQUIPO)

CANBIADORES DE CALOR	e=	721094.1 DOLLARES
RECIPIENTES	f=	0 DOLLARES
BOMBAS	p=	2763631. DOLLARES
TORRES	t=	73800 DOLLARES

APLICANDO LA FORMULA TENEMOS QUE:

ESTIMADO COSTO PLATAFORMA (DOLLS)= 1.1E+08 = (113,100,259.6)
 ENERO 1992

1.- METODO DE BIRD Y WATSON

ESTA BASADO EN LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$C = (A1 + A2 + A3) * \text{COSTO TOTAL EQUIPO}$$

DONDE :

COSTO EQUIPO = 23416203 DOLLARES

A1= FACTOR PARA TIPO DE PROCESO

A1=

1.47

A2= FACTOR POR TUBERIA, INSTRUMENTACION, EDIFICIOS

A2=

2.05

A3= FACTOR DE TAMAÑO DE PLANTA Y CONTINGENCIAS

A3=

1.425

APLICANDO LA FORMULA OBTENEMOS:

$$\text{COSTO TOTAL PLA TAP: (DOLL)} = 1.08 * 08 = 100,556,737.0$$

NOTA: PARA ESTA PLANTA SE HACEN LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES:

f1= 0.30 POR ESTAR PROCESANDO FLUIDOS

f2= 0.1 PARA CONTROL AUTOMATICO COMPLEJO

f3= 0.6 PARA UNIDADES FUERA DE EDIFICIOS

f4= 0.025 PARA PLANTA CON ADICIONES MENORES

f5= 0.025 PARA FACILIDADES EXTREMAS EXISTENTES

f6= 0.3 PARA PLANTAS DE PROCESAMIENTO COMPLEJO

f7= 0.025 PARA PLANTAS GRANDES

f8= 0.1 PARA UN PROCESO CONOCIDO Y EN FIRME

3.- METODO DE GUTHRIE

ESTE METODO CONSISTE BASICAMENTE EN ESTIMAR EL COSTO DE CADA MODULO Y SUMARLOS PARA OBTENER EL COSTO TOTAL.

A) MODULO DE PROCESO QUIMICO

MODULO DE PROCESO QUIMICO

CONCEPTO	CANBIADORES DE CALOR	RECIPIENTES VERTICALES	TANQUES HORIZ.	BOMBRAS	COMPRESORES	TOTAL
(E)						
COSTO EQ. (PESOS)	2.58+09	2.58+08	7.38+09	9.58+09	3.58+10	5.58+10
DOLLARES	804519	82000	2541960.	3070701.	12169719	18668930
COMPONENTE (M)	FACTOR	FACTOR	FACTOR	FACTOR	FACTOR	
TUBERIA ACERO						
INSTRUMENTACION ELECTRICA	1.71	2.03	1.63	1.72	1.58	
AISLAMIENTO PINTURA						
(B + M)	1375778.	166480	4143395.	5281806.	19228157	30195398
FACTOR DE M.O.	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	
FACTOR DE COSTO DIRECTO (M AND L)	197951.6	96546.8	2403169.	3083331.	11152331	17513331
TOTAL (DOLLS)=	3173730.	263086.8	6546565.	8364938.	30380488	47787823

FACTOR DE COSTOS INDIRECTOS	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	
FACTOR MODULO DE BARRA (SUBTOTAL * COSTO DIRECTO M AND L)	2804112.	339276.7	8445069.	10764970	39190830	61544260
CONTINGENCIAS 18%	504740.2	61070.17	1520112.	1937694.	7054349.	11077966
TOTAL (DOLLS)=	3308852.	400348.9	9965101.	12702665	46245179	72622227

COSTO TOTAL DEL MODULO DE PROCESO QUIMICO = 72622227 DOLLARES
ENERO 1992

B) MODULO DE MANEJO DE SOLIDOS

MODULO DE MANEJO DE SOLIDOS

CONCEPTO	FACTOR	COSTO DE FILTROS	TOTAL
TUBERIAS ESTRUCTURAS INSTAUMENTACION ELECTRICO PINTURA	18.5	412632.5	163370.2
FACTOR DE MATERIALES=			163370.2

FACTOR DE MANO DE OBRA	0.34
<hr/>	
FACTOR DE COSTO DIRECTO	1022916.
<hr/>	
FACTOR DE INDIRECTOS 25%	1.19
<hr/>	
MODULO DE BARRA SUBTOTAL	1319561.
<hr/>	
CONTINGENCIAS 15%	1.18
<hr/>	
COSTO TOTAL MODULO= MANEJO DE SOLIDOS	1557082. DOLARES

C) MODULO DE COSTOS INDIRECTOS

1. COSTOS DE CONSTRUCCION

COSTO DIRECTO = COSTO DE EQUIPO * MATERIALES * FACTOR DE CONSTRUCCION (13%)

COSTO DIRECTO = 7262227 * 0.13 = 944089. DOLARES

2. FLETES, SEGUROS E IMPUESTOS

COSTO FLETES, SEG. E IMP. = COST. EQ. Y MAT. * FACTOR DE PESO (25%)

COSTO FLETES, SEG. E IMP. = 7262227 * 0.25 = 1815556 DOLARES

COSTO TOTAL DEL MODULO DE COSTOS INDIRECTOS = 27596446 DOLARES
ENERO DE 1992

C) MODULO DE DESARROLLO DEL SITIO

ESTRUCTURAL

CONCEPTO	COSTO	FACTOR	TOTAL
3 PUENTES (100M)	1736129.	1.75	3038225.
2 TRIPODES 69 MTO.9148387.		0.3	2744516.
TIRANTE AGUA			
2 OCTAPODOS 69 MTO. TIRANTE AGUA	21336129	0.3	6418838.
TOTAL (DOLLS)=			12201580

COSTO TOTAL DEL MODULO DE DESARROLLO DEL SITIO = 12201580 DOLLARES
ENERO DE 1992

D) MODULO DE EDIFICIOS

EDIFICIOS

CONCEPTO	COSTO	INDIRECTOS (27 %)	CONTINGENCIAS (10%)	TOTAL
C/O. DE CONTROL (JHXKJX)	2395000	1.27	1.1	3345815
LABORATORIO, OFICINAS Y SANITARIOS	49012.58	1.27	1.1	68554.39
AIRE ACONDICIONADO	59007.41	1.27	1.1	82433.36

COSTO TOTAL DEL MODULO DE EDIFICIOS = 3498802. DOLLARES
ENERO DE 1992

E) MODULO DE SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

EQ. DE SERVICIOS

CONCEPTO	COSTO
TURBOGENERADOR 850 KW	885483.8
QUEMADOR ELEVADO	83876.12
SISTEMA DIGITAL DE CONTROL	42741.9
EQ. SERVICIOS AUXILIARES	140121.0
GRUA DE PROBSTAL	461221.2
AREA DE ALNTO. TAMBORES	4515.806
<hr/>	
TOTAL (DLS)=	3279158.
COSTOS INDIRECTOS (34%)=	1114913.
CONTINGENCIAS (15%)=	491872.7
<hr/>	
COSTO TOTAL MODULO DE SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA (ENERO 1992)	4885945. DOLLARES

COSTO TOTAL DE LA PLATAFORMA = COSTO MODULO DE PROCESO QUIMICO + COSTO DE MODULO DE INDIRECTOS DEL PROYECTO
ENERO 1992 + COSTO MODULO DE DESARROLLO DE SITIO + COSTO MODULO DE EDIFICIOS
+ COSTO DE MODULO DE SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

COSTO TOTAL PLATAFORMA = 1.2E+08
1262227
1557082.
21596416 +
4885945.
12201580
3496802.

TOTAL = 1.2E+08 DOLLARES = 122,360,882

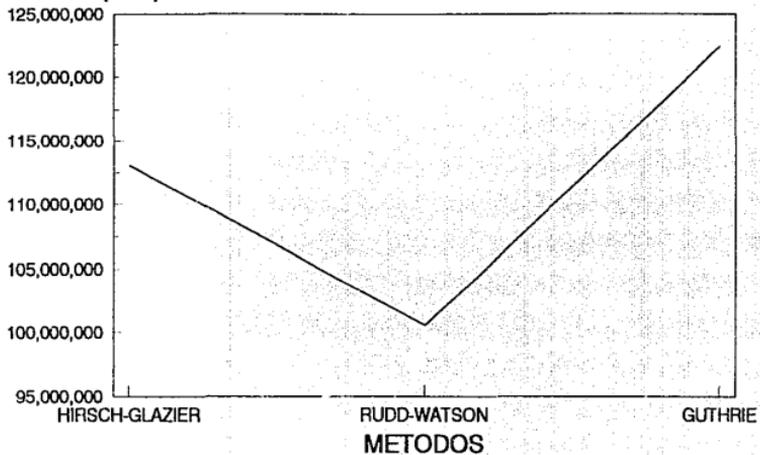
ESTIMADOS INTERMEDIOS

RESULTADOS FINALES

METODO	COSTO TOTAL PLATAFORMA PESOS	U.S.A. DOLARES
1.- METODO DE HIRSCH-GLAZIER	3.5E+11	1.1E+08 (113,100,259.6)
2.- METODO DE RUDD Y WATSON	3.1E+11	1.0E+08 (100,554,737.0)
3.- METODO MODULAR DE GUTERIE	3.8E+11	1.2E+08 (122,360,082.0)

ESTIMADOS DE INVERSION INTERMEDIOS PLATAFORMA DE PRODUCCION

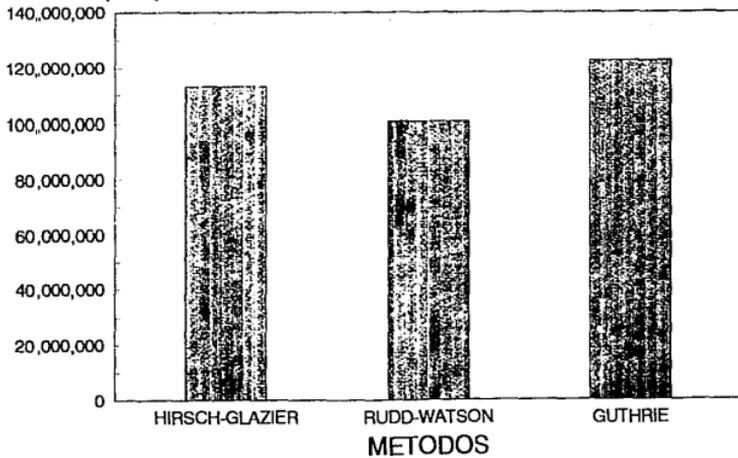
COSTO (DLS)



ESTIMADOS DE INVERSION INTERMEDIOS

PLATAFORMA DE PRODUCCION

COSTO (DLS)



PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ENTRADAS	0	-3.58+07	37341150	73686937	73686937	73686937	73686937	73686937	73686937	73686937	92040949
UTILIDAD NETA	0	-1.88+07	25105141	61450929	61450929	61450929	61450929	61450929	61450929	61450929	61450929
DEPRECIACION	0	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008
C.Y. RECUPERADO			0	0	0	0	0	0	0	0	18354012
SALIDAS	1.28+08	12847808	3670802.	1835401.	0	0	0	0	0	0	0
INVERSION FIJA	1.28+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAPITAL DE TRABAJO	0	12847808	3670802.	1835401.	0	0	0	0	0	0	0
<u>PLUJO NETO</u>	-1.28+08	-4.88+07	33670347	71851536	73686937	73686937	73686937	73686937	73686937	73686937	92040949

PARA CALCULAR LA T.I.R SE SUPONE UN INTERES DEL 0.279228

PLUJOS		
-1.28+08		
-3.88+07	TASA INTERNA DE RETORNO-	27.92%
20575527		
34323489		
27516783		
21510448		
16815169		
13144771		
10275544		
8032608.		
7843202.		
-0.00029		

CALCULO DE LA TASA SOCIAL (T.C.S.)

SE SUPONE UN PLAN DE FINANCIAMIENTO DE 50-50 A 6 AÑOS CON UN INTERES ANUAL DE 20%.

PLAN DE AMORTIZACION DE CREDITOS PAGOS ANUALES DE CAPITAL MAS INTERESES (CREDITO 50-50) (DOLLARES)

PERIODO	MONTO	INTERESES	PAGO	SALDO	ANUALIDAD
0	61180041	12236008		0	61180041
1	61180041	12236008	8221355.	52958885	20457363
2	52958885	10551737	9865826.	43093058	20457363
3	43093058	8618611.	11838752	31254305	20457363
4	31254305	6250861.	14204502	17047803	20457363
5	17047803	3409360.	17047803	-0.00000	20457363

PRESUPUESTO DE ESTADO DE RESULTADOS
(DOLLARES)

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	0	6.5E+08	9.4E+08	9.3E+08							
COSTOS DE PRODUCCION	0	6.1E+08	6.3E+08	6.4E+08							
GASTOS FINANCIEROS	12236008	12236008	10591737	8618511.	6250861.	2109560.					
GASTOS DE OPERACION	0	1.2E+08									
UTILIDAD DE OPERACION	0	-9.9E+07	70423475	1.6E+08							
I.S.R. (35%)	0	-3.5E+07	24647866	54637085	55485737	56480253	57673599	57673599	57673599	57673599	57673599
R.U. (10%)	0	-9875679	7042247.	15616310	15853065	16137215	16478171	16478171	16478171	16478171	16478171
<u>UTILIDAD NETA</u>	-1.2E+07	-5.4E+07	38732351	85889705	87191968	88754683	90629941	90629941	90629941	90629941	90629941

TASA DE CAPITAL SOCIAL (TCS)

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ENTRADAS	48944032	50968369	58115712	99427976	1.0E+08	1.0E+08	1.0E+08	1.0E+08	1.0E+08	1.0E+08	1.2E+08
UTILIDAD NETA	-1.2E+07	38732351	85889705	87191968	88754683	90629941	90629941	90629941	90629941	90629941	90629941
CRÉDITOS	81180041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIACION	0	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008	12236008
C.T. RECUPERADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18354012
SALDOS	1.2E+08	21069164	13536429	13674153	14206502	17047803	0	0	0	0	0
INVERSION FIJA	1.2E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAGO DE CAPITAL	0	8221355.	9865626.	11838752	14206502	17047803	0	0	0	0	0
CAPITAL DE TRABAJO	0	12847808	3670802.	1835401.	0	0	0	0	0	0	0
<u>FLUJO NETO</u>	-1.3E+07	29839205	64589284	65753822	86786189	85818146	1.0E+08	1.0E+08	1.0E+08	1.0E+08	1.2E+08

PARA CALCULAR LA T.C.S. SE SUPONE UN INTERES DEL 0.628921

FLUJOS

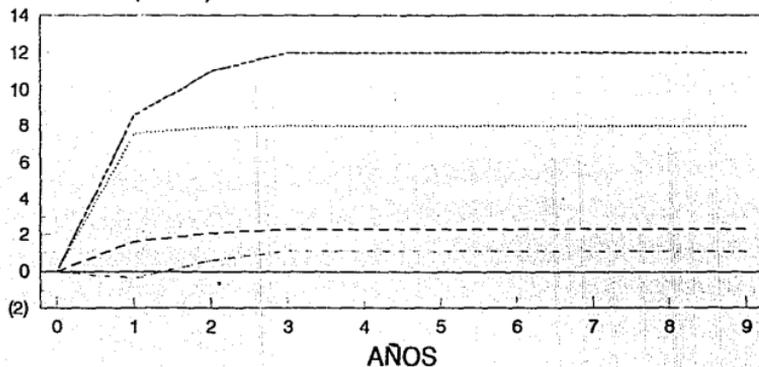
-7.3E+07		
16348000	TASA DE CAPITAL SOCIAL=	82.89%
25288631		
14017431		
1956406.		
4183764.		
2748636.		
1502810.		
821696.6		
448279.4		
289483.6		
<u>0.036565</u>		

PRESUPUESTO DE ESTADO DE RESULTADOS

INVERSION FIJA 122 360 082 DLS.

P.VTA. 16.85 DLS PETROLEO TIPO OLMECA

DOLARES (E+08)



INGRESOS

UTILIDAD

COSTOS DE PRODUCCION

GASTOS DE OPERACION

—————

.....

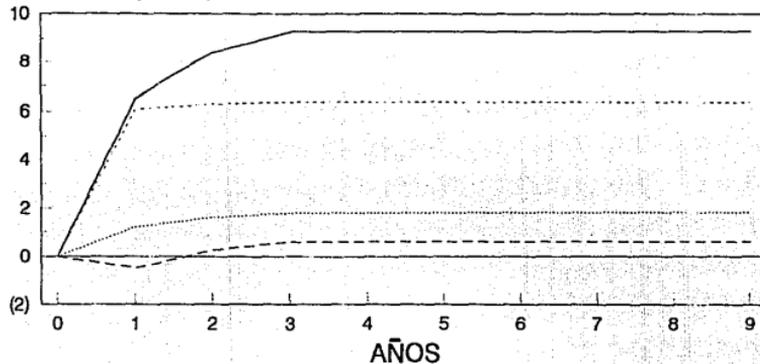
- . - . - .

PRESUPUESTO DE ESTADO DE RESULTADOS

INVERSION FIJA 122 360 082 DLS

P.VTA. 12.75 DLS PETROLEO TIPO MEZCLA

DOLARES (E+08)



INGRESOS

COSTOS DE PRODUCCION

GASTOS DE OPERACION

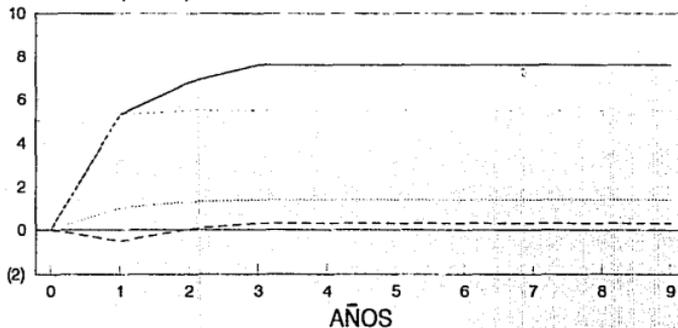
UTILIDAD NETA

PRESUPUESTO DE ESTADO DE RESULTADOS

INVERSION FIJA 122 360 082 DLS.

P.VTA. 10.4 DLS PETROLEO TIPO MAYA

DOLARES (E+08)



INGRESOS

COSTOS DE PRODUCCION

GASTOS DE OPERACION

UTILIDAD

ANALISIS DE SENSIBILIDAD PRECIOS DE VENTA DEL PETROLEO ALTERNATIVOS

TIPOS DE PETROLEO

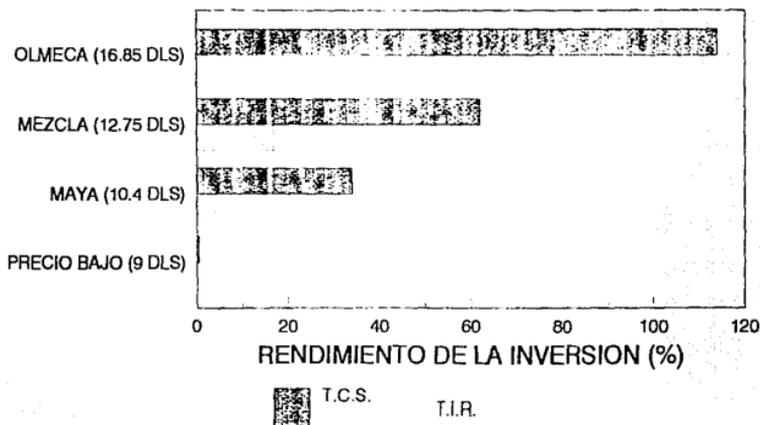


ANALISIS DE SENSIBILIDAD

VARIACION DE COSTOS DE PRODUCCION

INCREMENTO DEL 15 %

TIPOS DE PETROLEO

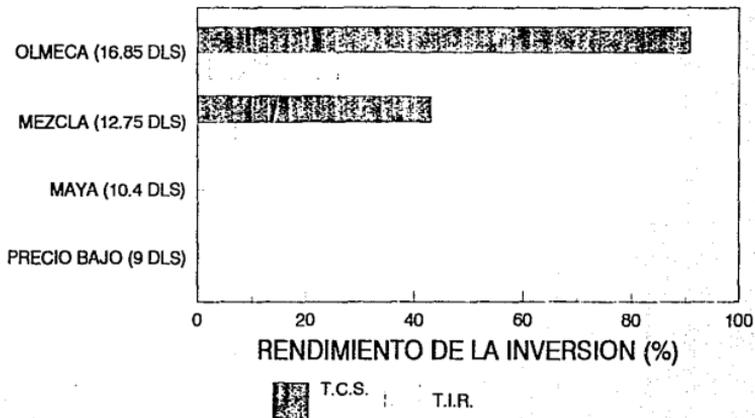


ANALISIS DE SENSIBILIDAD

VARIACION DE COSTOS DE PRODUCCION

INCREMENTO DEL 30 %

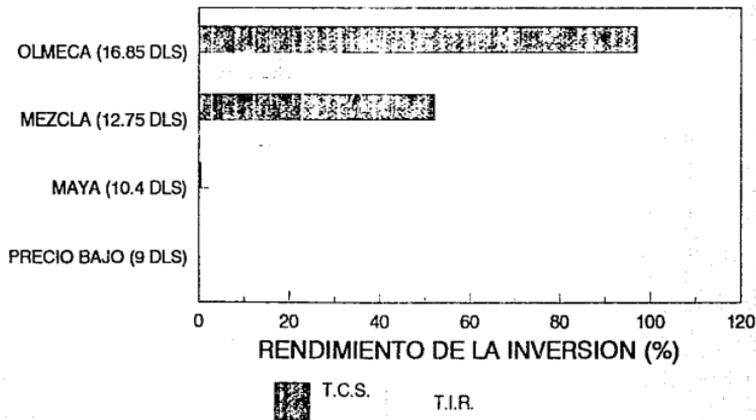
TIPOS DE PETROLEO



ANALISIS DE SENSIBILIDAD

VARIACION DE LA INVERSION FIJA INCREMENTO A 150 MILLONES DE DLS.

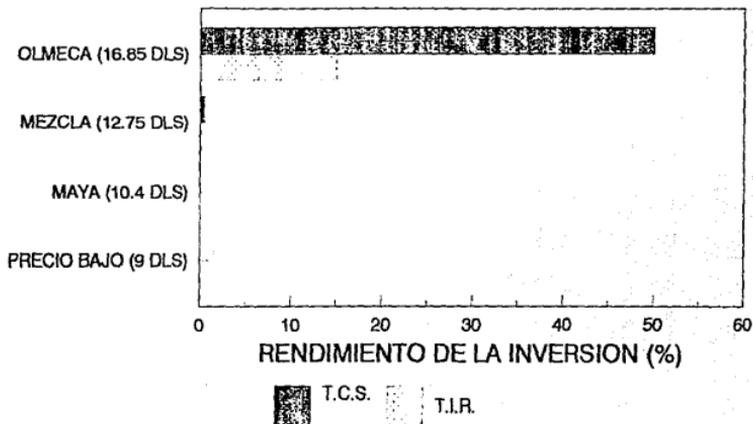
TIPOS DE PETROLEO



ANALISIS DE SENSIBILIDAD

VARIACION DE LA INVERSION FIJA INCREMENTO A 200 MILLONES DE DLS.

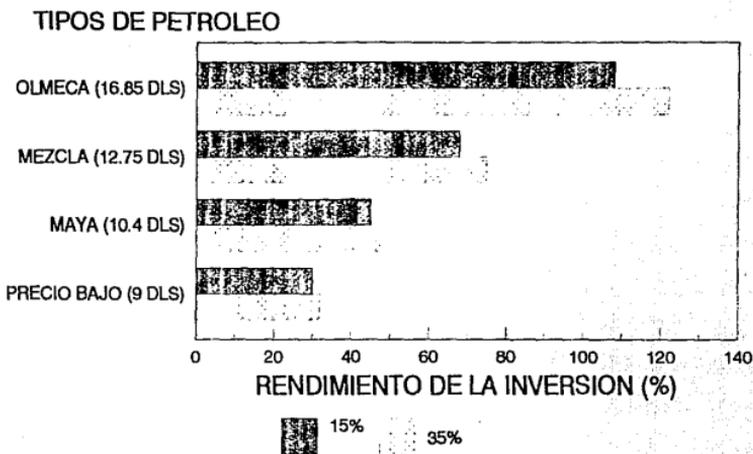
TIPOS DE PETROLEO



ANALISIS DE SENSIBILIDAD

VARIACION DEL FINANCIAMIENTO

REDUCCION A 15 Y 35 %



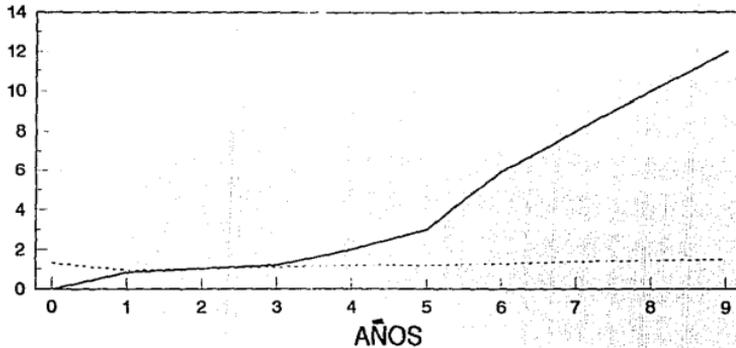
CUENTAS POR PAGAR	0	13573437	3878125	15512500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COST PROD S/N.P.	0	4.4E+08	4.1E+08	4.0E+08										
ME DEPRECIACION														
GASTOS OPERACION	12235008	1.2E+08	1.3E+08	1.8E+08	1.4E+08	1.2E+08								
INC. INVENTARIOS	0	13573437	3878125	5817187.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVERSION FIJA	1.2E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAGO CREDITOS	8	8221355.	3065626.	11838752	14206502	17047803								
I. S. R.	0	-3.5E+07	24647866	54651085	55485197	56480253	57673599	57673599	57673599	57673599	57673599	57673599	57673599	57673599
REP. UTILIDADES	0	-9875679	7042247.	15616310	15853085	16137215	16478171	16478171	16478171	16478171	16478171	16478171	16478171	16478171
SALIDAS	1.3E+08	7.2E+08	8.0E+08	9.1E+08	8.6E+08	8.4E+08	8.3E+08							
ENTRADAS-SALIDAS	-1.3E+08	-9.2E+07	-6.4E+07	-3.6E+07	23355342	1.1E+08	2.1E+08	3.2E+08	4.2E+08	5.2E+08	6.3E+08			
ENTRADA FINANCIERA	1.3E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CREDITO	61180041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAPITAL APORTADO	73416049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAJA AL FINAL	0	-9.2E+07	-6.4E+07	-3.6E+07	23355342	1.1E+08	2.1E+08	3.2E+08	4.2E+08	5.2E+08	6.3E+08			
CAJA OPERATIVA	0	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.	9235932.
CAJA DISPONIBLE	0	-8.3E+07	-5.5E+07	-2.7E+07	32591276	1.1E+08	2.2E+08	3.3E+08	4.3E+08	5.3E+08	6.3E+08			

BALANCE GENERAL PROPORNA (DOLLARES)

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAJA	0	-9.2E+07	-6.4E+07	-3.6E+07	23355342	1.1E+08	2.1E+08	3.2E+08	4.2E+08	5.2E+08	6.3E+08
INVENTARIO	0	13573437	17451562	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625
CUENTAS POR COBRAR	0	27146875	34991252	21755000	38781250	38781250	38781250	38781250	38781250	38781250	38781250
ACTIVO CIRCULANTE	0	-5.2E+07	-1.2E+07	10512247	81527218	1.7E+08	2.7E+08	3.7E+08	4.8E+08	5.8E+08	6.8E+08
INVERSION FIJA	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08	1.2E+08
DEPRECIACION ACUM.	0	12236008	24472016	36708024	49144032	61180041	73416049	85651057	97880665	1.1E+08	1.1E+08
ACTIVO FIJO	1.2E+08	1.1E+08	97880665	85651057	73416049	61180041	4944032	36708024	24472016	12236008	-0.00000
TOTAL DE ACTIVOS	1.2E+08	58480595	85844050	96164304	1.5E+08	2.3E+08	3.2E+08	4.1E+08	5.0E+08	5.9E+08	6.8E+08
CUENTAS POR PAGAR	0	13573437	17451562	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625
PASIVO CIRCULANTE	0	13573437	17451562	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625
CREO. REPACCIONARIOS	61180041	52958685	43091058	31264306	17047803	-0.00000	0	0	0	0	0
PASIVO FIJO	61180041	52958685	43091058	31264306	17047803	-0.00000	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVOS	61180041	68532122	60544620	50644931	36438428	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625	19390625
CAPITAL SOCIAL	73416049	73416049	73416049	73416049	73416049	73416049	73416049	73416049	73416049	73416049	73416049
UTILIDAD NETA	-1.2E+07	-5.4E+07	30732381	85889705	87191968	88754683	90629941	90629941	90629941	90629941	90629941
UTILIDAD ACUMULADA	0	-1.2E+07	-6.7E+07	-2.8E+07	58049021	1.5E+08	2.3E+08	3.2E+08	4.2E+08	5.1E+08	6.0E+08
CAPITAL CONTABLE	61180041	68638031.	45595164	1.3E+08	2.2E+08	3.1E+08	4.0E+08	4.9E+08	5.8E+08	6.7E+08	7.6E+08
PAS. TOT. +CAP. CONT.	1.3E+08	73395926	1.1E+08	1.6E+08	2.6E+08	3.5E+08	4.2E+08	5.1E+08	6.0E+08	6.9E+08	7.8E+08

ESTADO DE FLUJO DE CAJA
INVERSION FIJA 122 360 082 DLS
P. VTA. 16.85 DLS PETROLEO TIPO OLMECA

DOLARES (E+08)

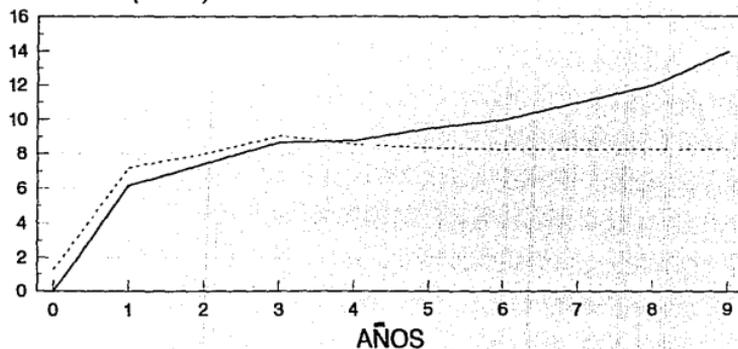


ENTRADAS SALIDAS

ESTADO DE FLUJO DE CAJA

INVERSION FIJA = 122,360,082 DLS
P.VTA. 12.75 DLS PETROLEO TIPO MEZCLA

DOLARES (E+08)



ENTRADAS SALIDAS

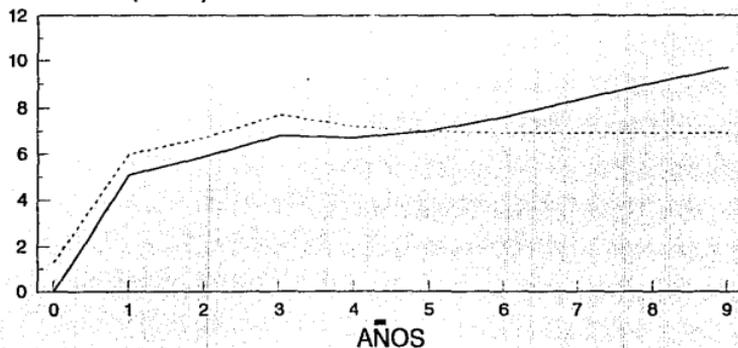
— ·····

ESTADO DE FLUJO DE CAJA

INVERSION FIJA 122 360 082 DLS

P. VTA. 10.4 DLS PETROLEO TIPO MAYA

DOLARES (E+08)



ENTRADAS SALIDAS

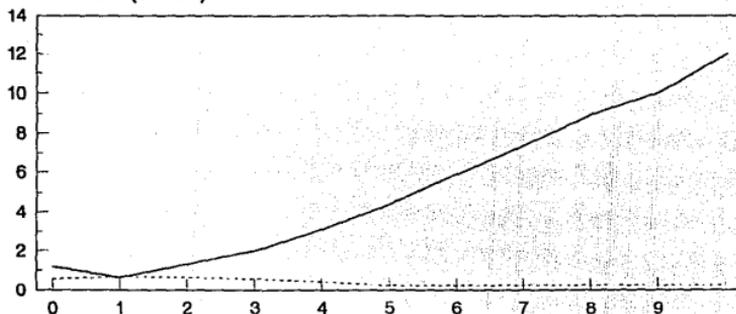
— ·····

BALANCE GENERAL PROFORMA

INVERSION FIJA = 122,360,082 DLS

P.VTA. 16.85 DLS PETROLEO TIPO OLMECA

DOLARES (E+08)



TOTAL DE ACTIVOS TOTAL DE PASIVOS

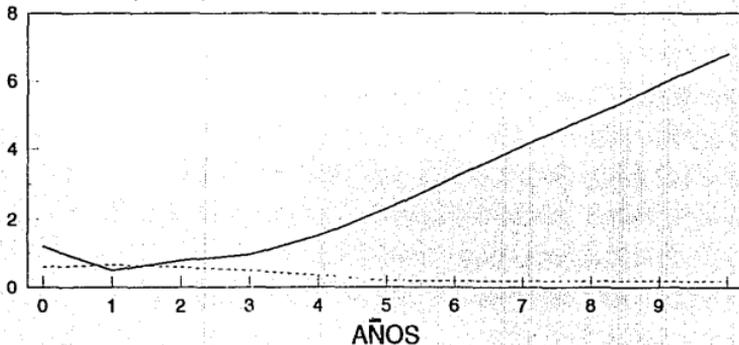
————— - - - - -

BALANCE GENERAL PROFORMA

INVERSION FIJA = 122,360,082 DLS

P.VTA. 12.75 DLS PETROLEO TIPO MEZCLA

DOLARES (E+08)



TOTAL DE ACTIVOS

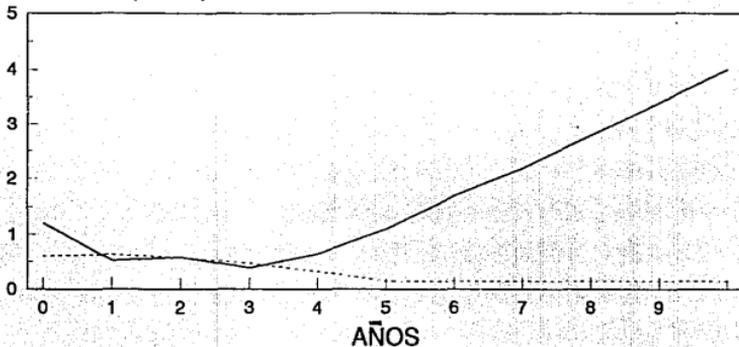
TOTAL DE PASIVOS

BALANCE GENERAL PROFORMA

INVERSION FIJA = 122,360,082 DLS

P.VTA. 10.4 DLS PETROLEO TIPO MAYA

DOLARES (E+08)



TOTAL DE ACTIVOS

TOTAL DE PASIVOS

C A P I T U L O V I I

7.0 C O N C L U S I O N E S

Las conclusiones del presente trabajo son las siguientes:

1. La estimación de costos de inversión de un proyecto es una actividad dinámica que se debe continuamente actualizar, conforme se define con exactitud el alcance de los trabajos. Así mismo, estos estimados son de suma importancia en el estudio de factibilidad y etapa inicial de los proyectos, ya que, es uno de los factores que pueden decidir si se ejecuta o no el proyecto.
2. Es importante también evaluar los proyectos desde el punto de vista económico y social, ya que esta evaluación puede a su vez cancelar, diferir o confirmar el desarrollo de un proyecto.
3. Las instalaciones petroleras costa afuera o plataforma marinas es un caso especial de plantas químicas, ya que, sus condiciones son diferentes a las que se presentan en una planta química en tierra. Estas son muy costosas, pero muy importantes para el desarrollo económico del país, por ello, es de suma importancia el planearlas, diseñarlas y construir las de la manera más eficiente y racional.

4. Los métodos de estimación de inversiones desarrollados hasta la fecha pueden ser utilizados para plataformas marinas, sin embargo, sería mas conveniente adaptarlos y/o modificarlos para tomar en cuenta todos los aspectos posibles que se presentan al instalar dichas plataformas. Lo anterior, debido a las dificultades y costos adicionales que se tienen en el mar como son el transporte, mano obra, equipos y materiales especiales disponibilidad de espacio, servicios auxiliares, condiciones meteorológicas, habitación, alimentación, etc.

5. Se requiere desarrollar un catálogo de precios unitarios que considere y pondere todas las actividades que se requieren desarrollar en el mar y tierra para la construcción e instalación de las plataformas marinas.

6. De acuerdo a los cálculos realizados de la rentabilidad, se confirma que las plataformas marinas son muy rentables y que su inversión se recupera rápidamente, sin embargo requieren de una gran inversión inicial y capital de trabajo, así como financiamiento elevado.

7. Por otro lado la rentabilidad de estas instalaciones puede soportar una baja drástica en el precio de venta del baril de

crudo, y ser aun rentables,por tanto,es recomendable invertir en ellas,por parte del sector público.

8. Para cualquier estimado de inversión y rentabilidad es necesario contar con datos reales o muy cercanos , de lo contrario el estimado tendrá una desviación alta. Para la realizacion de este trabajo se partió de datos reales para el costo de equipo, sin embargo,estos pueden variar de un fabricante a otro,asi mismo, fue necesario suponer otros datos como costos de producción,mantenimiento, operación,etc.,por lo que los resultados obtenidos estan en función de lo anterior, y por ello son sujeto de comentarios, no obstante, dan un panorama general de la situación economica de las instalaciones petroleras costa afuera o plataformas marinas.

9. En lo que respecta al estado de resultados y balance general, también se partió de algunos supuestos (cuentas por pagar,por cobrar,inventario y caja operativa), sin embargo, los resultados muestran que sí existen utilidades y que se cuenta con una gran cantidad de activos. Unicamente,la situación es difícil en los dos primeros años, ya que se requiere de financiamiento elevado.

10. Tambien podemos mencionar que es muy difícil estimar costos de inversión (equipo,materiales,mano de obra,etc.) y rentabilidad de plataformas marinas ,ésto por la falta de información o acceso

a la misma, además de que se carece de datos reales de costos de producción y mantenimiento, los cuales no son publicados en la literatura, sin embargo, se pueden lograr buenas aproximaciones que nos den una idea general de la situación económica y financiera de estas instalaciones.

11. Finalmente es conveniente mencionar algunos de los aspectos que deben tomarse en cuenta, para estimar inversiones de plataformas marinas, y que son de un gran peso específico.

En primer lugar los costos de transportación de equipo, materiales y personal son demasiado elevados, ya que se requiere de helicópteros, remolcadores, chalanes, barcos grúas, etc.

En segundo lugar, la alimentación y vivienda, los cuales son difíciles de proporcionar y por ello costosos. Para el caso de las plataformas, se requiere contar con plataformas habitacionales fijas y flotantes, sobre todo, cuando se está construyendo, habilitando o instalando las plataformas.

En tercer lugar los gasoductos y oleoductos o líneas submarinas, las cuales son elevadas en costo, ésto debido, a que para construir las e instalarlas se requiere equipo y personal especializado (barcos grúa, soldadores, buzos, etc.).

También las Boyas para carga de buques-tanque son importante considerlas, debido a su uso frecuente para llenar barcos en forma distante de los puertos terminales y que generalmente se instalan cerca de los complejos de producción.

C A P I T U L O V I I I

1. LOZANO RIOS LETICIA
ADMINISTRACION DE PROYECTOS
CUADERNO DE POSGRADO No 16
ED. FACULTAD DE QUIMICA, UNAM. MEXICO 1985.
2. ORTIZ DE MARIA MANUEL J.
REVISTA NOSOSTROS LOS PETROLEROS
ED. ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS PETROLEROS
MEXICO, NOVIEMBRE 1989.
3. ORTIZ DE MARIA MANUEL J.
REVISTA NOSOSTROS LOS PETROLEROS
ED. ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS PETROLEROS
MEXICO, DICIEMBRE DE 1989.
4. KOONTZ H. AND O'DONNELL C.
ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACION MODERNA
ED. McGRAW HILL, MEXICO 1982.
5. ROSE AND BARROW
INGENIERIA DE PROYECTOS PARA PLANTAS DE PROCESO
ED. CECSA, MEXICO 1979.
6. VARGAS Y VARGAS ANTONIO
CURSO DE INGENIERIA DE PROYECTOS
I.M.P. MEXICO 1981
7. PEREZ BOLDE ANTONIO
REVISTA DEL INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS QUIMICOS
ED. IMIQ, MEXICO DICIEMBRE DE 199

17. ANUARIO ESTADISTICO
PETROLEOS MEXICANOS 1990.

18. NIETO OBREGON, J.G.
DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE PROYECTO
TESIS UNAM MEXICO 1985.

19. PETERS, M. AND TIMMERHAUS, K.
PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL ENGINEERS
ED. MCGRAW-HILL
USA 1981.

20. GUTRHIE, K.M.
CAPITAL COST ESTIMATING
CHEM. ENG. 76 (6) P 114 1969

21. GUTRHIE, K.M.
PROCESS PLANT ESTIMATING
CHEM. ENG. JUNIO 15 P 140 1970.

22. HOLLAND F.A. AND WATSON F.A.
INTRODUCTION TO PROCESS ECONOMICS
ED JOHN WILEY 1974.

23. JELEN F.C.
COST AND OPTIMIZATION-ENGINEERING
ED. MCGRAW-HILL 1970.

24. FERNANDEZ DE LARA FLORES ROBERTO
ESTIMADO PRELIMINAR DE H-H DE INGENIERIA PARA EL PROYECTO DE
UNA PLANTA INDUSTRIAL
TESIS U.N.A.M. FACULTAD DE QUIMICA.

25. RAFAEL MORALES MERCEDES YOLANDA
ESTIMADO DE COSTO DE PLANTAS DE PROCESO POR COMPUTADORA
TESIS U.N.A.M. FAC. QUIMICA 1988.

26. JIMENEZ ROMERO MARIO ANTONIO
MANUAL DE ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES
TESIS U.N.A.M. FAC. QUIMICA 1984

27. CRAN J.
IMPROVED FACTORED METHOD GIVES PRELIMINARY COST ESTIMATES
CHEM. ENG. ABRIL 6 P 65 1981.

28. ARIES R.S. AND NEWWTON
COST ESTIMATION
U.S.A. ED. MCGRAW-HILL 1955.

29. RIOS MONTERO ERNESTO Y SOSA Y ORTIZ ALVARO
NOTAS DE INGENIERIA DE COSTOS
MAESTRIA EN INGENIERIA DE PROYECTOS
FACULTAD DE QUIMICA, U.N.A.M., MEXICO 1990.

30. MENDOZA BOTELLO SERGIO
NOTAS INGENIERIA ECONOMICA
MAESTRIA EN INGENIERIA DE PROYECTOS
FACULTAD DE QUIMICA, U.N.A.M., MEXICO 1989.

A N N O U N C E M E N T

1.0 CICLO DE VIDA DE LA INGENIERIA DEL PROYECTO

La ingeniería de proyecto se ha desarrollado como resultado del crecimiento industrial de los países. En México, antes de 1940 todas las plantas químicas se diseñaron y construyeron con ingeniería extranjera.

Por lo anterior, en México fue necesario el desarrollar la ingeniería de proyecto, contándose actualmente con un gran número de profesionales especializados en ella.

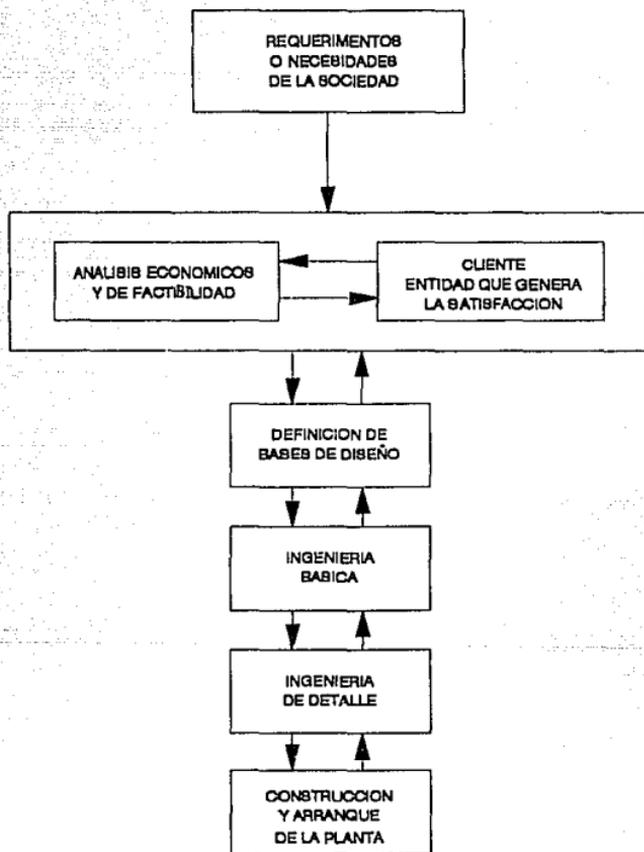
Una vez determinada la viabilidad del proyecto y seleccionada la tecnología que se va a usar, se debe desarrollar la Ingeniería del Proyecto.

El ciclo de vida de la ingeniería de cualquier proyecto industrial se puede dividir en forma general en las siguientes etapas (Ver Fig 17):

- INGENIERIA BASICA
- INGENIERIA DE DETALLE
- PROCURACION
- CONSTRUCCION
- PRUEBAS Y ARRANQUE

El desarrollo de estas etapas implica un gran flujo de información para lograr los objetivos de cada una de ellas (Ver Fig 18).

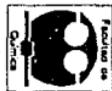
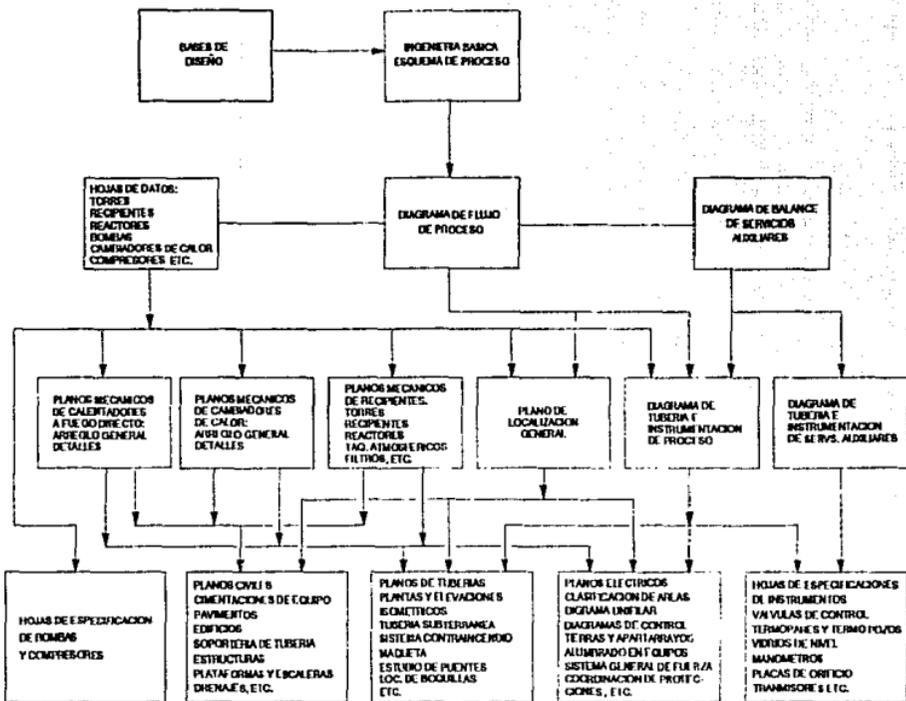
1.1 INGENIERIA BASICA



UNAM

FIG.17- ETAPAS BASICAS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS

FIG. 1-8. DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACION DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE PROYECTOS



La ingeniería básica de un proyecto es aquella que se refiere a conocer y saber como se elabora el producto, es decir, conocer las transformaciones que sufren las materias primas a través de una serie de reacciones químicas, fisicoquímicas o cambios de estado, las cuáles deben ser descritas en función de sus propiedades antes y después de alguno de estos cambios, así mismo está desarrollada o elabora todos los documentos que son necesarios para efectuar la ingeniería de detalle.

La ingeniería básica se inicia con la definición completa del alcance del proyecto y con la elaboración de las bases de diseño, preparadas en conjunto por el cliente y el grupo de administración del proyecto. Posteriormente se establece el programa de trabajo, el cual debe incluir el análisis de la información disponible y así, con ello se podrá realizar un estimado de H-H para esta etapa y su costo correspondiente.

Con la información disponible se debe seleccionar la mejor alternativa de proceso, determinando el equipo principal y secuencia de flujo, además de efectuar el balance de materia y energía para determinar las dimensiones preliminares del equipo principal y la información complementaria para el diseño de tuberías e instrumentos.

Así con la información anterior se elabora el documento más importante que es el diagrama de flujo de proceso y se determinan los requerimientos de servicios auxiliares.

Para desarrollar la ingeniería básica se requieren datos del proceso de acuerdo a la tecnología seleccionada. Con estos datos se elabora el llamado paquete de ingeniería básica, el cual cuenta principalmente con la siguiente información:

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
2. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO

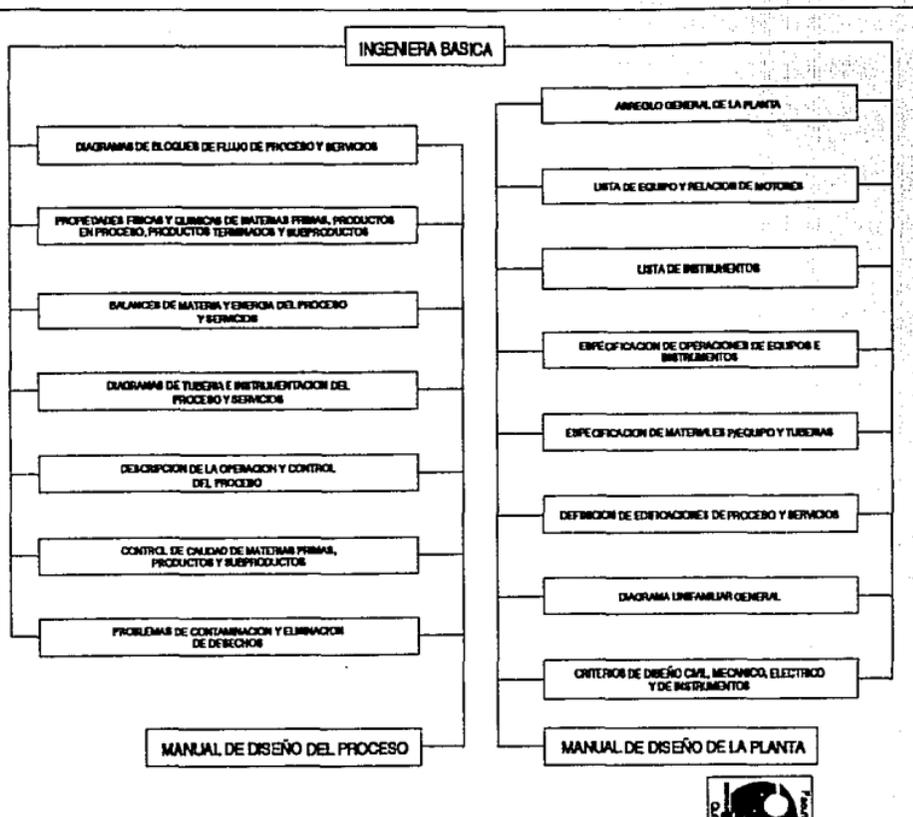
3. BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA
4. ARREGLO PRELIMINAR DE EQUIPO
6. LISTA DE EQUIPO PRELIMINAR
6. HOJAS DE DATOS DE EQUIPO PRINCIPAL
7. CONSUMO ESTIMADO DE SERVICIOS AUXILIARES
8. MATERIALES ESPECIALES REQUERIDOS
9. MANUAL DE OPERACION
10. INFORMACION COMPLEMENTARIA
12. BASES DE DISEÑO
13. DTI PRELIMINARES
14. CRITERIOS DE DISEÑO
15. SUMARIO DE ALARMAS Y PAROS
16. HOJAS DE DATOS
17. INDICE DE SERVICIOS
18. LISTA DE LINEAS PRINCIPALES

Parte de esta información puede ser adquirida con anticipación, para efectuar la estimación de costos y estudio de factibilidad del proyecto.

Si se opta por la adquisición de la ingeniería básica, ésta debe estar protegida por una garantía, ya que repercute su diseño en los gastos de operación ,calidad y rendimiento de los productos, consumo de servicios,etc (Ver Fig 19.)

1.2 INGENIERIA DE DETALLE

La ingeniería de detalle de un proyecto es aquella que sirve para definir y elaborar todos los documentos necesarios para construir una planta y las instalaciones auxiliares necesarias. Esta requiere de una gran variedad de personal especializado en diversas ramas de la ingeniería, economía y administración.



En esta fase se definen todos y cada uno de los datos y condiciones que forman las bases de diseño, por ejemplo condiciones generales de diseño, datos de la ubicación de la planta, servicios de infraestructura disponibles, etc.

La información generada durante su desarrollo es la siguiente (Ver Fig 20)

1. ESTANDARES DE DISEÑO
2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPO
3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION
4. DISTRIBUCION DE AREAS
5. ARREGLOS DEFINITIVOS DE EQUIPO
6. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO DEFINITIVOS
7. DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DEFINITIVOS

8. PLANOS CIVILES
 - CIMENTACIONES
 - ESTRUCTURAS
 - EDIFICIOS
 - MOVIMIENTO DE TIERRAS
 - INSTALACIONES SUBTERRANEAS
 - NIVELES Y PAVIMENTOS
 - APOYOS DE EQUIPO
 - DRENAJES
 - INSTALACIONES HIDRAULICAS
 - ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS
 - SONDEOS
 - PLATAFORMAS Y ESCALERAS
 - TOPOGRAFICOS
 - ESPUELAS DE FFCC

INGENIERIA
DE DETALLE

LIBROS DEL
PROYECTO



INGENIERIA CIVIL

INGENIERIA ELECTRICA

INGENIERIA MECANICA Y TUBERIAS

INGENIERIA DE INSTRUMENTACION Y SEGURIDAD

INSTRUCTIVOS DE OPERACION DE EQUIPOS
E INSTRUMENTOS

INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
E INSTRUMENTOS

INSTRUCTIVO DE PRUEBAS DE EQUIPOS Y SISTEMAS

INSTRUCTIVO DE PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

MANUAL DE
OPERACION
Y ARRANQUE

UNAM

FIG.20 - INGENIERIA DE DETALLE

9. PLANOS DE TUBERIAS

- ISOMETRICOS
- PLANTAS Y ELEVACIONES DE TUBERIA
- SOPORTERIA DE LINEAS
- MAQUETAS
- TUBERIA SUBTERRANEA

10. PLANOS ELECTRICOS

- FUERZA ,TIERRA Y PARARRAYOS
- ALUMBRADO
- ALIMENTACION A INSTRUMENTOS
- INTERCOMUNICACION Y VOCEO
- TELEFONIA
- RUTAS DE RED
- UNIFILARES
- TABLEROS DE DISTRIBUCION
- DIAGRAMAS DE CONTROL

11. PLANOS DE INSTRUMENTACION

- TIPICOS DE INSTALACION DE INSTRUMENTOS
- DIAGRAMAS LOGICOS DE CONTROL
- LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS
- TABLEROS DE CONTROL
- DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL
- SUMINISTRO DE AIRE Y CONDUCCION DE SEÑALES

12. PLANOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

- RED CONTRA INCENDIO
- EXTINTORES
- DETECTORES

13. PLANOS MECANICOS

- RECIPIENTES, TORRES, HORNOS, CAMBIADORES DE CALOR
- BOMBAS Y COMPRESORES
- AIRE ACONDICIONADO
- GENERACION ELECTRICA Y VAPOR

14. PLANOS ARQUITECTONICOS

- ANTEPROYECTOS
- FACHADAS
- PUERTAS Y VENTANAS
- ACABADOS PISOS Y TECHOS
- INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

15. LISTAS DE MATERIALES

16. CEDULAS DE CONDUCTORES

17. ESTIMADOS DE COSTO

18. REQUISICIONES DE EQUIPO Y MATERIALES

19. INDICE DE SERVICIOS Y TUBERIAS

20. TABULACIONES TECNICAS

21. PROGRAMAS DEL PROYECTO, CONSUMO H-H, RUTAS CRITICAS, REPORTES DE AVANCE, ESTADO DE ADQUISICIONES, CONTROL DE COSTOS DE EQUIPO Y MATERIALES

22. MANUALES DE OPERACION Y LIBROS DE PROYECTO

Para el desarrollo de todo lo anterior, es necesario elaborar un

programa detallado de ejecución, el cual fijará los lineamientos a seguir en cada etapa, e indicará la matriz lógica de precedencias de cada disciplina para ejecutar el trabajo (Ver Figs 21, 22 y 23), además de servir para controlar estas actividades y visualizar los requerimientos y disponibilidad de recursos humanos y materiales.

Es importante mencionar que el suministro de información externa a tiempo es muy importante para el desarrollo de estas actividades y evitar retrasos. Así por ejemplo en la etapa inicial es necesario contar con planos topográficos y de mecánica de suelos, en la intermedia y final con los dibujos certificados de fabricante de los equipos e instrumentos.

Por otra parte esta actividad permite efectuar los estimados detallado y definitivo de costos del proyecto.

Finalmente se puede decir que en México la mayoría de la ingeniería que se desarrolla es la de Detalle, debido a que la Básica generalmente se adquiere del dominio público, por licenciamiento, o por asimilación tecnológica y muy pocas veces por desarrollo propio.

1.3 PROCURACION

A partir de los documentos generados durante el desarrollo de la ingeniería de detalle, se procede a la adquisición de equipo y materiales necesarios para la construcción y puesta en marcha de la nueva instalación, los equipos normalmente en la etapa inicial y los materiales en las etapas intermedia y final.

Para lo anterior es necesario efectuar las siguientes actividades (Ver Fig 24):



PLANO DE CLASIFICACION DE AREAS	ACTIVIDADES PRECEDENTES																													
	APD	ZDC	APC																											
MATRIZ DE PRECEDENCIAS																														
INGENIERIA ELECTRICA																														
ACTIVIDADES A REALIZAR																														
PLANO DE CLASIFICACION DE AREAS	APD																													
DIAGRAMA UNIFILAR	APD	•																												
SUBESTACION	APC		•																											
ARREGLO EQUIPO ELECTRICO EN SUBST. Y CUARTO DE CONTROL	APC			•																										
TIERRAS Y APARTARRAYOS	APD				•																									
DISTRIBUCION DE FUERZA	P/APROD	•																												
DISTRIBUCION DE ALUMBRADO	APC																													
DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTRICO	APD	•																												
ALAMBRADO DE TABLERO PRINCIPAL	APC																													
CONEXIONES ELECTRICAS PARA INST. COMUNICACION DE PROTECCIONES	APC																													
COMUNICACIONES	APC	•	•	•																										

U N A M

MATRIZ DE PRECEDENCIAS
FIG. 23.- INGENIERIA ELECTRICA

1. PREPARAR SOLICITUDES DE COTIZACION
2. ELABORACION DE TABULACIONES TECNICAS
3. NEGOCIACION Y LIBERACION DE ORDENES DE COMPRA
4. EXPEDITACION
5. INSPECCION
6. TRAFICO

En lo que se refiere a las solicitudes de compra, éstas deben indicar claramente las características del bien a adquirir, es decir los materiales, alcance, tiempo de entrega, forma de pago, etc. Estas generalmente las elabora el personal especializado de cada disciplina en base a los requerimientos del proceso.

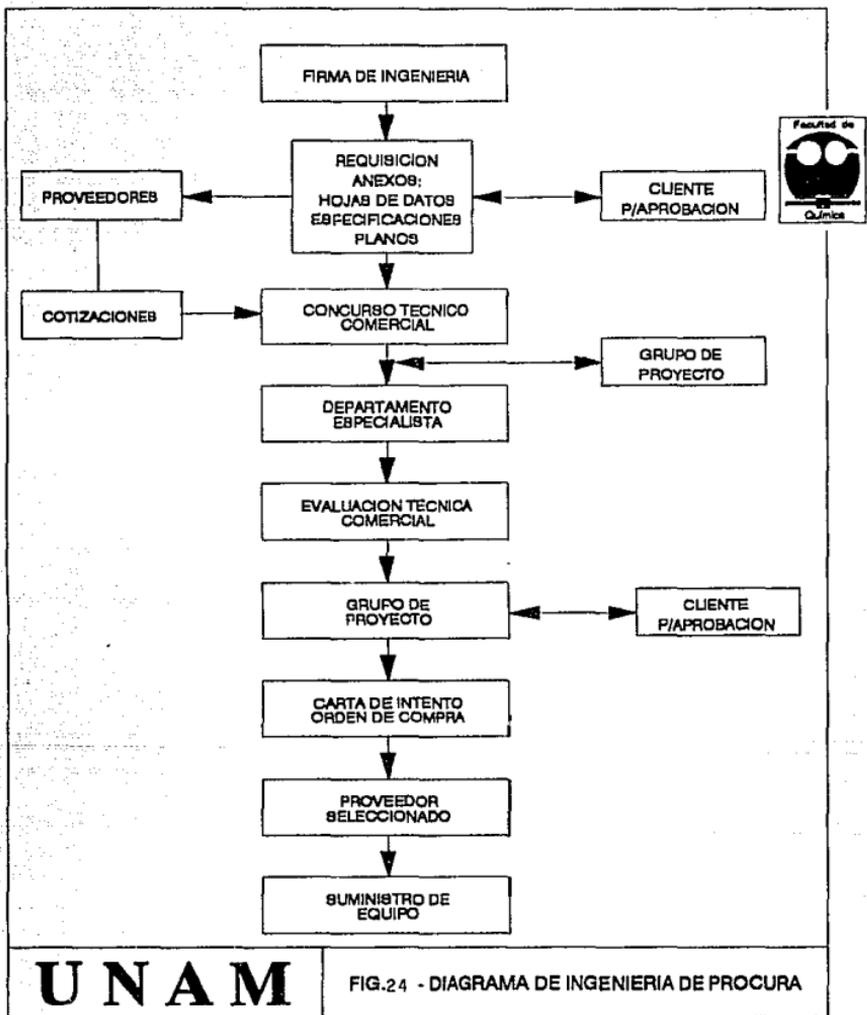
Una vez que se reciben las cotizaciones correspondientes se procede al dictamen técnico de acuerdo al cuestionario técnico anexo a la solicitud de cotización.

Una seleccionado el proveedor se le debe enviar la orden de compra con todas las características claramente descritas.

La expedición se refiere básicamente a vigilar que los equipos y materiales sean entregados en la fecha estipulada en la orden de compra.

La inspección consiste en la verificación física de los equipos, es decir que éstos sean fabricados y entregados en estricto apego a las especificaciones correspondientes.

Finalmente el tráfico se refiere a que una vez que el equipo fue fabricado y sus dibujos aprobados, éste se embarque y sea enviado a su destino correspondiente, vigilando que contenga un empaque adecuado, un medio de transporte conveniente y que la entrega se realice en el sitio indicado.



Para el desarrollo de las actividades antes mencionadas es necesario que se mantenga el cumplimiento del programa de entrega de equipo de acuerdo a lo programado durante la planeación del proyecto ,ésto con el fin de contar con la información de fabricante oportunamente para la conclusión de la ingeniería de detalle ,construcción de la planta e instalación del equipo.

1.4 CONSTRUCCION

La realización física de un proyecto es la construcción del mismo, partiendo de los resultados y documentos generados en las fases anteriores.

Para desarrollar este trabajo se debe asignar un responsable de la supervisión de los trabajos que se desarrollaran en el sitio de la obra. Para ello, éste deberá contar con todos los dibujos constructivos ,estándares,normas y especificaciones del proyecto, además de la información de fabricante.

Un aspecto importante en la supervisión de la construcción, se refiere a la habilidad y preparación suficiente del supervisor para plantear alternativas de solución a los problemas que se presentan durante la construcción, apoyado por personal de ingeniería.

El supervisor deberá vigilar el cumplimiento del programa de construcción que es elaborado por la compañía constructora y aprobado por el cliente, evitando retrasos en el mismo.

Una adecuada supervisión de construcción da como resultado:

- SEGURIDAD DE CONTAR CON MANO DE OBRA CALIFICADA

- CORRECCION OPORTUNA DE ERRORES DE DISEÑO
- SE EVITAN ERRORES DE CONSTRUCCION
- CORRECCION DE ERRORES DE PLANEACION
- SE MINIMIZAN LOS PROBLEMAS DE ARRANQUE Y OPERACION DE LA PLANTA
- SE REDUCEN COSTOS DE CONSTRUCCION
- CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE CONSTRUCCION

Los aspectos o actividades que se desarrollan y deben ser supervisados durante la construcción son:

1. PREPARACION DEL TERRENO
2. INSTALACIONES PROVISIONALES
3. EXCAVACIONES
4. CIMENTACIONES
5. INSTALACIONES SUBTERRANEAS
6. PREFABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS
7. MONTAJE DE EQUIPO
8. ERECCION DE EDIFICIOS
9. PREFABRICACION Y MONTAJE DE TUBERIAS
10. INSTALACIONES ELECTRICAS
11. MONTAJE DE INSTRUMENTOS
12. URBANIZACION
13. AISLAMIENTO
14. PINTURA
15. INSTALACIONES HIDRAULICAS
16. CONSTRUCCION DE RECIPIENTES Y TORRES
17. PREFABRICACION Y MONTAJE DE SOPORTE DE LINEAS Y EQUIPOS
18. DRENAJES
19. PILOTEADO
20. RADIOGRAFIADO
21. RECUBRIMIENTOS

Como se mencionó antes se debe contar con un programa detallado de construcción para el control de estas actividades, elaborándolo a partir de los de ingeniería de detalle y adquisición de equipos, pudiéndose traslaparse éstas ,siempre y cuando se tenga un avance acumulado en la ingeniería y adquisiciones del 60 a 70 %.

1.5 PRUEBAS Y ARRANQUE

Conforme se va desarrollando la construcción, se montan los equipos y tuberías, y por tanto se deben iniciar las pruebas de los mismos para posteriormente efectuar el arranque de la unidad.

El objeto de efectuar las pruebas es detectar las posibles fallas y que estas se reparen con anticipación a la puesta en marcha. En éstas, intervienen tanto el personal de mantenimiento, operación y constructivo.

Durante estas pruebas se deben verificar todos los equipos, líneas instrumentales, maquinaria, etc. Por lo general se detectan con las mismas mal funcionamiento de equipos, fugas en uniones y soldaduras ,errores de fabricación, ingeniería y/o construcción.

Las pruebas se realizan generalmente en circuitos, siendo las principales las siguientes:

- LAVADO
- PRUEBAS HIDROSTATICAS Y NEUMATICAS
- PRUEBAS DE INSTRUMENTOS, CIRCUTOS LOGICOS Y CALIBRACION
- PRUEBA DEL SISTEMA ELECTRICO
- PRUEBA DE EQUIPO MECANICO
- TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y TUBERIAS
- EQUIPOS DIVERSOS

Una vez efectuado todo lo anterior, se debe realizar una inspección detallada a las nuevas instalaciones, para posteriormente entregarlas al grupo de arranque, el cual debe estar integrado por el siguiente personal:

- OPERACION
- PRODUCCION
- MANTENIMIENTO
- LABORATORIO
- ARRANQUE

El arranque de la nueva planta es la culminación de una gran labor de investigación, evaluación, diseño y construcción, por lo que si estas actividades se realizaron adecuadamente, éste tendrá posibilidades de llevarse a cabo satisfactoriamente.

El arranque de la planta, incrementa el costo total de la misma ya que durante este se consumen materiales, mano de obra y trabajos adicionales. Generalmente el costo del arranque es un 5% del capital invertido.

Durante las pruebas el tipo principal de errores que se presentan se pueden clasificar en tres tipos :

- FALLAS DE EQUIPOS (75%): Fugas, líneas tapadas, rotura de flechas, etc.
- EQUIPO INADECUADO (20%) Inundamiento de torres, sobrecarga de motores, excesiva caída de presión en cambiadores de calor, corrosión en equipos, etc.

- FALLAS DE PROCESO (5%): Mala interpretación de datos de laboratorio o planta piloto

Por otro lado es conveniente mencionar las bases que se requieren para un arranque adecuado :

- PLANEACION
- COMPETENCIA TECNICA
- DIRECCION FIRME

También se puede mencionar que el responsable del arranque deberá ser una persona tal que cumpla con los siguientes requisitos:

- DUREZA FISICA Y EMOCIONAL
- HABILIDAD DE LIDERAZGO
- ALTO GRADO DE CONOCIMIENTOS TECNICOS
- ALTO SENTIDO DE RESPONSABILIDAD Y MOTIVACION

Finalmente es conveniente señalar que para realizar todas las actividades antes descritas se deberá contar con toda la información del proyecto (planos, especificaciones, normas, manuales de operación y mantenimiento, etc.), además de elaborar su correspondiente programa de pruebas y arranque.

2.6 ACEPTACION DEL CLIENTE

Consiste básicamente en la entrega de la nueva instalación al usuario o cliente. Para esto, es necesario elaborar una act a de

entrega de instalaciones donde se especifique claramente el estado en las que se encuentran dichas instalaciones .

Así mismo ,esta acta deberá especificar claramente la prueba de garantía de la unidad, es decir las características y tiempo de funcionamiento necesario para alcanzar la operación normal.

2.0 INTRODUCCION A LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS

La Administración de proyectos de Ingeniería, tiene como objetivo principal el conocer y aplicar las Funciones Administrativas para el logro de los objetivos de cualquier proyecto, básicamente proporcionando las herramientas necesarias para la planeación, organización, dirección y control de todas las actividades de un proyecto. En otras palabras, engloba a todas las tareas por medio de las cuales se asegura la realización e integración apropiada de toda la información y actividades requeridas para el desarrollo de un proyecto de ingeniería (Ver Fig.25).

Así la naturaleza multidisciplinaria y la necesidad de continuidad en el desarrollo de numerosas actividades que deben efectuarse para hacer realidad la instalación de una nueva planta industrial eficiente y rentable, obliga a depositar la responsabilidad de su éxito en un administrador de proyectos experimentado. La formación de nuevos profesionistas administradores de proyecto es una labor lenta y frecuentemente circunstancial que se realiza sobre la marcha de los proyectos a lo largo de varios años, sin embargo, cada día más existen cursos de capacitación al respecto, para lograr en menor tiempo obtener dichos profesionales.

2.1 FUNCIONES ADMINISTRATIVAS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS

En cualquier tipo de proyecto, la administración de este es única y particular, sin embargo, los principios o funciones administrativas son las mismas, cualquiera que sea la magnitud del mismo. La aplicación adecuada de estas funciones en el desarrollo de cualquier proyecto, dan como resultado una ejecución del mismo con alta calidad, en el tiempo mínimo y al menor costo.

En general las funciones administrativas que se aplican en el

EL QUE PRACTICA LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS :

ESTABLECE:

METAS:

- ALCANCE DEL PROYECTO
- RELACIONES CON EL CLIENTE
- CORPORATIVAS
- PERSONALES

- CONTRATO
- CARACTERISTICAS
- RECURSOS

- ORGANIZACION
- METAS CALIDAD
- METAS TECNICAS
- METAS TIEMPO
- METAS COSTOS
- METAS DOCUMENTOS

A SER EFECTUADAS EN UN:

AMBIENTE

- CORPORATIVO
- CLIENTE
- OFERTA / DEMANDA RECURSOS
- SOCIAL
- POLITICO

UTILIZANDO O CONSUMIENDO

RECURSOS

- TIEMPO
- DINERO
- INFORMACION
- TALENTO / GENTE
- EQUIPO / HERRAMIENTA / SUMINISTROS
- MATERIAL
- ESPACIO

VIA UN:

CAMINO

- TECNICO (CALIDAD, SEGURIDAD, ETC)
- PRESUPUESTO
 - DINERO (COSTO)
 - TIEMPO
 - CANTIDAD DE RECURSOS
- PLAN - PROGRAMA
 - TIEMPO
 - CANTIDAD
 - LOCALIZACION / POSICION RECURSOS
- ORGANIZACION
- PROCEDIMIENTOS / DOCUMENTACION / REPORTES

EN EL CUAL PERIODICAMENTE MIDE:

- POSICION (ESTADO Y TENDENCIAS)
 - COSTOS UNITARIOS / PRODUCTIVIDAD
 - AVANCE
 - DINERO (COSTO)
 - MATERIALES Y EQUIPO
 - TIEMPO
 - INFORMACION
 - LOCALIZACION DE RECURSOS
 - CALIDAD
 - ALCANCE
 - LO YA HECHO
 - LO POR HACER

ENTONCES EVALUA LA POSICION ACTUAL CONTRA LAS:

- METAS
- AMBIENTE
- RECURSOS
- CAMINO

Y TOMA O DIRIGE ACCIONES CORRECTIVAS (QUE PUEDEN INCLUIR REVISIONES

A METAS, A LOS RECURSOS O AL CAMINO) Y ENTONCES REGRESA A:

MOVER EL PROYECTO A TRAVES DEL CAMINO



UNAM

FIG. 25 ADMINISTRACION DE PROYECTOS

desarrollo de cualquier proyecto son Planeación, Organización, Dirección y Control (Ver Fig 26).

Por lo tanto, en cualquier etapa del proyecto, es importante planear los resultados esperados, organizar los recursos disponibles, integrar y dirigir al grupo de trabajo y evaluar los resultados obtenidos.

El no aplicar las funciones administrativas antes mencionadas, implica que los proyectos están sujetos al azar, por tanto no existe una aplicación eficiente de los recursos, los integrantes del grupo no se desarrollan, los plazos no se cumplen y los costos se desvían de los presupuestos.

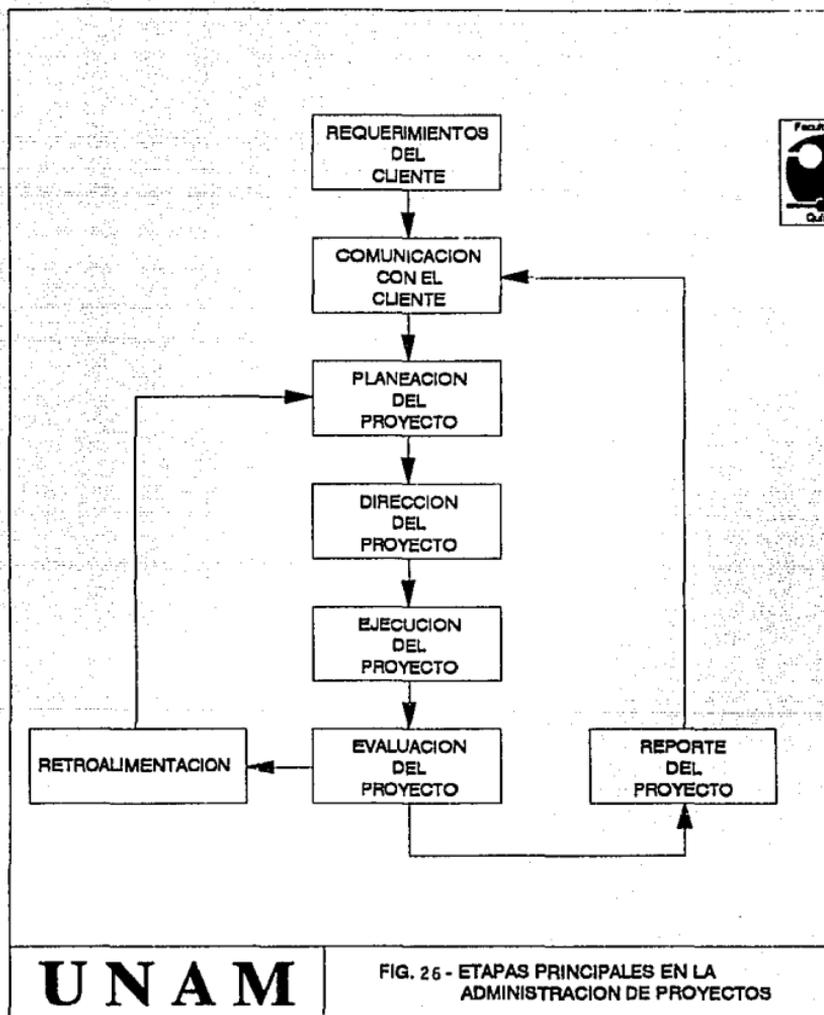
2.1.1 PLANEACION DEL PROYECTO

La planeación de un proyecto consiste en fijar las acciones que han de seguirse para la ejecución del mismo, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de actividades para realizarlo, los requisitos de información y actividades previas para su realización.

La planeación se debe iniciar con la definición completa del proyecto, es decir: el alcance, cuánto cuesta, tiempo de ejecución, etc.

Una planeación oportuna y cuidadosa es esencial para el éxito de todo proyecto; ésta permite la integración de todas las tareas que se deben realizar, y determinar quien las debe ejecutar.

La planeación como elemento administrativo implica cuatro aspectos principales:



UNAM

FIG. 26 - ETAPAS PRINCIPALES EN LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS

- POLITICAS (Criterios para orientar las acciones)
- PROCEDIMIENTOS (Secuencias y métodos para ejecutar las acciones)
- PROGRAMAS (Fijacion de tiempos)
- PRESUPUESTOS (Estimado de costos)

Planear implica definir con precisión :

- QUE HACER (ALCANCE)
- COMO (TECNOLOGIA)
- CUANDO (PROGRAMA)
- DONDE (LUGAR)
- QUIEN DEBE HACERLO (ORGANIGRAMA)
- CUANTO CUESTA (PRESUPUESTO)
- PARA QUE (CUBRIR DEMANDAS)
- POR QUE (BENEFICIO SOCIAL O NEGOCIO)

Así mismo, se requiere establecer correctamente los siguientes conceptos:

1. OBJETIVOS
2. PRODUCTO FINAL DESEADO
3. CRITERIO DE TOMA DE DECISIONES
4. LIMITANTES O RESTRICCIONES
5. RECURSOS DISPONIBLES

Una vez efectuado lo anterior, es necesario desarrollar y establecer todas las actividades a realizar, elaborar planes funcionales para la ejecución de las tareas en forma detallada, y que den la seguridad de que estas actividades se puedan ejecutar en el tiempo y presupuesto establecido.

En este caso el responsable de todo lo anterior, es el administrador del proyecto, el cuál será el encargado de vigilar que se cumplan todos los objetivos del proyecto.

La planeación del trabajo se debe iniciar tan pronto como el cliente ha establecido sus necesidades y objetivos del mismo, para esto, se realiza una junta de arranque o inicio de proyecto, en la cual el cliente debe dar respuesta a la mayor parte de los datos solicitados en las bases de diseño.

Las etapas en las que se divide la planeación de un proyecto son:

- DEFINICION DEL ALCANCE
- ELABORACION DEL PLAN MAESTRO DE EJECUCION
- DEFINICION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO
- ELABORACION DE LA RED CONDENSADA
- ESTIMADO DE COSTOS

A) DEFINICION DEL ALCANCE

Es un documento en el que se establecen los trabajos a desarrollar para cumplir con las necesidades del cliente. Este documento es elaborado por el responsable del proyecto, de acuerdo a las bases de usuario del cliente, va de lo general a lo particular e incluye principalmente los siguientes puntos:

- INGENIERIA BASICA
- INGENIERIA DE DETALLE
- PROCURACION
- CONSTRUCCION Y ARRANQUE

Por lo general el alcance se desglosa de la siguiente forma:

1. CLASIFICACION POR AREAS FISICAS
2. CLASIFICACION DE LAS AREAS POR DISCIPLINAS
3. CLASIFICACION DE LAS DISCIPLINAS POR PAQUETES DE TRABAJO

En cada etapa del al cance se debe definir exactamente el número de dibujos, estudios, normas, especificaciones, documentos y actividades que se deberán desarrollar a lo largo del proyecto.

Este alcance debe ser lo suficientemente claro para evitar confusiones durante la elaboración de la ingeniería.

B) ELABORACION DEL PLAN MAESTRO DE EJECUCION

Se debe desarrollar un plan maestro de ejecución, para dirigir, coordinar y controlar todas las actividades necesarias para el diseño, construcción y puesta en marcha de la nueva instalación.

Este plan debe contener los siguientes puntos:

1. OBJETIVOS
2. ORGANIZACION
3. ASIGNACION DE PERSONAL
4. POLITICAS
5. PROGRAMAS
6. PLAN DE COSTOS Y FINANCIAMIENTOS

La parte esencial del plan es la elaboración de los programas del proyecto, los cuales suelen ser los siguientes:

- PROGRAMA DE FECHAS CLAVES

Sirve para establecer las metas a alcanzar en el tiempo, incluye las fechas de iniciación y terminación de las etapas principales (Ingeniería básica, de detalle, procuración, construcción, pruebas y arranque) Ver fig 27.

- PROGRAMAS MAESTROS

Se deben elaborar programas por cada una de las etapas importantes del proyecto, en los que se incluyan las actividades que se deben realizar en cada una de ellas (Ver Fig 28).

- PROGRAMA DE ACTIVIDADES POR DISCIPLINA

Este programa se contiene un desglose de todas las tareas que se van a realizar en cada disciplina (civil, arquitectura, mecánica, tuberías, eléctrico, instrumentación, etc.) indicando sus fechas de iniciación y terminación (Ver Fig 29).

- PROGRAMA DE DIBUJOS Y DOCUMENTOS DEL PROYECTO

En este caso el programa es elaborado en cada especialidad y debe establecer los dibujos y documentos que se van a elaborar, así como sus fechas de iniciación y terminación (Ver Fig 30).

C) PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Esta parte se refiere específicamente a la elaboración del lo que se conoce como MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL PROYECTO.

Se debe elaborar en la fase inicial del proyecto con el propósito de

UNAM

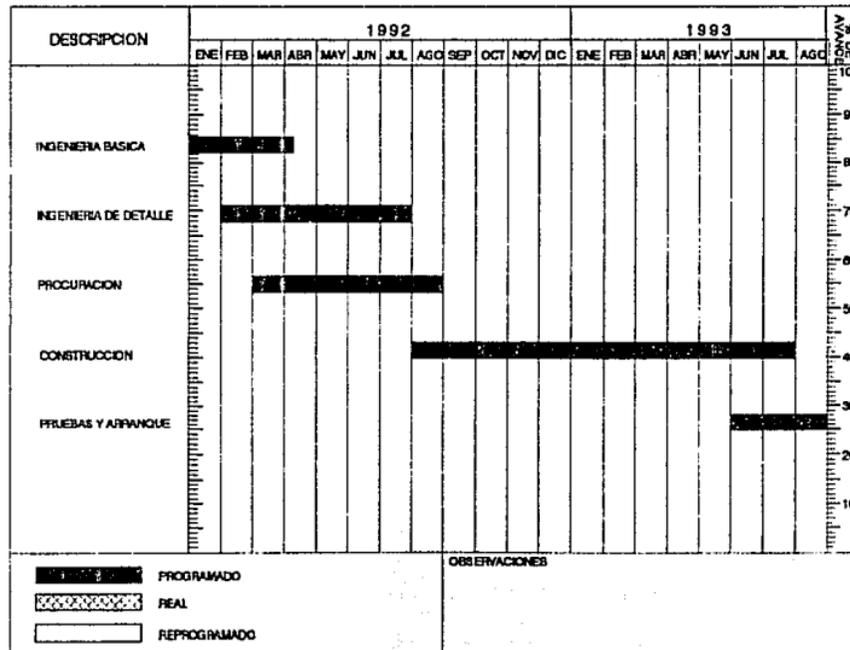
FIG. 27 - PROGRAMAS DE FECHAS CLAVES DEL PROYECTO

CONTRATO:
NOMBRE:

CLIENTE:

REV. FECHA:

HOJA 1 DE 1



DEPARTAMENTO	AÑO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROYECTOS												
PROCESO												
INSTRUMENTACION												
RECIPIENTES												
MECANICA CIVIL												
ELECTRICO												
TUBERIAS												
OPERACION												
ANALISIS DE ESFUERZOS												
SISTEMAS												
ETC.												

UNAM

FIG. 29 - PROGRAMA ACTIVIDADES DEL PROYECTO

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



establecer los sistemas de planeación, organización y control aplicables al proyecto, además de servir de guía para la ejecución del proyecto.

Este manual debe incluir los siguientes puntos:

1. DESCRIPCION GENERAL

- Datos del cliente
- Condiciones comerciales y contables
- Cambios de alcance
- Lista de archivo

2. DESCRIPCION Y ALCANCE DEL PROYECTO

- Descripción del proyecto
- Areas del proyecto
- Alcances de los trabajos
- Exclusiones
- Presupuesto

3. PROGRAMA Y CONTROL DEL PROYECTO

- Programa maestro
- Programa de diseño
- Calendario de entrega de información al cliente
- Controles del proyecto
- Reportes de avance
- Registro de información recibida

4. ORGANIZACION

- Documentos de diseño
- Revisión y aprobación de documentos
- Evaluación de avances

D) RED CONDENSADA

Una red es una forma gráfica para representar la interrelación y secuencia de todas las actividades que se deben desarrollar en cualquier tarea. Es una herramienta muy valiosa dentro de la planeación de cualquier trabajo.

La red condensada es un programa en forma de barras o gráfica de Gantt, en la cual se incluyen las etapas principales del proyecto (Ver Fig 31).

Este programa es la base para elaborar el programa general del proyecto, por ello se deben tener bien definidas cada etapa, su secuencia lógica, traslape y restricciones.

Cuando la red es desarrollada con todas las actividades del proyecto se obtiene la llamada RUTA CRITICA (Ver Fig.32).

La ruta crítica es un proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control) de todas y cada una de las actividades que deben desarrollarse durante un tiempo crítico (mínimo) y al costo óptimo.

Al aplicar este procedimiento se obtiene mayor control sobre el proyecto, así como los siguientes resultados:

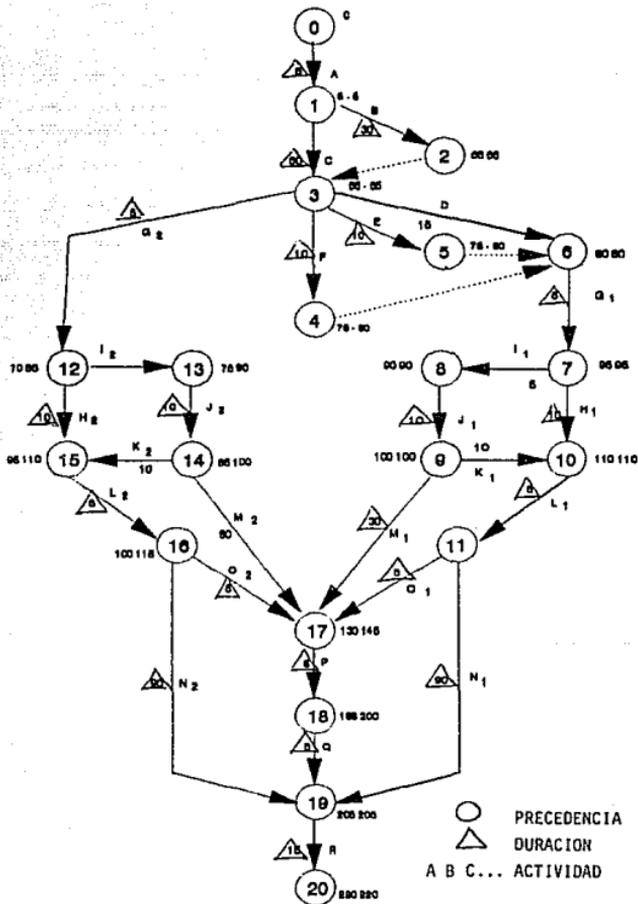
- ACTIVIDADES QUE DEBEN TERMINARSE ANTES DE INICIAR OTRAS
- LA MEJOR SECUENCIA DE ACTIVIDADES

REVISION:

ACTIVIDADES	1991	1992										
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
REVISION DE INGENIERIA BASICA												
REVISION DE PLS. Y DISEÑO ETRUC.												
INGENIERIA DE DETALLE												
DISEÑO:												
MECANICO DETANQUES, TORRE E INTERIOS												
MECANICO DEL EQUIPO C/TRANSF. CALOR												
INSTRUMENTACION Y CONTROL												
REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO												
DISEÑO Y REACONDICIONAMIENTO DE TUBERIAS												
LISTA DE LINEAS Y REVISION HIDRAULICA												
MANUAL DE OPERACION, MATRIZ LOGICA DE PARO Y DIAGRAMA DE APANQUE												
VOLUMEN DE OTRA DE EQUIPO PRINCIPAL												
ESTRUCTURAL Y ELECTROMECANICO												

OBSERVACIONES:





UNAM

FIG.32 - RUTA CRITICA

- ACTIVIDADES QUE SE PUEDEN DESARROLLAR EN PARALELO
- EL MENOR TIEMPO PARA LA REALIZACION DEL PROYECTO
- ACTIVIDADES CRITICAS QUE PUEDEN RETRASAR EL PROYECTO
- TIEMPO DE INICIACION Y TERMINACION DEL PROYECTO

E) ESTIMADO DE COSTOS (PRESUPUESTO)

El estimado de costos es un aspecto importante en cualquier actividad, ya que es la base para determinar los recursos económicos y humanos requeridos para el desarrollo de todo proyecto.

El estimado de costo se debe realizar tanto para la ingeniería como construcción y equipo. Para ello se pueden utilizar varios tipos de ellos como pueden ser :

- ESTIMADO DE ORDEN DE MAGNITUD
- ESTIMADO PRELIMINAR
- ESTIMADO INTERMEDIO
- ESTIMADO DETALLADO

El estimado de orden de magnitud es normalmente la primera información relacionada con los costos de una planta . Generalmente la fuente es literaria o de algún licenciador, por lo que tiene una aproximación de mas menos 60 a 70 %.

El estimado preliminar puede involucrar la adquisición de la ingeniería básica ,por lo que los resultados obtenidos de éste se emplean en el estudio de factibilidad. La precisión de este método varía entre mas menos 30 A 50 %.

El estimado Intermedio requiere contar con la tecnología y

ubicación de la planta, la ingeniería básica terminada y definición de la ingeniería de detalle. La precisión de éste es de más o menos 15 a 20 %.

Finalmente el estimado detallado se prepara cuando la ingeniería de detalle está terminada, por ello, implica un conocimiento detallado de los equipos y materiales requeridos.

Este estimado sirve para controlar los costos durante el desarrollo del proyecto. Cuenta con una precisión de más o menos 5 a 10 %.

2.1.2 ORGANIZACION DE UN PROYECTO

La organización es la parte de la administración de proyectos, que permite estructurar los distintos trabajos que es necesario ejecutar para el logro de los objetivos determinados.

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

La organización se lleva a cabo formando grupos o unidades de trabajo, asignándoles tareas específicas, autoridad y comunicación.

Generalmente las actividades que se desarrollan en esta parte son las siguientes:

- ORGANIGRAMA DEL PROYECTO
- ASIGNACION Y SELECCION DE PERSONAL

- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
- CARTA DE FLUJO DE INFORMACION
- CATALOGO DE CUENTAS DEL PROYECTO
- SISTEMA DE MANEJO DE INFORMACION

Dentro de la organización básica de un proyecto, deben existir tres grupos principales : el que desarrolle el proyecto, el que lo planea y otro que lo controle.

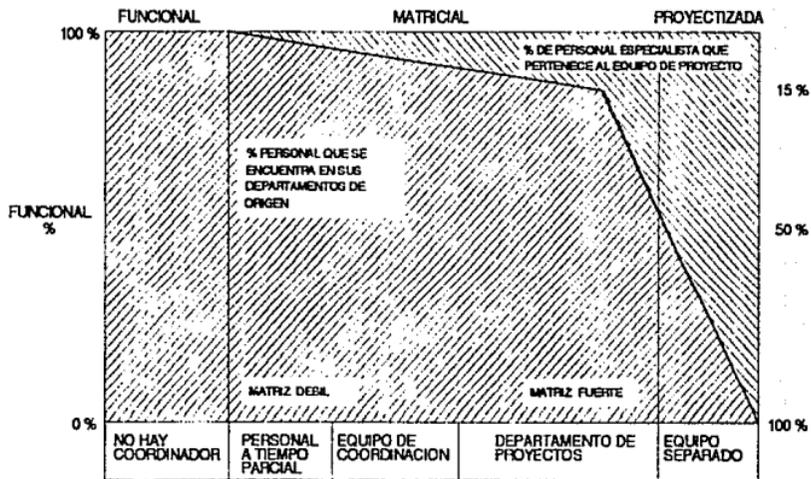
Para organizar el grupo de proyecto se requiere designar como se mencionó antes a un responsable, el cual debe elegir el tipo de organización que mas conviene para desarrollar el proyecto.

Para esto, existen tres formas básicas de organizar un proyecto (Ver Fig 33):

- ORGANIZACION EXCLUSIVA PARA EL PROYECTO (TASK FORCE)
- ORGANIZACION MATRICIAL
- ORGANIZACION DEPARTAMENTAL

Los factores que determinan la selección del tipo de organización para la administración del proyecto son bastantes y numerosas, sin embargo las principales son:

- COMPLEJIDAD DEL PROYECTO
- TECNOLOGIA DEL PROYECTO
- TAMAÑO DEL PROYECTO
- DURACION
- IMPORTANCIA
- TIPO DE CLIENTE
- FRECUENCIA DE CAMBIOS EN EL PROYECTO



- NUMERO DE PROYECTOS SIMULTANEOS

1. ORGANIZACION EXCLUSIVA PARA EL PROYECTO (TASK FORCE)

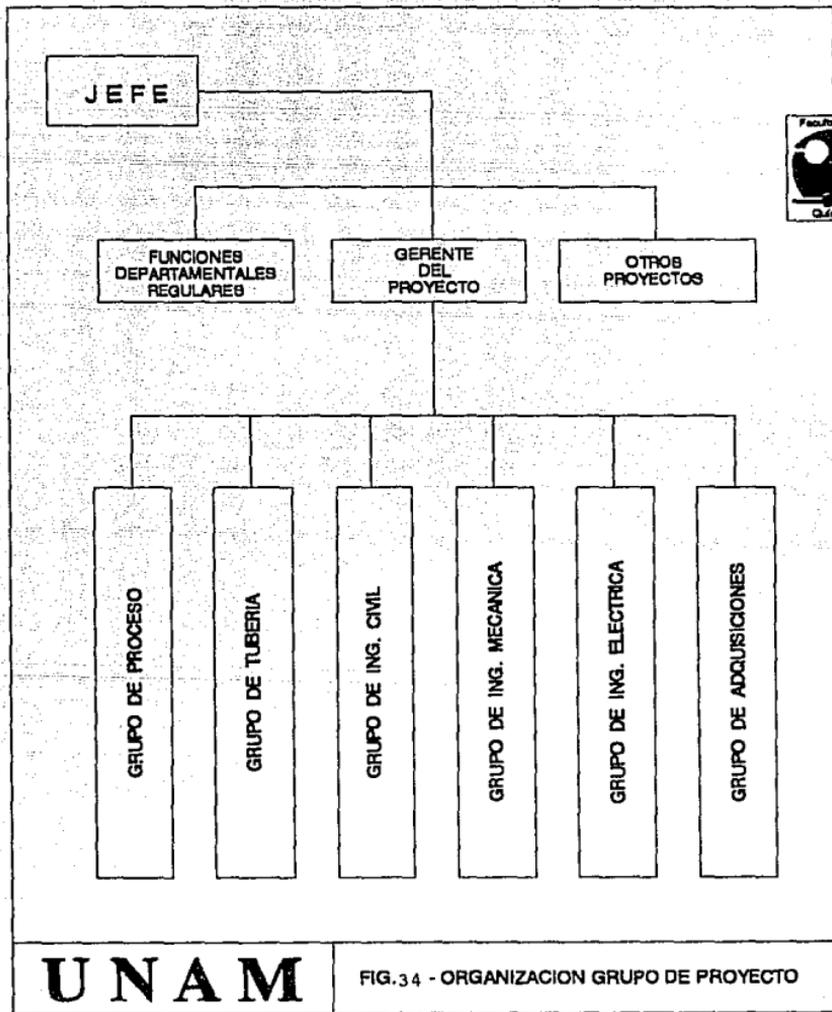
Es la organización de un grupo especial para el proyecto, por lo que también es denominada organización Proyectizada.

En este caso todos los recursos humanos y materiales requeridos para el proyecto son separados de su estructura funcional normal, formando una unidad autoportada y encabezada por un responsable del proyecto (Ver Fig. 34), sobre el cual descansa la responsabilidad total de las actividades y recursos del proyecto, además de ejercer la autoridad total para la ejecución del mismo.

Esta organización es como una empresa en sí, aunque de duración limitada al periodo de ejecución del trabajo.

Las ventajas de esta forma de organización son:

- ADECUADA PARA PROYECTOS MUY GRANDES
- EXISTE MAYOR CONTROL SOBRE EL PROYECTO
- AUMENTA LA EFICIENCIA Y CONTROL DEL PROYECTO
- SE RESUELVEN RAPIDAMENTE LOS CAMBIOS EN EL PROYECTO
- EXISTE MAYOR DESARROLLO DEL PERSONAL
- EXISTE MAYOR COORDINACION DE LOS TRABAJOS
- SE DESARROLLA EL ESPIRITU DE GRUPO
- ENTENDIMIENTO CLARO Y PERMANENTE DE LOS OBJETIVOS
- SE FACILITA LA COMUNICACION
- AUTONOMIA COMPLETA DEL PROYECTO
- MENOR TIEMPO DE EJECUCION DE LOS PROYECTOS



Las desventajas son :

- ORGANIZACION COSTOSA Y MENOS EFECTIVA SI SE USA EN PROYECTOS PEQUEÑOS
- SE REQUIERE UN RESPONSABLE DE PROYECTO CON CUALIDADES MUY ESPECIALES
- SE REQUIERE QUE LOS INGENIEROS DE PROYECTO INTEGRANTES DEL GRUPO RESPONSABLE DEBAN POSEER UNA PREPARACION Y CAPACIDAD ELEVADA PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS TECNICOS DEL AREA
- DIFICULTAD DE OBTENER ESPECIALISTAS CALIFICADOS POR UN CORTO TIEMPO.
- PUEDE EXISTIR DUPLICIDAD DE TRABAJO
- LAS ACTIVIDADES DE APOYO (COMPRAS,CONTABILIDAD,SECRETARIAL,ETC) PUEDEN SER COSTOSAS
- PUEDEN EXISTIR LAPSOS DE TIEMPO EN LOS QUE EL PERSONAL TECNICO NO ESTE OCUPADO, INCREMENTANDOSE EL COSTO.
- LA REASIGNACION DE PERSONAL AL FINAL DEL PROYECTO PUEDE SER DIFICIL

2. ORGANIZACION MATRICIAL

La organización matricial fue diseñada con el objeto de maximizar las ventajas de las organizaciones proyectizada y departamental, minimizando sus desventajas y buscando mejores resultados (Ver Fig. 35). Este tipo de organización se creó tratando de combinar la jerarquía vertical con la horizontal a través de los llamados jefes de proyecto. Así éstos, especifican que se debe hacer, cuándo y qué departamento será responsable de ello.

La principal característica de esta organización es que la estructura organizacional es permanente y los recursos humanos y materiales se obtienen de los diferentes departamentos de la empresa. Por lo tanto los especialistas solo permanecen en el proyecto el tiempo requerido para desarrollar sus actividades. Esta característica permite dar continuidad de trabajo al personal y equipo de trabajo, aprovechando

JEFE



DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

DEPARTAMENTO DE PROCESO

DEPARTAMENTO DE TUBERIA

DEPARTAMENTO DE ING. CIVIL

DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA

DEPARTAMENTO DE ING. ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ADQUISICIONES

COORDINADOR DEL PROYECTO "A"

COORDINADOR DEL PROYECTO "B"

UNAM

FIG. 35 - ORGANIZACION MATRICIAL

su experiencia o capacidad en diferentes proyectos, así como emplear algunos especialistas en forma parcial o total. Esto también plantea la necesidad de elegir al personal que debe trabajar en cada proyecto, cuáles a tiempo completo y cuáles parcialmente.

Por lo anterior se puede ver que esta organización es de gran flexibilidad y permite optimizar el uso de recursos humanos.

Las ventajas de esta organización son las mismas que para el tipo de TASK FORCE, además la de poder trabajar en muchos proyectos simultáneamente.

Las desventajas de este tipo de organización provienen de la existencia de una doble autoridad, es decir, el responsable del departamento y el del proyecto, lo que ocasiona:

- UNA PLANEACION O IMPLEMENTACION ADECUADA DE LA ORGANIZACION LARGA Y DIFICIL
- EXISTENCIA DE CONFLICTOS ENTRE LOS RESPONSABLES DE LOS DEPARTAMENTOS Y PROYECTO
- SOBRECARGA DE TRABAJO
- CONFLICTOS SOBRE PRIORIDAD DE PROYECTOS

3. ORGANIZACION DEPARTAMENTAL

También llamada funcional, corresponde a la estructura piramidal tradicional, con la alta gerencia en la parte superior y la administración de nivel medio y bajo hacia la parte inferior de la pirámide.

Este tipo de organización se utiliza cuando se requiere que el proyecto sea desarrollado por una variedad de

GERENTE
GENERAL

JEFE
DIVISION
PROCESO

JEFE
DIVISION
INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE
TRANSPARENCIA DE CALOR

DEPARTAMENTO DE
PROCESO

DEPARTAMENTO DE
TUBERIA

DEPARTAMENTO DE
ING. CIVIL

DEPARTAMENTO DE
ING. MECANICA

DEPARTAMENTO DE
ING. ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE
ADQUISICIONES



UNAM

FIG.36 - ORGANIZACION DEPARTAMENTAL
O FUNCIONAL

- Liderazgo (guiar, conducir, dirigir y anteceder)
- Comunicación (transmitir conocimientos, ideas, sentimientos, reconocimiento, etc.),

Otros factores que se debe tomar en cuenta para contribuir a una buena dirección son los siguientes :

- OBJETIVOS CLAROS Y DEFINIDOS
- PLANES BIEN MEDITADOS
- COLOCACION DE PERSONAL EN PUESTOS ADECUADOS
- SELECCIONAR ESTRATEGIAS
- INTEGRACION ADECUADA DE GRUPOS DE TRABAJO
- COMUNICACION EFECTIVA
- CONTROLES ADECUADOS

Por otro lado se sabe que existen además diferentes estilos de dirección como son :

- DIRECCION PERSONAL (EL JEFE EN PERSONA DIRIGE)
- DIRECCION IMPERSONAL (POR MEDIO DE SUBALTERNOS)
- DIRECCION AUTORITARIA (POR MEDIO DE CONTROLES RIGIDOS)
- DIRECCION DEMOCRATICA (POR PARTICIPACION DEL GRUPO)
- DIRECCION PATERNAL (SOBREPROTECCION AL PERSONAL)
- DIRECCION INATA (FORMACION ESPONTANEA)

El estilo de dirección usado depende específicamente de cada persona.

2.1.4 CONTROL DEL PROYECTO

especialistas, los cuales son agrupados en departamentos, y por ello, se tiende a centralizar la administración el responsable del proyecto, así mismo las actividades de apoyo las realiza el propio departamento (Ver Fig.36).

Por sus características, este tipo de organización ofrece las siguientes ventajas:

- FACILIDAD DE SUPERVISION POR TRABAJAR CON PERSONAL ESPECIALIZADO
- DESARROLLO DEL PERSONAL Y ALTA ESPECIALIZACION
- ORGANIZACION DE BAJO COSTO
- FACILIDAD EN LA IMPLEMENTACION DEL CONTROL SOBRE LOS DEPARTAMENTOS
- NO EXISTEN PERTURBACIONES EXTERNAS EN LOS DEPARTAMENTOS

Una desventaja de este tipo de organización es que en la coordinación de los departamentos, el administrador del proyecto no tiene autoridad, lo que puede ocasionar retrasos en el desarrollo del proyecto y conflictos por prioridad de proyectos, además de poder existir recursos insuficientemente aprovechados y mayor tiempo de ejecución de los proyectos.

2.1.3. DIRECCION DEL PROYECTO

La dirección es aquel elemento de la administración en el que se logra la realización de todo lo planeado, por medio del ejercicio de la autoridad, en base a decisiones directamente o delegando autoridad.

Esta actividad se encarga de definir el objetivo general del proyecto y mantener una idea clara y general del mismo a lo largo de su desarrollo, procurando que el equipo de trabajo se enfoque hacia el logro de los mismos objetivos.

La dirección es una función continua que ejercen desde el gerente hasta el elemento de menor jerarquía. Las funciones que se deben desempeñar en esta actividad son las siguientes :

- INTEGRAR AL EQUIPO DE TRABAJO
- ASIGNAR TAREAS ESPECIFICAS A CADA PERSONA
- DELEGAR AUTORIDAD
- DEFINIR LAS POLITICAS GENERALES DEL PROYECTO
- EVALUAR RESULTADOS
- ESTABLECER UN SISTEMA DE COMUNICACION ADECUADO
- TOMAR DESICIONES OPORTUNAS PARA CORREGIR DESVIACIONES

Por tanto el administrador del proyecto debe tener la suficiente autoridad para dirigir a todos los integrantes y organizaciones que forman parte del mismo, debe motivar al personal y establecer canales adecuados de comunicación, además de orientarlos, coordinarlos y supervisarlos.

Debe manejar los requerimientos de trabajo, programas y presupuestos, las restricciones y productos finales deseados.

La dirección se considera una extensión de la planeación es decir es el QUE Y CUANDO del proyecto.

Las herramientas que se requieren para una buena dirección son :

El control del proyecto, es la actividad que permite mantener vigentes los objetivos del mismo a lo largo de su duración y que fueron fijados en la etapa de planeación. El control implica establecer las medidas necesarias para el cumplimiento de dichos objetivos en cada etapa con respecto a lo programado.

Estrictamente, el control de cualquier actividad es necesaria para evaluar los resultados obtenidos y compararlos con los deseados, ya que normalmente la planeación no se logra en un 100%, de manera que es necesario establecer criterios para evaluar los resultados y adoptar medidas correctivas para alcanzarlos; por ello sin la función del Control no es posible corregir el camino hacia la meta deseada.

El control del proyecto se enfoca a cuatro aspectos principales : AVANCE,COSTO,CALIDAD E INFORMACION GENERADA Y RECIBIDA, para esto, es necesario que se desarrollen las siguientes actividades:

- REPORTE DE AVANCE DEL PROYECTO
- CONTROL DE H-H POR ACTIVIDADES
- CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO
- CONTROL DE FACTURACION Y PAGOS DEL PROYECTO
- CONTROL DE LA INFORMACION GENERADA Y RECIBIDA
- REPORTE DEL ESTADO FINANCIERO DEL PROYECTO
- CONTROL DE EQUIPO Y MATERIALES
- CONTROL DE LOS ALCANCES
- CONTROL DE TIEMPOS

El desarrollar las actividades antes citadas tiene como objetivo principal detectar desviaciones en los objetivos fijados y tomar a tiempo las medidas correctivas necesarias.

Los requisitos que deben cumplir los controles para que sean adecuados son :

1. REFLEJAR LA NATURALEZA Y NECESIDADES DE LA ACTIVIDAD
2. REPORTAR OPORTUNAMENTE LAS DESVIACIONES
3. PRONOSTICAR DESVIACIONES POTENCIALES CON ANTICIPACION
4. SEÑALAR LAS EXCEPCIONES A LOS PUNTOS CRITICOS
5. DEBEN SER OBJETIVOS Y FLEXIBLES
6. SER DEPARTAMENTALES
7. ECONOMICOS
8. COMPENSIBLES
9. CONDUCIR A LA ACCION CORRECTIVA.

El control permite alcanzar los objetivos básicos de un proyecto, es decir, desarrollar el mismo en el menor costo y tiempo y con alta calidad.

Finalmente una de las herramientas para el control del proyecto es usar la WBS (work breakdown structure), la cual sirve para controlar todas las actividades del proyecto de manera jerárquica, además de poderse emplear para desglosar todas las actividades a desarrollar durante el mismo (Ver Fig,37).



UNAM

FIG. 37- WBS DE UN PROYECTO