

12  
2 ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
Z A R A G O Z A**

**DESARROLLO DE UN PAQUETE DE COMPUTO  
PARA ESTIMAR LA INVERSION FIJA DE  
PLANTAS DE PROCESO**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A N :**  
**PATRICIA RICO VALVERDE**  
**GUSTAVO S. RODRIGUEZ TORRES**  
**LUCIANO SANDOVAL YOVAL**

MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1989



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## C O N T E N I D O

RESUMEN . . . . .	I
OBJETIVOS . . . . .	III
INTRODUCCION . . . . .	V
CAPITULO 1 Generalidades . . . . .	3
1.1 Etapas de un proyecto de tipo industrial . . . . .	3
1.1.1 Perfil del proyecto . . . . .	4
1.1.2 Estudio de prefactibilidad . . . . .	4
1.1.3 Estudio de factibilidad . . . . .	4
1.1.4 Adquisición de equipo y materiales . . . . .	10
1.1.5 Construcción . . . . .	10
1.1.6 Prueba y arranque de la planta . . . . .	11
1.2 Estructura de la inversión fija . . . . .	11
1.2.1 Compra de equipo . . . . .	14
1.2.2 Instalación del equipo . . . . .	19
1.2.3 Costo de aislamiento . . . . .	21
1.2.4 Instrumentación y control . . . . .	21
1.2.5 Costos de tubería . . . . .	23
1.2.6 Costos de instalación eléctrica . . . . .	23
1.2.7 Costo de construcción incluyendo servicios . . . . .	23
1.2.8 Costos por preparación del terreno . . . . .	26
1.2.9 Costos de servicios . . . . .	26
1.2.10 Costo del terreno . . . . .	26
1.2.11 Costos de ingeniería y supervisión . . . . .	28
1.2.12 Gastos generales de construcción . . . . .	28
1.2.13 Honorarios del contratista . . . . .	28
1.2.14 Contingencias . . . . .	28
1.2.15 Gastos por arranque . . . . .	30
CAPITULO 2 Métodos de estimación de inversión fija . . . . .	33
2.1 Métodos preliminares . . . . .	34
2.1.1 Método de la curva de costos . . . . .	37
2.1.2 Método de las seis décimas . . . . .	37

2.2	Métodos intermedios. . . . .	41
2.2.1	Método de Lang . . . . .	41
2.2.2	Método de porcentaje en función del equipo principal . . . . .	44
2.2.3	Factores de Cran . . . . .	44
2.2.4	Método de Chilton . . . . .	46
2.2.5	Método de Rudd y Watson . . . . .	46
2.2.6	Método de Hirsch y Glazier . . . . .	49
2.2.7	Método de Zevnik y Buchnan . . . . .	50
2.2.8	Método de Stallworthy . . . . .	55
2.2.9	Método de Wilson . . . . .	55
2.2.10	Método de Allen . . . . .	57
2.2.11	Método de K. A. Miller . . . . .	59
2.2.12	Método de K. W. Guthrie . . . . .	67
2.3	Métodos detallados . . . . .	67
2.3.1	Estimado unidad - costo . . . . .	70
2.4	Métodos definitivos . . . . .	71
CAPITULO 3 Método de Guthrie . . . . .		79
3.1	Módulo de proceso . . . . .	80
3.2	Módulo de manejo de sólidos . . . . .	87
3.3	Módulo de costos indirectos del proyecto . . . . .	89
3.4	Costo del equipo de proceso . . . . .	98
3.4.1	Horno de proceso . . . . .	98
3.4.2	Calentador a fuego directo . . . . .	102
3.4.3	Intercambiador de calor . . . . .	102
3.4.4	Solcaire ( intercambiador de calor enfriado por aire ) . . . . .	111
3.4.5	Recipientes a presión . . . . .	111
3.4.6	Bombas . . . . .	122
3.4.7	Compresores . . . . .	122
3.5	Equipo especial . . . . .	132
3.6	Estimación de tubería . . . . .	132
3.7	Módulo de desarrollo del sitio . . . . .	143
3.8	Módulo de edificios industriales . . . . .	143
3.9	Módulo de servicios . . . . .	151

CAPITULO 4	Desarrollo del paquete de computo empleando el método de Guthrie . . . . .	177
4.1	Descripción del paquete de computo . . . . .	179
4.1.1	Menús . . . . .	180
4.1.2	Programas . . . . .	181
4.1.3	Subrutinas generales . . . . .	190
4.1.4	Archivos de datos . . . . .	190
4.1.5	Archivo de resultados . . . . .	191
4.1.6	Manual de usuario . . . . .	191
4.2	Empleo de los discos del paquete GUTHRIE . . . . .	191
CAPITULO 5	Ejemplo de aplicación . . . . .	205
5.1	Bases de diseño . . . . .	205
5.2	Descripción general del proceso . . . . .	212
5.3	Especificación del equipo principal . . . . .	214
5.4	Empleo del paquete de computo GUTHRIE . . . . .	234
5.4.1	Datos suministrados . . . . .	234
5.4.2	Resultados . . . . .	240
5.4.3	Análisis de la inversión fija para la planta de producción de guayaacol . . . . .	250
CONCLUSIONES	. . . . .	255
BIBLIOGRAFIA	. . . . .	257
APENDICE A	. . . . .	261
APENDICE B	. . . . .	263

LISTA DE TABLAS :

1.1	Análisis de la inversión fija para una planta de proceso químico . . . . .	15
1.2	Porcentaje típico de valores de inversión fija para costos directos e indirectos en plantas de proceso químico . . . . .	18
1.3	Exponentes típicos para estimar el costo de equipos de procesos . . . . .	20
1.4	Instalación del equipo en función del costo del equipo . . . . .	22
1.5	Exponentes típicos para el escalamiento de los costos de instalación del equipo . . . . .	22
1.6	Costo estimado de tubería . . . . .	25
1.7	Costo de los componentes de la instalación eléctrica como porcentaje del costo de la misma . . . . .	25
1.8	Costos de construcción incluyendo servicios, basado en el costo del equipo . . . . .	26
1.9	Costos de construcción incluyendo servicios, basados en la inversión fija . . . . .	26
1.10	Porcentajes típicos de la inversión fija para la preparación del terreno . . . . .	27
1.11	Porcentajes típicos de la inversión fija para servicios . . . . .	27
1.12	Porcentajes típicos de la inversión fija para ingeniería y supervisión . . . . .	29
1.13	Porcentajes típicos de la inversión fija para gastos generales de construcción . . . . .	29
2.1	Tipos de estimados para la inversión fija en plantas de proceso químico . . . . .	35
2.2	Datos de costo-capital para plantas de proceso (1979) . . . . .	42
2.3	Relación de factores para estimar la inversión fija basada en el costo del equipo . . . . .	45
2.4	Costo de plantas de proceso en relación al equipo de proceso . . . . .	47
2.5	Factores de Chilton . . . . .	48
2.6	Efectos del material de construcción sobre la inversión fija en los límites de batería . . . . .	60

2.7	Relación de factores para estimar los costos en límite de batería . . . . .	61
2.8	Costos de almacenes en porcentaje del costo en límite de batería . . . . .	68
2.9	Costos de servicio en porcentaje del costo en límite de batería . . . . .	68
2.10	Servicios en porciento de (B/L + S&H + U) . . . . .	69
2.11	Factores de corrección para temperatura y presión de operación aplicados a la inversión fija . . . . .	72
2.12	Elementos que conforman la estimación de la inversión fija . . . . .	73
3.1	Técnica modular para estimación de costos de capital . . . . .	78
3.2	Desarrollo de un módulo de proceso utilizando datos de costo de equipo . . . . .	84
3.3	Módulos de instalación para un solo tipo de equipo . . . . .	85
3.4	Horno de proceso. Módulo de instalación en campo . . . . .	101
3.5	Calentador a fuego directo. Módulo de instalación en campo . . . . .	105
3.6	Intercambiador de calor de tubos y coraza. Módulo de instalación en campo . . . . .	108
3.7	Soloaire ( intercambiador de calor enfriado por aire ) módulo de instalación en campo . . . . .	114
3.8	Recipientes a presión, horizontal. Módulo de instalación en campo . . . . .	117
3.9	Recipientes a presión, verticales. Módulo de instalación en campo . . . . .	118
3.10	Bombas centrífugas. Módulo de instalación en campo . . . . .	125
3.11	Bombas reciprocantes. Módulo de instalación en campo . . . . .	128
3.12	Compresores. Módulo de instalación en campo . . . . .	131
3.13	Costo de equipo para una planta química . . . . .	135
3.14	Costo unitario del sistema de tubería . . . . .	141
3.15	Costos para el desarrollo del sitio . . . . .	144
3.16	Costos unitarios promedio de un edificio de un solo nivel . . . . .	148
3.17	Factores de corrección ( F <sub>n</sub> , F <sub>f</sub> , F <sub>ro</sub> ) . . . . .	149
3.18	Factores de corrección ( F <sub>s</sub> , F <sub>a</sub> ) . . . . .	150
3.19	Costos unitarios de servicios . . . . .	153

LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS :

1.1	Ciclo de vida de un proyecto . . . . .	12
2.1	Curvas de costo para plantas de proceso . . . . .	38
2.2	Curvas de costo para plantas de proceso . . . . .	39
2.3	Nomograma para el costo de plantas de proceso de fluidos . . . . .	51
2.4	Factores de costo . . . . .	53
2.5	Relación de costo promedio del equipo primario para la inversión fija en límite de batería . . . . .	56
2.6	Relación de presión para la inversión fija en límite de batería . . . . .	58
2.7	Relación de temperatura para la inversión fija en límite de batería . . . . .	58
3.1	Factor de corrección Fco . . . . .	93
3.2	Factor de corrección Fmo . . . . .	94
3.3	Factor de corrección Fce . . . . .	96
3.4	Factor de corrección Fme . . . . .	97
3.5	Horno de proceso . . . . .	99
3.6	Calentador a fuego directo . . . . .	103
3.7	Intercambiador de calor ( tubos y coraza ) . . . . .	106
3.8	Intercambiador de calor ( doble tubo ) . . . . .	109
3.9	Soloaire, cambiador de calor enfriado por aire . . . . .	112
3.10	Recipientes . . . . .	115
3.11	Costo de internos ( columnas ) . . . . .	119
3.12	Bombas centrífugas y accionadores . . . . .	123
3.13	Bombas reciprocantes y accionadores . . . . .	126
3.14	Compresor . . . . .	129
3.15	Equipo especial . . . . .	133
3.16	Boiler empacado . . . . .	157
3.17	Boiler armado en campo . . . . .	159
3.18	Planta de generación eléctrica . . . . .	161
3.19	Torre de enfriamiento . . . . .	163
3.20	Tanque de almacenamiento, hasta 40,000 gal. cap. . . . .	165
3.21	Tanque de almacenamiento, superior a 40,000 gal. cap. . . . .	167

3.22	Tanque de almacenamiento a presión, horizontal . . . . .	169
3.23	Tanque de almacenamiento a presión, esférico . . . . .	171
3.24	Refrigeración mecánica . . . . .	173
4.1	Estructura general del paquete de computo GUTHRIE . . . . .	193
4.2	Programa ACTUAL . . . . .	194
4.3	Programa PROCOSIN . . . . .	195
4.4	Subrutina PROCES . . . . .	196
4.5	Diagrama de flujo de la subrutina COSTEQ . . . . .	197
4.6	Diagrama general de flujo para las subrutinas que calculan el costo del equipo . . . . .	198
4.7	Programa INDIRE . . . . .	199
4.8	Diagrama general de flujo para los módulos . . . . .	200
4.9	Programa INVFLJ . . . . .	201
5.1	Diagrama de flujo del proceso de guayacol . . . . .	212
5.2	Plano de la planta en conjunto para producción de guayacol . . . . .	236
5.3	Plano del edificio de producción de guayacol . . . . .	236
5.4	Inversión fija para la planta de guayacol ( 1968-1989 ) . . . . .	251

## RESUMEN.

La primera parte del trabajo consiste en la descripción de las diferentes etapas en las que se desarrolla un proyecto de una planta industrial, empezando con un perfil del proyecto, hasta concluir con las pruebas de arranque de la planta.

También se da una descripción de los principales parámetros que conforman la inversión fija, como son los costos directos: equipos, edificios, tubería, terreno, etc., y los costos indirectos: ingeniería y supervisión, gastos por construcción, contingencias, etc.

Una recopilación de métodos para la estimación de la inversión fija, es mostrada en el capítulo dos, en el cual se presenta la siguiente clasificación: preliminares, intermedios, detallados y definitivos.

En el capítulo tres se hace una amplia explicación de los módulos de proceso, indirectos, manejo de sólidos, edificios industriales, desarrollo del sitio y servicios auxiliares, que conforman el método de Guthrie. En estos se contemplan materiales auxiliares para los equipos, así como sus costos e impuestos que ocasionan, hasta los requerimientos de vapor, electricidad, agua, servicios de almacenamiento, que se requieren para la operación de una planta industrial.

La forma en la que está estructurado el paquete de cómputo, la función de los programas y subrutinas que lo constituyen, se explican en el capítulo cuatro. Además se indica como usar el programa para realizar una estimación de inversión fija.

En el capítulo cinco se muestra un ejemplo para comprobar la flexibilidad del programa en el manejo de los diferentes módulos y así obtener el estimado de inversión fija para el proyecto de una planta de producción de guayacol.

OBJETIVOS :

1. Analisar los principales parámetros que forman parte de la inversión fija de plantas de proceso.
2. Analisar los principales métodos de estimación de la inversión fija de plantas de proceso.
3. Seleccionar un método de estimación de inversión fija de plantas de proceso.
4. Desarrollo de un programa de cómputo para estimar la inversión fija de plantas de proceso.

## INTRODUCCION.

Las computadoras han revolucionado el mundo de la ciencia y de la tecnología. Con el apoyo de estos equipos hoy pueden efectuarse tareas que antes se consideraban casi imposibles por la cantidad de recursos y de tiempo que se requiera.

Almacenar, procesar y recuperar gran cantidad de información, analizar múltiples opciones en un tiempo mínimo, probar hipótesis, y realizar cálculos, así como simular y supervisar la operación de equipos complejos constituyen, gracias a las computadoras, algunos de los apoyos con los que se cuenta en la actualidad.

El empleo de la tecnología computacional en la preparación de la estimación de la inversión fija, se ha hecho cada vez más frecuente, debido a que los sistemas de computación dentro de este campo, tienen una amplia variedad de aplicaciones, pasando desde el cálculo de inversiones iniciales hasta sofisticados sistemas de modelación paramétrica. Son útiles en:

- Cálculo de inversiones iniciales
- Estimaciones de factores de costos
- Recuperación cronológica de datos de costos
- Simulación probabilística
- Modelación paramétrica
- Estimación de costos unitarios
- Integración de bases de datos a sistemas de control de proyectos
- Análisis de regresión
- Recopilación de datos de estimación

Las ventajas de las evaluaciones con la ayuda de las computadoras son el incremento en la exactitud de los resultados y la reducción del tiempo, así como del costo de su preparación.

El objetivo principal de este trabajo es llevar a cabo el desarrollo de un paquete de computo para la determinación de la inversión fija de plantas de proceso, que sea accesible al mayor número de usuarios.

El trabajo inicia con la descripción de las diferentes etapas que integran un proyecto de una planta industrial, así como los principales parámetros que se deben considerar en la determinación de la inversión fija

El capítulo dos es una amplia recopilación de los métodos reportados en la literatura, que son utilizados para la estimación de la inversión fija requerida en la instalación, ampliación o modernización de una planta de proceso.

Después de hacer las consideraciones necesarias, se determinó que el método Guthrie es el más adecuado para nuestros propósitos, debido a que está estructurado en forma modular, lo que permite manejar de manera detallada todos los aspectos que involucran el cálculo de la inversión fija.

Su principal ventaja la constituye el hecho de que se pueden obtener los costos para cada uno de los módulos en forma independiente y al final conjuntarlos para obtener el costo final, lo que le confiere una gran flexibilidad para adecuarlo convenientemente a las necesidades de cada proyecto, una amplia descripción de este método es presentada en el capítulo tres.

En el capítulo cuatro se detalla la manera de como está estructurado el paquete de cómputo que se desarrolló en base al método Guthrie, así como la manera de utilizarlo al efectuar las estimaciones de inversión fija de plantas de proceso.

Finalmente, en el capítulo cinco se presenta un ejemplo de aplicación para el proyecto de una planta de producción de guayacol.

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

**1**

## 1. GENERALIDADES.

La ingeniería en la actualidad participa en todas las actividades humanas, desde la agricultura hasta la conquista del espacio, y comprende un gran número de especialidades las cuales se relacionan entre sí.

M. A. Corzo (1) define la ingeniería como "Una actividad profesional que usa el método científico para transformar de una manera económica y óptima, los recursos naturales en formas útiles para el uso del hombre".

La ingeniería de proyecto es una de las áreas de actividad del extenso campo de la ingeniería. El auge a nivel mundial se debe a la demanda de tecnología para el desarrollo industrial. Las compañías de producción están en constante crecimiento, buscando continuamente nuevos productos y mejores procesos.

Un proyecto es una actividad cíclica y única para tomar decisiones y en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de la ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas.

Un proyecto es un estudio completo y bien definido para el desarrollo de una idea en el futuro, en el cual se integran de una manera organizada todos los factores técnicos, económicos, políticos y sociales que establecen las bases para la creación de una unidad productora de bienes y/o servicios con la finalidad de satisfacer una necesidad.

### 1.1 ETAPAS DE UN PROYECTO DE TIPO INDUSTRIAL.

El objetivo del proyecto de una planta industrial consiste en: el diseño, desarrollo y construcción de una planta nueva; diseño y construcción de una ampliación a una planta; o el arreglo y modernización de una planta existente.

Las principales actividades de un proyecto son:

1. Perfil del proyecto
2. Estudio de prefactibilidad
3. Estudio de factibilidad
4. Adquisición de equipos y materiales

## 5. Construcción

## 6. Pruebas y arranque de la planta

### 1.1.1 PERFIL DEL PROYECTO.

Consiste en la investigación superficial de aspectos que componen el proyecto. Normalmente se manejan cifras estimadas y globales con el objeto de medir las posibilidades y perspectivas de una idea.

### 1.1.2 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.

Es una investigación formal que permite conocer el potencial real de una idea dando como resultado el considerarlo o no un proyecto viable de realizar.

### 1.1.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

Estos estudios constituyen el análisis técnico-económico de un proyecto, el cual considera los costos de producción incluyendo los costos fijos, constituidos por la inversión inicial, como costos variables, intgrados por costos de operación directos e indirectos.

De acuerdo a la magnitud y/o naturaleza del proyecto, la complejidad del estudio de factibilidad va creciendo en forma paralela al proyecto.

El grado de confiabilidad de los resultados obtenidos están en función directa de la certeza de la información previa.

Un estudio de factibilidad puede ayudar a definir la capacidad mínima de las nuevas instalaciones para que sean rentables. Por tanto debe iniciar un ciclo de retroalimentación para mejorar los resultados.

Esta etapa propicia y permite cancelar, proponer, modificar o configar y ampliar las decisiones hechas.

Veamos, sin embargo, el proceso total descrito anteriormente.

## A) SELECCION DEL PROCESO.

Los procesos posibles de aplicar en el diseño de nuevas plantas industriales dependen del grado comercial del producto que se desea y de

las materias primas a utilizar.

Si el producto es muy comercial, se tendrán varios procesos de obtención, no obstante que las materias primas en los diferentes casos sean - las mismas, solo habrá diferentes condiciones de operación, calidad y rendimiento del producto, requerimientos de servicios y diferentes áreas.

La selección del proceso se hace con el auxilio de información suministrada por licenciadores, relacionada con ordenes de inversión y costos de operación, así como referencia de instalaciones existentes.

En una instalación que puede ampliarse o aceptar mejoras tecnológicas la selección del proceso es más simple. Respecto a instalaciones de control de contaminantes y tratamientos de efluentes los sistemas correspondientes podrán definirse con la ayuda de asesores especializados en el problema en cuestión.

Los participantes en esta actividad, son las empresas, licenciadores y asesores. El objetivo principal en la selección del proceso es el obtener información preliminar para el primer estimado de costo (diagrama de flujo, lista de equipo, balance de masa y energía, área y materiales de construcción).

#### B) ESTIMADOS DE INVERSIÓN FIJA.

Dentro de la evaluación de un proyecto, un factor importante es la estimación de la inversión fija. De acuerdo a los resultados obtenidos la empresa puede tomar decisiones a lo largo del proyecto, que pueden ir desde negociaciones tendientes a la obtención de tecnología en paralelo con la realización y análisis formales de mercado, investigación de fuentes de financiamiento, definición del tiempo de ejecución hasta la determinación de medidas de control de costos resultantes.

Según la etapa en la que se encuentre el proyecto y la cantidad y calidad de la información disponible, la estimación de la inversión fija se puede clasificar como :

1. Estimado preliminar
2. Estimado intermedio
3. Estimado detallado
4. Estimado definitivo

Las características de cada estimado serán explicadas con más detalle en el capítulo dos.

### C) ESTUDIO DE MERCADO.

La idea de un proyecto surge cuando se requiere satisfacer una demanda. A medida que el proyecto va evolucionando, el conocimiento del mercado se va incrementando, tanto en cantidad como en calidad.

Dentro de los parámetros definidos se puede mencionar :

1. Demanda del producto, incluyendo antecedentes históricos y proyecciones a futuro
2. Características del producto
3. Disponibilidad y calidad de productos equivalentes
4. Ubicación geográfica de centros de consumo
5. Historia y proyección de precios
6. Factores socioeconómicos de centros de consumo

Por medio de estos estudios la empresa tiene mayor certeza en : la capacidad de las instalaciones, propiedades del producto, la existencia de competencia, las necesidades de presentación y distribución, la ubicación oportuna del proyecto en el tiempo, los resultados que pueden esperarse de la inversión fija.

### D) SELECCION DEL LUGAR DE LOCALIZACION DEL PROYECTO.

Al elegir la localización de la planta se requiere que se definan algunos aspectos, tales como las características del terreno, requerimientos de infraestructura socioeconómica del municipio o ciudad seleccionada y los requerimientos de infraestructura de servicios del terreno a localizar.

Para determinar el lugar donde se instalara la planta, por lo general se elige el área geográfica y después se analizan con detalle algunos corredores industriales.

Al determinar el área geográfica se consideran factores generales y requisitos mínimos indispensables, estos son :

1. Cercanía a los principales centros de ubicación de los consumidores
2. Disponibilidad de materia prima en la región
3. Disponibilidad de mano de obra calificada
4. Análisis preliminar del costo de transporte
5. Interés en aprovechar ciertos estímulos fiscales
6. Deseos del grupo de inversionistas en promover la economía de determinada región

Una vez elegida la región el análisis comprende dos enfoques ; el cuantitativo y el cualitativo.

Para el enfoque cualitativo se tiene, la infraestructura socioeconómica y la infraestructura de servicios.

La infraestructura socioeconómica correspondiente al municipio elegido debe tener ciertas características :

1. Disponibilidad de medios de transporte
2. Disponibilidad de mano de obra
3. Disponibilidad de servicios a la comunidad
4. Disponibilidad de centros recreativos
5. Facilidades para la construcción
6. Condiciones climatológicas
7. Control de contaminación ambiental
8. Grado de concentración industrial
9. Ambiente laboral
10. Ambiente social

La infraestructura de servicios tiene las siguientes características:

1. Características del terreno
2. Distancia a fuentes de suministro y energía eléctrica
3. Tipo de fuente de agua
4. Distancia a la fuente de agua
5. Distancia al abastecimiento de energéticos
6. Tipo de abastecimiento de energéticos
7. Tipo de drenaje
8. Distancia al drenaje

9. Distancias a las vías del ferrocarril
10. Distancia a la carretera federal o de cuota
11. Tipo de camino o acceso al terreno
12. Número de líneas telefónicas disponibles

Para el enfoque cuantitativo, su finalidad es reducir el número de - alternativas posibles y es la comparación del terreno de acuerdo a su costo en función de :

1. Costo de adquisición del terreno
2. Costo del transporte del producto terminado de la planta a sus posibles centros de venta
3. Costo del transporte de la materia prima de su lugar de - abastecimiento a la planta
4. Costo de construcción de equipos necesarios

#### **E) DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA.**

La ingeniería básica es aquella información tecnológica necesaria - para desarrollar un proyecto industrial, la cual puede comprender desde - los aspectos básicos para el diseño hasta recomendaciones para la opera- ción, control y mantenimiento de la planta, objetivo del proyecto.

La ingeniería básica puede ser suministrada por algún proveedor o - bien desarrollada por alguna firma de ingeniería. La documentación que - forma parte de un paquete de ingeniería básica comprende lo siguiente :

1. Descripción detallada del proceso
2. Diagrama de flujo de proceso
3. Arreglo preliminar de los equipos
4. Lista de equipo principal
5. Hoja de datos de los equipos principales
6. Consumo estimado de servicios auxiliares
7. Consumo y especificaciones de reactivos químicos y catalizadores
8. Manual de operación

## F) DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE.

La ingeniería de detalle se puede definir como la parte de la ingeniería de proyecto en la cual se desarrollan las especificaciones de los equipos, se elaboran los dibujos y demás documentos de ingeniería con los cuales es posible adquirir estos, la maquinaria y materiales necesarios para llevar a cabo la construcción de la planta y las instalaciones auxiliares requeridas; además forma parte de esta los dibujos de arreglo general, fabricación y montaje, así como instructivos de instalación, operación, mantenimiento y listas de partes de repuesto suministradas por los diferentes proveedores de equipo e instrumentos para el proyecto. En ocasiones el mismo licenciador de la tecnología suministra dibujos detallados para la fabricación y/o montaje de equipos especiales.

En la ingeniería de detalle intervienen ingenieros de muy diversas especialidades entre los que se pueden encontrar : químicos, civiles, mecánico electricista, etc.

Estos especialistas basan su actividad en procedimientos de trabajo, normas, códigos y estándares de diseño que permiten uniformizar y coordinar el trabajo de disciplinas profesionales tan diversas, no solo entre sí, sino también con la industria nacional e internacional.

Una norma es una serie de reglas, conceptos y procedimientos que se establecen en base a los códigos y los requisitos mínimos de la calidad de los elementos que integran un proyecto.

Los códigos son normas a nivel nacional que han establecido los países altamente desarrollados y por lo tanto también definen los requisitos mínimos de calidad de los equipos y materiales; establecen los procedimientos de pruebas de calidad; clasifican los diferentes materiales de construcción por sus características físicas y químicas, también definen y clasifican los diferentes tipos de equipo por sus diseños; establecen en cada caso las ecuaciones y factores de seguridad que se deben considerar para el diseño de equipos o elementos de construcción.

Para poder analizar el tipo de trabajo comprendido en la ingeniería de detalle es necesario la agrupación de las distintas ramas o campos profesionales de la manera siguiente, o en alguna forma similar dependiendo de la firma de ingeniería :

1. Ingeniería de proceso
2. Ingeniería mecánica
3. Ingeniería de instrumentos
4. Ingeniería de tuberías
5. Ingeniería civil
6. Ingeniería eléctrica

#### 1.1.4 ADQUISICION DE EQUIPO Y MATERIALES.

Una vez generados los documentos de la ingeniería de detalle se procede a la adquisición de los componentes de las nuevas instalaciones : - los equipos, en la etapa inicial de la ingeniería, los materiales, en las etapas intermedia y final.

Algunos puntos que deben cumplirse son :

1. Preparación de solicitudes de cotización
2. Elaboración de tablas comparativas técnico-comerciales
3. Negociación y liberación de órdenes de compra
4. Expedición
5. Inspección
6. Tráfico

#### 1.1.5 CONSTRUCCION.

La realización física de un proyecto se lleva a cabo en esta etapa - partiendo de los resultados y documentos acumulados en las fases precedentes. Existe una gran variedad de actividades involucradas en la etapa de construcción de las cuales se puede mencionar las siguientes :

1. Preparación del terreno
2. Instalaciones provisionales
3. Excavaciones, cimentaciones e instalaciones subterráneas
4. Prefabricación y montaje de estructuras metálicas
5. Montaje de equipos
6. Erección de edificios
7. Prefabricación de tuberías
8. Instalaciones eléctricas
9. Montaje de instrumentos

## 10. Urbanización

## 11. Aislamiento y pintura

Para el control de estas actividades en el tiempo se debiera contar con un programa detallado de construcción, elaborado a partir de los programas de ingeniería de detalle y adquisición de equipos y materiales.

### 1.1.6 PRUEBA Y ARRANQUE DE LA PLANTA.

Conforme se van montando los equipos y tuberías se deben iniciar las pruebas y limpieza de los sistemas con el objetivo de que las fallas se -  
corrijan con anticipación a la puesta en marcha de la planta.

Las principales fallas que se presentan son : mal funcionamiento de equipos rotatorios, fugas en uniones y/o soldaduras, errores de fabricación, ingeniería y/o construcción.

Una vez resueltas las fallas y después de una cuidadosa inspección, las nuevas instalaciones están listas para ser entregadas al grupo de -  
arranque, el cual esta constituido por : personal de operación y mantenimiento de la empresa, ampliamente documentado e identificado con la información básica del proyecto, representantes de licenciadores y firmas de -  
ingeniería, expertos en fabricación de equipos de diseño especial y contratistas de construcción.

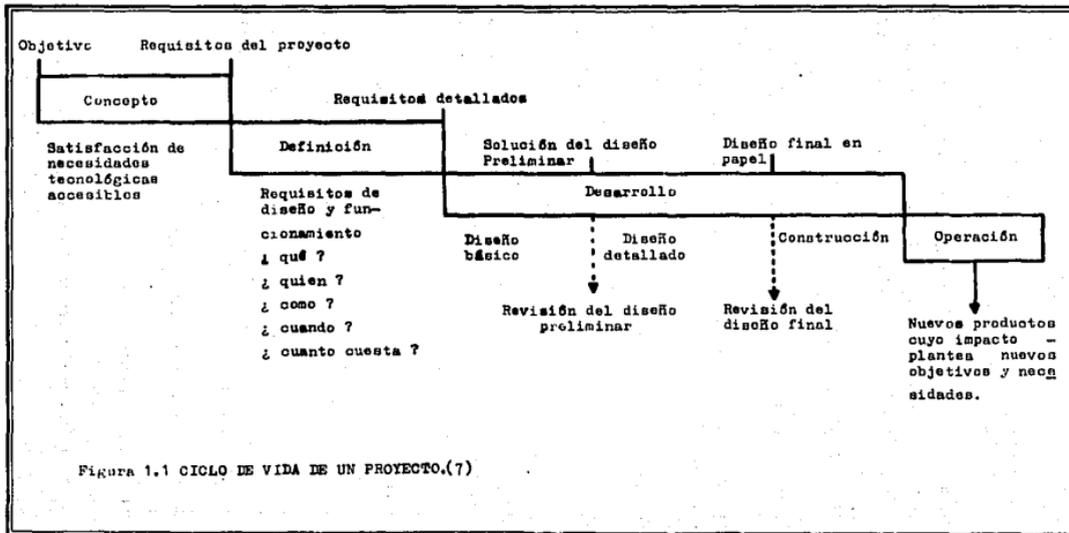
Resumiendo lo anterior, se tiene que para cualquier tipo de proyecto el ciclo de vida del mismo contempla las siguientes etapas :

1. Concepto : definición de requisitos y concepción de planes generales
2. Definición : selección del diseño general y planeación
3. Desarrollo : diseño final y construcción de la planta
4. Operación : instalación, uso y ajuste

La figura 1.1. muestra el ciclo de vida de un proyecto.

### 1.2. ESTRUCTURA DE LA INVERSION FIJA.

La inversión fija es el valor en dinero de los bienes de una empresa



o el valor en dinero de los bienes y servicios que se necesitan para establecer una empresa.

Dentro de la inversión fija se incluyen los costos que se tienen por equipos, edificios, tuberías, instrumentación, aislamiento, etc.

Otra parte de la inversión fija es la que considera los costos indirectos del proyecto, es decir, aquellos que no están relacionados directamente con el proceso. Entre estos se encuentran: los impuestos, los gastos generales de construcción, honorarios del contratista y contingencias.

Cabe aclarar que todos estos costos y gastos mencionados anteriormente se consideran antes de que entre en operación la planta, ya que se efectúan durante la construcción de la misma, por lo que son costos y gastos preoperativos.

La inversión de capital fijo requerida para la instalación de una planta de proceso debe contemplar los siguientes aspectos:

1. El costo del equipo principal
  - Torres y tanque a presión
  - Tanques de almacenamiento
  - Reactores
  - Cambiadores de calor
  - Hornos y calentadores a fuego directo
  - Bombas y compresores
  - Equipo diverso (filtros, centrifugas, etc.)
2. Costo de equipo auxiliar
  - Plataformas y estructuras
  - Tuberías, válvulas y accesorios
  - Aislamiento térmico
  - Instrumentación
  - Sistema eléctrico
  - Edificios
  - Pintura
3. Costos de ingeniería y construcción
  - Preparación del terreno
  - Cimentación
  - Instalación del equipo
  - Espuelas de ferrocarril

- Obras de caminos
- 4. Costos indirectos de construcción y fletes
  - Renta e instalación de equipo
  - Edificios temporales
  - Seguros e impuestos
  - Fletes
  - Contingencias

Cuando la evaluación se hace para un complejo industrial, es decir, un grupo de plantas relacionadas con la producción, la inversión total es la suma de la inversión de cada una de las plantas de producción.

En la tabla 1.1 se presentan cada uno de los factores de costos mencionados anteriormente y que forman parte de la inversión fija; se clasificarán en costos directos e indirectos de acuerdo a su relación con el proceso, además de que se explican brevemente los aspectos que se deben cubrir. Cada uno de estos factores puede ser representado como un porcentaje de la inversión fija, siendo la suma de los porcentajes igual al 100 %. En la tabla 1.2 se muestran los rangos típicos en que se encuentran estos porcentajes para cada uno de los factores de costo, basados en la experiencia de diversos proyectos realizados anteriormente.

A continuación se explica en forma más detallada cada uno de los factores de costo, que elementos se deben considerar, como se puede evaluar, etc. Lo que se pretende lograr con esto es establecer lo más claramente posible, la forma como se encuentra estructurada la inversión fija para la instalación de una planta de proceso, y poder realizar así la mejor estimación de la misma, lo que repercutirá en un buen desarrollo del proyecto a realizar.

#### 1.2.1 COMPRA DE EQUIPO.

El costo del equipo es la base de varios métodos para estimar la inversión fija. La fuente de los precios del equipo, los métodos de ajuste de estos precios para la capacidad real del equipo y los métodos de estimación del equipo auxiliar, son elementos necesarios para realizar un estimado más confiable del costo.

Los diferentes tipos de equipos pueden ser divididos en :

TABLA 1.1 ANALISIS DE LA INVERSION FIJA PARA UNA PLANTA DE PROCESO QUIMICO. (9)

Costos Directos

1. Compra de equipo
  - Todo el equipo listado en el diagrama de flujo de proceso
  - Equipo de relevo
  - Partes de repuesto del equipo
  - Fletes
  - Impuestos, seguros, derechos de aduana
2. Instalación del equipo
  - Instalación de todo el equipo listado en el diagrama de flujo de proceso
  - Soportes estructurales, aislamiento, pintura
3. Instrumentación y control
  - Compra, instalación, calibración, enlace con computadoras
4. Tuberías
  - Tubería de proceso
  - Racks de tubería, válvulas, accesorios
  - Aislamiento
5. Equipo y material eléctrico
  - Equipo eléctrico
  - Switchs, motores, conductores, accesorios, alimentadores, alumbrado, alambrado
  - Alambrado de instrumentos de control
6. Construcción ( incluye servicios )
  - Subestructuras, superestructuras, plataformas, escaleras, accesos
  - Construcciones auxiliares; oficinas, consultorios, cafetería, estacionamiento, almacén de productos, vigilancia, estación de bomberos, laboratorio de investigación

TABLA 1.1 ANALISIS DE LA INVERSION FIJA PARA UNA PLANTA DE PROCESO QUIMICO ( CONTINUACION ). (9)

- Talleres de mantenimiento; eléctrico, tubería, mecánico, etc.
  - Construcción de servicios; bombas, calderas, ventilación, colector de polvo, aire acondicionado, escaleras, sistemas de aspersores, etc.
7. Preparación del terreno
- Limpieza, nivelación, caminos, banquetas, cercado, áreas verdes, arquitectura.
8. Servicios auxiliares
- Suministro de vapor, agua, energía, refrigeración, combustible, aire.
  - Desecho de efluentes; incineradores, pozos, tratamiento de aguas, control del medio ambiente
  - Equipo diverso; mobiliario y equipo de oficinas, cafetería, consultorio, taller, laboratorios, etc.
  - Almacenes de materia prima y productos, equipo de empaqueo de productos
9. Terreno
- Compra del terreno
  - Estudios y honorarios
- Costos Indirectos
1. Ingeniería y supervisión
- Ingeniería de proyectos, proceso y procura
  - Diseño y planos
  - Gastos de oficina
  - Viáticos
  - Supervisión e inspección
2. Gastos generales de construcción
- Construcciones temporales
  - Renta de equipo y herramientas de construcción
  - Nóminas

TABLA 1.1 ANALISIS DE LA INVERSION FIJA PARA UNA PLANTA DE PROCESO  
QUIMICO ( CONTINUACION ). (9)

- Impuestos, seguros

3. Honorarios del contratista

4. Contingencias

NOTA: Todos los costos y gastos son preoperativos.

**TABLA 1.2 PORCENTAJE TIPICO DE VALORES DE INVERSION FIJA PARA COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS EN PLANTAS DE PROCESO QUIMICO. (9)**

<b>COMPONENTE</b>	<b>Rango %</b>
<b>Costos Directos</b>	
Compra de equipo	15 - 40
Instalación del equipo	6 - 14
Instrumentación y control ( incluyendo instalación )	2 - 8
Tubería ( incluyendo instalación )	3 - 20
Eléctrico ( incluyendo instalación )	2 - 10
Construcción ( incluyendo servicios )	3 - 18
Preparación del terreno	2 - 5
Servicios ( incluyendo instalación )	8 - 20
Terreno	1 - 2
<b>Costos Indirectos</b>	
Ingeniería y supervisión	4 - 21
Gastos generales de construcción	4 - 16
Honorarios del contratista	2 - 6
Contingencias	5 - 15

1. Equipo de proceso
2. Equipo para manejo y almacenamiento de materia prima
3. Equipo para manejo y almacenamiento del producto terminado

El costo del equipo auxiliar y materiales, tales como tubería, aislamiento, pintura, etc., requeridos para estos equipos también debe ser incluido.

A menudo los fabricantes pueden cotizar los costos de los equipos requeridos. Sin embargo, en otras ocasiones es necesario estimar el precio de un equipo. En este caso se dispone en la actualidad de diversos métodos para estimar el costo de un equipo, los más simples consisten en gráficas donde se pueden determinar los costos en base a alguna característica del equipo y por medio de factores se corrige de acuerdo a parámetros de diseño del equipo.

También se puede estimar el costo utilizando una relación logarítmica que se conoce como la regla de las seis décimas :

$$\text{Costo del equipo} = \left[ \begin{array}{c} \text{Costo del equipo} \\ \text{similar} \end{array} \right] \left[ \frac{\text{Capacidad del equipo}}{\text{Capacidad del equipo similar}} \right]^{0.6}$$

La ecuación indica que en una gráfica log-log de capacidad contra costo del equipo se tiene una línea recta con una pendiente igual a 0.6 . No obstante esta regla no aplica a todos los equipos como lo muestra la tabla 1.3 , en donde se proporcionan los exponentes típicos utilizados en la ecuación anterior para diferentes equipos. Cuando se carece del valor del exponente es aceptable tomar un valor de 0.6 .

Para hacer un buen uso de este método se recomienda que la diferencia de capacidades no sea mayor de diez veces de una con respecto a la otra y cuidando que el equipo cuyo costo se desea estimar y el equipo con que se compara sea lo más similarmente posible, considerando : tipo de construcción, material de construcción, temperatura y presión de operación y otras variables.

### 1.2.2 INSTALACION DEL EQUIPO.

La instalación del equipo involucra el costo por los trabajos de ci-

TABLA 1.3 EXPONENTES TÍPICOS PARA ESTIMAR EL COSTO DE EQUIPOS DE PROCESO (9)

EQUIPO	Rango	Exponente
Mezclador, doble cono rotatorio	50 - 250 ft <sup>3</sup>	0.49
Centrífuga, ventilador	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup> ft <sup>3</sup> /m	0.59
Centrífuga, sople de sólidos	10 - 10 <sup>2</sup> hp	0.67
Cristalizador, batch al vacío	500 - 7000 ft <sup>3</sup>	0.37
Compresor, reciprocante, aire cólado 2 etapas, 150 psi de descarga	10 - 400 ft <sup>3</sup> /min	0.69
Compresor, rotatorio, una etapa aleta corrediza, 150 psi de descarga	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup> "	0.79
Secador, colector de vapor, vacío sencillo	10 - 10 <sup>2</sup> ft <sup>2</sup>	0.76
Secador, colector de vapor, atmosférico	10 - 10 <sup>2</sup> ft <sup>2</sup>	0.40
Evaporador, tanque horizontal	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>4</sup> ft <sup>2</sup>	0.54
Ventilador, centrifugo	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup> ft <sup>3</sup> /m	0.44
Ventilador, centrifugo	2x10 <sup>4</sup> - 7x10 <sup>4</sup> "	1.17
Intercambiador de calor, tubos y corasa cabezal flotante	100 - 400 ft <sup>2</sup>	0.60
Intercambiador de calor, tubos y corasa lámina fija	100 - 400 ft <sup>2</sup>	0.44
Kettle, hierro fundido, enchaquetado	250 - 800 gal	0.27
Kettle, vidrio, enchaquetado	200 - 800 gal	0.31
Motor, jaula de ardilla, inducción, prueba de explosión, 440 volts	5 - 20 hp	0.69
Motor, jaula de ardilla, inducción, prueba de explosión, 440 volts	20 - 200 hp	0.99
Bomba reciprocante, horizontal, hierro fundido	2 - 100 gpm	0.34
Reactor de vidrio enchaquetado	50 - 600 gal	0.54
Reactor S. S., 300 psi	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup> gal	0.56
Separador centrifugo	50 - 250 ft	0.49
Tanque de cabeza plana	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>4</sup> gal	0.57
Torre	10 <sup>3</sup> - 2x10 <sup>6</sup> lb	0.62
Plato copa de burbuja	3 - 10 ft-diam	1.20

mentación, soportes, plataformas, gastos de construcción y otros factores directamente relacionados con la erección del equipo. La tabla 1.4 presenta un rango general de costos de instalación en forma de porcentajes del costo de compra del equipo para diferentes tipos de equipo.

Los costos de instalación pueden variar ampliamente para un determinado equipo, dependiendo del tamaño del mismo. La tabla 1.5 muestra los exponentes típicos para diversos equipos que se utilizan cuando se deben realizar escalamientos en los costos de instalación con equipos de diferente tamaño. El escalamiento se hace en forma similar a la regla de las seis décimas descrita anteriormente.

De un análisis del costo total de instalación de equipo realizado en un gran número de plantas químicas típicas, se puede observar que estos costos representan de un 25 a un 55 % del costo de compra del equipo, dependiendo de la complejidad del mismo y del tipo de planta en la cual el equipo es instalado.

#### 1.2.3 COSTO DE AISLAMIENTO.

Cuando el proceso maneja temperaturas muy bajas o muy altas el factor de aislamiento se vuelve importante y se debe estimar su costo. Los gastos por aislamiento de equipo y tubería a menudo se incluyen en los costos de su instalación.

El costo total por mano de obra y material requerido para el aislamiento de equipo y tubería en una planta química es aproximadamente del 8 al 9% del costo del equipo. Esto es equivalente al 2% de la inversión fija.

#### 1.2.4 INSTRUMENTACION Y CONTROL.

Los costos de los instrumentos, de la mano de obra por la instalación de estos, los gastos por equipo auxiliar y materiales constituyen la parte principal del requerimiento de inversión fija para instrumentación.

Los costos totales de instrumentación dependen de la cantidad de control requerido y pueden variar del 6 al 30 % del costo total del equipo. Dependiendo de la complejidad de los instrumentos y del servicio que pre-

TABLA 1.4 INSTALACION DEL EQUIPO EN FUNCION DEL COSTO DEL EQUIPO.(9)

Tipo de equipo	Costo de instalación, %
Separadores centrifugos	20 - 60
Compresores	30 - 60
Secadores	25 - 60
Evaporadores	25 - 90
Filtros	65 - 80
Intercambiadores de calor	30 - 60
Cristalizadores mecánicos	30 - 60
Tanques de metal	30 - 60
Mezcladores	20 - 40
Bombas	25 - 60
Torres	60 - 90
Cristalizadores con vacío	40 - 70
Tanques de madera	30 - 60

TABLA 1.5 EXPONENTES TIPICOS PARA EL ESCALAMIENTO DE LOS COSTOS DE INSTALACION DEL EQUIPO. (9)

Equipo	Rango	Exponente
Tubería de aluminio	0.5 - 2 in.diám.	0.49
Tubería de aluminio	2.0 - 4 in.diám.	1.11
Motor, jaula de ardilla, inducción 440 volts	1 - 10 hp	0.19
Motor, jaula de ardilla, inducción 440 volts	10 - 50 hp	0.50
Bomba centrifuga, horizontal	0.5 - 1.5 hp	0.63
Bomba centrifuga, horizontal	1.5 - 40 hp	0.09
Torre	diám. etc.	0.88
Transformador	9 - 225 Kva.	0.58
Intercambiador de calor	cualquier tam.	0.00

ten se debe considerar un costo adicional para su instalación y para sus accesorios que puede ir del 50 al 70 % de los costos de los instrumentos, siendo aproximadamente los costos de instalación iguales a los costos por accesorios.

#### 1.2.5 COSTOS DE TUBERIA.

Los costos de la tubería pueden llegar a representar hasta un 20 % de la inversión fija.

La tabla 1.6 presenta un estimado aproximado del costo de tubería para varios tipos de procesos químicos. El costo por la instalación de la tubería representa aproximadamente de un 40 a un 50 % del costo de instalación del equipo.

#### 1.2.6 COSTOS DE INSTALACION ELECTRICA.

Estos costos incluyen la mano de obra por instalación y el material necesario para la distribución de energía y el alumbrado. Los servicios de alumbrado generalmente se incluyen bajo el manejo de los costos de construcción y servicios. En plantas químicas los costos de instalación eléctrica pueden representar de un 10 a un 15 % del costo del equipo y algunas ocasiones puede alcanzar hasta un 40 % dependiendo del proceso. Estos costos generalmente se estiman entre un 3 a un 10 % de la inversión fija.

La instalación eléctrica consiste en: alambrado, alumbrado, transformación y servicios, así como alambrado para control de los instrumentos. La tabla 1.7 muestra estos componentes y su relación con el costo total de la instalación eléctrica.

#### 1.2.7 COSTO DE CONSTRUCCION INCLUYENDO SERVICIOS.

Este costo cubre los gastos por mano de obra, materiales y otros aspectos relacionados con la erección de toda la construcción de la planta. Los costos por plomería, calefacción, alumbrado, ventilación y otros servicios similares deben ser incluidos.

En las tablas 1.8 y 1.9 se muestran los costos de construcción incluy

TABLA 1.6 COSTO ESTIMADO DE TUBERIA. (9)

Tipo de proceso de la planta	Porcentaje del costo del equipo			Porcentaje de la inversión fija
	Material	Mano de obra	Total	Total
Sólidos <sup>1</sup>	9	7	16	4
Sólido-fluido <sup>2</sup>	17	14	31	7
Fluido <sup>3</sup>	36	30	66	13

1. Plantas de aglomerados  
 2. Planta de petróleo  
 3. Una destilación

TABLA 1.7 COSTO DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACION ELECTRICA COMO PORCENTAJE DEL COSTO DE LA MISMA. (9)

Componente	Rango, %	Valor típico, %
Alambrado	25 - 50	40
Alumbrado	7 - 25	15
Transformación y servicios	9 - 65	40
Alambrado para el control de instrumentación	3 - 8	5

TABLA 1.8 COSTOS DE CONSTRUCCION INCLUYENDO SERVICIOS, BASADO EN EL COSTO DEL EQUIPO. (9)

Tipo de proceso en la planta	Planta nueva	Complejo químico	Expansión de una planta existente
Sólido	68	25	15
Sólido-fluido	47	29	7
Fluido	45	5 - 18	6

TABLA 1.9 COSTOS DE CONSTRUCCION INCLUYENDO SERVICIOS, BASADOS EN LA INVERSION FIJA. (9)

Tipo de proceso en la planta	Planta nueva	Complejo químico	Expansión de una planta existente
Sólido	18	7	4
Sólido-fluido	12	7	2
Fluido	10	2 - 4	2

yendo servicios, para diferentes tipos de plantas de procesos, primero en forma de porcentajes del costo del equipo y en la segunda tabla en forma de porcentajes de la inversión fija.

#### 1.2.8 COSTOS POR PREPARACION DEL TERRENO.

Los costos por la nivelación, caminos, banquetas, espuelas para ferrocarril, cercado, jardinería y detalles similares constituyen una parte de la inversión de capital incluidos en la preparación del terreno. Estos costos son aproximadamente un 10 a un 20 % del costo del equipo, equivalente a un 2 - 5 % de la inversión de capital fijo. Ver tabla 1.10

#### 1.2.9 COSTOS DE SERVICIOS.

El suministro de vapor, agua, energía, aire y combustible son parte de los servicios que requiere una planta industrial. Los dispositivos de protección contra incendio y otros detalles como almacenes, consultorios y cafeterías requieren de una inversión del capital y se incluye en el costo de servicios.

El costo total por servicios esta en un rango del 30 al 80 % del costo del equipo y en términos de la inversión de capital esta entre un 8 y un 20 % de esta. La tabla 1.11 lista varios elementos de servicios representando porcentajes de la inversión de capital fijo.

#### 1.2.10 COSTO DEL TERRENO.

El costo del terreno, los estudios de mecánica de suelos y honorarios diversos por tramites administrativos estan contenidos en los costos del terreno. Dichos costos dependen basicamente de la localización de la propiedad, variando considerablemente de la zona rural o una área altamente industrial.

El costo del terreno representa del 4 al 8 % de los costos de equipo o del 1 al 2 % de la inversión de capital fijo. Como el valor de terreno no decrece con el tiempo, este costo no se incluye en la inversión de capital fijo cuando se estiman ciertos costos anuales de operación, tal como la depreciación.

TABLA 1.10 PORCENTAJES TÍPICOS DE LA INVERSIÓN FIJA PARA LA PREPARACIÓN DEL TERRENO. (9)

Componente	Rango, %	Valor típico, %
Limpieza del lugar	0.4 - 1.2	0.8
Caminos y pasos	0.2 - 1.2	0.6
Espuelas de ferrocarril	0.3 - 0.9	0.6
Cercados	0.1 - 0.3	0.2
Alumbrado de patios	0.1 - 0.3	0.2
Jardines	0.1 - 0.3	0.2
Otros	0.2 - 0.6	0.3

TABLA 1.11 PORCENTAJES TÍPICOS DE LA INVERSIÓN FIJA PARA SERVICIOS. (9)

Servicio	Rango, %	Valor típico, %
Generación de vapor	2.6 - 6.0	3.0
Distribución de vapor	0.2 - 2.0	1.0
Suministro de agua, enfriamiento y bombeo	0.4 - 3.7	1.8
Tratamiento de agua	0.5 - 2.1	1.3
Distribución de agua	0.1 - 2.0	0.8
Subestación eléctrica	0.9 - 2.6	1.3
Distribución eléctrica	0.4 - 2.1	1.0
Suministro de gas y distribución	0.2 - 0.4	0.3
Compresión de aire y distribución	0.2 - 3.0	1.0
Refrigeración incluyendo distribución	1.0 - 3.0	2.0
Comunicaciones	0.1 - 0.3	0.2
Almacenes de materia prima	0.3 - 3.2	0.5
Almacén de producto terminado	0.7 - 2.4	1.5
Sistema de protección contra incendio	0.3 - 1.0	0.5
Instalaciones de seguridad	0.2 - 0.6	0.4

#### 1.2.11 COSTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION.

El costo de la ingeniería de proyecto y de proceso, el costo del diseño y planos, el costo de la ingeniería de procura, viáticos y gastos de oficina, se incluyen en la inversión de capital para la ingeniería y supervisión. Estos costos no pueden ser directamente cargados al costo del equipo, materiales o mano de obra, ya que es considerado un costo indirecto en la inversión de capital fijo y representa aproximadamente el 30 % del costo del equipo o el 8 % de los costos totales directos de una planta. En la tabla 1.12 se presentan estos porcentajes para los diversos componentes del costo de ingeniería y supervisión.

#### 1.2.12 GASTOS GENERALES DE CONSTRUCCION.

Otros gastos que se incluyen en los costos indirectos de una planta son los gastos generales de construcción o de campo, e incluyen: construcción temporal, equipo y herramientas de construcción, nómina, seguros, - impuestos entre otros.

Algunos de estos componentes se incluyen ocasionalmente en el costo de instalación de equipo. En la tabla 1.13 se muestran los porcentajes de estos costos que están relacionados con la inversión de capital fijo. Para plantas químicas los gastos generales de construcción son en promedio del 10 % del costo total directo de una planta de proceso.

#### 1.2.13 HONORARIOS DEL CONTRATISTA.

Estos honorarios varían para cada tipo de proyecto y situación, pero pueden ser estimados como el 2 al 8 % del costo total directo de la planta o el 1.5 al 6 % de la inversión de capital fijo.

#### 1.2.14 CONTINGENCIAS.

El factor de contingencias es generalmente incluido en el estimado de inversión de capital para compensar gastos por eventos impredecibles, tales como tempestades, inundaciones, huelgas, cambios de precios, cambios pequeños de diseño, errores en la estimación y otros gastos imprevistos.

TABLA 1.12 PORCENTAJES TÍPICOS DE LA INVERSIÓN FIJA PARA INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN. (9)

Componentes	Rango, %	Valor típico, %
Ingeniería	1.5 - 6.0	2.2
Diseño y planos	2.0 - 12.0	4.8
Procura	0.2 - 0.5	0.3
Gastos de oficina	0.2 - 1.0	0.3
Viáticos	0.1 - 1.0	0.2
Supervisión	4.0 - 21.0	8.1

TABLA 1.13 PORCENTAJES TÍPICOS DE LA INVERSIÓN FIJA PARA GASTOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN. (9)

Componentes	Rango, %	Valor típico, %
Construcciones temporales	1.0 - 3.0	1.7
Renta de equipo y herramientas de construcción	1.0 - 3.0	1.5
Nóminas	0.4 - 4.0	1.0
Impuestos y seguros	1.0 - 2.0	1.2
Gastos generales	0.3 - 0.8	0.5
Gastos totales	4.2 - 16.2	7.0

tos. El factor de contingencias tiene un rango de 5 a 15 % del costo directo de una planta, normalmente se emplea un 8 % como promedio.

#### 1.2.15 GASTOS POR ARRANQUE.

Después de construir completamente la planta, frecuentemente se tiene que hacer cambios antes de que la planta opere a condiciones de diseño. Estos cambios involucran gastos para material y equipo y resultan en pérdidas de ingresos mientras la planta esta parada o es operada solamente a una capacidad parcial. Aunque estos gastos no son considerados estrictamente como parte de la inversión de capital fijo, es adecuado determinar estos costos para proporcionar una mayor confiabilidad al estimado. Estos gastos pueden ser tan altos como el 12 % de la inversión del capital fijo, aunque por lo general se toma un rango del 8 al 10 % de esta.

Una buena estimación de la inversión de capital fijo es obtenida en la medida que se tomen en cuenta cada uno de los elementos mencionados anteriormente. Lógicamente el método que maneje la mayor parte de estos factores proporcionará el estimado más confiable, aunque hay que considerar también la cantidad de información acerca del proyecto que este disponible y que pueda ser utilizada para la estimación.

**CAPITULO**

**2**

## 2. METODOS DE ESTIMACION DE INVERSION FIJA

La estimación de costos de la inversión fija es esencialmente un proceso intuitivo, el cual pretende predecir el resultado final de un programa futuro de gastos, aún cuando no todos los parámetros y condiciones concernientes al proyecto son conocidas, o bien, no están totalmente definidos cuando el estimado se realiza.

Los tipos de estimados varían considerablemente dependiendo de la información disponible, las restricciones del tiempo y los propósitos del estimado.

Actualmente se cuenta con diversos tipos o clasificaciones de los estimados que han sido preparados por varios autores, compañías y organizaciones profesionales e industriales. Se presentan a continuación algunos ejemplos típicos de estas clasificaciones.

Edmunds (6) refiere seis tipos básicos de estimados utilizados principalmente por arquitectos e ingenieros para proyectos de construcción, estos son:

1. Rápido
2. Original
3. Preliminar
4. Oficial o tipo presupuesto
5. Final o definitivo
6. Revisado

La AACE (30) propone cinco tipos de estimados:

1. De orden de magnitud (razones de estimado)
2. De estudio (factores de estimación)
3. Preliminar (estimado autorizado para presupuesto)
4. Definitivo (estimado para el control del proyecto)
5. Detallado (estimado fijo)

Una clasificación realizada por S. A. Bresler y M. T. Kuo (15), muestra la exactitud aproximada y los elementos de preparación del estimado:

1. De orden de magnitud: de -30 a 50%. Se utilizan curvas de costos y razones de capacidad.

2. Para presupuesto: de -15 a 30 %. Se emplean diagramas de flujo, planos de localización y detalles de equipo
3. Definitivos: -5 a 15%. Datos definitivos de ingeniería, especificaciones, planos básicos y esquemas detallados

Otra clasificación que proporcionan Holland, Watson y Wilkinson es la siguiente :

1. Orden de magnitud :  $\pm 40$  % de exactitud
2. De estudio ;  $\pm 25$  % de exactitud
3. Preliminar :  $\pm 12$  % de exactitud
4. Definitivo :  $\pm 6$  % de exactitud
5. Detallado :  $\pm 3$  % de exactitud

Todas estas clasificaciones han sido elaboradas para identificar el método de preparación y el rango de exactitud del estimado que se necesita manejar en cada fase del proyecto.

Sin embargo, aún con esta diversidad de nombres y clasificaciones los estimados de costos de inversión fija caen dentro de la siguiente categoría :

1. Preliminar
2. Intermedio
3. Detallado
4. Definitivo

## 2.1 METODOS PRELIMINARES.

Los estimados preliminares son utilizados cuando aún no se dispone de información confiable para la evaluación inicial del proyecto. Estos estimados son útiles para realizar estudios económicos, de diseño y para obtener financiamientos. En esta situación, son empleadas técnicas de estimación de acuerdo a la experiencia y al juicio del personal encargado de preparar el estimado, ya sea utilizando gráficas de costos, reglas prácticas o simples cálculos matemáticos para obtener rápidamente un estimado de costo. La exactitud de un estimado preliminar es generalmente muy bajo ( - 40 a + 60 % ) y depende de la cantidad y calidad de información. En la tabla

TABLA 2.1 TIPOS DE ESTIMADOS PARA LA INVERSION FIJA EN PLANTAS DE PROCESO QUIMICO. (L)

Tipo de estimado	A	E	J	M	P	S	X	Y	Z
Información disponible.									
Bases generales de diseño (1)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Diagrama de flujo y balance de materia	x	x	x	x	x	x	x	x	
Balance de energía	x	x	x	x	x	x	x		
Lista de equipo e instrumentos (2)	x	x	x	x	x	x			
Hojas de especificaciones de equipo	x	x	x	x	x	x			
Estudio del lugar (3)	x	x							
Disponibilidad de servicios y transportes (4)	x	x							
Información desarrollada por el grupo de ingeniería									
Esquemas de diseño (5)	x	x	x	x	x	x			
Localización de áreas de proceso (6)	x	x	x	x	x				
Localización de áreas de servicios y edificios (7)	x	x	x	x					
Localización general y estudios topográficos	x	x	x	x					
Tipos de construcción ( especificaciones )	x	x	x						
Índice de tuberías (8) y arreglo de tuberías (9)	x	x	x						
Diagrama unifilar ( preliminar ) y tubs. eléctricas	x	x	x						
Diagramas de tuberías de instrumentación	x	x							
Especificación de instrumentos	x								
Control eléctrico e interlocks	x								
Estudio de mecánica de suelos	x								
Diseño arquitectónico y estructural ( aproximado )	x								

TABLA 2.1 TIPOS DE ESTIMADOS PARA LA INVERSION FIJA EN PLANTAS DE PROCESO QUIMICO ( CONTINUACION ).(6)

Notas :

- (1) Materias primas disponibles, productos a elaborar, capacidades de producción y almacenamiento, especificaciones de productos y materias primas, tiempos de operación.
- (2) Mostrando número de equipos requeridos, capacidad y materiales de construcción.
- (3) Incluyendo valores del terreno ( \$/m<sup>2</sup> ) y estudios de desarrollo.
- (4) Descripción de servicios requeridos y de accesibilidad del área por diversos medios.
- (5) Detalles de equipo no usuales.
- (6) Mostrando equipos en planta y elevaciones.
- (7) Servicios, edificios auxiliares y de oficinas, caminos, drenajes, etc.
- (8) Tamaños, materiales de construcción.
- (9) Arreglos preliminares que permitan efectuar una ubicación preliminar de materiales

2.1 se muestra para los estimados preliminares X, Y y Z, la información requerida para poder realizarlos.

#### 2.1.1 METODO DE LA CURVA DE COSTOS.

Este método de la curva de costos es uno de los más simples, considerando datos de costos previos que han sido representados gráficamente, relacionando los costos de capital con la capacidad de la planta. Los costos de capital obtenidos de las curvas pueden llegar a tener un error de hasta -40 a un 60%.

Uno de los errores más comunes es el considerar que los costos obtenidos de una curva es ampliamente aplicable a todas las plantas que producen el mismo producto, siendo que las curvas publicadas frecuentemente no definen con claridad las bases sobre las cuales son graficados los costos.

Un aspecto importante de esta técnica es que el estimador debe conocer todos los detalles de los procesos para minimizar el error. Sin embargo, esta técnica es útil debido a que provee una aproximación rápida de los costos de la planta y que es suficiente para estudios económicos preliminares. Chilton (20) preparo algunas gráficas para este uso y estan representadas en las figuras 2.1 y 2.2.

#### 2.1.2 METODO DE LAS SEIS DECIMAS

Esta estimación de orden de magnitud relaciona la inversión fija de una planta de proceso nueva con una similar construida anteriormente.(9)

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$C_A = C_B ( P_A/P_B )^x \quad ( 2.1 )$$

Donde:

$C_A$  = Costo de la planta nueva

$C_B$  = Costo de la planta de referencia

$P_A$  = Capacidad de la planta nueva

$P_B$  = Capacidad de la planta de referencia

$x$  = Exponente

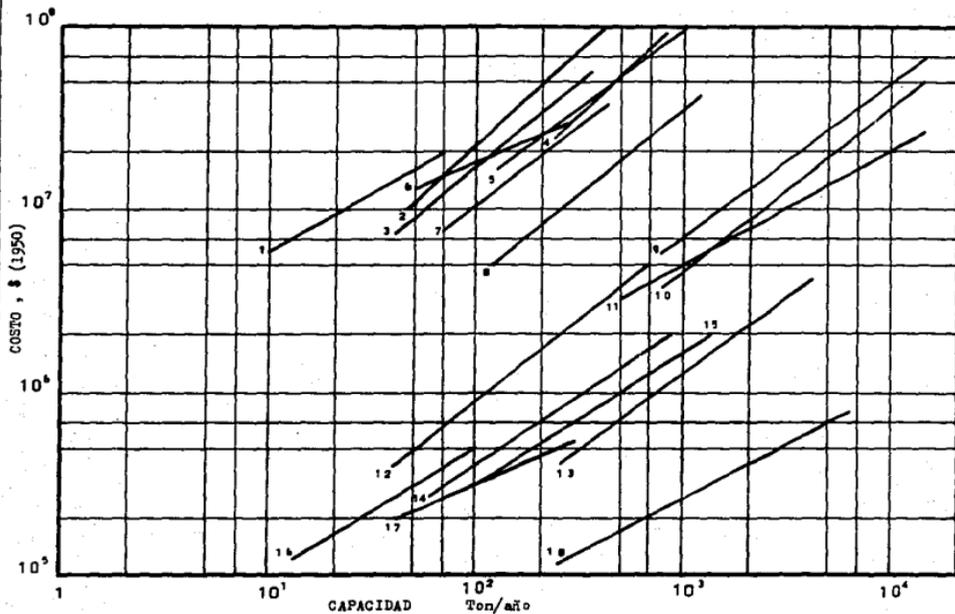


Figura 2.1 CURVAS DE COSTO PARA PLANTAS DE PROCESO. (20)

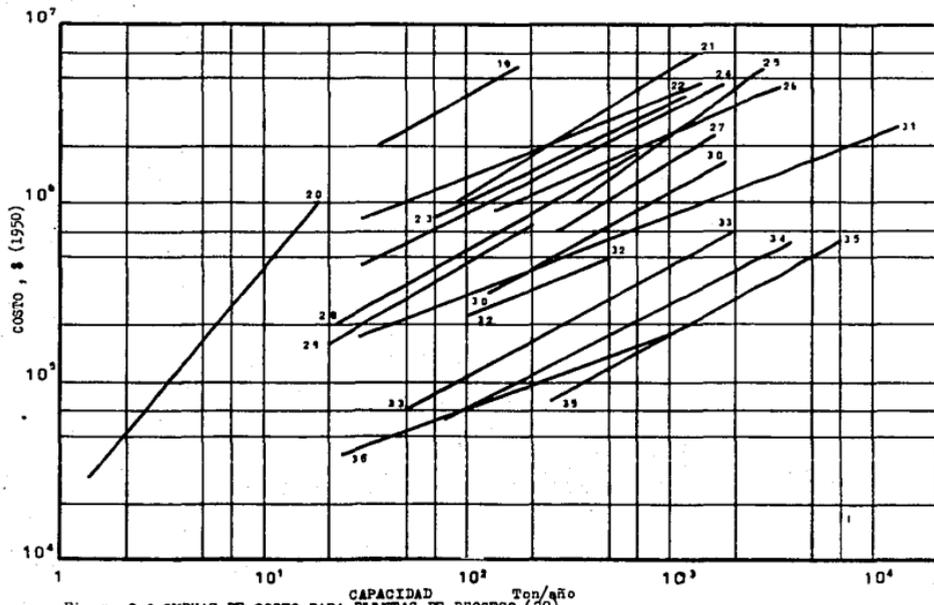


Figura 2.2 CURVAS DE COSTO PARA PLANTAS DE PROCESO. (20)

Las figuras 2.1 y 2.2 representan los costos para las siguientes plantas de proceso:

Curva #	Producto o proceso
1	Magnesio via ferrosilicon
2	Butadieno
3	Aluminio
4	TNT
5	Síntesis de amoníaco
6	Estireno
7	GR-S copolimero
8	Combustible para aviones
9	Refinería completa
10	Cracking catalítico, recuperación de gases, polimerización
11	Cracking térmico
12	Acido sulfúrico
13	Cracking de aceites crudos
14	Solventes
15	Solventes, obtención por extracción
16	Desulfuración catalítica de gasolina
17	Etileno
18	Destilación de aceites
19	Purificación de NaOH
20	Oxígeno alta pureza
21	Cracking catalítico, termofores
22	Oxígeno baja pureza
23	Oxígeno baja pureza
24	Oxígeno baja pureza
25	Cracking catalítico
26	Gasolina
27	Cracking demorado de petróleo
28	Acido sulfúrico
29	Polimerización catalítica
30	Cracking térmico
31	Hiperabsorción
32	Cracking térmico
33	Destilación a vacío
34	Destilación de aceites
35	Flasher a vacío de aceites
36	Acido sulfhídrico

NOTA : Las características específicas de cada planta de proceso deben consultarse en la referencia ( 20 ).

La aplicación más simple de esta fórmula es utilizar un valor constante de exponente de 0.6 para cualquier tipo de proceso. Sin embargo, las investigaciones de costos indican que este exponente no es constante, sino que varía de proceso a proceso, en un rango de 0.39 a 0.90. El uso del exponente incorrecto puede introducir un error considerable en el cálculo, incluso de más de un  $\pm 55\%$ . La tabla 2.2 da valores del exponente para diversas plantas de proceso.

## 2.2 METODOS INTERMEDIOS.

Se definen como la transición entre un estimado preliminar y un estimado definitivo en la medida que avance el desarrollo del proyecto y se cuente con una mayor cantidad de información, por lo que podemos situarlos con un margen de error de  $-20$  a un  $40\%$ . En la tabla 2.1 se muestran los estimados M, P y S que son intermedios y la información requerida para poder realizarlos.

### 2.2.1 METODO DE LANG.

Una de las técnicas cortas para estimar la inversión fija para una planta de proceso es el utilizar los factores de Lang (33), los cuales están basados en fórmulas estadísticas desarrolladas de análisis de múltiples proyectos.

Los costos son obtenidos multiplicando el costo del equipo principal por un factor, teniendo un error de estimación de  $-20$  a  $40\%$ .

Las siguientes relaciones aplican :

1. Para plantas de proceso de sólidos :  $C = 3.1 Ceq$
2. Para plantas de proceso sólido-fluido :  $C = 3.63 Ceq$
3. Para plantas de proceso de fluidos :  $C = 4.74 Ceq$

Donde :

$Ceq$  = Costo del equipo principal

$C$  = Inversión fija de la planta de proceso

TABLA 2.2. DATOS DE GOSTO-CAPITAL PARA PLANTAS DE PROCESO ( 1979 ). (9)

Producto o proceso	Comentario del proceso	Tamaño <sup>1</sup> de la planta	I.C.F. millones <sup>1</sup>	I.C.F. por tons. anual	Factor (x) <sup>#</sup>
Planta química					
Acido acético	CH <sub>3</sub> OH y CO-catalítico	10	4	400	0.68
Acetona	Catalizador propileno-CuCl <sub>2</sub>	100	20	200	0.45
Amoniaco	Reformado con vapor	100	15	150	0.53
Nitrato de amonio	Amoniaco y ác. nítrico	100	3	30	0.65
Butanol	Catalizador CO y H <sub>2</sub> O	50	25	500	0.40
Cloro	Electrólisis de NaCl	50	17	340	0.45
Etileno	Refinamiento de gases	50	8	160	0.83
Oxido de etileno	Catalizador	50	31	620	0.78
Formaldehído (37%)	Catalizador	10	10	1000	0.55
Glicol	Etileno y cloro	5	9	1800	0.75
Acido hidrofúorhídrico	HF y H <sub>2</sub> O	10	5	500	0.68
Metanol	CO <sub>2</sub> , gas natural y vapor	60	8	130	0.60
Acido nítrico (alta conc.)	Catalizador	100	4	40	0.60
Acido fosfórico	CaPO <sub>4</sub> y ác. sulfúrico	5	2	400	0.60
Polietileno	Catalizador	5	10	2000	0.65
Propileno	Gases refinados	10	2	200	0.70
Acido sulfúrico	Catalizador	100	2	20	0.65
Urea	Amoniaco y CO <sub>2</sub>	60	5	80	0.70



## 2.2.2 METODO DE PORCENTAJE EN FUNCION DEL EQUIPO PRINCIPAL.

Este método para estimar la inversión fija requiere la determinación del costo del equipo principal. Los componentes adicionales de la inversión están basados en un porcentaje promedio del costo total directo de la planta, y del costo indirecto de la misma, o una inversión total de capital. La fórmula utilizada es la siguiente :

$$C = ( E + E ( f_1 + f_2 + \dots ) ) f_I \quad (2.2)$$

Donde :

C = Costo de la planta

E = Costo del equipo principal

$f_1$  ,  $f_2$  = Factores multiplicativos para: tubería, instrumentación, etc.

$f_I$  = Factor por costos indirectos mayor que uno

Estos factores pueden ser determinados en base al tipo de proceso, complejidad del diseño, requerimientos de material de construcción, localización de la planta, experiencias pasadas y otros detalles que dependen de una unidad en particular. En promedio los valores de varios porcentajes para una planta química están dados en la tabla 2.3.

Este método produce resultados más exactos cuando se aplica a proyectos similares en configuración y en la modernización de plantas, con una exactitud del  $\pm 65\%$  . ( 9 ) .

## 2.2.3 FACTORES DE CRAN

Cran (6) introdujo determinaciones más aproximadas sobre estos estimados. El análisis para los diferentes tipos de equipos es más extenso, realiza una distinción para los materiales de construcción y los costos indirectos. En este método que es una variación de los factores de Lang, el incremento de la aproximación es más considerable, resultando en un error aproximadamente de tan solo 35% .

La relación del costo es :

TABLA 2.3 RELACION DE FACTORES PARA ESTIMAR LA INVERSION, FIJA  
BASADA EN EL COSTO DEL EQUIPO. (9)

Los valores presentados son aplicables para la adición de plantas de proceso mayores al sitio existente, donde el terreno es disponible a través de la compra o se tiene la propiedad. Los valores están basados en la inversión fija en un rango de \$ 1 000 000 a \$ 10 000 000 (1979).

	% de costo de equipo adquirido para una planta de proceso de:		
	Sólidos	Sólido- fluido	Fluido
<b>Costos directos</b>			
- Equipo comprado y entregado (incluye equipo fabricado y maquinaria de proceso)	100	100	100
- Instalación de equipo	45	39	47
- Instrumentación y control (instalación)	9	13	18
- Tubería (instalación)	16	31	66
- Eléctricos (instalación)	10	10	11
- Construcción (incluyendo serv.)	25	29	18
- Mejoramiento de patios	13	10	10
- Servicios (instalación)	40	55	70
- Terreno (si su compra es requerida)	6	6	6
<b>Total de costos directos</b>	<b>264</b>	<b>293</b>	<b>346</b>
<b>Costos indirectos</b>			
- Ingeniería y supervisión	33	32	33
- Gastos de construcción	39	34	41
<b>Total de costos</b>	<b>336</b>	<b>359</b>	<b>420</b>
- Honorarios del contratista (± 5% del total de los costos)	17	18	21
- Contingencias (± 10% del total de los costos)	34	36	42
<b>Inversión de capital fijo</b>	<b>387</b>	<b>413</b>	<b>483</b>
- Capital de trabajo	68	74	86
<b>Total de la inversión fija</b>	<b>455</b>	<b>487</b>	<b>569</b>

$$C = (\sum E F_d + I F_c) (1 + F_o) \quad (2.3)$$

Donde:

- C = Inversión fija de la planta
- E = Costo del equipo principal
- F<sub>d</sub> = Factor de costo directo que varía con el tipo de equipo y material de construcción, tabla 2.4.
- I = Suma de los costos de los instrumentos
- F<sub>c</sub> = Factor de costo directo para instrumentos, tabla 2.4
- F<sub>o</sub> = Factor de costos indirectos

#### 2.2.4 METODO DE CHILTON

Utilizando este método, se deben realizar algunas decisiones debido a que los factores están dados como rangos, que están incorporados como se muestra en la siguiente ecuación:

$$C = \beta_1 \beta_2 \beta_3 \sum C_{eq} \quad (2.4)$$

Chilton (20) usa el costo del equipo  $\sum C_{eq}$ , el factor  $\beta_1$  es unado para hacer la conversión de costo del equipo a el costo de equipo instalado y puede ser tomado como 1.45 para proceso de sólidos, 1.39 para mezclas de sólidos-fluido y 1.47 para proceso de fluidos. Los factores  $\beta_2$  y  $\beta_3$  son evaluados como:

$$\beta_2 = 1 + f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 \quad (2.5)$$

$$\beta_3 = 1 + f_6 + f_7 + f_8 \quad (2.6)$$

Donde los valores de  $f_i$  están dados en la tabla 2.5. Este método nos proporciona un error del  $\pm 35\%$ .

#### 2.2.5 METODO DE RUDD Y WATSON

En este método (3), la inversión fija es estimada en función de equi-

TABLA 2.4 COSTO DE PLANTAS DE PROCESO EN RELACION AL EQUIPO DE PROCESO.(6)

Equipo	Factor
- Mezcladoras	2.0
- Ventilador ( incluye motor )	2.5
- Compresores	
Centrifugo; accionado por motor	2.0
Por turbina de vapor (incluye la turbina)	2.0
Reciprocante; vapor, gas y motor	2.3
- Centrifugas	2.0
- Eyectores	2.5
- Hornos	2.0
- Intercambiadores de calor	4.8
- Instrumentos	4.1
- Motores eléctricos	8.5
- Bombas	
Centrifuga; accionada por motor	7.0
Por turbina de vapor (incluye la turbina)	6.5
Desplazamiento positivo	5.0
- Reactores	2.5
- Tanques	
Proceso	4.1
Almacenamiento	3.5
Fabricado y armado en campo	2.0
- Columnas de destilación	4.0

TABLA 2.5 FACTORES DE CHILTON. (20)

$f_1$ Tubería de proceso		$f_5$ Líneas fuera de proceso	
Rango	Condición	Rango	Condición
0.07 a 0.10	Sólidos	0.00 a 0.05	Planta existente
0.10 a 0.30	Sólidos-fluido	0.05 a 0.15	Unidades sep.
0.30 a 0.60	Fluido	0.15 a 0.25	Unidades dis.
$f_2$ Instrumentación		$f_6$ Construcción e ingeniería	
Rango	Condición	Rango	Condición
0.02 a 0.05	Poca	0.20 a 0.35	Proceso continuo
0.05 a 0.10	Mediana	0.35 a 0.50	Planta compleja
0.10 a 0.15	Compleja		
$f_3$ Construcciones		$f_7$ Tamaño	
Rango	Condición	Rango	Condición
0.05 a 0.20	Unidades exteriores	0.00 a 0.05	Grande
0.20 a 0.60	Unidades inter-exter	0.05 a 0.15	Pequeña
0.60 a 1.00	Unidades interiores	0.15 a 0.35	Experimental
$f_4$ Servicios		$f_8$ Contingencias	
Rango	Condición	Rango	Condición
0.00 a 0.05	Menores	0.10 a 0.20	Proceso fijo
0.05 a 0.25	Mayores	0.20 a 0.30	Sujeto a cambio
0.25 a 1.00	Nuevo sitio	0.30 a 0.50	Proceso tentativo

po de proceso. El método puede ser expresado como :

$$C = Ceq (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_n) \quad (2.7)$$

En donde las  $\sigma$ 's son los factores de los diferentes detalles del proyecto, tales como los de la tabla 2.5 . Notar que este método propone multiplicar los factores mientras que en el método de Chilton primero se suman y después se multiplican.

Nota : Para hacer uso de la tabla 2.5  $\sigma$ 's = f's.

#### 2.2.6 METODO DE HIRSCH Y GLAZIER

J. H. HIRSCH Y E. M. Glazier (27), han introducido un método basado en una descomposición de los factores de Lang, excluyendo los costos indirectos, tales como, honorarios del contratista y contingencias.

Ellos desarrollaron la siguiente ecuación :

$$I = E ( A ( 1 + F_L + F_P + F_M ) + B + C ) \quad (2.8)$$

Donde :

I = Inversión fija

A = Costo total del equipo en acero al carbón

B = Costo de instalación de equipo en campo

C = Incremento en el costo por el uso de aleación

E = Factor de indirectos por ingeniería, supervisión y contingencias, normalmente toma un valor de 1.4.

$F_L$  = Factor de costos por mano de obra

$F_M$  = Factor de costos por miscelánea

$F_P$  = Factor de costos por tubería

Los factores  $F_L$ ,  $F_P$  y  $F_M$  están definidos por las ecuaciones :

$$\text{Log } F_L = 0.653 - 0.15 \text{Log } A_0 - 0.992 \frac{C}{A} + 0.506 \frac{F}{A} \quad (2.9)$$

$$\text{Log } F_P = -0.266 - 0.014 \text{ Log } A_0 - 0.156 \frac{e}{A} + 0.556 \frac{P}{A} \quad (2.10)$$

$$F_m = 0.344 + 0.033 \text{ Log } A_0 + 1.194 \frac{T}{A} \quad (2.11)$$

Donde:

$$A_0 = A/1000$$

- e = Costo total de intercambiadores de calor en acero al carbón
- f = Costo total de recipientes armados en campo, considerando acero al carbón. Ordinariamente todos los recipientes mayores a 12 — pies de diámetro son fabricados en campo.
- P = Costo de bombas en acero al carbón incluyendo el motor
- T = Costo total de columnas sin considerar internos y en acero al carbón

Estos factores pueden ser estimados con el nomograma presentado en la figura 2.3 o con la ayuda de la figura 2.4. La exactitud de este método es de un 70%.

#### 2.2.7 METODO DE ZEVNIK Y BUCHNAN.

El método de Zevnik y Buchanan (41) solo aplica a plantas químicas que manejan fluidos, tomando en cuenta las siguientes características:

1. La capacidad de las unidades
2. El número de unidades funcionales, las cuales definen el equipo necesario para efectuar operaciones tales como — destilación, compresión, etc.
3. Un factor, el cual es determinado considerando las condiciones de operación extremas de temperatura, de presión y del material de construcción. Este factor se calcula :

$$CF = 2.1 ( F_T + F_P + F_a ) \quad (2.12)$$

Donde:

CF = Factor

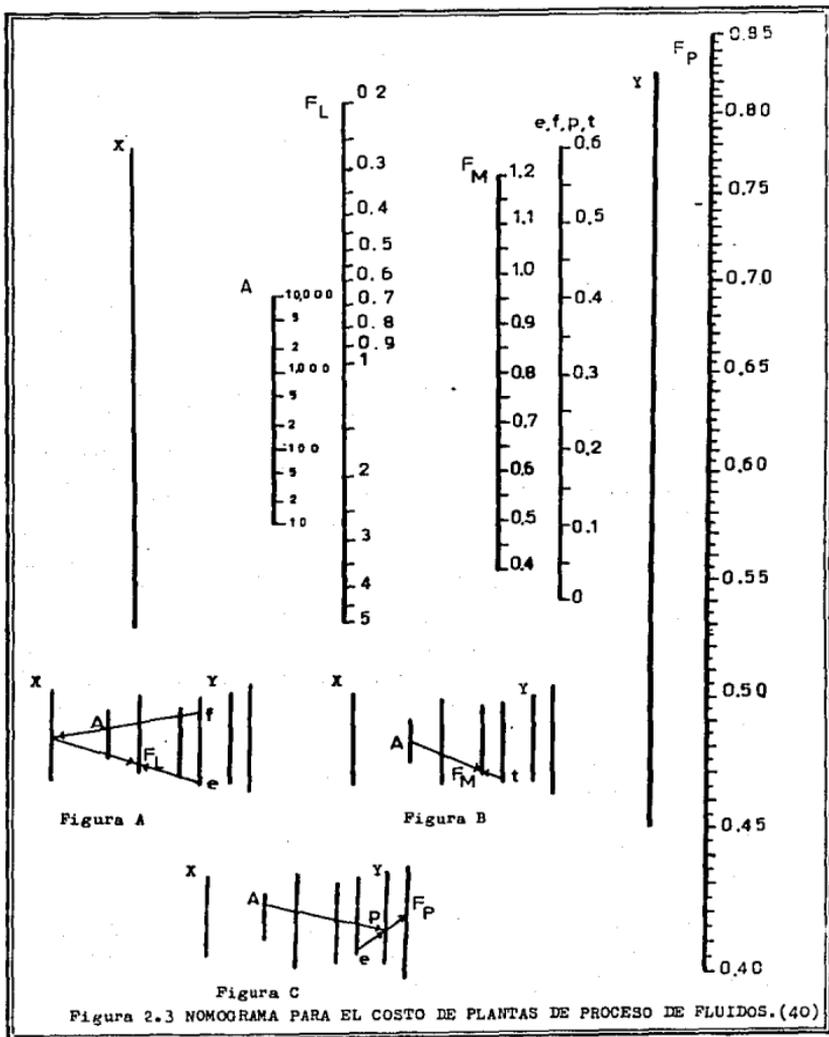


Figura 2.3 NOMOGRAMA PARA EL COSTO DE PLANTAS DE PROCESO DE FLUIDOS.(40)

Empleo del nomograma para el costo de plantas de proceso, figura 2.3.

Determinación del factor  $F_L$  ( factor de costos por mano de obra ).

1. Determinar los valores de : A, e y f.
2. Localizar el punto f y el punto A, trazar una línea recta - con estos puntos y prolongarla hasta el eje de referencia X.
3. Localizar el punto e, unir este punto con el punto en el eje de referencia X, y donde cruce la línea el eje  $F_L$  ese será su valor.

Este procedimiento se muestra en la figura A.

Determinación del factor  $F_M$  ( factor de costos por miscelánea )

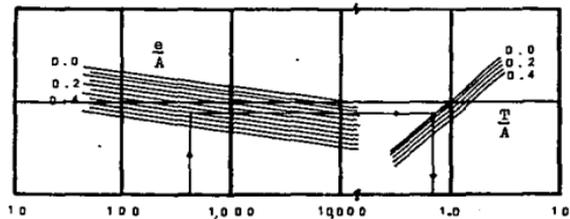
1. Determinar los valores de : t y A.
2. Localizar en los ejes correspondientes y trazar una línea - recta con estos puntos.
3. Donde cruce la línea del eje  $F_M$  ese será su valor.

Este procedimiento se muestra en la figura B.

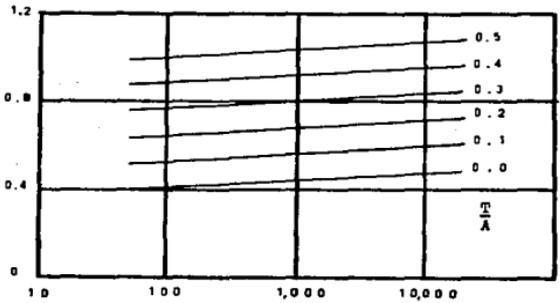
Determinación del factor  $F_p$  ( factor de costo por tubería )

1. Determinar los valores : A, e y p.
2. Localizar el punto A y el p, trazar una línea recta con estos puntos hasta el eje de referencia Y.
3. Localizar el punto e y trazar una línea que pase por el punto del eje Y y continuarla hasta el eje  $F_p$ .

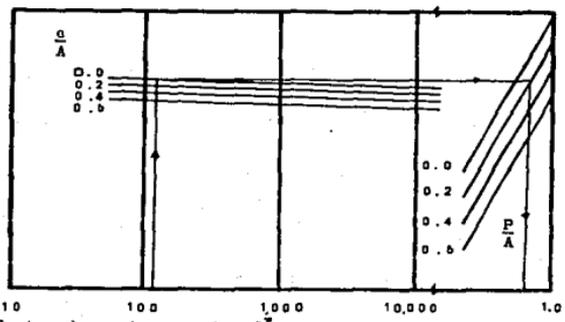
Este procedimiento se muestra en la figura C.



Factor de costo por trabajo en campo



Factor de costo por tuberfa



Factor de costo por miscelánea  
 Figura 2.4 FACTORES DE COSTO .(27)

$$F_T = 1.765 \times 10^{-4} \times T - 0.053 \quad T > 300^\circ\text{K} \quad (2.13)$$

$$F_T = -2 \times 10^{-3} \times T + 0.6 \quad T < 300^\circ\text{K} \quad (2.14)$$

$$F_P = 0.0003 \left( \log \frac{P}{P_{\text{atm}}} - 1 \right) \quad (2.15)$$

$F_a =$	0.0	Acero al carbón, acero dulce y madera
	0.1	Aluminio, cobre, inoxidable 400 AISI
	0.2	Inoxidable 300, monel, níquel
	0.3	Hastelloy
	0.4	Metales preciosos

El costo de las unidades funcionales del proceso depende de la capacidad de producción y del factor complejo.

La inversión fija en batería es obtenida multiplicando el número funcional de las unidades por el costo.

$$I_g = \frac{N (CPPU)(ENR) 1.33}{300} \quad (2.16)$$

Donde:

$I_g$  = Inversión fija

$N$  = Número de unidades funcionales

CPPU = Costo de unidades funcionales

ENR = Índice de costo sobre los datos estimados

Actualmente la exactitud de este método depende de dos cosas:

1. La estimación correcta de un número de unidades funcionales cuyo costo común es directamente proporcional a la inversión fija.
2. Un factor complejo conveniente, en particular el coeficiente  $F_a$ , que depende del tipo de material de construcción. Esto asume que ha sido cuidadosamente estudiada la posible corrosión.

Este método tiene un error aproximado del 30%.

### 2.2.8 METODO DE STALLWORTHY

Stallworthy (37) propuso la siguiente ecuación para calcular la inversión fija en límites de batería :

$$I = \frac{0.0075}{A} \sum ( N F_M F_P F_T R )_i \quad (2.17)$$

Donde :

I = Inversión Fija

R = Razón del flujo del producto i y el flujo del producto primario

N = Número de unidades funcionales usadas por el producto i

F<sub>M</sub> = Factor relacionado al tipo de material de construcción

F<sub>P</sub> = Factor relacionado a la presión de operación

F<sub>T</sub> = Factor relacionado a la temperatura de operación

A = 0.62  $\times 10^{-5} V^{-0.65}$ ; V = Capacidad ton met / año (2.18)

Debido a lo difícil que resulta la caracterización de las unidades funcionales y el determinar su número, este método carece de :

1. La definición del coeficiente A, el cuál es calculado
2. El cálculo de la razón R, conocida como balance de masa al rededor de la planta.

### 2.2.9 METODO DE WILSON

El método de Wilson (2) considera los trabajos hechos por Stallworthy y la adaptación del factor de Lang realizada por C. A. Miller.

La determinación de la inversión fija en límites de batería es:

$$I = f N ( AUC ) F_M F_P F_T \quad (2.19)$$

Donde :

I = Inversión fija

f = Factor de inversión obtenido de la figura 2.5 como función de AUC y que depende de la naturaleza de los productos, si es flujo

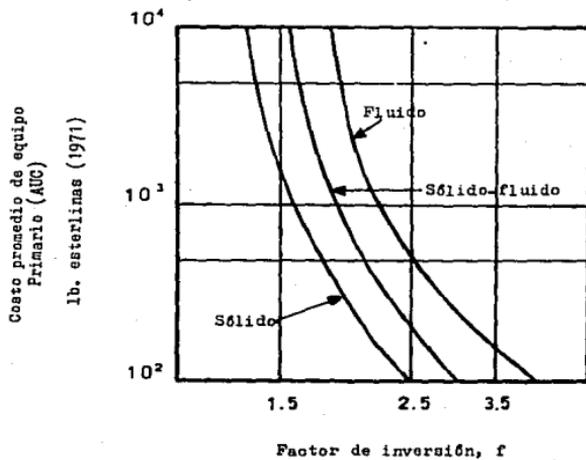


Figura 2.5 RELACION DE COSTO PROMEDIO DEL EQUIPO PRIMARIO PARA LA INVERSION FIJA EN LIMITE DE BATERIA.(2)

dos, sólidos o mezclas.

$N$  = Número de piezas de equipo principal, excepto bombas que se requieren para la operación de la planta.

$AUC$  = Costo promedio de equipo principal, expresado en libras esterlinas, en función de la razón de flujo promedio  $V$  en ton/año para el equipo, esta dada por :

$$AUC = 21 V^{0.675} \quad (2.20)$$

$F_M$  = Factor de corrección por material de construcción, tabla 2.6 .

$F_P$  = Factor de corrección de presión expresada en psia y obtenido de la figura 2.6

$F_T$  = Factor de corrección de temperatura expresado en °C y obtenido de la figura 2.7

Cuando las condiciones de operación se modifican notablemente de una pieza de equipo principal a otra, o el material de construcción es diferente los factores  $F_M$ ,  $F_P$  y  $F_T$  deberán tomar valores promedio.

De acuerdo a Wilson la exactitud de este método permite calcular la inversión con un  $\pm 30\%$  del error. En la práctica la exactitud del método esta asociada a cuanto pueda ser conocido acerca de las unidades y del balance de masa, no solo en forma general sino línea por línea incluyendo - las características de operación general del equipo principal.

#### 2.2.10 METODO DE ALLEN.

En este método Allen (13) emplea los parámetros calculados por Wilson permitiendo determinar la inversión con exactitud de - 20 a 25 %. Aplica solo a plantas que manejan fluidos.

Su principio consiste en determinar el costo del equipo ( DEC ) lo más exacto posible.

El DEC varía entre un 15 y un 30 % de la inversión y se calcula como:

$$DEC = N (SF)(BIC) \quad (2.21)$$

Donde :

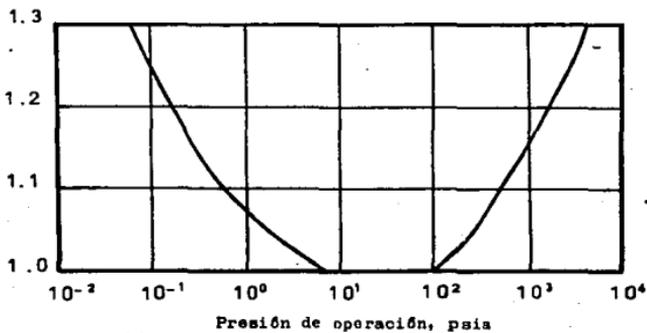


Figura 2.6 RELACION DE PRESION PARA LA INVERSION FIJA EN LIMITE DE BATERIA

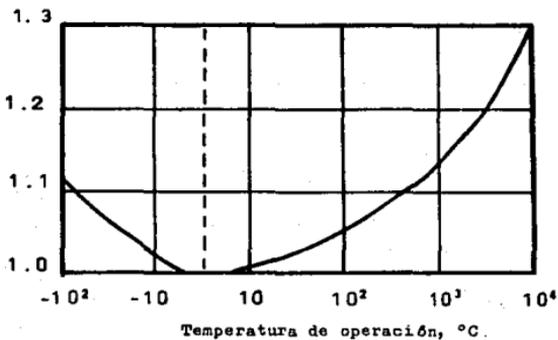


Figura 2.7 RELACION DE TEMPERATURA PARA LA INVERSION FIJA EN LIMITES DE BATERIA. (2)

N = Número de piezas de equipo principal, incluyendo bombas.  
 SF = Factor, relaciona las condiciones de operación y el material de construcción, dado por:

$$SF = F_T F_P F_M \quad (2.22)$$

$F_T$  y  $F_P$  son las condiciones máximas de temperatura y presión y  $F_M$  es un promedio del material de construcción. Los tres factores son determinados de las figuras 2.6 y 2.7 y de la tabla 2.6  
 BIC = Costo básico, como función del producto (TP) y calculado como:

$$\frac{BIC}{(BIC)_o} = \left( \frac{TP}{(TP)_o} \right)^{exp} \quad (2.23)$$

Donde:

BIC = Dólares de 1972  
 TP = Rendimiento por unidad lbm/año  
 (BIC)<sub>o</sub> = \$ 7900 en Junio de 1972  
 (TP)<sub>o</sub> = 2.5 millones de lbm/año  
 exp = Exponente característico del tipo de unidad

## 2.2.11 METODO DE C. A. MILLER

El método de Miller (36) consiste en determinar el costo unitario promedio del equipo, el cual se obtiene de dividir el costo total del equipo de proceso entre el número de equipos. El costo unitario promedio es característico de la complejidad y tamaño de la planta.

El estudio que propone Miller abarca un rango de plantas dentro de ellas están: etileno, fertilizantes, cloro-caustico, polietileno y TNT. Los resultados de los factores están contenidos en la tabla 2.7.

Cada columna representa un valor del costo unitario del equipo de proceso y todos los factores dan un límite alto y un límite bajo. La selección precisa deberá estar basada en el conocimiento de los proyectos y la experiencia del estimador.

Miller considera cuatro áreas que integran la inversión y estas son:

**TABLA 2.6 EFECTOS DEL MATERIAL DE CONSTRUCCION SOBRE LA INVERSION  
FIJA EN LOS LIMITES DE BATERIA. (2)**

<b>Material</b>	<b>factor Fm</b>
Acero dulce	1.00
Bronce	1.05
Acero de alta temperatura	1.07
Acero al carbón-molibdeno	1.065
Aluminio	1.08
Acero de aleación pobre	1.28
Acero inoxidable	1.41
Acero de aleación alta	1.50
Hastelloy C	1.54
Monel	1.65
Níquel	1.71
Titanio	2.00
Worthite	1.41
Níquel-inconel	1.71

TABLA 2.7 RELACION DE FACTORES PARA ESTIMAR LOS COSTOS EN LIMITES DE BATERIA. (36)

		Porcentaje de costo de equipo (MPI) en dolares de 1958						
		menor de \$3000	3000 a 5000	5000 a 7000	7000 a 10000	10000 a 13000	13000 a 17000	arriba de 17000
Equipo base	Equipo de proceso(MPI) Equipo de miscelanea(MUE) Equipo base = MPI + MUE	100	100	100	100	100	100	100
Fabricación en campo del equipo base	Alto porcentaje de equipo involucrado en el trabajo de campo	23/18	21/17	20/16	19/15	18/14	17/14	16/13
	Promedio	18/13	17/12	16/11	15/10	14/9	14/9	13/8
	Con un alto porcentaje de material contra la corrosión	13/8	12/7	11/6	10/6	9/5	9/5	8/5
Cimentación, estructuras y soportes del equipo	Alto			17/12	15/10	14/9	12/8	11/6
	Promedio: equipo fabricado con acero dulce			13/7	11/6	10/5	8/4	7/3
	Promedio: equipo fabricado con alguna aleación	7/3	8/3	9/3	8/3	7/3	6/2	5/2
	Bajo	5/0	4/0	3/0	3/0	2/0	2/0	1/0
Tubería	Alto: petroquímicos, gases y líquidos.	105/65	90/58	80/48	70/40	58/34	50/30	42/25
	Promedio: plantas electroquímicas, líquidos	65/33	58/27	48/22	40/16	34/12	30/10	25/9
	Líquidos y sólidos	33/13	27/10	22/8	16/6	12/5	10/4	9/3
	Bajo: sólidos	13/5	10/4	8/3	6/2	5/1	4/0	3/0

TABLA 2.7 RELACION DE FACTORES PARA ESTIMAR LOS COSTOS EN LIMITES DE BATERIA ( CONTINUACION ). (36)

		Porcentaje de costo de equipo (MPI) en dolares de 1958						
		menor de \$3000	3000 a 5000	5000 a 7000	7000 a 10000	10000 a 13000	13000 a 17000	arriba de 17000
Aislamiento de equipo base	Muy altos: equipo de ac. dulce	13/10	12/9	10/7	9/6	8/5	7/5	6/4
	Alto: plantas petroquí- micas	10/8	9/6	8/5	8/4	7/4	6/3	5/3
	Promedio: plantas químí- cas	9/3	7/3	6/2	5/2	4/1	3/1	2/1
	Bajo	4/0	3/0	2/0	2/0	2/0	1/0	1/0
Aislamiento de tubería	Muy altos tubería de acero dulce	22/16	19/13	16/11	14/9	12/7	9/5	6/4
	Alto: plantas petroquí- micas	18/14	15/12	13/10	11/8	9/6	7/4	5/3
	Promedio: plantas químí- cas	16/12	14/10	12/8	10/6	8/4	6/2	4/2
	Bajo	14/8	12/6	10/5	8/4	6/3	4/2	2/1
Eléctrico	Plantas electrolíticas		55/42	50/38	45/33	40/30	35/26	
	Plantas con equipo de ac al carbón, sólidos	26/17	23/15	20/13	17/10	14/9	12/7	10/6
	Plantas con equipo de aleación, plantas químí- cas y petroquímicas	18/10	16/9	13/7	11/6	9/5	7/4	6/3
Instrumenta- ción	Compleja		58/31	46/24	37/18	29/13	23/10	18/7
	Mediana		32/13	26/10	20/7	15/5	11/3	8/2
	Baja		21/9	17/7	13/5	10/3	7/2	5/1



TABLA 2.7 RELACION DE FACTORES PARA ESTIMAR LOS COSTOS EN LIMITES DE BATERIA ( CONTINUACION). (36)

Miscelánea Incluye preparación del lugar, pintura, entre otros	Rango para todos los valores de equipo básico de 6 a 1%			
Edificios de servicios	Estos factores no estan relacionados con el costo del equipo base.			
		alto	normal	bajo
	Compresores	4	1½	5
	Eléctrico	18	9	5
	Ventiladores	10	6	3
	Bombas	20	12	3
	Calderas	25	16	8
	Ventilación			
	normal	18	8	0
	aire acondicionado	45	35	25
Promedio	85	55	20	

1. Límite de batería (B/L)
2. Almacenamiento y manejo (S&H)
3. Servicios auxiliares (U)
4. Servicios (S)

El procedimiento es el siguiente :

1. Estimar el costo del equipo de proceso
2. Estimar almacenamiento y manejo por factores del costo de límite de batería
3. Estimar servicios auxiliares como función de límites de batería
4. Estimar servicios como una función de ( B/L + S&H + U )

Estimado el límite de batería, el equipo de proceso es llamado "Equipo básico" para este método, y es definido como el costo de todos los equipos de proceso. No incluye cimentación o soportes de estructuras, aislamiento, pintura o instalación.

Para propósitos prácticos :

Equipo básico = Equipo principal + equipo diverso

Donde :

Equipo principal = Representa todos los equipos indicados en el diagrama de flujo, incluyendo bombas

Equipo diverso = Representa el menor equipo que no se incluye en el diagrama de flujo, pero forma parte del equipo de proceso

El costo de estos dos, delimita el sitio y representa el costo del equipo básico que es la base del sistema de estimación de factores. El costo unitario promedio del equipo es basado en el equipo principal y no incluye equipo diverso. Esto es, el equipo básico representa el 100% cuando aplican factores. Este método propone que el costo del equipo principal este en dólares constantes y selecciona el año de 1958 como año base.

Definiendo las cuatro áreas se tiene :

#### LÍMITE DE BATERIA ( B/L )

Esta área representa todo el proceso de operación. Puede ser definido

como la frontera que encierra una planta o unidad de proceso, así como, incluir directorio de servicios auxiliares que consideran la conversión de la materia prima al producto terminado. Esto aplica a todos los edificios, equipo, tubería, instrumentación, etc., lo cual implica específicamente el proceso de la operación de manufactura. Incluye una porción de aire comprimido, electricidad, refrigeración, vapor, agua, protección contra incendios, efluentes y sistemas de aire acondicionado. Esto está dentro del área de proceso, pero no incluye líneas exteriores.

#### ALMACENAMIENTO Y MANEJO ( S & H ),

Consiste de todos los almacenes, tanques de almacenamiento, carga y descarga, manejo de servicios que requiere la materia prima y el producto terminado asociado directamente con el producto existente.

Esto incluye las líneas de tubería necesaria para el punto de almacenamiento y manejo de materia prima de servicios.

#### SERVICIOS AUXILIARES ( U ).

Consiste en producción de energía y distribución para el límite de batería, así como a otros edificios. Aire de planta, si se localiza fuera de límite de batería y líneas exteriores, energía eléctrica suministrada por una subestación, luz de patio, cercas, sistemas de refrigeración si se localiza fuera de límite de batería, líneas de refrigeración exteriores, vapor de planta y líneas de vapor exteriores, agua de proceso, cuarto de bombeo, torre de enfriamiento y líneas de agua exteriores, drenes y alcantarillado, incluyendo sistemas de tratamiento, almacenamiento y manejo de servicios para materia prima utilizada en la producción de servicios auxiliares.

#### SERVICIOS ( S ).

Representa todos los servicios fuera de la unidad de operación. Incluye oficinas, laboratorios, tiendas, cafetería, vestidores, caminos, vías, sistemas de comunicación, etc.

Las últimas tres áreas son frecuentemente referidas como una planta -

química auxiliar o servicios fuera del sitio.

Las tablas 2.8, 2.9 y 2.10 representan los factores para dichas áreas. Los factores del límite bajo aplican cuando el costo del equipo básico es bajo y cuando es alto aplican los factores de límite alto.

Utilizando este método se obtiene un error aproximado del 25%.

#### 2.2.12 METODO DE K. M. GUTHRIE.

Guthrie (24) distingue dos tipos de costos, directos e indirectos. El método consta de seis módulos que forman la inversión fija, cinco los relaciona a costos directos y el sexto con costos indirectos. Los módulos son:

1. Módulo de proceso
2. Módulo de indirectos
3. Módulo de manejo de sólidos
4. Módulo de desarrollo del sitio
5. Módulo de edificios industriales
6. Módulo de servicios

Este método sera explicado con más detalle en el siguiente capítulo.

#### 2.3 METODOS DETALLADOS.

Los estimados detallados son utilizados después de que el alcance y el programa del proyecto han sido establecidos. Los métodos usados para desarrollar estos estimados están basados en una gran cantidad de información y pueden variar considerablemente de acuerdo a las circunstancias y al tipo de proyecto, este tipo de información podría ser la que se presenta en la tabla 2.1 para los métodos A, E y J. Estos estimados son utilizados para establecer presupuestos, preparar órdenes de cambio en el contrato y órdenes de trabajos extras, para asignar recursos y para la obtención de permisos y aprobaciones gubernamentales, así como para llevar el control del proyecto.

Generalmente, estos estimados deben basarse en los precios fijos del material y equipo necesario para el proyecto. El rango de error para este tipo de estimados es del -5 al 15 %, y si la cantidad de detalles considerados y la calidad de la información se incrementa es posible lograr una -

**TABLA 2.8 COSTOS DE ALMACENES EN PORCENTAJE DEL COSTO EN LIMITES DE BATERIA. (36)**

	% de costo en L/B	
	Planta nueva	Planta en expansión
Bajo: almacenes pequeños	2	0
Promedio:	15 - 25	2 - 6
Alto: tanques de almacenamiento y almacenes grandes	70	20

**TABLA 2.9 COSTOS DE SERVICIO EN PORCENTAJE DEL COSTO EN LIMITES DE BATERIA. (36)**

	Rango, %
Servicios de edificios	3 - 10
Arquitectura y estructuras	2 - 7
Servicios mecánicos	0.5 - 4
Sistemas de compresión de aire	0.1 - 4
Sistema eléctrico	1.5 - 6
Sub-estación	0.5 - 3.5
Distribución	0.5 - 3
Alumbrado	0.1 - 1.5
Sistema de gas	0 - 0.6
Alcantarillas y sistema de drenaje	1.3 - 3.5
Sistema de vapor	1.5 - 11
Generación	1 - 8
Distribución	0.5 - 3
Sistema de agua	1 - 10
Cuarto de bombeo	1 - 9
Torre de enfriamiento	0.5 - 3
Distribución	0.1 - 3
Tratamiento del agua	0.2 - 1.5
Miscelánea	0.5 - 3

TABLA 2.10 SERVICIOS EN PORCIENTO DE ( E/L + S&H + U ). (36)

	Rango, %					
Oficinas administrativas	1 - 5					
Laboratorios	0 - 2.8					
Tiendas	1 - 8					
Cafetería	0 - 2.2					
Cuarto de control	0 - 2.2					
Vestidores	0 - 1					
Talleres	0.5- 4.5					
Miscelanea	0.5- 2					
	Planta nueva			Planta en expansión		
	bajo	normal	alto	bajo	normal	alto
Promedio	5	10-16	20	0	2-6	15

gran exactitud, sin embargo, esto requiere generalmente de mayor tiempo, - esfuerzos y gastos.

### 2.3.1 ESTIMADO UNIDAD-COSTO.

Este método, el cuál es usado para preparar estimados detallados, requiere de precios de equipo, el costo por concreto, metal, tubería, eléctrico, instrumentación, etc., estos últimos son obtenidos a partir de dibujos y de una aplicación del costo unitario del material y del trabajo desarrollado. (9)

Un costo unitario de horas-hombre es también aplicado a la ingeniería, dibujos y especificaciones. Un factor para el costo de construcción, honorarios del contratista y contingencias es estimado de experiencias de proyectos realizados anteriormente.

Una ecuación de costo que representa este método esta dada por:

$$C = (\sum (E+E_L) + \sum (fx Mx+fy N_L) + \sum fe Me + \sum fd dn) f_p \quad (2.24)$$

Donde:

- C = Inversión fija
- E = Costo del equipo
- E<sub>L</sub> = Costo por la adquisición del equipo
- fx = Especificaciones del material
- Mx = Especificaciones del material por unidad
- fy = Costo unitario de horas-hombre
- N<sub>L</sub> = Horas-hombre unitarias
- fe = Costo por ingeniería
- Me = Horas-hombre por ingeniería
- f<sub>p</sub> = Factor por construcción
- fd = Costo unitario por dibujo o especificaciones
- dn = Número de dibujos o especificaciones.

Una corrección aproximada en el costo de equipo secundario, materiales específicos de construcción por condiciones extremas de operación pueda -

ser aplicada en forma de un factor como se muestra en la tabla 2.11.

#### 2.4 METODOS DEFINITIVOS.

Este tipo de estimados se realiza cuando la construcción de la planta casi se ha concluido, se tiene la información precisa del costo del equipo, isométricos y diagramas unifilares, así como las horas-hombre consumidas - a lo largo del desarrollo del proyecto. En la tabla 2.12 se muestran todos los elementos de los que se tiene información para poder desarrollar el estimado definitivo.

En esta etapa solo resta hacer la prueba y el arranque de la planta - en conjunto, por lo que el error de la estimación es de hasta un ± 3%.

**TABLA 2.11 FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA Y PRESION DE OPERACION  
 APLICADOS A LA INVERSION FIJA. (9)**

Presión de operación., psia, (atm)		Factor
0.08	(0.005)	1.30
0.20	(0.014)	1.20
0.70	(0.048)	1.10
100- 8.	(6.8-0.54)	1.00 (base)
700.00	(48)	1.10
3000.00	(204)	1.20
6000.00	(408)	1.30
Temperatura de operación, °C		
- 80		1.30
0		1.00 (base)
100		1.05
600		1.10
5000		1.20
10000		1.40

TABLA 2.12 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA.(6)

Terreno
Inspección
Honorarios
Costos de la propiedad
Desarrollo del sitio
Limpieza
Nivelación
Caminos y accesos
Pasillos
Espuelas de ferrocarril
Cercado
Áreas de estacionamiento
Otras áreas pavimentadas
Áreas recreativas
Jardines
Edificios de proceso
Incluye: subestructuras, superestructuras, plataformas, soportería, escaleras, accesos, grúas, monorraíles, montacargas y elevadores
Edificios auxiliares
Oficinas administrativas
Enfermería
Estacionamiento
Almacén de productos
Almacén de materia prima
Talleres
Vigilancia y seguridad
Cuarto de máquinas
Vestidores
Oficinas de despacho y plataformas
Laboratorios
Edificios de servicios
Bombeo
Calentamiento
Ventilación
Recolección de polvo
Aire acondicionado
Sistema de aspersión
Evaporadores
Eléctrico
Teléfonos
Alarmas de fuego
Sistema de intercomunicación.
Pintura
Equipo de proceso
Equipo auxiliar

**TABLA 2.12 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA.**  
**( CONTINUACION ). (6)**

<p> <b>Mobiliario de oficinas</b>                      cafetería                      seguridad                      consultorio                 </p> <p> <b>Equipo de mantenimiento automotriz pesado y manejo de materiales</b>                      Equipo de laboratorio                      Anaqueles                      Extinguidores y mangueras                 </p> <p> <b>Accesorios de proceso</b>                      Tubería                      Válvulas                      Aislamiento                      Instrumentos                      Paneles de instrumentación                      Eléctrico                 </p> <p> <b>Servicios</b>                      Caldera                      Incinerador                      Depósito de cenizas                      Caldera de agua tratada                      Generador de corriente eléctrica                      Subestación eléctrica                      Planta de refrigeración                      Planta de aire                      Pozos                      Toma de río                      Tratamiento primario de agua: filtración, coagulación, aereación                      Tratamiento secundario de agua: desionización, desmineralización,                      pH, control de dureza                 </p> <p>                     Torre de enfriamiento                      Cisterna                      Drenaje de efluentes sanitarios                      Drenaje de desechos del proceso                      Estación de bombeo de efluentes                      Estanques                      Tratador de desechos, incluyendo gases                      Drenajes pluviales                 </p> <p> <b>Distribución del patio y medios de transporte ( fuera del L.B. )</b>                      Tubería de servicios: líneas de vapor, condensados, agua, gas, combustible, instrumentos y líneas eléctricas                      Equipo que maneja la materia prima y el producto final: elevadores, -                      montacargas, conductos, transportadores neumáticos y grúas.                      Depósito de combustible                      Estación de carga de productos                      Camiones y báscula de camiones                 </p>
---

TABLA 2.12 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA.  
( CONTINUACION ). (6)

Diversos

Demolición o cambios en el trabajo realizado  
Partes y equipo de reserva no instalado  
Equipo rentado ( para construcción )  
Tiempo de premiación ( para construcción )  
Asignación de costos de inflación  
Impuestos y seguros  
Derechos de aduana  
Asignación para modificaciones y trabajo extra de construcción durante el arranque

Costos de ingeniería

Administrativos  
Proceso, proyecto e ingeniería general  
Dibujos  
Procura, expeditación e inspección  
Viáticos  
Reproducciones  
Comunicaciones  
Maquetas  
Honorarios de arquitectura e ingeniería

Costos por construcción

Construcción, operación y mantenimiento temporal de bodegas, oficinas, caminos, estacionamientos, rieles, eléctrico, tubería, comunicaciones y cercado  
Maquinaria de construcción y equipo  
Vestidores  
Supervisión de la construcción  
Contabilidad  
Adquisiciones, expeditación y tráfico  
Seguridad y servicio médico  
Transporte para los trabajadores  
Permisos y licencias especiales  
Pruebas de campo  
Renta del lugar adyacente a la obra  
Gastos de oficina del contratista y honorarios  
Impuestos y seguros

C A P I T U L O

3



### 3. METODO DE GUTHRIE

Este es un método de estimación de tipo modular que fue desarrollado en base a datos de 42 proyectos diferentes de plantas de proceso. Fue presentado por Kenneth M. Guthrie (24) en el año de 1968.

La aplicación del concepto modular para la estimación de la inversión fija de plantas de proceso y la estructura general de este método son mostradas en la tabla 3.1.

Todos los costos de los elementos principales son agrupados en seis - distintos módulos, cinco directos y un indirecto, siendo estos :

- Proceso
- Manejo de sólidos
- Desarrollo del sitio
- Edificios industriales
- Servicios
- Indirectos del proyecto

Un módulo representa un grupo de elementos de costo que tienen características similares y relación entre si. Cada módulo puede integrarse o combinarse con otros módulos en el nivel de costos de material y mano de obra ( M&L ), siempre y cuando los datos con que se cuenten estén en términos de costos consistentes.

Cada módulo de costos directos contiene elementos tales como costos de equipo, trabajos de instalación, etc. y cuando los costos totales indirectos son establecidos, todos los costos directos pueden integrarse para obtener los " costos del modulo barra ", como se muestra en la tabla 3.1 - mediante el uso del factor indirecto ( considerado como constante para cada proyecto en particular ). Esto permite evaluar diferentes alternativas, sin tener que ajustar todos los elementos de costos indirectos para cada - evaluación.

### 3.1 MODULO DE PROCESO.

Todos los módulos de proceso químico están conformados por la combinación de siete elementos de costos primarios que son :

- Costo de equipo ( libre a bordo )
- Costo directo por material
- Costo directo por mano de obra en campo
- Costos indirectos
- Costo del modulo barra
- Costo total del módulo
- Costos directos M & L

Y catorce elementos de costos secundarios, los costos directos de materiales en campo :

- Tubería
- Concreto
- Acero
- Instrumentos
- Eléctrico
- Aislamiento
- Pintura

Los costos de instalación :

- Equipo principal
- Equipo diverso

Y los indirectos :

- Fletes, seguros, impuestos
- Gastos generales de construcción
- Gastos de ingeniería

- Contingencias #
- Honorarios del contratista

Los elementos primarios establecen la estructura global del estimado y los elementos secundarios cubren los detalles que sean necesarios en el desarrollo del proyecto.

Los factores de tubería en los módulos de instalación fueron obtenidos de un análisis de 42 refinerías, plantas químicas y petroquímicas. Cada factor está basado en una evaluación de módulos de prueba de cada equipo principal, este factor incluye relaciones de tubería de proceso, accesos, válvulas, válvulas de control ( todo sobre un tamaño de 2 pulgadas ) junto con tubería auxiliar ( drenes, etc. ) menor de 2 pulgadas, tubería local subterránea, tubería del patio y soportes ( incluyendo líneas de aceite combustible, gas combustible, vapor, agua de enfriamiento, líneas de alimentación y de productos, etc., y todos los otros servicios dentro de los límites de batería del proceso ). Mucha de esta tubería no se muestra en el diagrama de flujo de proceso, pero debe ser considerada en la estimación de costos.

Estos factores pueden utilizarse para generar estimados de costos " Norma " que se pueden emplear como guía para determinar los estimados requeridos para desarrollar un proyecto en particular.

Así un módulo de equipo de proceso representa el costo de un equipo específico de proceso ( tal como un intercambiador de calor, bomba, compresor, etc. ) junto con el costo por materiales en campo, mano de obra en campo, e indirectos necesarios para instalar el equipo dentro de un " Circuito " de proceso químico.

---

# Las contingencias son esencialmente un costo que se asigna para cubrir los detalles que no pueden ser estimados directamente, pero que se conoce que pueden ocurrir en el proyecto de una planta de proceso. Las técnicas más detalladas de estimación aplican para aproximaciones del 80 a un 90 % del costo total esperado del proyecto, las contingencias cubren los costos adicionales para lograr que la predicción sea cercana al 100 %.

El valor de cada elemento de costo ( excepto indirectos ) en un módulo particular, es obtenido del costo de equipo ( libre a bordo ) en acero al carbón y relacionando los factores que se muestran en las tablas 3.8 a 3.16 para cada tipo específico de equipo de proceso. La selección de los factores se realiza de acuerdo a la " múltiple " magnitud base dólar ( costo total del equipo ) como se plantea enseguida :

Módulo	Magnitud base dólar ( \$ 100,000 )
A	Hasta 2
B	2 a 4
C	4 a 6
D	6 a 8
E	8 a 10

El término " múltiple " se aplica al valor total en dólares de un grupo de equipos similares, tal como todos los intercambiadores, todas las bombas, etc., en un circuito de proceso. Si unicamente se trata de una pieza de equipo se deben utilizar los datos para módulos simples que se presentan en la tabla 3.3

Un módulo de proceso químico es una compilación de los diferentes módulos de equipo de proceso, combinados en el nivel M & L y representan el costo directo de un circuito de proceso. Este costo incluye el del equipo junto con tubería e instrumentación, trabajos de acero menores tales como plataformas de escaleras, soportes ( de estructuras pequeñas ), bases de concreto y sub-estructuras ( excepto de pilotes ), aislamiento y pintura.

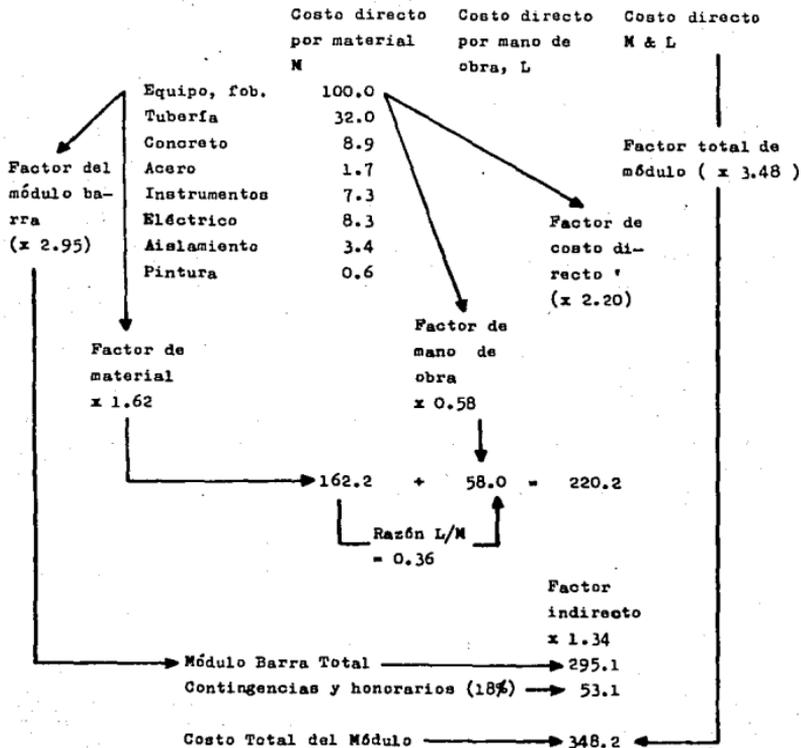
Como se mencionó anteriormente es posible desarrollar un módulo de proceso estándar o " norma " que sirva como referencia para utilizar adecuadamente los factores de costo seleccionados. Este módulo esta basado en un promedio del costo del equipo empleado y la magnitud base dólar que se obtuvieron de proyectos.

	% Promedio equipo total	Promedio magnitud base, \$
Hornos	14	300 000
Intercambiadores	18	396 000
Recipientes de proceso ( V )	15	340 000
Recipientes de proceso ( H )	8	176 000
Bombas e impulsores	7	154 000
Compresores	30	660 000
Tanques en el sitio	8	174 000
Equipo Total	100 %	\$ 2 200 000

Utilizando la magnitud base dólar del equipo y los módulos " múlti - ples " de instalación del mismo, se puede llevar a cabo la integración de los elementos primarios de costo en términos del porciento que representan del costo total del equipo ( E ) como se muestra en la tabla 3.2

Utilizando estos datos de costos directos y un factor de costo indirecto de 1.34 , se puede formar el siguiente módulo " norma " de proceso químico, basado en porcentos de costo de equipo. Este módulo y sus factores pueden ser usados para proyectos donde no se cuente con los datos suficientes para construir el módulo de proceso. Sin embargo siempre es preferible elaborar este módulo para cada proyecto en particular.

Modulo Norma de Proceso:



Instalación en campo ( M & L )

Tabla 3.2 DESARROLLO DE UN MÓDULO DE PROCESO UTILIZANDO DATOS DE COSTO DE EQUIPO. (2a)

Magnitud dolar	300000	396000	340000	176000	154000	660000	174000	22.0000
	Hornos	Intercambiadores	Recip. V.	Recip. H.	Bombas	Compresores	Tanques	Modulo Total
Costo de equipo fob., E	14 %	18 %	15 %	8 %	7 %	30 %	8 %	100 %
Tuberfa								
Concreto								
Acero								
Instrumentacion	x 1.34	x 1.71	x 2.03	x 1.63	x 1.72	x 1.58	x 1.20	x 1.62
Eléctrico								
Aislamiento								
Pintura								
Material en campo, m								
Costo directo por material, M	18.8	30.78	30.45	13.04	12.04	47.40	9.60	162
Costo directo por mano de obra en campo, L	4.14	11.38	14.31	4.69	4.93	17.53	1.06	58
Costo directo, M & L	22.94	42.16	44.76	17.73	16.97	64.99	10.66	220

Solamente los elementos primarios de costo necesitan ser evaluados en esta etapa por medio de los factores totales ( generales ). Los elementos secundarios pueden ser ocupados en cuanto sea necesario de los factores del modulo individual :

Tuberfa	2.52	8.12	8.92	3.20	2.13	6.13	0.88
Concreto	1.40	0.99	1.47	0.49	0.28	3.64	0.64
Acero	-	0.54	1.18	-	-	-	-
Instrumentación	0.56	1.82	1.75	0.48	0.22	2.44	-
Eléctrico	0.28	0.36	0.74	0.41	2.17	4.28	-
Aislamiento	-	0.86	1.20	0.41	0.18	0.76	-
Pintura	-	0.09	0.19	0.05	0.06	0.15	0.08
Materiales en campo, m	4.80	12.78	15.45	5.04	5.04	17.40	1.60
Erección de material	4.14	9.85	12.21	4.08	4.25	14.40	1.00
Colocación de equipo	Incluido	1.53	2.10	0.61	0.68	3.13	0.06

NOTA : Todos los datos estan basados en porcentajes del costo total del equipo, E

TABLA 3.3 MODULOS DE INSTALACION PARA UN SOLO TIPO DE EQUIPO. (24)

Módulo	Corazas y tubos	Enfriadores de aire	Recip. V.	Recip. H.	Manejo de bomba	Compresores y manejo
	III A	III B	III C	III D	III E	III F
Costo de equipo fob.,E	100	100	100	100	100	100
Tuberfa	46.1	18.2	60.6	42.0	30.5	20.9
Concreto	5.1	1.9	10.0	6.3	4.0	12.4
Acero	3.1	-	8.0	-	-	-
Instrumentación	10.2	4.8	11.5	6.3	3.0	8.3
Eldotrico	2.0	12.0	5.0	5.2	31.0	15.8
Aislamiento	4.9	-	8.0	5.2	2.5	2.6
Pintura	0.5	0.6	1.3	0.5	0.8	0.5
Material de campo, m	71.9	37.5	104.4	65.5	71.8	60.5
Material directo, E + m = M	171.9	137.5	204.4	165.5	171.8	160.5
Mano de obra, L	64.3	37.9	100.0	63.8	70.9	62.9
Costo directo, M & L	236.2	175.3	304.4	229.3	242.7	223.4

NOTA : Todos los datos se basan en 100 para el equipo, E. Las unidades estan dentro de los limites de baterfa.

Este módulo de proceso químico esta formado con costos promedio para el año de 1968, las relaciones de los factores estan basadas para equipo en acero al carbón y como se estableció todos los factores son porcentajes del costo total del equipo.

Como se puede observar, ciertas relaciones claves entre los elementos primarios de costo se desarrollan en esta etapa, siendo esenciales para la formación rápida de los estimados.

El factor de material indica la relación entre el costo total del equipo ( E ) y el total de los materiales asociados con el equipo ( m ). Este factor incluye todos los costos directos de material y tiene un rango de 1.42 a 1.75 dependiendo de la complejidad del circuito de proceso. Para el módulo " norma " se emplea un valor de 1.62

El factor de mano de obra incluye todos los trabajos de campo requeridos para instalar el equipo y erigir los materiales en campo. Este factor representa los costos directos por mano de obra en campo ( L ) que tiene generalmente un rango de 0.54 a 0.66 del costo total del equipo dependiendo principalmente de la relación de costos por material y mano de obra ( razón L/M ). El módulo " norma " indica un valor de 0.58

La razón L/M relaciona el costo directo por mano de obra con el costo directo por material. Esta razón varía con cada actividad realizada y es una medida importante de la productividad, para la construcción dentro de los Estados Unidos su valor varía de 0.32 a 0.4 . El módulo " norma " indica un valor de 0.36 ( Este factor es particularmente sensible si se termina fuera de los Estados Unidos ya que se ve afectado por las razones de pago, la eficiencia en la mano de obra y las condiciones del sitio que varían extensamente de un lugar a otro ).

El factor de costos directos ( M & L ) relaciona el costo del equipo ( libre a bordo ) con el costo por material y mano de obra en campo necesario para instalar el equipo en un sitio previamente preparado. Representa, pues, los costos de instalación en campo para el equipo del circuito de proceso manejado y su valor se encuentra en un rango que va de 1.8 a 2.6 . El módulo " norma " utiliza un valor de 2.2

El factor de costos indirectos incluye todos los elementos de costo indirecto asociados con el módulo o proyecto y que se listan en la tabla 3.1 . El rango de este factor se ubica en un 32 a 45 % de los costos directos

tos. Un factor " norma " de 1.34 ha sido establecido para representar - el módulo de indirectos del proceso dentro de los Estados Unidos ( en la - costa del Golfo ) para el año de 1968.

El factor del módulo barra incluye todos los elementos de costos directos e indirectos en el módulo de proceso. Es una medida del costo requerido para integrar ya sea piezas simples o múltiples de equipo dentro de un circuito particular de proceso. Este factor puede variar entre 2.38 y 3.64, el módulo " norma " indica un valor de 2.95

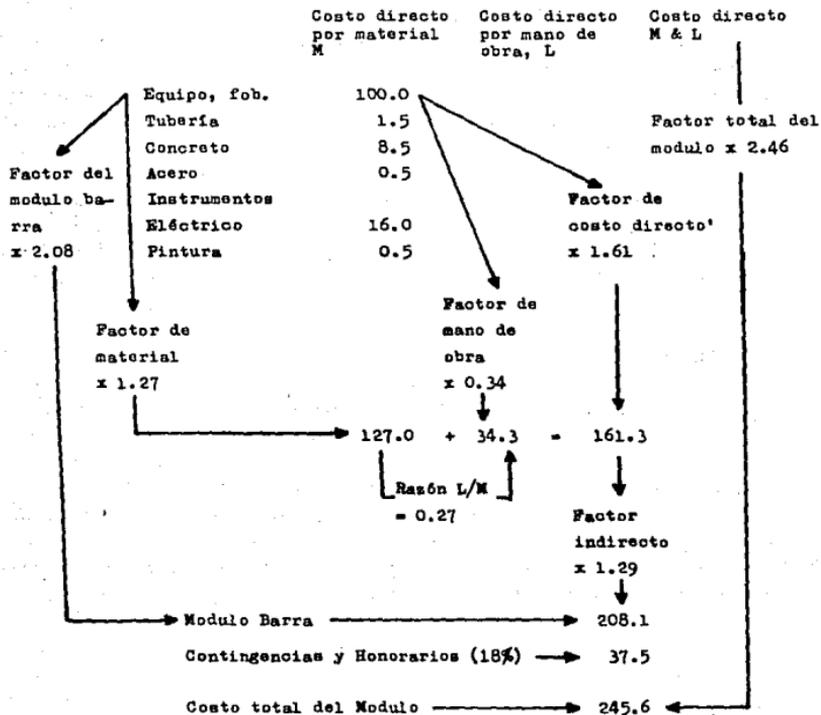
El factor total del modulo representa todos los costos estimados en el módulo barra, más las contingencias consideradas como necesarias para - ajustes debido a detalles inesperados o a una definición insuficiente del alcance del proyecto ( 10 - 20 % ) y los honorarios del contratista ( usualmente 3 - 5 % ). El módulo " norma " indica un valor de 3.48 y este incluye factores del 15 % por contingencias y 3 % por honorarios.

### 3.2 MODULO DE MANEJO DE SOLIDOS.

El módulo de manejo de sólidos involucra equipo mecánico pesado, ver tabla 3.1 . Aproximadamente el 60 % de horas-hombre por mano de obra son consumidas para el manejo y colocación del equipo, comparado con el 10 - 15% para el módulo de proceso. Los trabajos de cimentación y el eléctrico son preponderantes en los materiales de campo, mientras que la tubería es un elemento relativamente menor dentro de este módulo.

El siguiente es un módulo de manejo de sólidos " norma " , formado en forma similar a el módulo de proceso químico.

Modulo Norma de manejo de sólidos :



\* Instalación en campo ( M & L )

También en este caso todos los factores relacionados representan un porcentaje del costo total del equipo en acero al carbón.

Los costos indirectos del módulo pueden ser determinados con las mismas bases que para el módulo de proceso químico. Se utiliza un 10.6% del costo directo por material para ingeniería, 52% de los costos directos por mano de obra para gastos generales de construcción y 3% para honorarios del contratista. Además considerar impuestos, fletes y seguros.

### 3.3 MODULO DE COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO.

Una vez que los costos por material y mano de obra del proyecto han sido calculados, es necesario estimar los costos indirectos para cubrir el trabajo realizado por el contratista en lo relativo a la administración del proyecto, ingeniería, procura, supervisión en campo y gastos generales. Estos costos pueden ser relacionados con los costos directos M & L durante ciertas fases del desarrollo del proyecto en forma de factores indirectos - como se ha visto anteriormente, estos factores son muy sensibles en cuanto a la localización de la planta, ya que pueden variar considerablemente de un lugar a otro.

Los costos indirectos abarcan los siguientes aspectos :

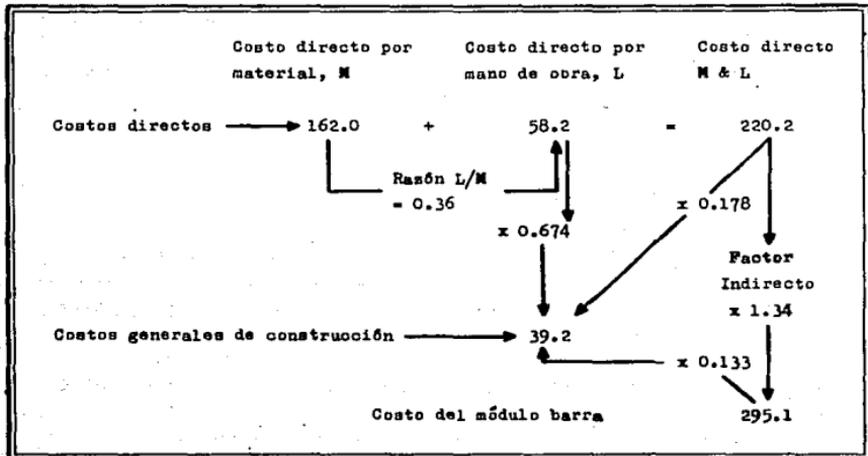
#### 1. Fletes, impuestos, derechos aduanales .

Estos costos son función del costo directo por material. Se toma un 5 % del costo directo por material para fletes domésticos, en el caso de los impuestos de venta y uso se toma un 3% para los Estados Unidos y un 15 % para el caso de México. En cuanto a los derechos aduanales de importación se toma un valor de 10 a 15 % en los Estados Unidos y hasta un 50 % para México del valor del material transportado, dependiendo de la distancia y puerto de entrada.

#### 2. Gastos generales de construcción.

Estos costos están relacionados con el costo directo - por mano de obra en campo y su rango es de 60 a 80 % del costo directo por mano de obra para construcción. El valor " norma " establecido es de 67.4 % de los costos directos por mano de obra en campo. Este valor es resultado del si-

guiente formato para un elemento de costo, cuyos valores -  
representan porcentajes del costo del equipo :



Del formato anterior se observa que los gastos generales de construcción pueden ser relacionados con los costos directos M & L por medio de un factor de 0.178 y con los costos del módulo barra por medio de un factor de 0.133 . Estos son los valores " norma " que resultan de la siguiente tabulación :

	% base	Costos directos por mano de obra, %	Costos directos M & L, %	Costos del módulo barra, %
Prestaciones	14.8	10.0	2.6	2.0
Cuentas laborales	22.4	15.0	4.0	2.9
Supervisión en campo	17.8	12.0	3.2	2.4
Servicios temporales	8.9	6.0	1.6	1.2
Equipo de construcción	14.8	10.0	2.6	2.0
Herramientas pequeñas	3.6	2.4	0.6	0.5
Diversos	17.7	12.0	3.2	2.3
Gastos generales totales de construcción	100.0 %	67.4 %	17.8 %	13.3 %

La tabulación anterior toma como referencia lo siguiente :

- La magnitud de costo directo por mano de obra - es de 1.1 millones de dólares
- Sobre razones L/M de 0.36

Los elementos incluidos en los gastos generales son :

Prestaciones. Contribuciones del patrón para reunir fondos o prestar servicios para aspectos relacionados con la salud, vacaciones, días festivos. Además de viáticos en el caso de que se requieran.

Cuotas laborales. Relacionado principalmente con compensaciones por retiro de empleados.

Supervisión en campo. Salarios, prestaciones y cuotas laborales para el personal que trabaja en la supervisión en campo. Incluye también viáticos cuando sea necesario.

Servicios temporales. Incluye edificios, caminos, estacionamientos, áreas de trabajo, andamios, cercados y diversos - que se requieran en forma temporal.

Equipo de construcción. Incluye renta, manejo y fletes para el equipo requerido en la construcción.

Herramientas pequeñas. Herramientas pequeñas utilizadas en la construcción, usualmente valuadas a \$ 200 dólares o menos ( de 1968 ).

Diversos en campo. Trabajos de limpieza, vigilancia, reparación de equipo menor, servicios médicos, pruebas de soldadura, materiales consumibles, etc.

Es necesario el uso de ciertos factores de corrección para el caso de que se trabajen otras razones L/M y magnitudes de costo M & L diferentes a las establecidas anteriormente.

Para efectuar estas correcciones se utilizan las gráficas 3.1 y 3.2 respectivamente.

De lo anterior se tiene que los gastos generales totales de construcción pueden ser obtenidos del costo directo ( M & L ) utilizando la siguiente

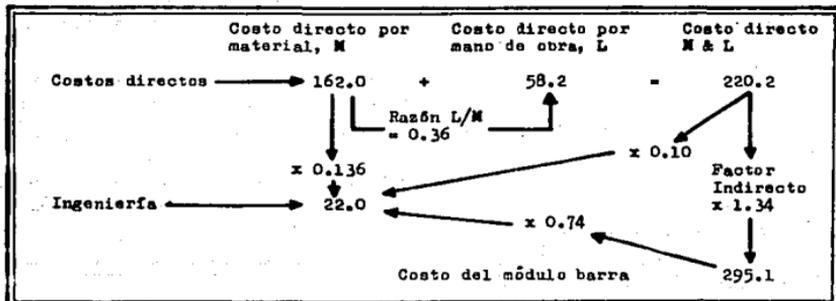
te ecuación de costos :

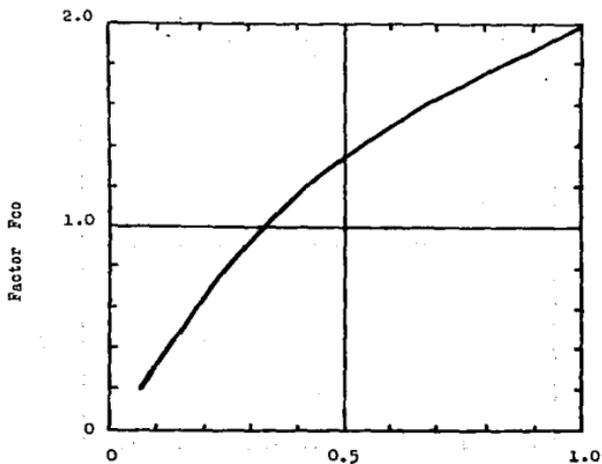
$$\text{Costos por gastos generales de construcción ( dólares )} = (\text{Costo M\&L})(0.178)(F_{co})(F_{mo}) \quad (3.1)$$

Costo M&L = Costo directo  
 F<sub>co</sub> = Factor de corrección  
 F<sub>mo</sub> = Factor de corrección

### 3. Costos de Ingeniería.

La cantidad de horas-hombre requeridas para el trabajo de Ingeniería puede variar considerablemente de un proyecto a otro y se ve afectada por problemas inusuales en el diseño, complejidad de procesos, duplicación de trabajos, requerimientos de inventario y por la magnitud del trabajo a realizar. Estos costos están relacionados básicamente con el valor del costo directo por material para Ingeniería. El valor " norma " utilizado es de 13.6 % del costo directo por material. Este valor es resultado del siguiente formato para un elemento de costo, cuyos valores representan porcentajes del costo del equipo :



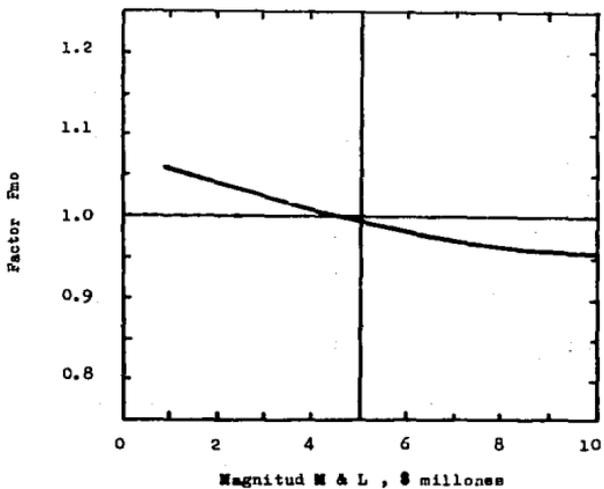


Relación L / M

Además de la gráfica se puede utilizar la siguiente correlación :

$$F_{co} = 2.0526 (L/M)^{0.6303}$$

GRAFICA 3.1 FACTOR DE CORRECCION Fco . (24)



La siguiente correlación representa el comportamiento de la curva :

$$F_{mo} = 1.0666 (M\&L)^{-0.0437}$$

GRAFICA 3.2 FACTOR DE CORRECCION Fmo . (24)

Como se observa, utilizando el factor base de 0.36 para la razón L/M se puede relacionar el costo de ingeniería y el costo directo M & L con un factor de 0.1 y un factor de 0.74 si se relaciona con el costo del módulo barra. Estos valores son resultados de la siguiente tabulación :

	% base	Costo directo por material, %	Costo directo M & L, % <sup>''</sup>	Costo del módulo barra, %
Ingeniería de Proyecto	14.3	1.9	1.4	1.0
Ingeniería de Proceso	4.5	0.6	0.4	0.3
Diseño y planos	26.8	3.6	2.6	1.8
Ingeniería de Procura	2.7	0.4	0.3	0.2
Trabajos de oficina	0.8	0.2	0.1	0.2
Mano de obra directa de Ingeniería	49.1	6.7	4.8	3.5
Indirectos de oficina y gastos generales <sup>'''</sup>	50.9	6.9	5.2	3.9
Costo total de Ingeniería	100.0	13.6	10.0	7.4

También en este caso es necesario el uso de ciertos factores de corrección para el caso de que se trabajen con otras razones L/M y magnitudes de costo M & L diferentes a las establecidas anteriormente, utilizándose las siguientes correcciones que ofrecen las gráficas 3.3 y 3.4.

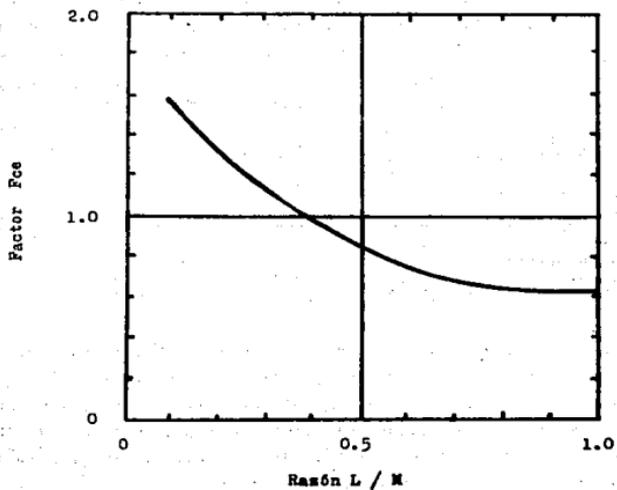
Otro factor de corrección que se debe considerar es para ajustar el costo de acuerdo al tipo de proyecto manejado :

Tipo de Proyecto	F <sub>PT</sub>
Planta química compleja	1.4
Planta de procesamiento químico	1.0
Procesamiento sólido / fluido	0.8
Manejo de sólidos	0.6
Únicamente edificios	0.4

<sup>'</sup> Magnitud de costo directo por material de 3.3 millones de dólares.

<sup>''</sup> Sobre razones L / M de 0.36

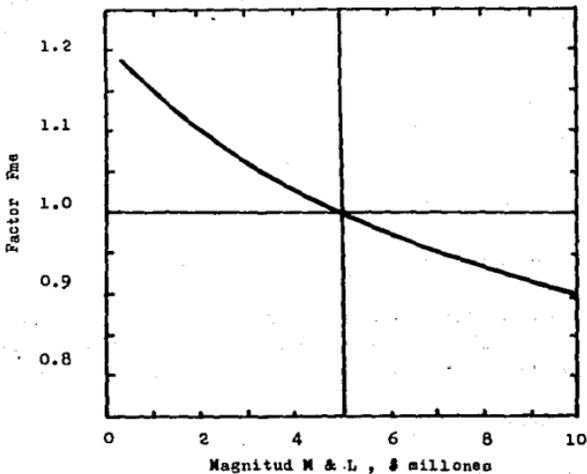
<sup>'''</sup> Incluye costos indirectos de oficina y gastos generales.



La siguiente correlación representa el comportamiento de la curva :

$$Fce = 0.6067 (L/M)^{-0.4420}$$

GRAFICA 3.3 FACTOR DE CORRECCION Fce . (24)



La siguiente correlación representa el comportamiento de la curva :

$$Fme = 1.1703 (M\&L)^{-0.1043}$$

GRAFICA 3.4 FACTOR DE CORRECCION Fme . (24)

Así los costos totales de ingeniería pueden calcularse a partir del costo directo M & L utilizando la siguiente ecuación :

$$\text{Costo de Ingeniería} = (M \& L)(0.10)(F_{ce})(F_{pt}) \quad (3.2)$$

(dólares)

Donde :

- M & L = Costo directo
- F<sub>ce</sub> = Factor de corrección
- F<sub>me</sub> = Factor de corrección
- F<sub>pt</sub> = Tipo de proyecto

### 3.4 COSTO DEL EQUIPO DE PROCESO.

Las gráficas presentadas en esta sección, toman como base el año de 1968 y consideran acero al carbón como material de construcción. El rango de validez se presenta en cada gráfica.

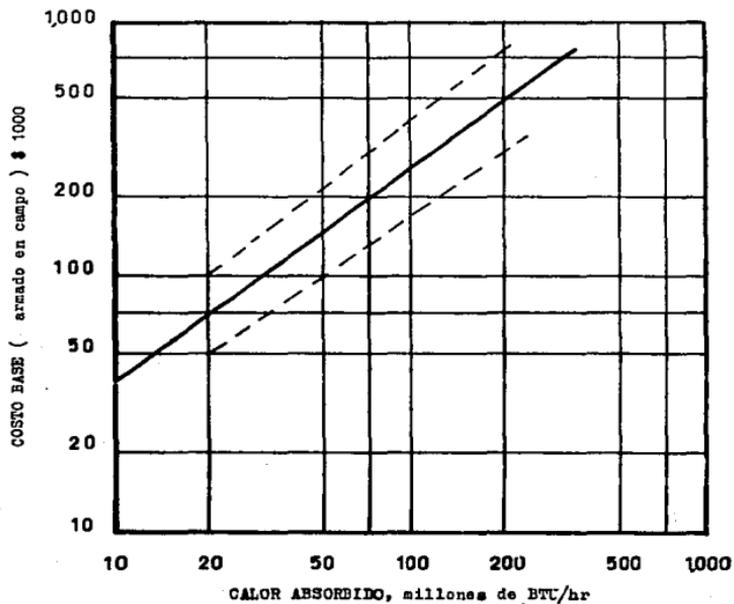
#### 3.4.1 HORNO DE PROCESO.

El horno de proceso es utilizado para alta capacidad de transferencia de calor en la corriente de proceso.

El perfil estructural es tipo caja o con soporte tipo A, con un banco de tubos múltiples y chimenea integral. La localización es de acuerdo al área disponible y el costo unitario puede variar considerablemente con el diseño individual.

La gráfica 3.5 esta basada en costos de instalación en campo para hornos diseñados a 700 °F y 500 psi., Manejando corrientes de hidrocarburos y como máximo una carga de 10 millones de BTU/hr. Todo el banco de tubos es de acero al carbón excepto los hornos de pirólisis o reformado, los cuales incluyen banco de tubos de acero inoxidable; la eficiencia es de 75 % combinando petróleo-gas en el quemador.

Los factores proporcionados para ajustar el diseño del horno de pirólisis o reformado utilizan aleaciones en el material del banco de tubos y estan diseñados para presiones superiores a 3000 psi.



$$\text{COSTO BASE} = 5826.933 (\text{ calor absorbido } )^{0.8301}$$

GRAFICA 3.5 HORNO DE PROCESO . (24)

La gráfica 3.5 está basada en :

Horno de proceso  
Construcción tipo caja o soporte tipo A  
Tubos en acero al carbón  
Presión de diseño, 500 psi  
Armado en campo

Se requiere conocer lo siguiente :

Tipo de horno  
Calor absorbido por el servicio, BTU/hr  
Presión de diseño, psig  
Material de los tubos

El año base es 1968, incluye el costo, la instalación en campo completa, y los indirectos del contratista.

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (  $F_d + F_m + F_p$  ) ) índice

Cuando el horno es de pirolisis o reformado, se tiene :

COSTO DE EQUIPO = ( costo base (  $F_d + F_p$  ) ) índice

Tipo de diseño	$F_d$	Material de tubos	$F_m$	Presión diseño, psi	$F_p$
Proceso	1.00	Acero al carbón	0.00	Menor de 500	0.00
Pirolisis	1.10	Cromo - molibdeno	0.35	1,000	0.10
Reformado	1.35	Inoxidable	0.75	1,500	0.15
				2,000	0.25
				2,500	0.40
				3,000	0.60

TABLA 3.4 HORNO DE PROCESO. MODULO DE INSTALACION EN CAMPO. (24)

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 6	8 a 10
Costo del horno, E	100	100	100	100	100
Tuberfa	18.5	18.0	17.7	17.5	17.5
Concreto	10.3	10.0	9.9	9.8	9.7
Acero	-	-	-	-	-
Instrumentación	4.1	4.0	3.9	3.9	3.9
Eléctrico	2.1	2.0	2.0	2.2	1.7
Aislamiento	-	-	-	-	-
Pintura	-	-	-	-	-
<b>Materiales de campo, m</b>	<b>35.0</b>	<b>34.0</b>	<b>33.5</b>	<b>33.2</b>	<b>33.0</b>
<b>Material directo, E + m = M</b>	<b>135.0</b>	<b>134.0</b>	<b>133.5</b>	<b>133.2</b>	<b>133.0</b>
<b>Mano de obra, L</b>	<b>30.5</b>	<b>29.6</b>	<b>29.2</b>	<b>28.9</b>	<b>28.7</b>
<b>Costo directo, M &amp; L</b>	<b>165.5</b>	<b>163.6</b>	<b>162.7</b>	<b>162.1</b>	<b>161.7</b>

El costo del horno esta basado en un subcontratista e incluye todo el material directo, instalación en campo, costos administrativos y la estructura necesaria, para la construcción del horno. El costo adicional por cimentación, tubería externa y otros costos de instalación se obtienen de los módulos, tabla 3.4.

#### 3.4.2 CALENTADOR A FUEGO DIRECTO.

El calentador a fuego directo es diseñado para elevar la temperatura y la entropía de la corriente de proceso, sin cambiar la estructura molecular. El diseño es cilíndrico, con banco de tubos radiantes, utilizando petróleo o gas en el quemador.

La grafica 3.6 esta basada en el costo de instalación en campo para calentador a fuego directo, con tubos de acero al carbón; tales costos incluyen: material directo, instalación, costos administrativos y estructura. El costo adicional para cimentación, tubería externa, etc. se obtiene del módulo, tabla 3.5.

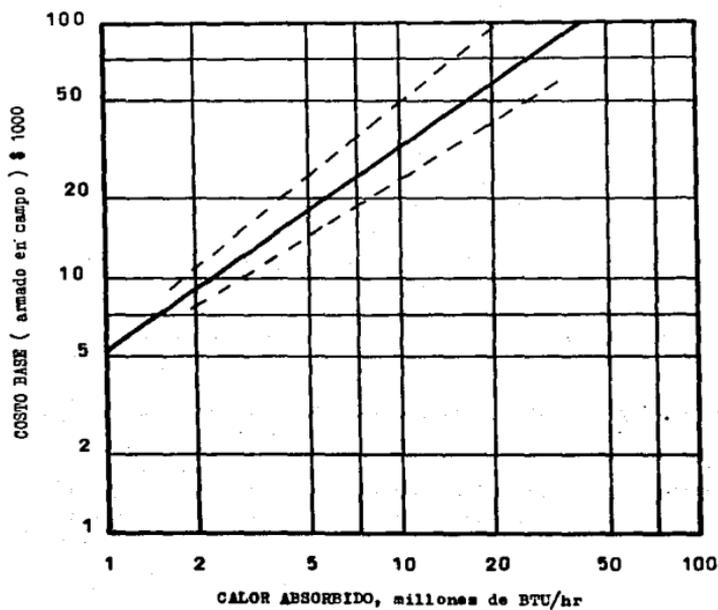
Los factores que utiliza la gráfica 3.6 ajustan el tipo de diseño, material de los tubos y la presión de diseño superior a 1500 psi.

#### 3.4.3 INTERCAMBIADOR DE CALOR.

La transferencia de calor es esencial en la operación de los procesos. El equipo más versátil para este propósito es el cambiador de tubos y correa.

La clasificación es de acuerdo a las características de construcción, tales como, cabeza flotante, tubos en U, haz de tubos fijos o reboiler Kettle. Cuando se tienen altas presiones se utilizan aleaciones en el lado de los tubos.

La gráfica 3.7 se basa en la construcción de acero al carbón, tanto en los tubos como en la coraza, y de cabezal flotante. Se incluyen factores para ajustar el tipo del diseño, material de construcción, presión de diseño superior a 1000 psi. El costo para cimentación, instalación, costos indirectos, etc., se obtienen del módulo, tabla 3.6.



CALOR ABSORBIDO, millones de BTU/hr

$$\text{COSTO BASE} = 5450 (\text{ calor absorbido } )^{0.8}$$

GRAFICA 3.6 CALENTADOR A FUEGO DIRECTO. (24)

La gráfica 3.6 está basada en :  
 Tipo calentador de proceso  
 Construcción cilíndrica  
 Tubos de acero al carbón  
 Presión de diseño, 500 psi.

Se requiere conocer lo siguiente :  
 Calor absorbido, BTU/hr  
 Presión de diseño, psig  
 Material de los tubos

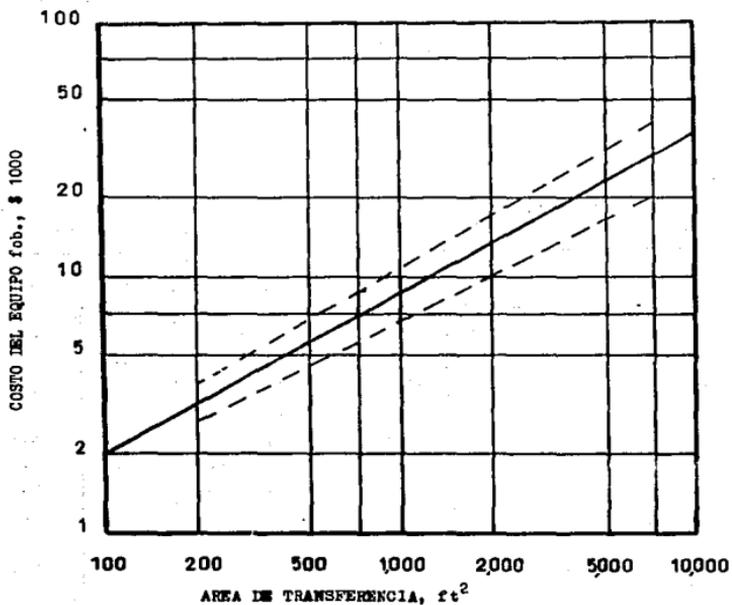
El año base es 1968, incluye el costo, la instalación en campo completa, y los indirectos del contratista.

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base ( Fd + Fm + Fp ) ) indice

Tipo de diseño	Fd	Material de tubos	Fm	Presión diseño, psi.	Fp
Cilindrico	1.00	Acero al carbón	0.00	Menor de 500	0.00
Dowtherm	1.33	Cromo - molibdeno	0.45	1,000	0.15
		Inoxidable	0.50	1,500	0.20

TABLA 3.5 CALENTADOR A FUEGO DIRECTO. MODULO DE INSTALACION EN CAMPO.(24)

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10
Costo del calentador, E	100	100	100	100	100
Tubería	15.5	15.0	14.8	14.6	14.6
Concreto	10.3	10.0	9.9	9.8	9.7
Acero	-	-	-	-	-
Instrumentación	5.1	5.0	4.8	4.8	4.7
Eléctrico	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9
Aislamiento	-	-	-	-	-
Pintura	-	-	-	-	-
<b>Materiales de campo, m</b>	<b>33.0</b>	<b>32.0</b>	<b>31.5</b>	<b>31.2</b>	<b>30.9</b>
<b>Material directo, E + m = M</b>	<b>133.0</b>	<b>132.0</b>	<b>131.5</b>	<b>131.2</b>	<b>130.9</b>
<b>Mano de obra, L</b>	<b>29.9</b>	<b>29.0</b>	<b>28.6</b>	<b>28.3</b>	<b>28.1</b>
<b>Costo directo, M &amp; L</b>	<b>162.9</b>	<b>161.0</b>	<b>160.1</b>	<b>159.5</b>	<b>159.0</b>



COSTO BASE = 141.2 ( área )<sup>0.5975</sup>

GRAFICA 3.7 INTERCAMBIADOR DE CALOR. (24)

La gráfica 3.7 está basada en :

Cabeza flotante  
 Construcción en acero al carbón  
 Presión de diseño, 150 psi

Se requiere conocer lo siguiente :

Superficie requerida, ft<sup>2</sup>  
 Tipo de diseño  
 Material de los tubos y la coraza  
 Presión de diseño  
 Temperatura de diseño

El año base es 1968, incluyendo la fabricación completa

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base ( Fd + Fp ) ( Fm ) ) indice

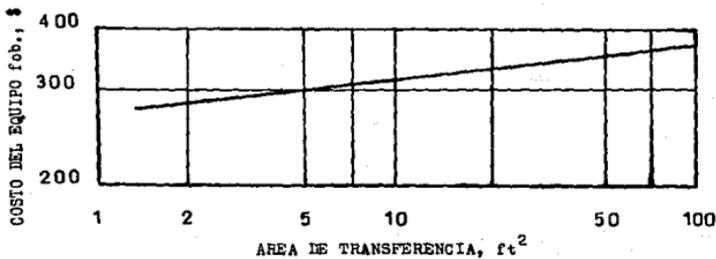
Tipo de diseño	Fd	Presión de diseño	Fp
Reboiler Kettle	1.35	Menor de 150	0.00
Cabeza flotante	1.00	300	0.10
Tubos en U	0.85	400	0.25
Banco de tubos fijo	0.80	800	0.52
		1,000	0.55

Material de la coraza / tubos , Fm

Area de transferencia ft <sup>2</sup>		CS/		CS/	CS/	SS/	CS/	Monel/	CS/	Ti/
		CS	latón	SS	SS	Monel	Monel	Ti	Ti	
Menor	de	100	1.00	1.05	1.54	2.50	2.00	3.20	4.10	10.28
	a	500	1.00	1.10	1.78	3.10	2.30	3.50	5.20	10.60
	a	1000	1.00	1.15	2.25	3.26	2.50	3.65	6.15	10.75
	a	5000	1.00	1.30	2.81	3.75	3.10	4.25	8.95	13.05
	a	10000	1.00	1.52	3.52	4.50	3.75	4.95	11.10	16.60

TABLA 3.6 INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS Y CORAZA. MÓDULO DE  
INSTALACION EN CAMPO. (24)

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10
Costo del equipo fob., E	100	100	100	100	100
Tubería	45.6	45.1	44.7	44.4	44.3
Concreto	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0
Acero	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0
Instrumentación	10.2	10.1	10.0	9.9	9.8
Eléctrico	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Aislamiento	4.9	4.8	4.7	4.7	4.7
Pintura	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Materiales de campo, m	71.4	70.5	69.9	69.5	69.3
Material directo, E + m = M	171.4	170.5	169.9	169.5	169.3
Mano de obra, L	63.0	61.2	60.1	59.4	59.0
Costo directo, M & L	234.4	231.7	230.0	228.9	228.3



$$\text{COSTO BASE} = 262 (\text{Area})^{0.0783}$$

GRAFICA 3.8 INTERCAMBIADOR DE CALOR. (24)

La gráfica 3.8 está basada en :

Unidad de doble tubo  
Construcción en acero al carbón  
Superficie requerida menor de 100 ft<sup>2</sup>

Se requiere conocer lo siguiente :

Superficie requerida, ft<sup>2</sup>  
Material de construcción  
Presión de diseño

El año base es 1968

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (Fm)(Fp)) indice

Material de tubos, exterior / interior	Fm
Acero al carbón / acero al carbón	1.00
Acero al carbón / inoxidable	1.85
Presión de diseño	Fp
Menor de 600	1.00
900	1.10
1,000	1.25

Factor del módulo

Instalación en campo 1.35

#### 3.4.4 SOLOAIRES ( INTERCAMBIADOR DE CALOR ENFRIADO POR AIRE )

El soloaire se utiliza cuando el proceso permite emplear aire del ambiente como enfriador.

El paquete de aletas, proporciona una superficie de intercambio máxima, con una coraza pequeña. Para la estimación del costo considera que el área del soloaire representa el área calculada dividida por 15.5 ( factor de la aleta del tubo ).

La gráfica 3.9 esta basada en los costos de instalación unitarios diseñados para 150 psi., con áreas de 400 a 10 000 ft<sup>2</sup> ( 6,200 a 155,000 - área calculada )

Los tubos y la coraza son de acero al carbón, con una eficiencia del 70 %. Los factores pueden ajustarse para otros materiales en los tubos y presiones superiores a 1000 psi.

El costo del enfriador se basa en un contratista e incluye : materiales directos, estructura, instalación, etc. El costo adicional para cimentación, tubería externa y otros se obtiene de los módulos, tabla 3.7.

#### 3.4.5 RECIPIENTES A PRESION.

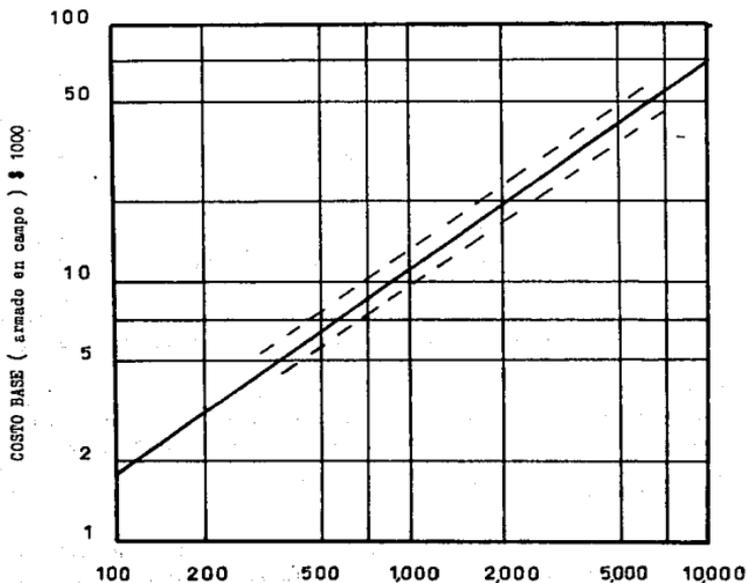
Los recipientes son usualmente diseñados de acuerdo al código ASME. - Los recipientes en general son cilíndricos con tapas elípticas. La instalación puede ser horizontal o vertical, según los requerimientos del proceso.

La gráfica 3.10 relaciona el diámetro con la longitud o la altura del recipiente para obtener su costo. El espesor del recipiente esta incluido en el factor por presión.

El costo base del recipiente representa su fabricación en acero al carbón con una resistencia de 50 psi., con un promedio de boquillas, registros hombre y soportes.

Los factores pueden ser usados para ajustar por tipo de material o por presión. Se adicionan costos por cimentación, plataformas metálicas, - trabajo en campo y costos indirectos de los módulos de instalación en campo, tabla 3.9, para recipientes a presión verticales y la tabla 3.8 para recipientes a presión horizontales.

Los costos de platos, lechos empacados, revestimientos y otros in-



AREA DE ENFRIAMIENTO =  $\frac{\text{Área calculada}}{15.50}$  , ft<sup>2</sup>

COSTO BASE = 40.723 ( Área de enfriamiento )<sup>0.8115</sup>

GRAFICA 3.9 SOLOAIRE, CAMBIADOR DE CALOR ENFRIADO POR AIRE . (24)

La gráfica 3.9 está basada en :  
 Tubos de acero al carbón  
 Impulsado por motor  
 Construcción individual

Se requiere conocer lo siguiente :  
 Superficie requerida, ft<sup>2</sup>  
 Presión de diseño, psig  
 Material de tubos

El año base es 1968, incluye : paquete de tubos, abanico y motor, estructura de la cubierta, escalera de acero, armado en campo y los indirectos del contratista.

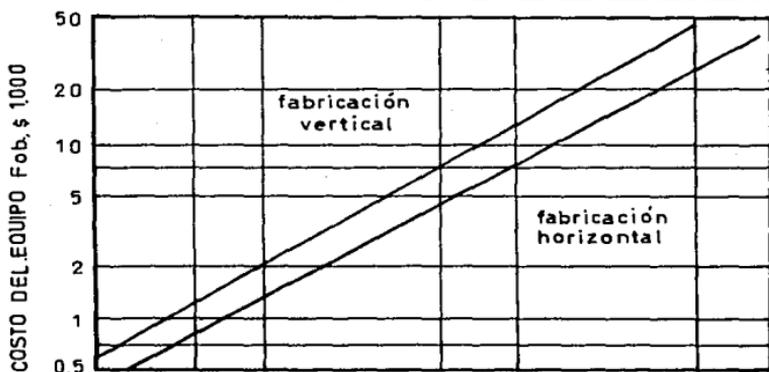
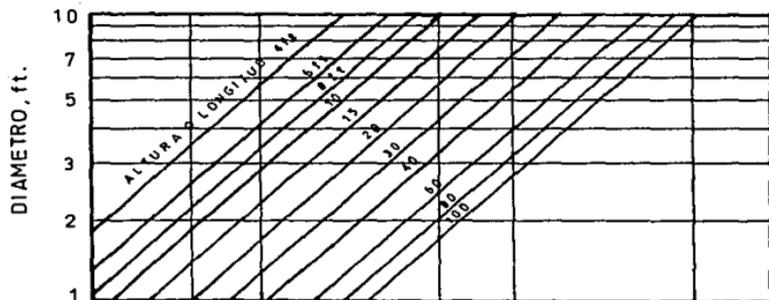
COSTO DEL EQUIPO = ( costo base ( Fp + Ft + Fm ) ) índice

Rating, psi.	Fp	Longitud, ft	Ft
150	1.00	16	0.00
250	1.05	20	0.05
500	1.10	24	0.10
1,000	1.15	30	0.15

Material	Fm
Acero al carbón	0.00
Aluminio	0.50
Inoxidable	1.85
Monel	2.20

TABLA 3.7 SOLOAIRE ( INTERCAMBIADOR DE CALOR ENFRIADO POR AIRE ). MODULO DE INSTALACION EN CAMPO. (24)

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10
Costo del equipo fob., E	100	100	100	100	100
Tuberfa	15.0	14.1	13.9	13.8	13.7
Concreto	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4
Acero	-	-	-	-	-
Instrumentación	4.0	3.8	3.7	3.6	3.6
Eléctrico	10.0	9.4	9.3	9.2	9.2
Aislamiento	-	-	-	-	-
Pintura	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Materiales de campo, m	31.1	29.3	28.9	28.6	28.5
Material directo, E + m = M	131.1	129.3	128.9	128.6	128.5
Mano de obra, L	31.8	29.5	28.8	28.2	28.0
Costo directo, M & L	162.9	158.8	157.7	156.8	156.5



COSTO BASE =  $329.4063 ( N )^{0.801}$ ; Recipiente vertical

COSTO BASE =  $231.3732 ( N )^{0.7708}$ ; Recipiente horizontal

$N = ( 0.3464 ( \text{diámetro} ) ( \text{longitud} )^{0.7874} )^{1.279}$

GRAFICA 3.10 RECIPIENTES . (24)

La gráfica 3.10 está basada en :

Material de acero al carbón  
Presión de diseño, 50 psi  
Boquillas y entradas de hombre  
Construcción bajo código ASME  
Fabricado en almacén

Se requiere conocer lo siguiente :

Diámetro, ft  
Longitud, ft  
Presión de diseño, psig  
Material de la coraza  
Tipo de fabricación ( horizontal o vertical )

El año base es 1968, incluye; horizontal, coraza y dos cabezas, boquilla y registro hombre, dos sillas de montar.  
vertical, coraza y dos cabezas, boquilla y registro hombre , soporte de platos

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (Fm)(Fp))índice

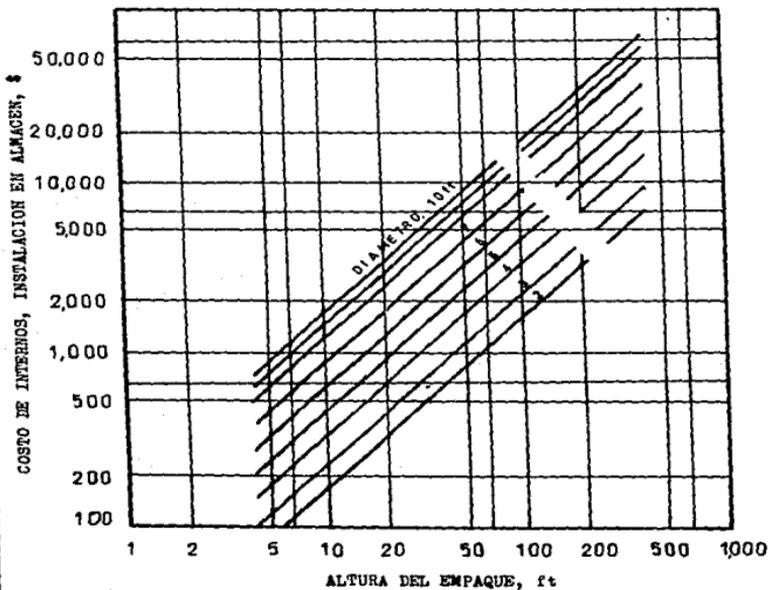
Material de la coraza	Fm	Presión, psi.	Fp
Acero al carbón	1.0	Menor de 50	1.00
Acero inoxidable 316	2.25	100	1.05
Monel	3.89	200	1.15
Titanio	4.23	300	1.20
		400	1.35
		500	1.45
		600	1.60
		700	1.80
		800	1.90
		900	2.30
		1,000	2.50

TABLA 3.8 RECIPIENTE A PRESION, HORIZONTAL. MODULO DE INSTALACION EN CAMPO. (24)

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10
Costo del equipo fob., E	100	100	100	100	100
Tubería	41.1	40.1	39.7	39.4	39.2
Concreto	6.2	6.1	6.0	5.9	5.9
Acero	-	-	-	-	-
Instrumentación	6.2	6.1	6.0	5.9	5.9
Eléctrico	5.2	5.1	5.0	5.0	5.0
Aislamiento	5.2	5.1	5.0	5.0	5.0
Pintura	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
 Materiales de campo, m	 64.5	 63.0	 62.2	 61.7	 61.5
 Material directo, E + m = M	 164.5	 163.0	 162.2	 161.7	 161.5
 Mano de obra, L	 61.5	 59.3	 58.1	 57.2	 56.8
 Costo directo, M & L	 226.0	 222.3	 220.3	 219.0	 218.3

**TABLA 3.9 RECIPIENTES A PRESION, VERTICAL. MODULO DE INSTALACION EN CAMPO. (24)**

<b>Módulo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Magnitud base dólar, \$100,000</b>	<b>0 a 2</b>	<b>2 a 4</b>	<b>4 a 6</b>	<b>6 a 8</b>	<b>8 a 10</b>
<b>Costo del equipo fob., E</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Tubería</b>	60.0	59.6	59.5	59.4	59.3
<b>Concreto</b>	10.0	9.9	9.8	9.8	9.8
<b>Acero</b>	8.0	7.9	7.8	7.8	7.8
<b>Instrumentación</b>	11.5	11.5	11.4	11.3	11.3
<b>Eléctrico</b>	5.0	4.9	4.9	4.9	4.9
<b>Aislamiento</b>	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
<b>Pintura</b>	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
<b>Materiales de campo, m</b>	<b>103.8</b>	<b>103.1</b>	<b>102.7</b>	<b>102.5</b>	<b>102.4</b>
<b>Material directo, E + m = M</b>	<b>203.8</b>	<b>203.1</b>	<b>202.7</b>	<b>202.5</b>	<b>202.4</b>
<b>Mano de obra, L</b>	<b>99.2</b>	<b>98.5</b>	<b>97.2</b>	<b>96.5</b>	<b>96.1</b>
<b>Costo directo, M &amp; L</b>	<b>303.0</b>	<b>301.6</b>	<b>299.9</b>	<b>299.0</b>	<b>298.5</b>



$$\text{COSTO BASE} = ( 10.8314 ( \text{altura} ) \text{Exp}^{0.294 ( \text{diámetro} )}$$

GRAFICA 3.11 COSTO DE INTERIORS ( COLUMNAS ) . ( 24 )

La gráfica 3.11 requiere la siguiente información :

Altura depila de platos, ft  
 Diámetro de platos, ft  
 Espaciamiento de platos, in  
 Tipo de platos  
 Material

El año base es 1968, incluye : Platos (según se especifica), soportes, todos los accesorios, fabricación en el taller, instalación en el taller.

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (Fa + Ft + Fm) ) índice

Espaciamiento de platos	Fs	Tipo de plato	Ft
24 in	1.0	Malla	0.0
18	1.4	Plato	0.0
12	2.2	Válvulas	0.4
		Cachucha de burbujeo	1.8
		Cascada Koch	3.9
<b>Material del plato :</b>	<b>Fm</b>		
Acero al carbón	0.0		
Inoxidable	1.7		
Monel	8.9		

Costo de instalación de empaques para columnas, dólares por ft<sup>3</sup>

	Tamaño, in			
	1	1 1/2	2	3
<b>Anillos Raschig :</b>				
Barro químico	5.2	4.3	3.5	2.9
Porcelana química	7.0	4.8	4.7	3.9
Acero inoxidable	70.2	45.8	32.5	22.8
	3/4	1	1 1/2	
<b>Sillas :</b>				
Barro químico	18.8	14.5	7.8	
Porcelana química	20.7	15.9	8.7	

Costo de instalación de empaques para columnas, dólares por ft<sup>3</sup>

Material	M & L, \$ / ft <sup>3</sup>
Carbón activado	14.2
Silica Gel	27.2
Alúmina	12.6
Carbón	3.5
Caliza	5.8

Revestimientos :

	Esesor, in	M & L, \$ / ft <sup>2</sup>
Ladrillo	3	3.80
	4	5.50
	6	8.25
	4 ½	7.16
	9	10.79
Caucho	3/16	4.37
	1/4	4.75
Refractario	2	7.50
	4	10.52
Concreto	2	3.20
	4	4.55
Plomo	5 lb.	6.25
	10	7.13
	15	8.86

ternos son calculados separadamente y adicionados al costo de la coraza - como requerimientos. Los costos pueden obtenerse de la gráfica 3.11.

#### 3.4.6 BOMBAS.

##### Centrifugas.

La gráfica 3.12 se basa en costo del equipo fob. ( libre a bordo ) para bombas centrifugas y su accionador para usos en general. El costo base esta limitado a las condiciones de 150 psi de succión y 250 °F. Se incluyen factores para ajustar por tipo de material y otras condiciones de operación.

El factor capacidad/cabeza ( C/H ) surge de una correlación de datos, este factor es obtenido por la multiplicación de la capacidad ( en gpm ) - por el total de la cabeza dinámica ( en psi ).

Los costos por cimentación, materiales de campo, trabajo y costos indirectos de contratista, como requerimientos de instalación, se adicionan al costo total, y se obtienen los módulos de la tabla 3.10.

##### Reciprocantes.

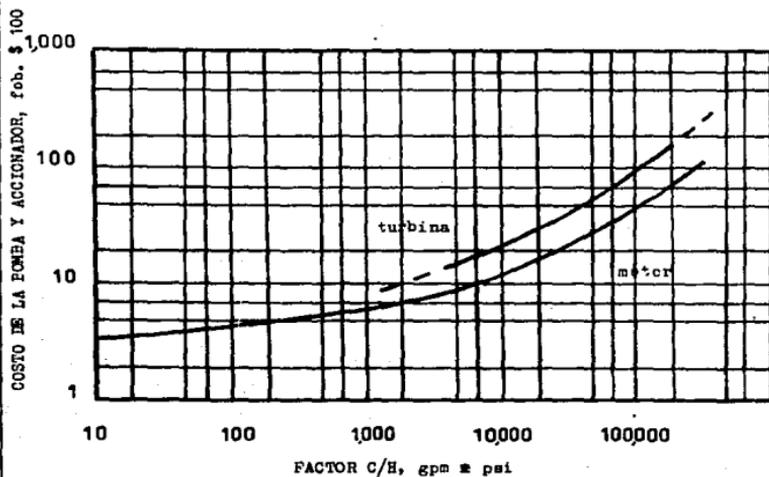
Las bombas reciprocantes generalmente se especifican para un menor flujo o capacidad, flujos de alta presión y algunas aplicaciones especiales. Las de accionador directo por vapor son más comunes, aunque las accionadas por turbina y motor pueden ser también especificadas.

La gráfica 3.13 para bombas reciprocantes, se basa en costos fob. ( libre a bordo ) y aplica para el equipo reciprocante de acción directa - adecuado para aplicaciones de proceso con especificaciones arriba de 100 gpm. a 1000 psi o 5000 gpm a 20 psi. El costo base esta limitado a las condiciones de 150 psi de succión y 250 °F. Se incluyen factores para ajustar por tipo de material y para otras condiciones de operación.

El factor ( C/H ) puede ser usado similarmente como en las bombas centrifugas. Otros costos de instalación se obtienen del módulo, tabla 3.11.

#### 3.4.7 COMPRESORES.

Los gases de proceso son requeridos en un amplio rango de capacidades, presiones y temperaturas, la compresión de gas de proceso, involucra un com



COSTO BASE = 326.379 EXP ( 0.0768 ( C/H )<sup>0.3</sup> ) ; motor

COSTO BASE = 183.167 EXP ( 0.3771 ( C/H )<sup>0.2</sup> ) ; turbina

GRAFICA 3.12 BOMBAS CENTRIFUGAS Y ACCIONADORES . (24)

La gráfica 3.12 está basada en :

Bomba y accionador para procesos en general

Capacidad menor de 100 gpm.

Presión de diseño 1,000 psi.

Condiciones de la succión : presión 150 psi

temperatura 250 °F

Se requiere conocer lo siguiente :

Capacidad, gpm

Diferencia de presión,  $\Delta P$  psi.

Presión de succión, psig

Temperatura del sistema, °F

Material de la cubierta

El año base es 1968, incluye unidad de bombas, accionador

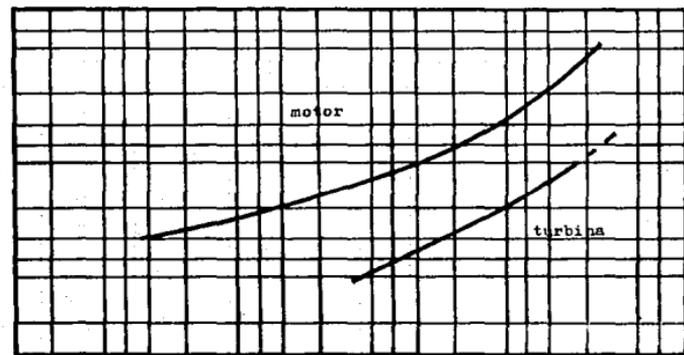
COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (Fm)(Fo)) índice

Material	Fm	Límites de operación	valor máximo		
Acero al carbón	1.32	Presión de succión, psig	150	500	1000
Acero blando	1.00	Temperatura del sistema	250	550	850
Bronce	1.28	Factor Fo	1.0	1.5	1.9
Carpenter 20	2.10				
Hastelloy C	2.89				
Inoxidable	1.93				
Monel	3.89				
Niquel	3.48				
Titanio	8.98				
Worhtite	2.44				

TABLA 3.10 BOMBAS CENTRIFUGAS. MODULO DE INSTALACION EN CAMPO. (24)

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10
Costo del equipo fob., E	100	100	100	100	100
Tuberfa	30.2	29.8	29.6	29.5	29.4
Concreto	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9
Acero	-	-	-	-	-
Instrumentación	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9
Aislamiento	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4
Eléctrico	31.0	30.5	30.3	30.3	30.2
Pintura	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>Materiales de campo, m</b>	<b>71.5</b>	<b>70.4</b>	<b>70.0</b>	<b>69.8</b>	<b>69.8</b>
<b>Material directo, E + m = M</b>	<b>171.5</b>	<b>170.4</b>	<b>170.0</b>	<b>169.8</b>	<b>169.8</b>
<b>Mano de obra, L</b>	<b>69.7</b>	<b>68.4</b>	<b>67.9</b>	<b>67.3</b>	<b>67.1</b>
<b>Costo directo, M &amp; L</b>	<b>241.2</b>	<b>238.8</b>	<b>237.9</b>	<b>237.1</b>	<b>236.7</b>

COSTO DE LA BOMBA Y ACCIONADOR, feb. \$ 100



10 100 1000 10000 100000

FACTOR C/H, gpm \* psi

COSTO BASE = 530.4534 EXP ( 0.2353 ( C/H)<sup>0.235</sup>); motor

COSTO BASE = 24.3997 EXP ( 0.7587 ( C/H )<sup>0.16</sup>); turbina

GRAFICA 3.13 BOMBAS RECIPROCANTES Y ACCIONADORES . (24)

La gráfica 3.13 está basada en :  
 Costo de la bomba fob.  
 Capacidad mayor de 100 gpm.  
 Presión de diseño 1,000 psi  
 Condiciones de la succión :

presión 150 psi  
 temperatura 250 °F

Se requiere conocer lo siguiente:

Capacidad, gpm  
 Diferencia de presión,  $\Delta P$  psi  
 Presión de succión, psig  
 Material del cuerpo

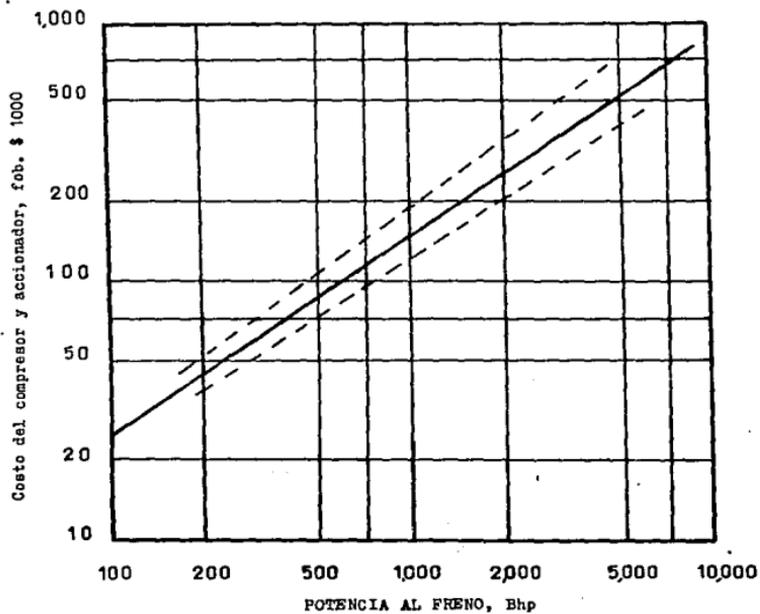
El año base es 1968, incluye unidad de bombeo, accionador y base

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (Fm)(Fo) ) indica

Material	Fm	Límites de operación			
Acero blando	1.00	Presión de succión, psi.	150	500	1000
Bronce	1.25	Temperatura del sistema	250	550	850
Acero al carbón	1.55	Factor Fo	1.0	1.2	1.4
Inoxidable	1.93				

**TABLA 3.11 BOMBAS RECIPROCANES. MODULO DE INSTALACION EN CAMPO. (24)**

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10
Costo del equipo fob., E	100	100	100	100	100
Tuberfa	30.2	29.8	29.6	29.5	29.4
Concreto	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9
Acero	-	-	-	-	-
Instrumentación	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9
Eléctrico	31.0	30.5	30.3	30.3	30.2
Aislamiento	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4
Pintura	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>Materiales de campo, M</b>	<b>71.5</b>	<b>70.4</b>	<b>70.0</b>	<b>69.8</b>	<b>69.6</b>
<b>Material directo, E + m = N</b>	<b>171.5</b>	<b>170.4</b>	<b>170.0</b>	<b>169.8</b>	<b>169.6</b>
<b>Mano de obra, L</b>	<b>69.7</b>	<b>68.4</b>	<b>67.9</b>	<b>67.3</b>	<b>67.1</b>
<b>Costo directo, M &amp; L</b>	<b>241.2</b>	<b>238.8</b>	<b>237.9</b>	<b>237.1</b>	<b>236.7</b>



$$\text{COSTO BASE} = 906.0694 ( \text{Bhp} )^{0.7353}$$

GRAFICA 3.14 COMPRESOR . (24)

La gráfica 3.14 está basada en :

Compresor centrífugo accionado con motor

Material acero al carbón

Presión máxima 1,000 psi

Se requiere conocer lo siguiente:

Tipo de compresor

Potencia al freno, Bhp

El año base es 1968, incluye máquina centrífuga, accionador y base

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (Fd)) índice

Tipo de diseño	Fd
Centrífugo / motor	1.00
Reciprocante-vapor *	1.07
Centrífugo-turbina *	1.15
Reciprocante-motor *	1.29
Reciprocante-máquina de combustión interna *	1.82

\* Incluye interetapa, enfriador y marmita, pero no amortiguador o algún dispositivo regulador.

TABLA 3.12 COMPRESORES. MODULO DE INSTALACION EN CAMPO. (24)

Módulo	A	B	C	D	E
Magnitud base dólar, \$100,000	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10
Costo del equipo fob., E	100	100	100	100	100
Tubería	20.6	20.2	20.1	20.0	19.9
Concreto	12.3	12.1	12.0	11.9	11.9
Acero	-	-	-	-	-
Instrumentación	8.2	8.0	8.0	8.0	8.0
Eléctrico	15.4	15.2	15.0	14.9	14.8
Aislamiento	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5
Pintura	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Materiales de campo, m</b>	<b>59.6</b>	<b>58.6</b>	<b>58.1</b>	<b>57.8</b>	<b>57.6</b>
<b>Material directo, E + m = M</b>	<b>159.6</b>	<b>158.6</b>	<b>158.1</b>	<b>157.8</b>	<b>157.6</b>
<b>Mano de obra, L</b>	<b>61.4</b>	<b>59.9</b>	<b>59.7</b>	<b>58.5</b>	<b>58.2</b>
<b>Costo directo, M &amp; L</b>	<b>221.0</b>	<b>218.5</b>	<b>217.3</b>	<b>216.3</b>	<b>215.8</b>

presor ya sea centrífugo o recíprocante. El equipo comercial tiene las siguientes características generales.

Centrífugo : alta capacidad, menor presión de descarga usualmente entre un rango de 400 a 12,500 ft<sup>3</sup>/min, arriba de 3 000 psi.

Recíprocantes : menor capacidad, mayor presión de descarga entre un rango de 100 a 25,000 ft<sup>3</sup>/min, arriba de 4000 psi.

Para propósitos de estimación de costos, se consideran muchas variables tales como volumen o capacidad ( ft<sup>3</sup>/min, lb/hr ), peso molecular, valores de K, relación de compresión representado por el parámetro Bhp.

La gráfica 3.14 se basa en los costos de ensamble para compresores - centrífugos accionados con motor en un rango de 200 a 5000 Bhp. Se incluyen factores para ajustar por otro tipo de compresor-accionador; el acero al carbón se asume en todos los casos. Se adicionan costos por cimentación, plataformas metálicas, trabajo en campo y costos indirectos por instalación. El módulo de instalación en campo está en la tabla 3.12.

### 3.5 EQUIPO ESPECIAL.

Los datos de esta sección aplican a diversos equipos mecánicos pesados asociados con el módulo de manejo de sólidos.

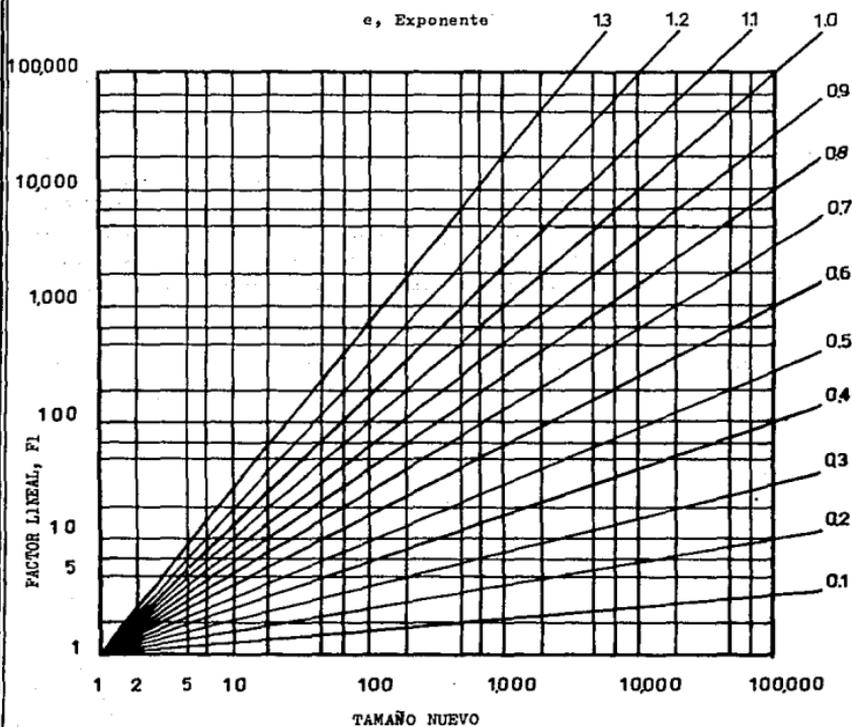
La técnica del factor de capacidad se utiliza en este módulo ( gráfica 3.15 ) para generar los costos del equipo especial a partir de la tabulación de costos por unidad y valor del exponente ( tabla 3.13 ). Los factores por instalación en campo ( el cual incluye: el costo del equipo, cimentación, eléctrico, pintura, mano de obra ) y la relación trabajo/material ( L/M ) son también incluidos para evaluar los costos de instalación.

En algunos procesos el equipo especial se encuentra catalogado o incluido como parte del equipo diverso.

Debido a la gran diversidad de correlaciones, los datos de esta sección pueden ser considerados como un primer valor. Si el proyecto prueba ser económicamente solvente, se obtiene una cotización del vendedor tan pronto se tengan los datos de diseño.

### 3.6 ESTIMACION DE TUBERIA.

Los sistemas de tubería son parte integral de una planta química. Ge-



$$\text{FACTOR LINEAL} = (\text{tamaño nuevo})^e \quad ; e \leq 1$$

$$\text{FACTOR LINEAL} = (\text{tamaño nuevo})^{(0.649 \text{ EXP}(0.432 e^{2.3}))} \quad ; e > 1$$

GRAFICA 3.15 EQUIPO ESPECIAL. (24)

La gráfica 3.15 esta basada en :

$$\text{COSTO DEL EQUIPO ESPECIAL} = (\text{Costo unitario})(\text{Factor lineal})\text{Indice}$$

Uso de la gráfica : Primero localice el tamaño o capacidad nueva requerida en la escala horizontal, siga en forma vertical hasta la línea del exponente proporcionado en la tabla 3.4 , moverse a la izquierda en forma horizontal y leer el factor lineal  $F_L$  , multiplicar el costo unitario por este factor y obtendra el costo del equipo en 1968.

NOTA : La gráfica también se emplea en el calculo del costo del submodulo de tuberías.

TABLA 3.13 COSTO DE EQUIPO PARA UNA PLANTA QUIMICA.(24)

	Unidad	Ccsto,\$	Exponente	Factor M&L
<b>Acondicionadores de aire</b>				
En el techo 10 ton.	c/u	3800	-	1.20
20 ton.	c/u	6500	-	1.20
30 ton.	c/u	8100	-	1.20
Montado en el piso	c/u	200	-	1.12
Ventana de respiradero	c/u	300	-	1.12
<b>Agitadores</b>				
Propelas	hp	350	0.50	1.62
Turbina	hp	750	0.30	1.62
<b>Básculas</b>				
Brazo portátil	c/u	250	-	-
Camión 20 tons.	c/u	4000	-	1.08
50	c/u	7200	-	1.08
75	c/u	8500	-	1.08
Carátura portátil	c/u	1500	-	-
<b>Boiler ( industrial )</b>				
15 psig	lb/hr	400	0.50	1.50
150 psig	lb/hr	440	0.50	1.50
300 psig	lb/hr	500	0.50	1.50
600 psig	lb/hr	560	0.50	1.50
<b>Centrifuga</b>				
Canasta horizontal	diam.,in	140	1.20	1.57
Canasta vertical	diam.,in	310	1.00	1.57
Esferas (SS)	hp	5200	0.68	1.60
Sólidas (SS)	hp	1900	0.73	1.60
<b>Colectores de polvo (cap.)</b>				
Ciclones	ft <sup>3</sup> /min	3	0.80	1.69
Filtros Cloth	ft <sup>3</sup> /min	25	0.68	1.69
Precipitadores	ft <sup>3</sup> /min	390	0.75	1.69
<b>Compresores de aire</b>				
125 psig (cap.)	ft <sup>3</sup> /min	2900	0.28	1.60
<b>Cribadora</b>				
Vibración doble	ft <sup>2</sup>	1100	0.58	1.32

TABLA 3.13 COSTO DE EQUIPO PARA UNA PLANTA QUIMICA. ( CONTINUACION ).(24)

	Unidad	Costo, \$	Exponente	Factor M&L
Vibración sencilla	ft <sup>2</sup>	900	0.58	1.32
<b>Cristalizadores (cap.)</b>				
Batch	gal	170	0.70	1.60
Circulación forzada	ton/dfa	7900	0.55	1.75
Crecimiento	ton/dfa	5500	0.65	1.75
<b>Chimeneas (altura)</b>				
24 in (CS)	ft	25.83	1.0	1.24
36	ft	58.20	1.0	1.24
48	ft	78.25	1.0	1.24
<b>Ducto de trabajo</b> (fabricado en almacén y erecido on campo)				
Acero inoxidable	ft.	15.12	0.55	Incluido
Aluminio	ft	5.42	0.55	Incluido
Galvanizado	ft	8	0.55	Incluido
<b>Elevadores</b>				
Carga 3000 lb	ft	3600	0.32	
Carga 5000 lb	ft	4000	0.32	Costo de
Carga 10000 lb	ft	5400	0.32	erección
Carga 3500 lb, de pasajeros	ft	3900	0.48	en campo
<b>Evaporadores</b>				
Circulación forzada	ft <sup>2</sup>	3900	0.70	1.90
Recipiente enchaquetado (línea de vidrio)	gal	1000	0.50	1.74
Tubo horizontal	ft <sup>2</sup>	800	0.53	1.90
Tubo vertical	ft <sup>2</sup>	1200	0.53	1.90
<b>Exectores</b>				
4 in de Hg de succión	lb/hr	2000	0.79	1.10
6 in	lb/hr	200	0.67	1.10
10 in	lb/hr	200	0.55	1.10
4 etapas barométrico :				

TABLA 3.13 COSTO DE EQUIPO PARA UNA PLANTA QUIMICA. ( CONTINUACION ).(24)

	Unidad	Costo, \$	Exponente	Factor M&L
2.5 mmHg de succión	lb/hr	2500	0.45	1.12
5	lb/hr	1400	0.48	1.12
10	lb/hr	900	0.53	1.12
20	lb/hr	700	0.54	1.12
5 etapas barométrico:				
0.5 mmHg de succión	lb/hr	4200	0.50	1.15
0.8	lb/hr	3200	0.50	1.15
1.0	lb/hr	2800	0.48	1.15
1.4	lb/hr	2500	0.49	1.15
Filtros (área efectiva)				
Disco rotatorio	ft <sup>2</sup>	1000	0.78	1.60
Platos y prensa	ft <sup>2</sup>	330	0.58	1.79
Presión de hoja húmeda	ft <sup>2</sup>	410	0.58	1.79
Presión de hoja seca	ft <sup>2</sup>	1500	0.53	1.79
Tambor rotatorio	ft <sup>2</sup>	1400	0.63	1.60
Generador (portátil)				
10 kw	c/u	1500	-	-
15	c/u	2000	-	-
25	c/u	3000	-	-
50	c/u	5000	-	-
100	c/u	7000	-	-
Grúas (cap.)				
Envergadura 10 ft	tons.	1800	0.60	
20 ft	tons.	2400	0.60	
30 ft	tons.	3800	0.60	Costos de
40 ft	tons.	4800	0.60	erección
50 ft	tons.	6300	0.60	en campo
100 ft	tons.	8500	0.60	
Laminador (área efectiva)				
Tambor	ft <sup>2</sup>	1300	0.64	1.59
Maquinas de bolsas				
Peso	bol./min	3300	0.80	1.45

TABLA 3.13 COSTO DE EQUIPO PARA UNA PLANTA QUIMICA. ( CONTINUACION ).(24)

	Unidad	Costo, \$	Exponente	Factor M&L
Volumen	bol./min	1000	0.80	1.45
Mezclador	ft <sup>3</sup>	850	0.52	1.61
<b>Molinos (cap.)</b>				
Bolas	ton/hr	550	0.65	1.70
Martillo	ton/hr	500	0.85	1.70
Rodillo	ton/hr	5000	0.65	1.70
<b>Frenas hidráulicas</b>				
<b>(Área plato)</b>				
100 psig	ft <sup>2</sup>	2500	0.95	1.74
300	ft <sup>2</sup>	3600	0.95	1.74
500	ft <sup>2</sup>	5000	0.95	1.74
1000	ft <sup>2</sup>	6200	0.95	1.74
<b>Secadores (área)</b>				
Casuela	ft <sup>2</sup>	1900	1.38	1.74
Tambor	ft <sup>2</sup>	3000	1.45	1.74
Vacfo rotatorio	ft <sup>2</sup>	3100	0.45	1.74
Secadores de aire	ft <sup>3</sup> /min	200	0.56	1.74
<b>Tanques de calentamiento</b>				
<b>(área)</b>				
Inmersión	kw	18.75	0.85	1.20
Serpentin de vapor	ft <sup>2</sup>	94.12	0.32	1.25
<b>Tolvas (cap.)</b>				
Cónicas	ft <sup>3</sup>	1	0.68	1.04
Silos	ft <sup>3</sup>	0.9	0.90	1.10
<b>Transportadores (longitud)</b>				
Banda, " 18 in de ancho ft		450	0.65	1.69
24 in de ancho ft		540	0.65	1.69
36 in de ancho ft		620	0.65	1.64
42 in de ancho ft		700	0.65	1.64
48 in de ancho ft		750	0.65	1.64
<b>Recipiente (altura)</b>				
30 ton/hr (8 in x 5 in) ft		220	0.65	1.84

TABLA 3.13 COSTO DE EQUIPO PARA UNA PLANTA QUIMICA. ( CONTINUACION ).(24)

	Unidad	Costo,\$	Exponente	Factor M&L
75 ton/hr (14 in x 7 in)	ft	400	0.83	1.84
120 ton/hr (15 in x 8 in)	ft	500	0.83	1.84
Rodillo, 12 in de ancho	ft	7	0.90	1.69
15 in de ancho	ft	8	0.90	1.69
18 in de ancho	ft	9	0.90	1.65
20 in de ancho	ft	10	0.90	1.65
Tornillo, 6 in diámetro	ft	230	0.90	1.59
12 in diámetro	ft	270	0.80	1.59
14 in diámetro	ft	290	0.75	1.59
16 in diámetro	ft	300	0.60	1.59
Vibratoria, 12 in ancho	ft	80	0.80	1.64
18 in ancho	ft	110	0.80	1.64
24 in ancho	ft	120	0.90	1.60
36 in ancho	ft	150	0.90	1.60
Trituradoras (cap.)				
Cono	ton/hr	750	0.85	1.57
Giratorias	ton/hr	55	1.20	1.57
Mandíbula	ton/hr	85	1.20	1.57
Pulverizadora	lb/hr	520	0.35	1.59
Ventilador	ft <sup>3</sup>	7	0.68	1.59

\* Factor de acero inoxidable 2.4

\*\* Para incluir transporte por andén, multiplicar por 2.1

NOTA Todos los costos estan basados en 1968

La instalación de campo incluye cimientos de equipo,  
eléctrico, pintura y trabajo de campo. ( No indirectos )

neralmente incluyen tubería lineal, bridas, válvulas, etc., las cuales se interconectan al equipo de proceso en su circuito integral. Los costos de instalación ( M&L ) son altos y pueden variar de un 50 % a un 70 % del costo total del equipo ( base acero alcarbón ) dependiendo de la complejidad del circuito, plano de localización y espaciamento del equipo. Estimar el costo de la tubería es difícil aun cuando se tenga la ingeniería de diseño completa.

La complejidad es una medida de la estrechez del plano de localización, espaciamento del equipo, de su localización en la planta y de las siguientes especificaciones :

Estrecho : área limitada de la planta, espaciamento mínimo entre los equipos, pocas curvas en la tubería, máximas conexiones de tubería, área limitada de trabajo ( factor 1.08 )

Normal : una mediana área de planta con un rack central, un espaciamento estándar entre equipos, un máximo de curvas en la tubería y área libre de trabajo ( factor 1.0 )

Holgado : en su mayoría tubería recta, mínimo de curvas, conexiones y tubería suspendida, pocas válvulas, área abierta ( factor 0.85 )

Los datos de la tabla 3.14 son usados en trabajos conceptuales para evaluar tuberías aisladas que no se incluyen en el módulo. Es necesario conocer las longitudes de tubería, características de instalación y número de válvulas.

El cálculo del costo de tubería se efectúa igual que la determinación del costo de equipo especial, utilizando la gráfica 3.15 y la tabla 3.14.

TABLA 3.14 COSTO UNITARIO DEL SISTEMA DE TUBERIA. (24)

	Unidad	Costo unitario	Exponente	Factor de instalación en campo	Razón L / M
<b>Tubería lineal</b>					
Acero al carbón	ft	0.26	1.20	--	--
Cromo-molibdeno	ft	1.02	1.20	--	--
Acero inoxidable	ft	1.51	1.20	--	--
<b>Tubería fuera del límite de batería</b>					
Acero al carbón	ft	0.82	1.05		0.64
Cromo - molibdeno	ft	2.29	1.05		0.18
Acero inoxidable	ft	3.26	1.05		0.12
<b>Tubería de proceso</b>					
Acero al carbón	ft	1.56	0.93		0.78
Cromo - molibdeno	ft	4.18	0.93	Incluido	0.22
Acero inoxidable	ft	5.85	0.93		0.15
<b>Válvulas</b>					
Check	o/u	50	1.35		0.03
Compuerta	o/u	60	1.35		0.03
Tapón	d/u	70	1.35		0.03
Globo	o/u	74	1.35		0.03
Control	o/u	240	1.05		0.05

TABLA 3.14 COSTO UNITARIO DEL SISTEMA DE TUBERIA. ( CONTINUACION ) (24)

La tabla incluye costo directo por material y mano de obra ( M & L ) .  
Multiplicadores ( si se requieren ) : aislamiento promedio 1.05; aislamiento y rastreador de vapor 1.10

'' Solo una unidad, sobre la escala horizontal. No un costo unitario general.

'' Complejidad del circuito " norma "

''' Multiplicadores : acero al carbón 1.0 ; cromo - molibdeno 1.95 ;  
acero inoxidable 3.69

Los datos de esta tabla son utilizados para evaluar el costo de sistemas de tubería que no son incluidos en los módulos manejados. Solo es necesario determinar la longitud de la tubería, las características de la instalación, y el número de válvulas para realizar el estimado del costo de estos sistemas de tuberías.

### 3.7 MODULO DE DESARROLLO DEL SITIO.

Generalmente, la mayoría de los lugares donde se va a localizar una planta requiere de una preparación extensa antes de que se realicen los trabajos de cimentación y colocación del equipo. La extensión y los costos de esta preparación dependen de la cantidad de superficie a limpiar, nivelación, excavación de piloteado, etc.

Un lugar de trabajo normal asume que las condiciones del suelo son buenas y se requieren trabajos de excavación y piloteo mínimos, además solamente se requiere de una nivelación media. La tabla 3.1 y la tabla 3.5 muestran las actividades más comunes que se realizan en la preparación y acondicionamiento del lugar de trabajo.

Algunas ocasiones no se cuenta con ciertos datos para realizar el estimado del costo del modulo, en estos casos se deben asignar las magnitudes de costo M & L sugeridas para cada una de las actividades. Hay que tomar en consideración que estos trabajos varían extensamente de un lugar a otro, por lo que una vez elegido el lugar de trabajo se deben de consultar reportes de estudios al respecto para realizar un mejor estimado.

Los costos unitarios normales en la tabla 3.5 representan los costos directos totales por material y mano de obra requeridos para cada actividad.

### 3.8 MODULO DE EDIFICIOS INDUSTRIALES.

Los edificios típicos de una planta de proceso están listados en la tabla 3.1 ; los costos unitarios varían considerablemente debido a la amplia diversidad de formas arquitectónicas, materiales de construcción y planos de localización funcionales. Por esto es usual requerir de los servicios de un subcontratista local dado que está familiarizado con la práctica en dichas áreas y con las condiciones de la mano de obra en el lugar de trabajo.

Los datos que se presentan en esta sección están dados como rangos de costos unitarios M & L con los cuales se pueden formar los modulos normales de edificios industriales. Se debe establecer un 30 % de los costos M & L para representar los indirectos del subcontratista ( incluye gastos generales y honorarios ), o bien se pueden incluir éstos dentro de los indirectos del contratista principal.

TABLA 3.15 COSTOS PARA EL DESARROLLO DEL SITIO. (24)

	Unidad	Costo de instalaci3n en campo, \$
<b>Gaminos, pasillos y pavimentos</b>		
<b>Pavimentos :</b>		
4 in. de espesor, sub-base de reforzado con espesor de 6 in.	yd <sup>2</sup>	7.87
6 in. de espesor, sub-base de reforzado con espesor de 6 in.	yd <sup>2</sup>	9.37
2 in. de espesor, sub-base existente	yd <sup>2</sup>	3.12
2 in. de espesor, sub-base de 4 in.	yd <sup>2</sup>	4.68
3 in. de espesor, sub-base de 12 in.	yd <sup>2</sup>	7.62
<b>Superficie de grava :</b>		
2 in. de espesor	yd <sup>2</sup>	0.58
4 in. de espesor	yd <sup>2</sup>	0.87
6 in. de espesor	yd <sup>2</sup>	1.38
Estacionamiento, superficie bituminosa	yd <sup>2</sup>	6.25
<b>Cercado</b>		
Cerca completa (ligera)	ft	1.88
Cerca completa (pesada)	ft	2.30
Eslab3n de cadena	ft	5.93
<b>Entradas de 6 ft :</b>		
(cadena)	c/u	128.00
(ligera)	c/u	67.50
(pesada)	c/u	82.50
Postes para esquinas	c/u	32.00
<b>Cimentacion con pilotes</b>		
Madera (sin tratar)	ft	2.15
Madera (con cresota)	ft	2.6
<b>Concreto :</b>		
Prevaciado	ft	7.0
Vaciado en el lugar	ft	6.62

TABLA 3.15 COSTOS PARA EL DESARROLLO DEL SITIO.(CONTINUACION ). (24)

	Unidad	Costo de instalación en campo, \$
Tubo de acero(lleno de concreto)	ft	9.50
Sección de acero	ft	8.50
Piloteado con armadura de :		
Acero	ft <sup>2</sup>	2.60
Madera	ft <sup>2</sup>	1.75
Maquina hincadora de pilotes:		
Montaje .	c/u	7500.00
Desagüe y drenaje .		
Canal de drenaje	ft	0.85
Sistemas de bombeo (rentado)	dfa	32.00
Sistema de desagüe de pozo	mes	7500.00
Limpieza, excavación y nivelación del terreno		
Excavación de trincheras :		
Excavación con máquin, 3.5 ft de profundidad por 2 ft de ancho	ft	0.44
Con máquina, 4 x 3 ft	ft	0.63
Con máquina, 4.5 x 4 ft	ft	1.13
Con máquina, 5 x 5 ft	ft	1.50
Manual	yd <sup>3</sup>	10.12
Excavación para la cimentación :		
Excavación con maquinaria	yd <sup>3</sup>	1.63
Excavación con máquin-manual	yd <sup>3</sup>	3.44
Excavación manual	yd <sup>3</sup>	10.00
Materiales :		
Arcilla	yd <sup>3</sup>	2.15
Arena	yd <sup>3</sup>	4.80
Grava	yd <sup>3</sup>	2.25
Roca triturada	yd <sup>3</sup>	4.37
Preparación del sitio :		
Cortado a máquina	yd <sup>3</sup>	0.56

TABLA 3.15 COSTOS PARA EL DESARROLLO DEL SITIO. ( CONTINUACION ). (24)

	Unidad	Costo de instalación en campo, \$
Deshierbado del lugar	yd <sup>2</sup>	0.44
Limpiado y deshierbado	yd <sup>2</sup>	0.15
Nivelación general	yd <sup>2</sup>	0.31
Restrimiento de trincheras	ft <sup>2</sup>	1.52
Zanjas y cimentaciones posteriores :		
Manual	yd <sup>3</sup>	6.25
Realizadas a maquina-manual	yd <sup>3</sup>	1.56
Modelación del paisaje (general)	yd <sup>2</sup>	1.70
Protección contra incendio		
Bombas	se incluye	
Camión de bomberos (2)	todo el	150000.00
Estación de bomberos	equipo	
Registro del terreno y honorarios		
Pruebas del terreno	c/u	400.00
Registro general y honorarios	% del costo total	9.0
Servicio de alcantarillado		
Tucos de asbesto-cemento	ft	4.85
Tubos de concreto reforzado :		
18 in de diámetro	ft	5.80
36 in de diámetro	ft	15.96
72 in de diámetro	ft	52.18
Tubo vidriado de arcilla :		
18 in. de diámetro	ft	7.80
24 in de diámetro	ft	16.10
36 in de diametro	ft	36.20
Fosa séptica ( 45000 gal )	c/u	7500.00

Para proveer alguna flexibilidad al desarrollo del módulo se han establecido ciertas características estándar que permiten efectuar una mejor estimación del costo del mismo; estas características son :

Costo bajo : aplica en armazones y techados prefabricados de acero ligero, paredes de lámina metálica, pisos de concreto, equipamiento mínimo.

Costo promedio : para soportes prefabricados de acero medio, paredes de ladrillo o concreto, piso y techo de concreto y equipamiento medio.

Costo alto : en diseños de soportes de acero pesado, ladrillo sobre paredes de concreto, pisos y techos de concreto y acabados caros.

Los siguientes datos representan los costos unitarios promedio dentro de un rango para las especificaciones anteriores de la armazón de un edificio de nivel simple, se incluyen los cimientos y la losa de concreto del piso, tabla 3.16

Se deben utilizar factores de corrección para ajustar el costo base de la armazón cuando se tengan características diferentes a las establecidas, para ello se emplea la tabla 3.17

Se debe añadir el costo por servicios y equipamiento de los edificios de acuerdo con los datos contenidos en la tabla 3.18

Los datos en esta sección generan los costos totales directos M & L, para relacionarlos con otros módulos se requiere separar los costos por material de los costos por mano de obra. Esto es posible mediante el uso de las siguientes razones L / M :

	Baja	Promedio	Alta
Razón L / M	0.45	0.34	0.32

Se utiliza un factor de 1.30 sobre el costo directo M & L para establecer los costos indirectos del módulo de edificios industriales.

Finalmente el costo total para cada edificio puede ser determinado -

TABLA 3.16 COSTOS UNITARIOS PROMEDIO DE UN EDIFICIO DE UN SOLO NIVEL.

	Altura base ft	Costo M & L de la armazón <sup>*</sup> \$/ft <sup>2</sup> de área de piso		
		Bajo	Promedio	Alto
Ofininas administrativas	10	4.26	6.88	9.51
Cafetería	12	2.21	5.85	8.48
Cuarto del compresor	20	3.02	4.73	5.66
Cuarto de control	10	3.55	5.85	9.36
Garages	15	1.82	2.89	4.43
Talleres de mantenimiento	20	2.49	4.09	4.93
Laboratorios y consultorio	10	5.32	7.67	10.15
Edificios de proceso	20	2.58	4.09	7.34
Almacenes	20	2.29	3.57	4.83

<sup>\*</sup> Incluye : cimentaciones, piso de concreto, soportes estructurales, acabados y pintura. No incluye los indirectos o el piloteado.

**TABLA 3.17 FACTORES DE CORRECCION. (24)**

Número de pisos	Factor, F <sub>n</sub>
1	1.0
2	1.4
3	1.9
4	2.0

Cimentaciones	Factor, F <sub>f</sub> *
Pisos de concreto, bases dispersas, profundidad mínima ( normal )	0.00
Pisos de concreto, pilares de 10 ft de profundidad para las bases	0.10
Pisos de concreto, estructuras de soporte de pilotes ( pilotes no incluidos )	0.15
Pisos de concreto, estructuras de piloteado ( pilotes no incluidos )	0.35

Estructuras del techo	Factor, F <sub>ro</sub> *
Techo plano ( normal )	0.00
Armaduras de acero	0.10
Techo plano y monitor	0.15
Techo de construcción diente de sierra	0.30

\* Si estos factores son utilizados individualmente, añadir 1.0 a estos.

**TABLA 3.18 FACTORES DE CORRECCION. (24)**

	Rango de costos, \$/ft <sup>2</sup> de área efectiva de piso.		
	Bajo	Promedio	Alto
Servicios del edificio, Ps			
Aire acondicionado	3.75	5.30	7.00
Alumbrado y eléctrico :			
Edificios de proceso, cafeterías	1.50	1.75	2.00
Oficinas, laboratorios, consultorios, cuarto de control y del compresor	2.25	2.50	2.75
Almacenes, talleres de mantenimiento	0.70	0.90	1.10
Calefacción y ventilación	1.00	1.50	2.00
Plomería ( general )	1.21	1.70	2.18
Equipo de prevención de fuego ( incluye alarmas, extinguidores y sistemas de espreado )	0.90	1.10	1.30
	Rango de costos, \$/ft <sup>2</sup> de área efectiva de piso.		
	Bajo	Promedio	Alto
Mobiliario y equipamiento, Ps			
En laboratorios	8.00	16.00	25.00
Oficinas	3.00	5.00	7.00
Talleres	4.00	6.00	8.00
Cafeterías	3.50	4.50	5.50

de la siguiente manera :

$$\text{Costo de Edificios} = \left[ \begin{array}{l} \text{Costo base de} \\ \text{la armazón} \end{array} \right] \underbrace{(\text{Fn} + \text{Ff} + \text{Fro}) + (\text{Fs} + \text{Fe})}_{\text{Costo directo M \& L}} \left[ \begin{array}{l} \text{Costo} \\ \text{Indirecto} \end{array} \right] \quad (3.3)$$

- Fn = Factor de corrección por el número de pisos
- Ff = Factor de corrección por cimentaciones
- Fro = Factor de corrección por estructuras del techo
- Fs = Factor de corrección por servicios del edificio
- Fe = Factor de corrección por mobiliario y equipo

### 3.9 MODULO DE SERVICIOS.

Los servicios constituyen los principales equipos auxiliares de una planta y generalmente estos sistemas de servicios se localizan fuera de los límites de batería del proceso.

En la tabla 3.1 y en la tabla 3.9 se encuentran listados los diferentes aspectos que constituyen los servicios.

Los principales equipos o elementos que proporcionan servicios, tales como generadores de vapor, generadores de energía, torres de enfriamiento, almacenaje, etc., son presentados en forma de gráficas costo-capacidad, las cuales proporcionan mediante factores de corrección los costos directos por material y mano de obra M & L .

Los costos de un sistema de servicio promedio ( incluyendo tubería, eléctrico, instrumentación y otros materiales ) pueden ser generados de la tabla 3.9 con los rangos de costo unitario que proporciona. Para obtener los componentes del costo directo por material y del costo directo por mano de obra, es necesario emplear las razones L / M establecidas en el módulo anterior.

Finalmente, para obtener el costo total del módulo de servicios es necesario como en los casos anteriores considerar los costos indirectos del módulo; se ha establecido un valor para los mismos del 34 % de los costos directos por material y mano de obra M & L .

Como puede observarse, este método cubre ampliamente y trata en forma detallada los aspectos que involucran el desarrollo de un proyecto; su principal ventaja la constituye el hecho de que se pueden obtener los costos para cada uno de los módulos en forma independiente y al final sumar estos - costos para obtener la inversión total del proyecto, esto le confiere una - gran flexibilidad al método para adecuarlo convenientemente a nuestras necesidades.

**TABLA 3.19 COSTOS UNITARIOS DE SERVICIOS. (24)**

	Unidad	Costo de instalación en campo, \$
<b>Generación de energía y distribución</b>		
Utilice 1.1 como factor de diseño sobre el consumo estimado		
<b>Distribución eléctrica :</b>		
Para propósitos generales	kw	93.75
<b>Principal :</b>		
Estación de transformación;		
3 fases, 60 ciclos		
Capacidad 3000 kva	kva	37.00
5000 kva	kva	23.00
10000 kva	kva	14.00
20000 kva	kva	12.00
<b>Secundario :</b>		
Estación de transformación;		
4200 / 575 v.		
600 kva	kva	33.80
1000 kva	kva	25.20
1500 kva	kva	19.25
2000 kva	kva	18.50
13200 / 575 v.		
600 kva	kva	35.30
1000 kva	kva	26.50
1500 kva	kva	20.80
2000 kva	kva	19.30
Servicio general	kw	Ver gráficas de costos ( 3.18 )
<b>Generación de vapor y distribución</b>		
Utilice 1.1 como factor de diseño sobre el consumo estimado.		
Caldera ( sobre 150000 lb/hr )	lb/hr	Ver gráficas de costos
Caldera construida en campo ( sobre 150000 lb / hr )	lb/hr	Ver gráficas de costos

TABLA 3.19 COSTOS UNITARIOS DE SERVICIOS. ( CONTINUACION ). (24)

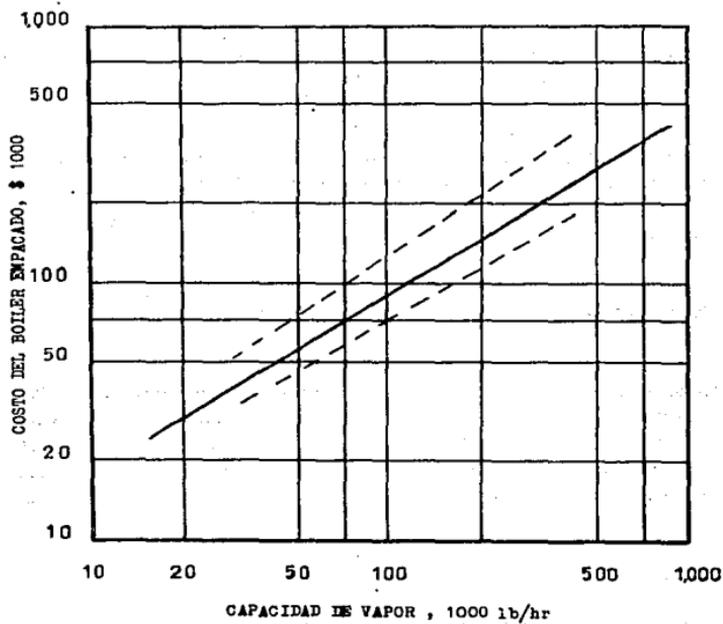
	Unidad	Costos de instalación en campo, \$
Distribución de vapor :		
Para propósitos generales	lb/hr	1.52
Hidrantes y redes contra incendio		
Para propósitos generales	\$ M	22.50
Quemadores		
Para propósitos generales ( inclu- yendo líneas )	\$ M	102.58
Receptores, transportes, almacenamiento		
Almacenamiento :		
General		Ver gráficas de costos ( 3.20 a 3.23 )
Automotriz :		
Montacarga de horquillas :		
3000 lb	c/u	7800.00
5000 lb	c/u	11000.00
10000 lb	c/u	16200.00
Carga comercial :		
2 yd <sup>3</sup> ( gas )	c/u	21000.00
4 yd <sup>3</sup> ( gas )	c/u	33700.00
2 yd <sup>3</sup> ( diesel )	c/u	22900.00
4 yd <sup>3</sup> ( diesel )	c/u	36500.00
Desembarcadero :		
Construcción ligera		
cubierta de 2 in	ft <sup>2</sup>	5.63
cubierta de 3 in	ft <sup>2</sup>	6.87
Construcción media		
3 in	ft <sup>2</sup>	9.38
4 in	ft <sup>2</sup>	11.25
Construcción pesada		
4 in	ft <sup>2</sup>	15.62
Concreto	ft <sup>2</sup>	21.25
Drugado :		
Operación general	yd <sup>3</sup>	10.81

TABLA 3.19 COSTOS UNITARIOS DE SERVICIOS. ( CONTINUACION ). (24)

	Unidad	Costos de instalación en campo, \$
<b>Ferrocarril :</b>		
Faro intermitente	c/u	9300.00
Grado y balasto	c/u	6.25
<b>Locomotora ( batería ) :</b>		
9 toneladas	c/u	35000.00
12 toneladas	c/u	41800.00
<b>Locomotora ( diesel ) :</b>		
1.5 toneladas	c/u	11000.00
3 toneladas	c/u	14000.00
Pipa ( 10000 gal. )	c/u	10800.00
Salida	c/u	2800.00
<b>Servicios de transporte por ferrocarril :</b>		
Uno por salida, 2000 bbl.	c/u	4800.00
Topes	c/u	790.00
Vía recta (ferrocarril lateral)	ft	26.25
<b>Pala mecánica :</b>		
cucharón de 2 yd <sup>3</sup>	c/u	26300.00
cucharón de 3 yd <sup>3</sup>	c/u	28700.00
cucharón de 4 yd <sup>3</sup>	c/u	35600.00
<b>Pipas :</b>		
Acero al carbón	c/u	14800.00
Acero inoxidable	c/u	36500.00
Aluminio	c/u	21600.00
<b>Plataforma para camión :</b>		
Hidráulica 4000 lb	c/u	930.00
Eléctrica 4000 lb	c/u	3600.00
<b>Servicios de transporte automotriz</b>		
Uno por salida, 2000 bbl.		9800.00
<b>Tractores :</b>		
Diesel	c/u	27500.00
Gasolina	c/u	12500.00

TABLA 3.19 COSTOS UNITARIOS DE SERVICIOS. ( CONTINUACION ). (24)

	Unidad	Costos de instalación en campo, \$
<b>Sistemas de aire</b>		
<b>Aire de instrumentos:</b>		
Servicio de compresión, secador de aire recibidor de aire y distribución	\$ M	43.75
<b>Aire de planta :</b>		
Servicio de compresión, recibidor de aire y distribución	\$ M	31.25
<b>Sistemas de combustible .</b>		
Aceite (incluyendo bombas, tanques, tubería, controles y distribución)	\$ M	25.12
Gas (incluye receptor, tubería, controles y distribución )	\$ M	37.52
<b>Sistemas generales de agua</b>		
<b>Agua tratada :</b>		
Destilada	gal	0.92
Filtrada y suavizada	gal	0.23
<b>Servicio de agua potable :</b>		
Servicio general	\$ M	5.40
<b>Torre de enfriamiento y distribución de agua de enfriamiento</b>		
Utilice 1.15 como factor de diseño sobre la estimación de la eficiencia.		
Costos de la torre de enfriamiento		Ver gráficas de costos ( 3.19 )
Instalación de toma de río para propósitos generales	gpm	16.25
<b>Sistemas de distribución</b>		
para propósitos generales	gpm;	36.50
<b>Yarda de alumbrado y comunicaciones</b>		
para propósito general	\$ M	52.25
<b>Yarda de líneas de transferencia y bombas :</b>		
para propósitos generales	\$ M	31.25



$$\text{COSTO BASE} = 29.8873 (\text{capacidad de vapor})^{0.6993}$$

GRAFICA 3.16 BOILER EMPACADO . (24)

La gráfica 3.16 se basa en vapor saturado y requiere conocer lo siguiente:

Capacidad de generación, lb/hr

Presión del vapor, psig

Sobrecalentamiento, °F

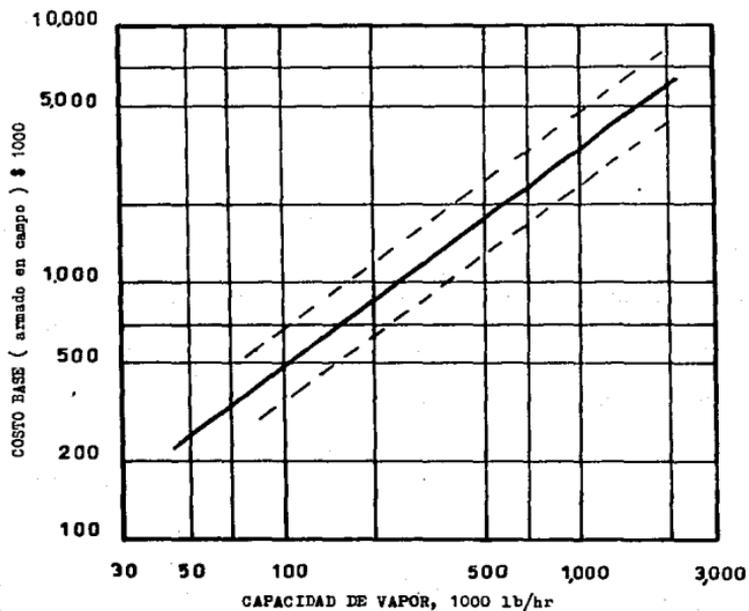
El año base es 1968, incluye boiler completo con máquina compresora, instrumentación, controles, quemador, soplador de hollín, bomba de alimentación, encendido de gas - petróleo, sistema de inyección, chimenea, armado en fábrica.

COSTO DE EQUIPO = ( costo base (  $F_p + F_s$  ) ) indice

Presión de vapor, psi	$F_p$	Sobrecalentamiento, °F	$F_s$
250	1.00	Sat.	0.00
300	1.05	100	0.10
400	1.25	200	0.15
600	1.70	300	0.20

#### Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.35
Factor del módulo barra	1.83



$$\text{COSTO BASE} = 30.7008 (\text{capacidad de vapor})^{0.8387}$$

GRAFICA 3.17 BOILER ARMADO EN CAMPO. (24)

La gráfica 3.17 está basada en :  
 Vapor saturado  
 Superior a 100,000 lb/hr, de capacidad

Se requiere conocer lo siguiente :  
 Capacidad de generación, lb/hr  
 Presión de vapor, psig  
 Sobre calentamiento, °F

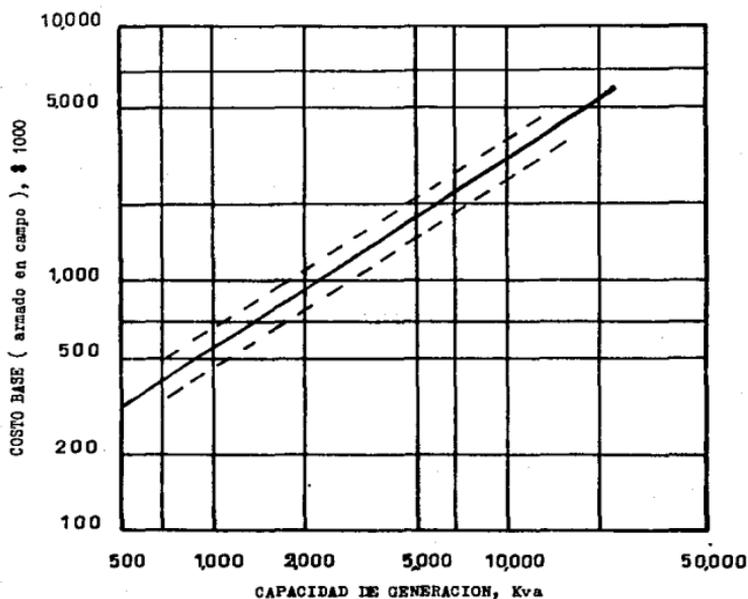
El año base es 1968, incluye : Todo el material; máquina compresora, instrumentación, controladores, quemador, soplador de hollín, etc. sistema de inyección, estructura de acero y plataforma, encendido gas - petróleo, instalación en campo, indirectos del contratista.

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base ( Fp + Fs ) ) índice

Presión de vapor, psi	Fp	Sobre calentamiento, °F	Fs
menor de 400	1.00	Sat.	0.00
500	1.02	100	0.07
600	1.06	200	0.13
700	1.15	250	0.16
1000	1.30	300	0.20

#### Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.44
Factor del módulo barra	1.96



$$\text{COSTO BASE} = 3006.7281 (\text{ capacidad})^{0.7488}$$

GRAFICA 3.18 PLANTA DE GENERACION ELECTRICA . (24)

La gráfica 3,18 requiere la capacidad, kw, además incluye lo siguiente :

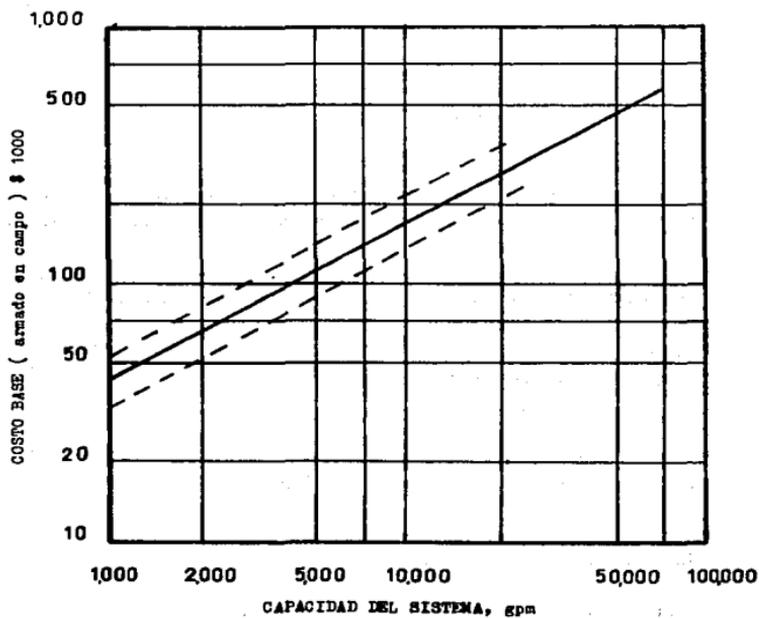
Generación de vapor  
Unidad generación- turbo  
Instalación en campo  
Indirectos del contratista

El año base es 1968

$COSTO\ DEL\ EQUIPO = (costo\ base)(indice)$

Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.10
Factor del módulo barra	1.46



$$\text{COSTO BASE} = 753.5128 (\text{ capacidad } )^{0.5956}$$

GRAFICA 3.19 TORRE DE ENFRIAMIENTO . (24)

La gráfica 3.19 está basada en :

Rango de enfriamiento, 15 °F

Se requiere lo siguiente :

Capacidad, gpm.

Diferencia de temperatura, °F

El año base es 1968, incluye: torre de enfriamiento, recipiente de concreto bombas y accionadores, instalación en campo, indirectos del contratista.

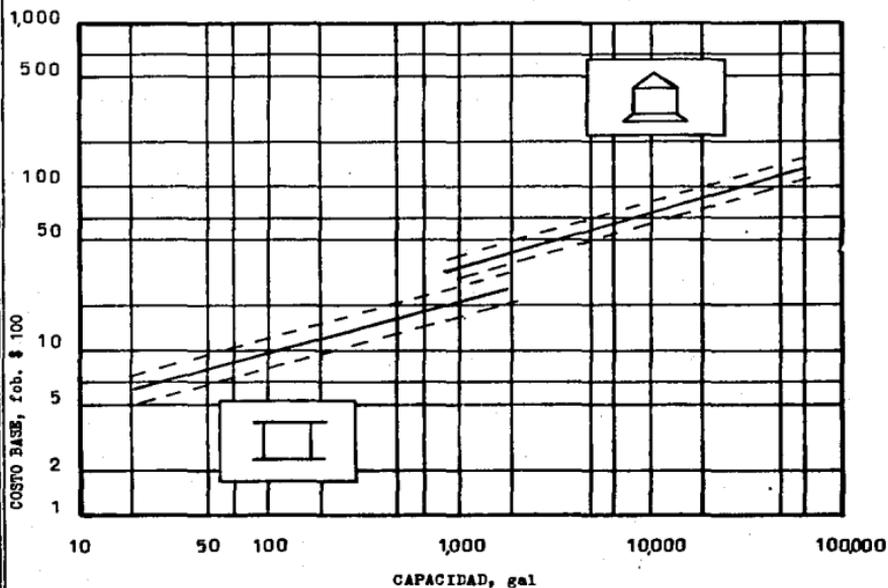
COSTO DEL EQUIPO = ( costo base ( Fc ) ) índice

Rango de enfriamiento, ° F	Fc
15	1.00
20	1.55
25	1.95

#### Instalación

Instalación en campo ( M & L ) 1.16

Factor del módulo barra 1.75



COSTO BASE =  $375.5396 (\text{gal})^{0.313}$  ; Tapa conica

COSTO BASE =  $205.5761 (\text{gal})^{0.335}$  ; Tapa plana

GRAFICA 3.20 TANQUE DE ALMACENAMIENTO . (24)

La gráfica 3.20 requiere lo siguiente :

Capacidad del tanque, gal.

Tipo de tapa API

Material de construcción

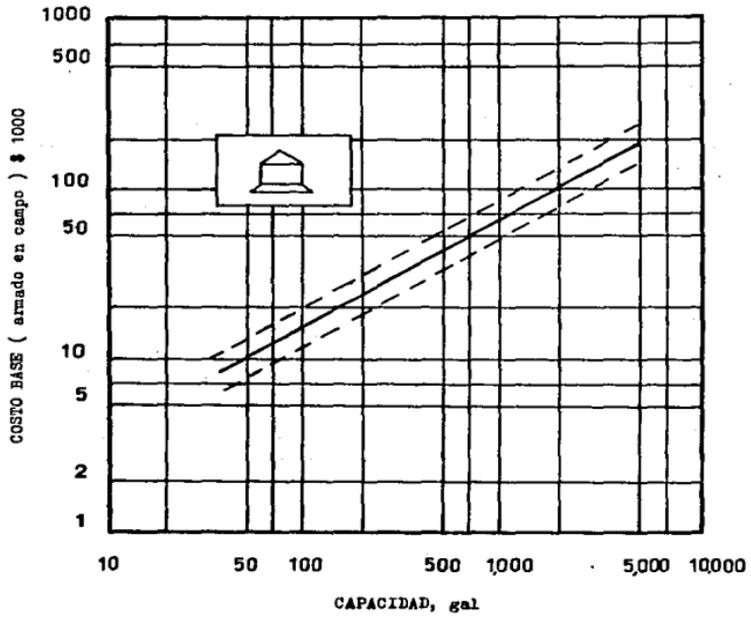
El año base es 1968, incluye la fabricación del tanque en almacén

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base (Fm) ) indice

Material	Fm
Acero al carbón	1.00
Aluminio	1.40
Ferrado de :	
Caucho	1.48
Plomo	1.55
Vidrio	4.25
Inoxidable	3.20

Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.47
Factor del módulo barra	1.96



$$\text{COSTO BASE} = 8.0168 (\text{ gal } )^{0.662}$$

GRAFICA 3.21 TANQUE DE ALMACENAMIENTO. (24)

La gráfica 3.21 requiere lo siguiente :

Capacidad del tanque, gal.

Tipo de diseño

Material de construcción

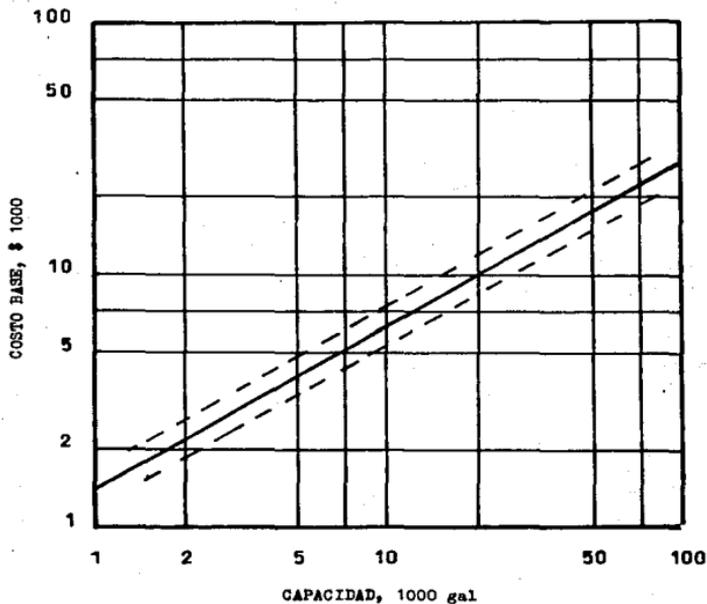
El año base es 1968, incluye : tanque de tapa cónica, instalación en campo indirectos del contratista.

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base ( Fd + Fm ) ) índice

Tipo de diseño	Fd	Material	Fm
Tapa cónica	1.00	Acero al carbón	0.00
Tapa con elevador	1.25	Ferrado de :	
Tapa flotante	1.06	Caucho	0.58
		Plomo	0.55
		Inoxidable	2.20

#### Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.85
Factor del módulo barra	2.52



$$\text{COSTO BASE} = 15.7432 (\text{gal})^{0.6506}$$

GRAFICA 3.22 TANQUE DE ALMACENAMIENTO A PRESION, HORIZONTAL .(24)

La gráfica 3.22 está basada en :  
Acero al carbón  
Presión de diseño 150 psi  
Construcción código ASME  
Boquillas y registro hombre

Se requiere conocer lo siguiente :  
Capacidad, gal.  
Presión de diseño

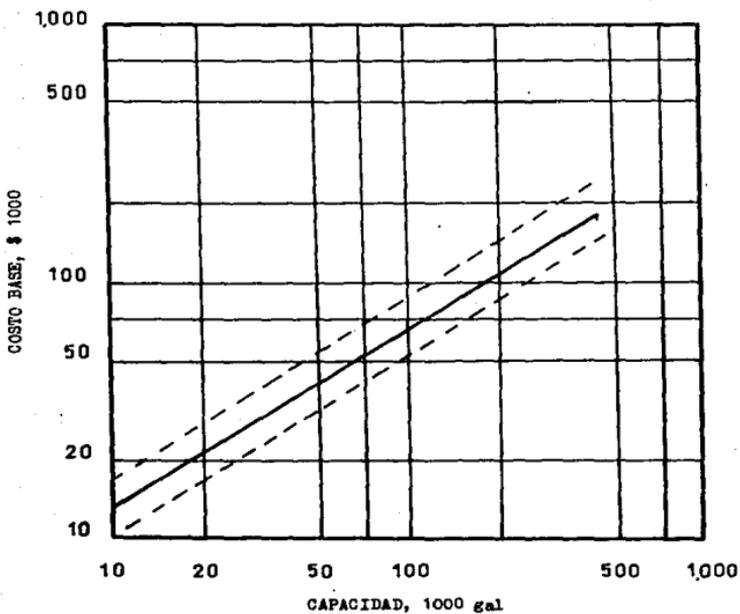
El año base es 1968, incluye: tanque de almacenamiento a presión, soporte tipo silla, válvulas de seguridad.

COSTO DEL EQUIPO - ( costo base (Fp) ) indice

Presión de almacenamiento, psi	Fp
150	1.00
200	1.15
250	1.32

Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.20
Factor del módulo barra	2.20



$$COSTO\ BASE = 14.4828 ( gal )^{0.7307}$$

GRAFICA 3.23 TANQUE DE ALMACENAMIENTO A PRESION, ESFERICO.(24)

La gráfica 3.23 está basada en :  
 Acero al carbón  
 Presión de diseño, 30 psi  
 Construcción código ASME

Se requiere conocer lo siguiente :  
 Capacidad , gal.  
 Presión de diseño

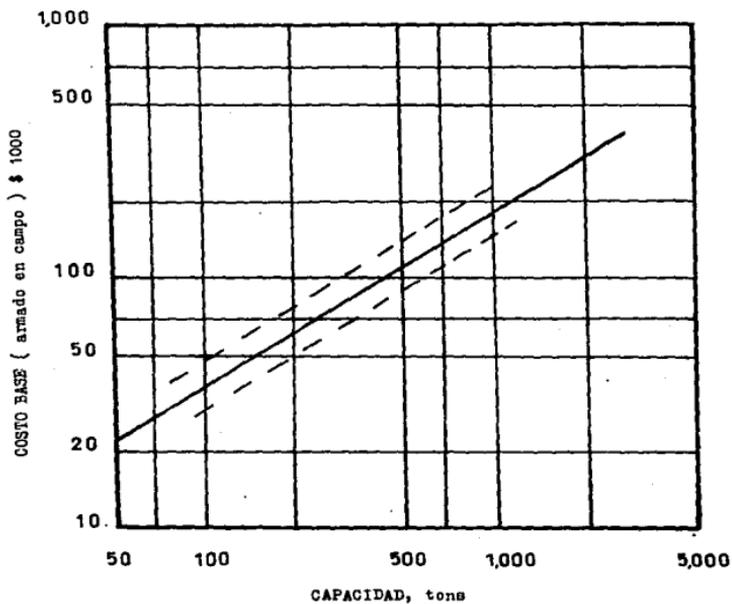
El año base es 1968, incluye : tanque de almacenamiento a presión, soportes, escaleras y andadores, válvulas de seguridad.

COSTO DEL EQUIPO = ( costo base ( Fp ) ) índice

Presión de almacenamiento, psig.	Fp
Menor de 30	1.00
50	1.08
75	1.19
100	1.25
125	1.42
200	1.59

#### Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.65
Factor del módulo barra	2.32



$$\text{COSTO BASE} = 1386.8277 (\text{tons})^{0.7089}$$

GRAFICA 3.24 REFRIGERACION MECANICA. (24)

La gráfica 3.24 está basada en :

Temperatura del evaporador °F + 40

Se requiere conocer lo siguiente :

Capacidad, tons.

Temperatura del evaporador ° F

El año base es 1968, incluye : compresor centrífugo, evaporador, condensador  
instalación, indirectos del contratista

COSTO DEL EQUIPO - ( costo base ( Ft) ) indice

Temperatura del evaporador, ° F	Ft
+ 40	1.00
+ 20	1.95
0	2.25
- 20	3.95
- 40	4.54

#### Instalación

Instalación en campo ( M & L )	1.31
Factor del módulo barra	1.42

CAPITULO

4

#### 4. DESARROLLO DEL PAQUETE DE COMPUTO EMPLEANDO EL METODO DE GUTHRIE.

En la década de los años cincuenta, los científicos que crearon la computadora sabían que habían aportado una valiosa herramienta de apoyo para las más diversas actividades del hombre, sin embargo, también sabían que dejaban un grave problema por resolver; la computadora eficiente y rápida entre los hombres y las máquinas, es decir, los sistemas de programación o software.

Desde ese entonces el avance tecnológico en los componentes físicos - de las computadoras, el hardware, ha sido impresionante, en tanto que el lento avance del software hace suponer que aún falta un largo camino por recorrer para lograr mejores técnicas que aprovechen con mayor amplitud y facilidad el potencial de las computadoras.

A diferencia del hardware, cuyo costo continuamente disminuye, el software cada vez es más costoso porque es más complejo, por esta razón, para desarrollarlo es necesario conjuntar métodos adecuados y especialistas que los pongan en práctica, con el fin de lograr productos fáciles de utilizar y de actualizar de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

En México y con base en un gran potencial del mercado nacional, la industria del software ha tenido un crecimiento constante a partir de 1980. La meta es ahora, ingresar plenamente a los mercados internacionales con productos que tengan calidad de competencia.

Para hablar de software, es necesario ubicar esta industria en el marco de un mundo más complejo, el de la informática. Si se considera que para el decenio de los noventa la industria de la informática mundial representará un negocio de aproximadamente dos billones de dólares anuales, con una tendencia ascendente, el porcentaje que México logre adquirir de ese conjunto, evidentemente se traducirá en divisas muy importantes para el país. De aquí la necesidad de concertar acciones entre empresas públicas y privadas, instituciones de educación superior y centros de investigación, para fomentar y desarrollar software nacional en mercados internacionales.

Por otra parte, los complejos sistemas de computo y su elevado costo habían impedido, hasta hace pocos años, que países como el nuestro pudieran fabricar sus propias máquinas. De tal suerte que como en muchas otras áreas

de la tecnología, México tenía que importar.

La situación no ha cambiado mucho en lo que respecta a la macrocomputación, es decir, a los grandes equipos con amplia capacidad de procesamiento de datos. Sin embargo, a raíz de la miniaturización de las computadoras, aumentaron para los países subdesarrollados las posibilidades de acceso a la informática en cuanto a su fabricación y uso.

Las microcomputadoras " son los más pequeños sistemas computacionales, están construidos con circuitos integrados en miniatura, conocidos como chips o pastillas, que controlan todo el funcionamiento del sistema ". De ahí su dimensión tan pequeña, que hace posible que las microcomputadoras se infiltren hasta en la vida cotidiana.

Este nuevo avance tecnológico, aunque emana también de los países industrializados, está más a nuestro alcance. Hay países de área ( América Latina y el Caribe) que han empezado a establecer una industria informática, es decir, la fabricación de equipos nacionales.

Conjuntando lo anterior se vio la posibilidad de desarrollar un paquete de cómputo que permitiera la estimación de la inversión fija de plantas de proceso, de una manera rápida y eficiente, que además pueda ser utilizado preferentemente en una computadora personal (PC), para estar al alcance del mayor número posible de usuarios, principalmente estudiantes.

Como antecedente, se debe mencionar que en los Estados Unidos han sido desarrollados diferentes paquetes o programas con este mismo objetivo (16) Más específicamente, una versión computerizada del método de Guthrie fue escrita en el departamento de Ingeniería Química de Nebraska, aunque cabe señalar que el programa fue desarrollado en Fortran IV y para una computadora IBM 360/65 ( una macrocomputadora ); el programa tenía un costo de \$ 200 dólares en el año de 1972.

Todo el software que conforma el paquete GUTHRIE fue completamente desarrollado por los autores y aunque esta basado en un método elaborado para ser utilizado en los Estados Unidos, es un material didáctico de gran apoyo en el nivel educativo y también puede llegar a ser útil para efectuar estimaciones reales, puesto que las evaluaciones de este tipo que se realizan en nuestro país, frecuentemente, se llevan a cabo por métodos completamente ajenos a nuestro propio contexto.

Debido a lo anterior, se han realizado algunas modificaciones al mé-

todo original con la finalidad de ubicar lo más cercanamente posible las características propias del método con las necesidades inherentes de un proyecto nacional.

En este capítulo se presenta la descripción general del paquete GUTHRIE, así como la manera más adecuada de utilizarlo para efectuar una estimación de inversión fija.

#### 4.1 DESCRIPCION DEL PAQUETE DE COMPUTO.

El paquete de computo GUTHRIE fue desarrollado en base al método presentado en el capítulo tres, esta escrito en lenguaje Fortran 77, utilizando la versión 3.3 del Sistema Operativo MS-DOS el cual debe contar con el archivo ANSI.SYS. Se empleó el compilador Microsoft F77 versión 3.3 (agosto 1985), así como un ligador Microsoft F77 versión 3.04. Y fue estructurado para utilizarse en computadoras personales.

Los principales programas que integran el paquete GUTHRIE son los siguientes :

1. Dos menus
  - A) SUBMENU
  - B) Menú principal
2. Nueve programas independientes
  - A) ARCHIVOS
  - B) ACTUAL
    - Subrutina INDICE
  - C) PROCOSIN
    - Subrutina PROCES
    - Subrutina COSTEQ
    - Subrutina INDIRE
  - D) DESLUGAR
  - E) EDIF-IND
  - F) SERVI
  - G) SOLIDOS
  - H) COSTUB
  - I) INVFIJ
3. Cuatro subrutinas generales.

- A) ERROR
- B) ERR-DATO
- C) ERR-OPCI
- D) LIMPIA
- 4. Dos archivos de datos
  - A) TABLAS
  - B) DATSOL
- 5. Un archivo de resultados
  - A) RESULTA
- 6. Un manual de usuario
  - A) AYUDA

Además cuenta con una serie de archivos batch, que permiten interrelacionar adecuadamente todos los programas utilizados en el paquete de computo GUTHRIE.

La figura 4.1 muestra la estructura general del paquete GUTHRIE.

#### 4.1.1 MENUS

##### A) SUBMENU

Este es el primer menú que aparece al iniciar el empleo del paquete de computo. En él se proporcionan dos opciones: ver el manual de usuario - que transfiere el control al programa de ayuda o de comenzar el cálculo - que despliega en pantalla el menú principal.

##### B) MENU

Este es el menú principal del paquete de computo por el cual se selecciona la opción de evaluación requerida. Este menú proporciona las siguientes alternativas de cálculo :

- |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1) Módulo de proceso                | 6) Módulo de servicios          |
| 2) Módulo de indirectos             | 7) Submódulo de tuberías        |
| 3) Módulo de desarrollo del sitio   | 8) Cálculo de todos los módulos |
| 4) Módulo de edificios industriales | 9) Inversión fija total         |
| 5) Módulo de manejo de sólidos      | 10) Efectuar otro cálculo       |
| 11) Finalizar la sesión de cálculo  |                                 |

Dependiendo de los requerimientos del proyecto, sera necesaria la evaluación de un determinado número de módulos. Las primeras siete opciones - corresponden a cada uno de los módulos que integran el método de Guthrie. La selección de una de estas opciones implica la evaluación del módulo considerando los costos indirectos. Para obtener la inversión fija total ( considerando los costos por material de aleación, internos de los equipos, honorarios del contratista y contingencias ) una vez que se han estimado - los módulos necesarios, se debe emplear la opción número nueve.

En el caso de que las necesidades del proyecto involucren el uso de - todos los módulos, la opción número ocho permite la evaluación continua - del método Guthrie. La opción diez permite efectuar otro cálculo sin necesidad de salir del programa. Para finalizar la sesión de trabajo y salir - del paquete basta seleccionar la última opción.

#### 4.1.2 PROGRAMAS.

##### A) ARCHIVOS.

Por medio de este programa se inicializan las variables y los archivos de resultados, con la finalidad de realizar el cálculo requerido en - forma apropiada, evitando arrastrar valores que afecten los resultados.

##### B) ACTUAL.

La función de este programa es la de crear un archivo que contenga - los valores de índices de Marshall y los tipos de cambio ( peso - dólar ) que se requieren para transformar los datos proporcionados de los costos - de los equipos a costos del año de 1968, debido a que la información sobre la que se basa el método esta referida a este año. Así mismo, los datos - del archivo se utilizan para transformar los resultados al año en que se - requieren y para reportar los costos en dólares y en pesos.

La figura 4.2 presenta el diagrama de flujo del programa, el cual inicia preguntando el nombre del proyecto, después se proporciona el año en - el que estan reportados los costos del equipo (si se cuenta con ellos), de 1968 a 1989 , así como el tipo de moneda ( dólares o pesos ) , finalmente

se proporcionará el año en el que se desean los resultados.

Con estos valores y la ayuda de la subrutina INDICE, se selecciona - del bloque Data respectivo, el valor del índice de Marshall y el tipo de - cambio.

#### SUBROUTINA INDICE.

Esta subrutina simplemente se encarga de asignar por medio de compara- ciones un número entero a la variable que almacena el valor de los años - proporcionados en el programa actual. La asignación que se efectúa depende básicamente del valor del año suministrado, esto es, si el año proporciona- do es el de 1968 el número que se le asigna es el 1, el año de 1969 le co- rresponde el número 2 y así sucesivamente hasta el año de 1989. El valor - asignado regresa al programa ACTUAL para ser utilizado en la selección del índice de Marshall y el tipo de cambio.

#### C) PROCOSIN.

La figura 4.3 muestra el diagrama de flujo de este programa, por medio del cual se efectúa la evaluación de los módulos de proceso y de indirectos. En caso de requerir el módulo de indirectos se debe estimar primero - el módulo de proceso.

#### SUBROUTINA PROCES.

Esta subrutina es la correspondiente al módulo de proceso y la figura 4.4 muestra su diagrama de flujo. En este módulo se calcula el costo por - material auxiliar y mano de obra de instalación de equipo de proceso, to- mando como base su costo en acero al carbón.

Los equipos que considera este módulo son los siguientes :

- Bombas ( centrifugas y reciprocantes )
- Calentadores a fuego directo
- Compresores
- Hornos de proceso
- Intercambiadores de calor
- Recipientes horizontales

- Recipientes verticales
- Solcaires ( intercambiador de calor enfriado por aire)
- Internos de los equipos ( platos, empaques, recubrimientos )

En este módulo es necesario contar con los costos bases del equipo - ( acero al carbón ) y con los de aleación, los cuales pueden ser proporcionados en forma global ( por grupos de equipos similares ), o en forma desglosada ( equipo por equipo ).

Después se determina el costo total del equipo en acero al carbón y con esto el porcentaje con que cada grupo de equipos contribuye a dicho costo.

Con ayuda del archivo de datos TABLAS y de acuerdo al costo en acero al carbón por tipo de equipo, se seleccionan los factores de Guthrie presentados en las tablas 3.4 a 3.12 . Con estos valores se determinan los costos por material auxiliar y mano de obra y se obtiene el costo total del módulo. Finalmente estos resultados son actualizados al año requerido y presentados en forma de tablas por tipo de equipo, tanto en moneda nacional como su equivalente en dólares americanos.

#### SUBROUTINA COSTEQ.

En esta subrutina se lleva a cabo el cálculo del costo del equipo de proceso requerido para el proyecto.

La figura 4.5 presenta el diagrama de flujo de esta subrutina principal, ya que de acuerdo al equipo seleccionado utiliza otra subrutina para realizar la estimación del costo del equipo. Todas las subrutinas de equipo están estructuradas en la misma forma, por lo que en la figura 4.6 se presenta un diagrama de flujo general.

Para efectuar el cálculo del costo del equipo es necesario disponer de las especificaciones principales de cada uno de los equipos, tomando en cuenta lo siguiente.

Bombas	Rango de validez
Centrifugas	
Accionadas por motor	10 - 400000 gpmXpsi (capacidad/cabeza)
Accionadas por turbina	500 - 400000 " "

<b>Reciprocantes</b>	<b>Rango de validez</b>
Accionadas por motor	80 - 300000 gpm/psi (capacidad/cabeza)
Accionadas por turbina	1000 - 200000 " "
<b>Material de la coraza</b>	
Presión de succión, psig	
Temperatura del sistema, °F	
<b>Calentadores a fuego directo</b>	<b>1000 - 40000 millones BTU/hr</b>
Calor absorbido, MBTU/hr	
Tipo de diseño	
Presión de diseño, psig	
Material de los tubos	
<b>Compresores</b>	<b>30 - 9000 BHP (potencia al freno)</b>
Potencia al freno, BHP	
Tipo de diseño	
<b>Hornos de proceso</b>	<b>10000 - 400000 millones BTU/hr</b>
Calor absorbido, MBTU/hr	
Tipo de diseño	
Presión de diseño, psig	
Material de los tubos	
<b>Intercambiadores de calor</b>	<b>1 - 10000 ft<sup>2</sup> ( área )</b>
Área de transferencia, ft <sup>2</sup>	
Tipo de diseño	
Material de tubos y coraza	
Presión de diseño, psig	
<b>Recipientes</b>	<b>1 - 10 ft ( diámetro )</b>
	<b>4 - 100 ft ( longitud )</b>
Diámetro, ft	
Longitud, ft	
Presión de diseño, psig	

Rango de validez

Material de la coraza  
Tipo ( horizontal o vertical )

Solcaires 100 - 10000 ft<sup>2</sup> ( área )

Área de enfriamiento, ft<sup>2</sup>  
Material de los tubos  
Presión de diseño, psig  
Longitud de los tubos, ft

**Internos**

**Platos**

Número de platos  
Diámetro del plato, ft  
Espaciamiento entre los platos, in  
Tipo  
Material

**Empaques**

Tipo  
Cantidad requerida, ft<sup>3</sup>

**Revestimientos**

Tipo  
Espesor, in  
Cantidad requerida, ft<sup>2</sup>

**SUBROUTINA INDIRIE**

Para que se lleve a cabo la evaluación de este módulo es necesario -  
contar con los resultados del módulo de proceso.

Los costos indirectos del proyecto que calcula esta subrutina son:

- Fletes
- Impuestos
- Ingeniería
- Supervisión de la construcción

Se requiere conocer el tipo de proyecto, teniendo las siguientes op-  
ciones:

- Planta compleja
- Planta de proceso químico
- Proceso sólido-fluido
- Manejo de sólidos

El cálculo de este módulo se inicia con la estimación del costo por fletes, después mediante el empleo de las correlaciones de las curvas presentadas en las figuras 3.1 a 3.4 se determinan los factores correspondientes para efectuar el cálculo del costo por la supervisión de la construcción y de la ingeniería.

Si hay equipos de importación se debe proporcionar un porcentaje que represente la parte que ocupa del equipo principal, con este valor se calcula su impuesto aduanal.

Con los costos del equipo de importación y el empleo del archivo Tablas, para seleccionar los factores de tubería e instrumentos, se calculan los costos de importación e impuestos de estos materiales auxiliares.

Se calcula también el impuesto para el equipo y material auxiliar nacional. Finalmente se estima el costo total del módulo de indirectos y se despliegan los resultados.

La figura 4.7 presenta el diagrama de flujo de la subrutina INDIRE.

#### D) EDIF-IND

Este programa correspondiente al módulo de Edificios Industriales se evalúa por medio de tablas, de las cuales se seleccionan de acuerdo a las necesidades del proyecto, factores de corrección para el cálculo de su costo. Los edificios considerados en este módulo son:

- Almacenes
- Cafetería
- Cuarto de compresores
- Cuarto de control
- Edificio de proceso
- Estacionamiento
- Laboratorios y enfermería
- Oficinas administrativas
- Talleres

La información que se requiere es la siguiente:

- Área que ocupa el edificio, m<sup>2</sup>
- Tipo de piso
- Tipo de techo
- Servicios; aire acondicionado, iluminación, etc.
- Niveles ( máximo 4 )

La figura 4.8 muestra el diagrama de flujo que aplica a este programa y para el cual el elemento de cálculo es el edificio seleccionado.

#### E) DESLUGAR

Este programa implica la evaluación del módulo de desarrollo del sitio y su estructura es muy similar a la del programa anterior, por lo que la figura 4.8 aplica en este caso.

El programa permite calcular los costos originados al inicio de la construcción de la planta, como son:

- Acondicionamiento de jardines
- Caminos, pasillos y pavimentos
- Cercado
- Desagüe y drenaje
- Limpieza, excavación y nivelación del terreno
- Materiales
- Piloteado
- Protección contra incendio
- Registro del terreno y honorarios
- Servicio de alcantarillado

Para llevar a cabo la estimación de los elementos anteriores, al igual que en el módulo anterior, es necesario contar con el plano de localización, que permite determinar el número de unidades requeridas en cada caso.

Los datos deben proporcionarse en unidades del sistema internacional.

#### F) SERVI

Los costos por concepto de servicios auxiliares que requiere una plan

ta, son estimados por medio de este programa. Los servicios considerados - son los siguientes:

- Diques y muelles
- Dragado
- Generación de energía y distribución
- Hidrantes y loops contra incendio
- Iluminación y comunicaciones
- Líneas de transferencia y bombeo
- Sistema de aire
- Sistema de combustible
- Sistema de generación de vapor
- Sistema de purgas y quemador
- Sistema ferroviario
- Sistema general de agua
- Tanques de almacenamiento
- Torre de enfriamiento y distribución de agua
- Vehículos de transporte

Para llevar a cabo la evaluación de este módulo es necesario considerar los requerimientos de cada uno de estos servicios ( capacidad, número de - unidades requeridas, gasto, etc, ). Se considera un factor que cubre los - costos indirectos para obtener finalmente el costo total del módulo.

El diagrama de flujo de este programa se muestra en la figura 4.8.

#### G) SOLIDOS

El equipo empleado en el manejo de sólidos, así como el equipo espe- cial esta considerado dentro de este programa, en el cual se pueden cálcul- ar los costos de los siguientes equipos:

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| - Agitadores          | - Compresores       |
| - Aire acondicionado  | - Cribas            |
| - Bâsculas            | - Cristalizadores   |
| - Calderas            | - Chimeneas         |
| - Centrífugas         | - Ductos de trabajo |
| - Colectores de polvo | - Elevadores        |

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| - Evaporadores          | - prensas hidráulicas     |
| - Eyectores             | - Secaderos               |
| - Filtros               | - Secadoras de aire       |
| - Generadores           | - Calentadores de tanques |
| - Grúas                 | - Tolvas                  |
| - Laminadores           | - Transportadores         |
| - Máquinas embolsadoras | - Trituradoras            |
| - Mezcladoras           | - Ventiladores            |
| - Molinos               |                           |

Para cada uno de estos equipos es necesario conocer sus características principales (tipo, número, potencia, etc.). Con los valores proporcionados y la ayuda del archivo DAT30L se calcula el costo de los equipos requeridos, y el costo total del módulo, en el que se considera un factor - por costos indirectos.

La estructura general de este módulo se presenta en la figura 4.8.

#### H) COSTUB

Este programa calcula los costos ocasionados por el sistema de tuberías que interconecta los equipos dentro de una planta y que no se incluye - en el módulo de proceso ni en el manejo de sólidos.

Los rubros que cubre este submódulo son :

- Tubería
  - Recta ( No incluye costos por instalación )
  - De proceso
  - Fuera de límites de batería
- Válvulas
  - De compuerta
  - De control
  - De globo
  - De tapón
  - Check

Los datos que se requieren conocer son la longitud, el diámetro ( in. ) y el material de construcción de las tuberías, así como el tipo, número, - diámetro ( in. ) y material de construcción de las válvulas.

Este submódulo como lo muestra la figura 4.8 esta estructurado de manera similar a los módulos anteriores.

#### I) INVFIJ.

La finalidad de este programa es conjuntar los resultados de cada uno de los módulos evaluados para obtener la Inversión Fija Total que se requiere para la realización de un proyecto.

Como lo muestra el diagrama de flujo presentado en la figura 4.9, se determina en primer término la suma del costo total de los módulos evaluados, para posteriormente calcular la Inversión Fija Total considerando los costos extras por material de aleación, internos de equipos, honorarios del contratista y contingencias.

#### 4.1.3 SUBROUTINAS GENERALES.

Todos los programas que integran el paquete GUTHRIE hacen uso de estas subrutinas, que tienen la función de prevenir y detectar los errores que puedan presentarse al introducir los datos requeridos por los programas.

La subrutina ERROR se utiliza en el caso de proporcionar un valor que este fuera del rango de validez de una ecuación que calcula el costo de un equipo. La ERR-DATO es empleada en el caso de detectarse un error de formato en los datos suministrados ( letras por números o viceversa, valores enteros por reales, ect. ). Cuando se selecciona una opción fuera del rango marcado se hace uso de la subrutina ERR-OPCI. La subrutina LIMPIA tiene la finalidad de limpiar la pantalla en cierto momento de la ejecución del programa para darle una mejor presentación.

Para las subrutinas ERROR, ERR-DATO y ERR-OPCI, su función es la de desplegar un mensaje de advertencia al detectar un error y transferir nuevamente el control a la parte del programa donde se efectuó la lectura de los datos.

#### 4.1.4 ARCHIVOS DE DATOS.

#### A) TABLAS.

El archivo TABLAS contiene los valores de los factores de Guthrie que estan reportados en las tablas 3.4 a 3.12 y que se utilizan para determinar los costos por materiales auxiliares y mano de obra requerida para la instalaci3n del equipo de proceso.

Este archivo es empleado por la subrutina PROCES e INDIRE.

#### B) DATSOL

El archivo DATSOL esta integrado por los datos proporcionados en la tabla 3.13, que se utilizan para efectuar la evaluaci3n del m3dulo de mango de s3lidos.

#### 4.1.5 ARCHIVO DE RESULTADOS.

##### A) RESULTA.

En el archivo RESULTA se registran los resultados obtenidos durante una sesi3n de trabajo. Este archivo se conserva a3n despu3s de salir del paquete de compute, lo cual permite tener acceso a 3l en una futura sesi3n ya sea para consultarlo o bien para imprimirlo.

#### 4.1.6 MANUAL DE USUARIO.

##### A) AYUDA.

El manual de usuario lo conforma el programa AYUDA, que es un texto donde se explica la forma de utilizar adecuadamente el paquete GUTHRIE. Este documento es 3til cuando se hace uso de los programas por primera vez o incluso para consultar las dudas que surjan posteriormente.

#### 4.2 EMPLEO DE LOS DISCOS DEL PAQUETE GUTHRIE.

El paquete esta distribuido en tres discos flexibles, por lo que es -

recomendable trabajar en una microcomputadora que cuente con dos drives - ( unidades de disco ), aunque también es posible emplearlo en una con un solo drive.

La forma más apropiada de utilizar el paquete esta resumida en los siguientes puntos:

1. Insertar el disco 1 en el drive A.
2. Teclar " GUTHRIE" y oprimir "RETURN".
3. A continuación aparecera en la pantalla un menú que permite al usuario tener acceso al manual de usuario y/o comenzar con el cálculo. Digitar la opción requerida.
4. Al iniciar el cálculo se desplegara en pantalla el menú principal, que ofrece las diferentes opciones con que cuenta el paquete.
5. De acuerdo a la opción seleccionada se pedira al usuario que indique ya sea el disco 2 o el disco 3 en el drive B, para poder iniciar el cálculo requerido.
6. Al terminar la evaluación de un módulo los resultados son desplegados en pantalla. Una vez fuera del paquete basta teclar "RESULTADOS" para que los resultados sean presentados nuevamente en pantalla o si se requiere puedan ser imprimidos. Los resultados son almacenados en el disco 1.

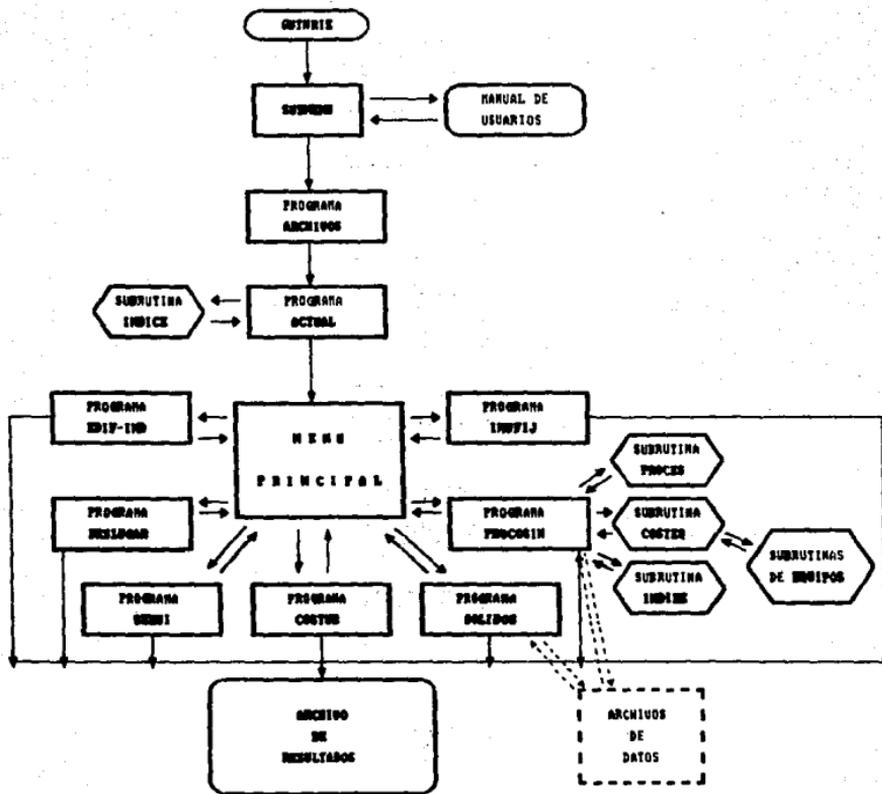


FIG. 4.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL PAQUETE DE COMPUTO GUTWIK



FIG. 4.2 PROGRAMA ACTUAL

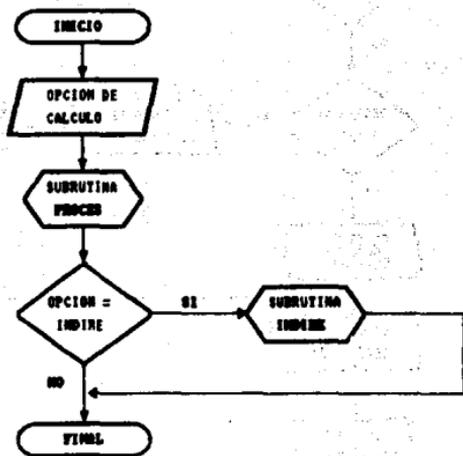


FIG. 4.3 PROGRAMA PROCOSIN

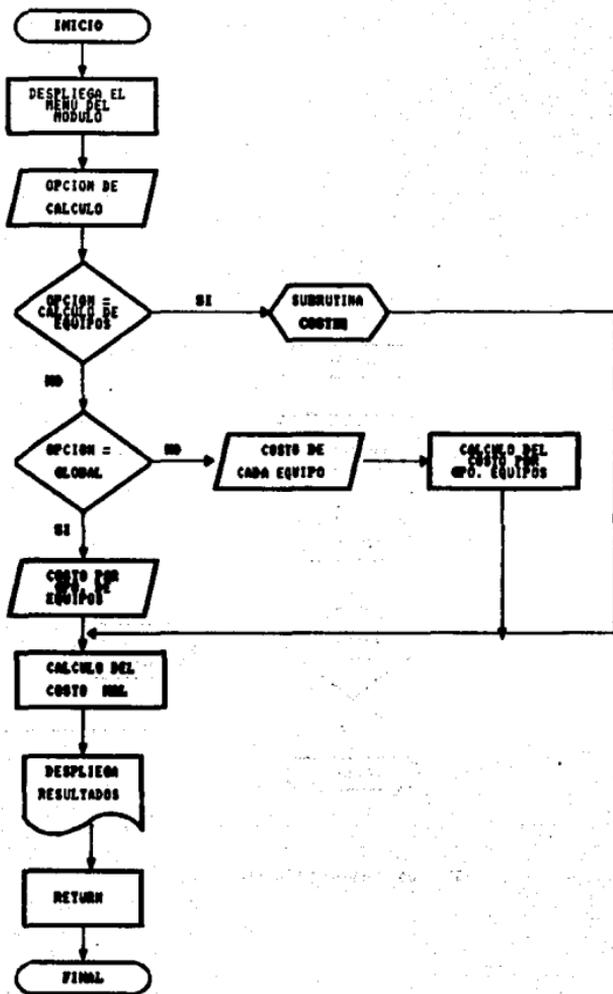


FIG. 4.4 SUBROUTINA PROCES

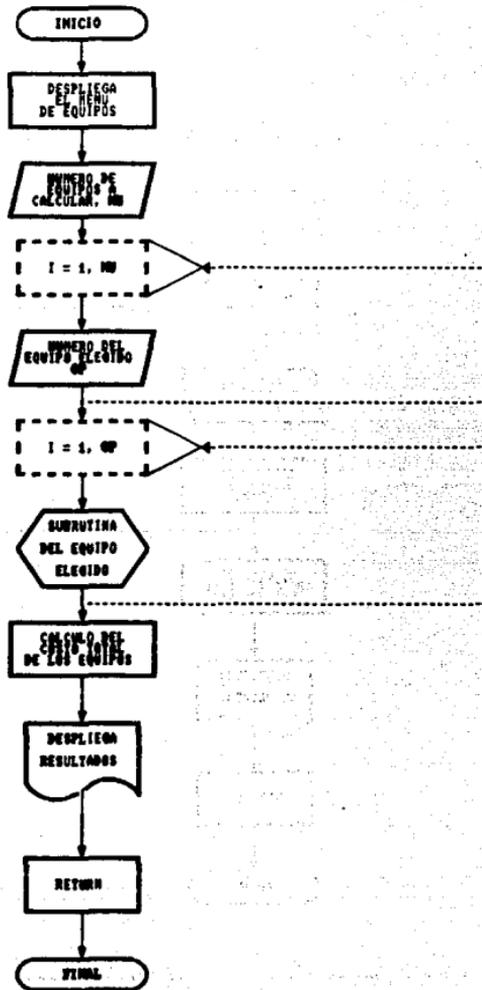


FIG 4.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA COSTER

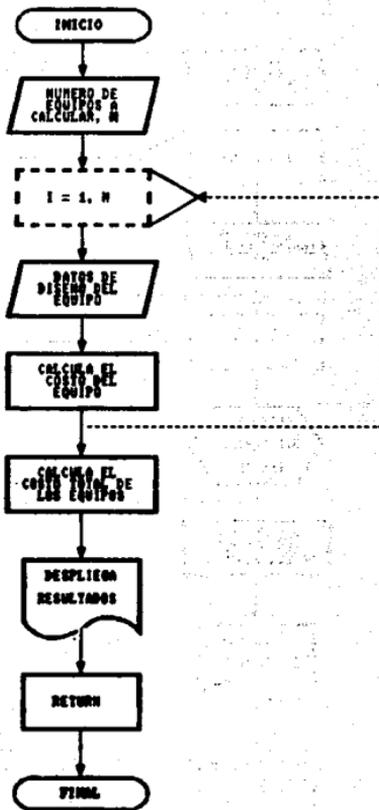


FIG. 4.6 DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO PARA LAS SUBROUTINAS QUE CALCULAN EL COSTO DEL EQUIPO

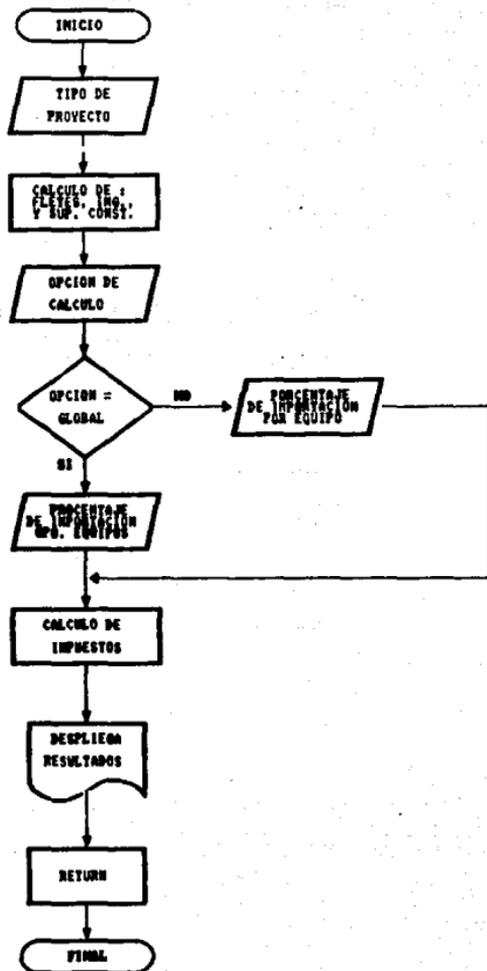


FIG 4.7 PROGRAMA INDIR  
199

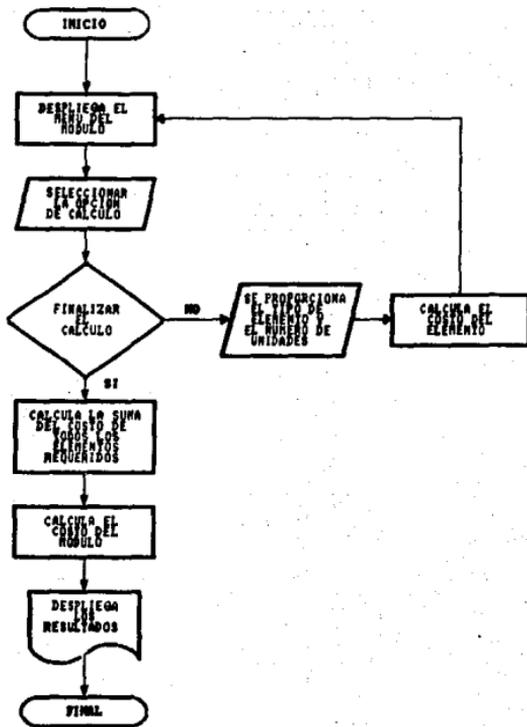


FIG. 4.0 DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO PARA LOS MODULOS :

- EDIFICIOS INDUSTRIALES
- DESARROLLO DEL SITIO
- MANEJO DE SOLIDOS
- SERVICIOS AUXILIARES
- TUBERIAS

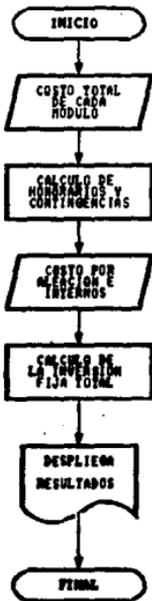


FIG. 4.9 PROGRAMA INUIFJ

C A P I T U L O

5

## 5. EJEMPLO DE APLICACION.

El paquete de computo GUTHRIE fue utilizado para realizar la evaluación de la inversión fija requerida para instalar una planta de producción de Guayacol (46).

La selección de este proyecto fue hecha en base a que se cuenta con todos los elementos requeridos para realizar la evaluación.

El guayacol es un producto muy versátil cuyas propiedades le permiten tener diversas aplicaciones. Entre las principales encontramos:

1. Antitusivo de acción periférica
2. Expectorante de estimulación directa
3. Materia prima de la industria farmoquímica en la producción de metocarbamol, acetil salicilato de guayacol y guafenesina
4. Regulador del peso molecular en polimerización por radicales libres, como agente de transferencia de cadena degradativa
5. Estabilizador de degradación no manchante para plómeros coloridos de origen sténico.
6. Antioxidante inhibidor de propagación no manchante sucedáneo del BHT ( Butil hidroxitolueno ).

### 5.1 BASES DE DISEÑO.

Las bases de diseño son el conjunto más elemental de datos que caracterizan a una planta de proceso.

En ellas se define su función y objetivos, la lista de equipo con que deberá contar, su capacidad de diseño, las materias primas a manejar y el producto final que se va a obtener. Para el caso de la planta de Guayacol las bases de diseño son:

1. Objetivos.— Obtención de Orto y Para-Metoxifenol, así como su intermediario de reacción el Metoxibenceno (Anisol)

2. Localización.- Parque Industrial Atlacomulco, Edo de México
3. Función de la planta.- Producción de O-metoxifenol para uso farmacéutico con capacidad suficiente para satisfacer el consumo nacional y con perspectiva de abordar el mercado de antioxidantes como producto sustituto del BHT
4. Tipo de proceso.- Síntesis intermitente, consta de 2 pasos secuenciales de reacción y purificación.
5. Capacidad de diseño.- 300 kg/lote ; 21 ton/año  
Capacidad normal de operación : 260 kg/lote  
Capacidad mínima: 220 kg/lote  
Capacidad máxima anual : 23.1 ton/año  
Tiempo de operación : 210 días/año  
Tiempo de fabricación por lote : 3 días  
Factor de servicio : 57 %
6. Flexibilidad.

El equipo se diseñará para una capacidad de 300 kg. por lote que es la capacidad requerida para cubrir la demanda de 21 toneladas anuales. Esta capacidad de diseño permitirá cubrir la demanda operando 210 días del año con un sólo turno, es decir teniendo semana inglesa, respetando 15 días festivos, marcando 15 días por año para mantenimiento y teniendo un colchón de 20 días para procesamiento de lotes o paros inesperados de producción.

En estos 20 días considerados en el cronograma de operación, representan una flexibilidad de la planta que bajo operación normal incrementará su capacidad en un 10 %

Aunado a esto, se debe tomar en cuenta el rango de operación de los equipos, los cuales al diseñarse para 300 kg. aumentarán - esta flexibilidad por lo menos en un 10 % más.

En función de que el tiempo de fabricación por lotes es de 3 días, se espera fabricar 70 lotes teniendo suficiente capacidad - para doblar la producción o utilizar el equipo en la síntesis de otro fármaco con sólo aumentar un turno.

7. Ampliaciones futuras.- Se prevé ampliar la planta hasta en un 100 % de la capacidad de producción.

8. Especificaciones de las alimentaciones.

8.1 Reactor DC-101

Componente	%	Peso
Agua		22
Fenol		23
Hielo		15
Sosa		10
Sulfato de dimetilo		30

8.2 Reactor DC-102

Componente	%	Peso
Acido fosforico		1
Acido monocloroacético		8
Agua		12
Anisol		76
Peróxido de hidrógeno		3

8.3 Torre de Destilación DA-101

a) Purificación de anisol

Componente	%	Peso
Agua		9
Anisol		91

b) Separación de productos finales

Componente	%	Peso
Agua		11
Anisol		69
Catalizador y react.		11
O-metoxifenol		6.4
P-metoxifenol		1.6

9. Especificaciones de los productos.

9.1 Reactor DC-101

Componente	%	Peso
Agua		41
Anisol		19
Fenolato de sodio		7
Metil sulfato de sodio		32

9.2 Reactor DC-102

Componente	% Peso
Acido fosfórico	1
Acido monocloroacético	8
Agua	15
Anisol	18
O-metoxifenol	45
P-metoxifenol	12

9.3 Torre de Destilación DA-101

a) Purificación de anisol

Componente	% Peso
Agua	9
Anisol	91

b) Separación de productos finales

Componente	% Peso
Agua	20
Anisol	32
O-metoxifenol	38
P-metoxifenol	10

10. Condiciones de la alimentación en Límites de Batería.

10.1 Acido fosfórico.

Tambor de 200 l.

Solución acuosa : Concentración	85 %
Agua	14.8 %
Imp.solubles	0.2 %

Densidad 1.685 g/ml

Sustancia corrosiva

10.2 Acido monocloroacético.

Cañete de 50 kg.

Pureza 98 %

Humedad 1.8 %

Inertes 0.2 %

Punto de fusión 62 - 64 °C

Punto de ebullición 189 ° C

Densidad 1.370

10.3 Fenol.

Pipa de 15 toneladas  
Pureza 95 %  
Punto de fusión 37 - 38 °C  
Punto de ebullición 180 °C  
Flash point 79 °C  
Densidad 1.071  
Humedad 4.2 %  
Estabilizador ( $H_3PO_3$ ) 0.15 %  
Impureza 0.65 %  
Altamente tóxico y corrosivo

10.4 Peróxido de hidrógeno.

Tambor de 200 l.  
Solución acuosa : Concentración 60 %  
Agua 40 %  
Densidad 1.110  
Oxidante fuerte  
Corrosivo

10.5 Sosa.

Tambor de 200 l.  
Solución acuosa : Concentración 50 %  
Agua 48 %  
Carbonatos 2 %  
Punto de ebullición 105 °C  
Densidad 1.53  
Sustancia corrosiva y tóxica

10.6 Sulfato de dimetilo.

Tambor de 200 l.  
Pureza 98%  
Humedad 1.96 %  
Impurezas solubles 0.02 %  
Impurezas insolubles 0.02 %  
Punto de ebullición 188 °C  
Flash point 83 °C  
Densidad 1.33  
Sustancia altamente tóxica y cancerígena

11. Condiciones de los productos en límites de batería.  
 Apariencia : Cristales o líquidos de color amarillo claro  
 Estado físico : Líquido o sólido  
 Olor característico  
 Punto de ebullición : 202 - 209 °C  
 Densidad de vapor : 2.86 g/ml a 25 °C  
 Presión de vapor : 4.5 mm Hg a 20 °C  
 Gravedad específica : 1.097 g / ml a 25 °C  
 Solubilidad en agua : ligeramente soluble
12. Almacenamiento.- Se debe disponer de almacenamiento de materias primas y productos, para una capacidad de 2.5 meses de operación equivalentes a 25 lotes.

13. Servicios auxiliares.

- 13.1 Vapor.- Será generado dentro de la planta y estará situado dentro de alguno de estos niveles.

	Alto	Bajo
Presión ( kg/cm <sup>2</sup> )	2	1.35
Temperatura ( °C)	100	70

- 13.2 Agua de enfriamiento :

Presión	2 kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	20 °C

Disponibilidad ilimitada

- 13.3 Agua para caldera :

Presión 60 psia en L.B.  
 Temperatura 90 °F en L.B.

Na<sup>+</sup> 1 a 10 ppm  
 OH<sup>-</sup> 1 a 10 ppm  
 Si 1 ppm  
 pH 5 a 9.5  
 dureza 0

- 13.4 Agua de Servicios :

Fuente toma municipal  
 Presión 64.7 psia en L.B.  
 Temperatura 90 °F en L.B.

Disponibilidad ilimitada

- 13.5 Agua contra incendio :  
Presión en L.B. 170 psia.
- 13.6 Agua potable .- Las mismas características que el agua de servicios, considerando además que debe de ser tratada bacteriológicamente.
- 13.7 Aire de instrumentos.- Será generada dentro de L.B. mediante un compresor centrífugo a una presión de 125 psia.
- 13.8 Combustible.- Se requiere diesel para el funcionamiento de la caldera .
- 13.9 Alimentación de energía eléctrica.  
Fuente de suministro: CFE  
Interrupciones : Duración promedio una hora  
Frecuencia : 5 a 10 veces / año  
Tensión : 4160 volts  
Fases : 3  
Hz 60  
Número de conductores : 3  
Material : cobre electrolítico  
Aislamiento: plástico  
Acometida : subterránea
- 13.10 Alimentación de Energía eléctrica de emergencia.- Mediante una sub-estación con capacidad de 5000 kva.
- 13.11 Comunicaciones .- Interna; teléfonos, walkies-talkies,  
Externa; teléfono, telex, ferrocarril
14. Condiciones climatológicas.
- 14.1 Temperatura media anual 24 °C  
Temperatura mínima extrema 4 °C  
Temperatura máxima extrema 33 °C
- 14.2 Humedad relativa anual 40 %
- 14.3 Precipitación pluvial 800 mm media anual
- 14.4 Vientos dominantes Norte a sur  
Vientos reinantes Norte a sur  
Velocidad media 5 m/seg  
Velocidad máxima 30 m/seg

## 5.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO.

El proceso intermitente que se utiliza en la planta, consta de dos pasos de reacción, requiriendose tres días para la producción de un lote de Guayacol.

La figura 5.1 muestra el diagrama de flujo del proceso utilizado. En el primer paso de reacción se produce Anisol a partir de Fenol por medio de un proceso de metilación, utilizando sulfato de dimetilo como agente metilante en presencia de sosa al 50 %.

Para iniciar la maniobra de carga al reactor DC-101 se alimentará vapor al serpentín del tanque FB-101 a una presión de 4.7 psig. Una vez que se haya estabilizado la temperatura en el seno del fenol a 42°C, se alimenta aire comprimido al tanque FB-101. Con el fin de precalentar el fenol y evitar que se solidifique en las tuberías, se hace pasar a través del intercambiador de doble tubo EA-101 y se carga al reactor DC-101 con una temperatura de 70°C.

Posteriormente se alimenta al reactor DC-101, por medio de la bomba GA-101, una corriente de sosa al 50 % proveniente del tanque FA-101, además con el fin de controlar la reacción, se colocan 400 Kg de hielo en el interior del reactor.

Una vez cargado el reactor, se espera hasta que la temperatura del mismo se estabilice a 10°C con la ayuda del hielo, en ese momento se alimentará el sulfato de dimetilo proveniente del tanque FA-102 y con ayuda de la bomba GA-101. Después se suministra un flujo de 855 lb/hr de vapor a la chaqueta del reactor, a fin de que alcance una temperatura de 100°C en el seno de la reacción, y se establezca un reflujo suave con la ayuda del condensador EA-102. Una vez establecido el reflujo, se mantendrá la operación durante 2 hrs., teniendo una supervisión constante sobre las variables; agitación, nivel, temperatura y caída de presión en el condensador. Terminada la reacción se procede a lavar la descarga del reactor DC-101 en la cuba mezcladora GD-101, con 534 litros de agua tratada para asegurar la completa disolución de los productos más polares, y dejar lo más puro posible al anisol. Toda la mezcla se bombea, con ayuda de la bomba GA-102, hacia el tanque separador FA-106 y una vez ahí se dejara reposar una hora. Después, se decantará la fase acuosa de la pierna del tanque y se bombeará,



con ayuda de la bomba GA-103, la fase orgánica hasta la torre de destilación DA-101, la cual funcionara en este paso como torre de agotamiento a una temperatura de 120 °C, para asegurar que la mayor parte del agua remanente se separe del anisol, descargandose los vapores a la atmosfera. Cinco minutos antes de comenzar la operación de destilación se pondrá a funcionar el reboiler EA-104, con el fin de que vaya aumentando la temperatura. Esta etapa de destilación de anisol se deberá llevar a cabo en un lapso máximo de 2 hr. contando tiempos muertos de carga y descarga. El anisol obtenido se descarga en el tanque de almacenamiento FA-105.

A primera hora del segundo día de proceso, el anisol se carga rápidamente del tanque FA-105 al reactor DC-102, empleando para ello la bomba GA-104, donde se efectua la reacción de hidroxilación catalítica con ayuda de peróxido de hidrógeno al 60 % y utilizando como catalizador, pequeñas cantidades de ácido fosfórico y ácido monocloroacético. El orden de adición de los reactivos al reactor DC-102 sera anisol y catalizador. Una vez cargado el reactor, se alimentará vapor a la chaqueta del mismo a razón de 100 lb/hr y a una presión de 4.7 psig, ajustando la temperatura de la chaqueta a 70 °C. Finalmente se alimenta el peróxido de hidrógeno proveniente del tanque FA-103, y el cual no sera adicionado hasta que se haya estabilizado y arrancado la operación del reactor DC-102.

Esta reacción cuenta con una conversión del 57 % con duración de 2 hr. Se cuenta además, con un sistema de recirculación ajustado de tal forma que solo el 10 % del flujo sea enviado a la torre de destilación DA-101, por medio de la bomba GA-105.

En esta etapa la torre de destilación empacada DA-101 operara a vacio, con el fin de disminuir la temperatura de vaporización del anisol y con ello evitar que el guayacol (orto-metoxifenol) se oxide o se queme, obteniendose además un aumento en la eficiencia de la separación de los isómeros y en la purificación del anisol recuperado.

El anisol proveniente de la torre DA-101 es enfriado por el condensador EA-103 y almacenado en el tanque FA-104. El orto-metoxifenol obtenido se almacena en el tanque FA-108 y se lleva a acondicionamiento, similarmente, el para-metoxifenol se almacena en el tanque FA-107 y se envia a acondicionamiento.

La etapa de obtención de Guayacol descrita anteriormente, incluyendo la

reacción, separación de los productos y almacenamiento de los mismos, se -  
lleva a cabo en forma discontinua durante el segundo y tercer día de opera-  
ción, esto es con el fin de alcanzar la meta de producción estimada, puesto  
que el reactor deberá trabajar un total de 16 hr. repartidas en dos días, -  
de tal forma que opere 8 hr. diarias, incluyendo tiempos muertos.

### 5.3 ESPECIFICACION DEL EQUIPO PRINCIPAL.

A continuación se proporcionan las hojas de datos del equipo principal  
de proceso ( bombas, intercambiadores de calor, recipientes verticales y ho-  
rizontales ).

**BOMBAS CENTRIFUGAS  
HOJA DE ESPECIFICACIONES**

FECHA \_\_\_\_\_  
CLAVE GA-104  
R/E \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_

NOTA:  INDICIA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 POR FABRICANTE

LUGAR ATLATEMLILCO, EDO. MEXICO PLANTA PRODUCCION DE GUAMACOL  
BARRIO DE NAOH, (CNA) 2504, H2O y H2O

NO. DE BOMBAS 2504 NO. DE MOTORES 2504 CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
FABRICANTE BOMBA \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
TAMANO Y TIPO HORIZONTAL NO. SERIE \_\_\_\_\_

CONDICIONES OPERACION. CASA BOMBA \_\_\_\_\_ SERVICIARIO \_\_\_\_\_

LÍQUIDO NaOH V.C. RPM @ TB. POR 4.5 DISEÑO 5  
PRES. DESCARGA, PSIG 85  
TS. "P. POR 66 WAG 77 PRES. SUCCION. PSIG. WAG 16 DISEÑO 14.7  
SE GAGT 1.53 PRES. MP., PSI 70  
PRES. WAG TB. PSIA 0.12 CARGA DIF., PIES \_\_\_\_\_  
V.C. @ TB. WAG CP 110 RPM DISPONIBLE, FT \_\_\_\_\_  
CORR/SPEC CAUSADO POR NaOH NO. HIDA. \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION				PRUEBAS EN FABRICA			
BOMBUILLAS	DIAMETRO	CLASIF. AGUA	MODIFICADO	LOCALIZACION	<input type="checkbox"/> COMP. AIR TESTING	<input type="checkbox"/> COMP. CONTST	<input type="checkbox"/> COMP. CONTST
SUCCION	<u>1/2"</u>				<input type="checkbox"/> HANDBT. DR. TESTING	<input type="checkbox"/> HANDBT. CONTST	<input type="checkbox"/> HANDBT. CONTST
DESCARGA	<u>1/2"</u>				<input type="checkbox"/> WPM. REGUE RIGID	<input type="checkbox"/> WPM. CONTST	

MONT. CARGAZA:  AL CENTRO  PIE  SOPORTE  VERT. (TIPO)  
DISEÑO:  ANTL  RAD. TIPO VOLUTA  SEMILLA  DOME  DIPURON  
PRESION:  MAX. PERM. PSIG \_\_\_\_\_ "P.  PRUEBA HANDBT. PSIG \_\_\_\_\_  
CONEXION:  VENTED  OALD  HANDBT.  VAR.  TIPO \_\_\_\_\_  
DIAMETRO IMP. DISEÑO  VAR.  TIPO \_\_\_\_\_  
MONTAJE:  ENTRE BALEROS  SUSPENSION \_\_\_\_\_  
TIPO BALLEO:  RADIAL  EMPUJE \_\_\_\_\_  
LUB.  BARRIL ACEITE  INYECTOR  MEXILINA ACEITE  BALPUNDO  FORZADA \_\_\_\_\_

COPLA:  FAB. \_\_\_\_\_  MODELO \_\_\_\_\_  
MONT. ACCIONADOR MTD. POR  FAB. BOMBA  FAB. MOTOR  COMPRADOR  
EMPUJE:  FAB. Y TIPO \_\_\_\_\_  TAWARD/NAVALLOS \_\_\_\_\_  
SELLO MECANICO:  FAB. Y MODELO \_\_\_\_\_ CLASIF. CODIGO API \_\_\_\_\_  
 CODIGO FABRICANTE: \_\_\_\_\_

TUBERIA AUXILIAR

FLUJO TUB A E  CV.  AT.  TUBING.  TUBO \_\_\_\_\_  
 RES. TOTAL AGUA EMP. RPM \_\_\_\_\_  RES. T. FLUJO VISUAL \_\_\_\_\_  
 RES. INTERSECCION EMP. AL EMPUJE  TOTAL P.M. PSIG. \_\_\_\_\_  
 PLANO TORONIA LAVADO BELLO  A.C.  A.I.  TUBING.  TUBO \_\_\_\_\_  
 FLUJO LAVADO EXTERIOR AL BELLO  RPM \_\_\_\_\_  PSIG \_\_\_\_\_  
 FLUJO BELLO AUXILIAR  A.C.  A.I.  TUBING.  TUBO \_\_\_\_\_  
 FLUJO EMPUJAMIENTO BELLO AUXILIAR \_\_\_\_\_

MOTOR

HP 1/4 RPM 1700 INYECTOR \_\_\_\_\_ VOLTS/FASES/CICLOS 110/2/60  
FAB. BAILEY LUBRICACION \_\_\_\_\_  
TIPO DIRL AMP. A CARGA TOTAL \_\_\_\_\_  
CAB. ALUMINIO AMP. A MOTOR BLOQUEADO \_\_\_\_\_  
V.C. 0.12 CAP. EMPUJE 1.53 L.B. \_\_\_\_\_

NOTA:  SI AFROE BOMBA BASE \_\_\_\_\_  
 SI AFROE MOTOR \_\_\_\_\_

**BOMBAS CENTRIFUGAS  
HOJA DE ESPECIFICACIONES**

FECHA \_\_\_\_\_  
CLAVE GA-100  
R/E \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_

NOTA:  INDICIA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 POR FABRICANTE

LUGAR ATLANTICIDAD SNO. V. 200 PLANTA PRODUCCION DE GUAYACOL  
 SERVICIO Reparacion de Anillos - Agua  
 Nº BOMBAS RES' 100 Nº MOTORES RES' 1 CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
 Nº TUBERIAS RES' \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
 FABRICANTE BOMBA \_\_\_\_\_ TABLA Y TIPO \_\_\_\_\_ Nº SERIE \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION, CADA BOMBA \_\_\_\_\_ REQUISIENTOS \_\_\_\_\_

LIQUIDO Agua U.S. GPM @ T.S. NO. 10 NISEÑO 65  
 T.S. Nº. 33 WAT. 30 PRES. DESCARGA, PSIG 35  
 Nº DE WAT. 0.99 PRES. SUCCION, PSIG, MAX 14 NISEÑO 14.7  
 PRES. WAT. @ T.S. 1.25 PRES. IMP., PSI 69  
 VLS @ T.S. CP 1 CARGA IMP., PIES 6-6  
 CASO/ENCL. CAMADA POR \_\_\_\_\_ Nº PIS. \_\_\_\_\_

**CONSTRUCCION**

BOQUILLES	DIAMETRO	CLASIF. ANSI	MAQUINADO	LOCALIZACION
SUCCION	<u>1 1/2"</u>			
DESCARGA	<u>1 1/2"</u>			

MONT. CARCASA:  AL CENTRO  DIB  SOPORTE  VERT. (TIPO) \_\_\_\_\_  
 OXIDIM:  AISL  RES. TIPO VOLUN  SENCILLA  BOMBE  MEXICO  
 POSICION:  MAX. RES. \_\_\_\_\_ Nº. \_\_\_\_\_ Nº. \_\_\_\_\_ PRES. BA. HIGROST. \_\_\_\_\_ PSIG  
 CONEXION:  VENTOS  BRES  MANOMETRO \_\_\_\_\_  
 DIAMETRO IMP.  NISEÑO  MAX. \_\_\_\_\_ TIPO \_\_\_\_\_  
 TIPO BALENO:  RADIAL  SUSPENSION \_\_\_\_\_  
 LBR.  ABILLES ACEITE  MUNDADO  MEDICINA ACEITE  SALSIPEDIO  PASEADA  
 COPLA:  PAR. \_\_\_\_\_  MONOEL \_\_\_\_\_  
 METER ACCIONADO WTD. POR  PAR. BOMBA  PAR. MOTOR  COMPENSADO  
 EMPUJE:  PAR. Y TIPO \_\_\_\_\_  TAMBOR/ DO ANILLOS \_\_\_\_\_  
 SELLO MECANICO:  PAR. Y UMBRELO \_\_\_\_\_ CLASIF. CODIGO ANSI \_\_\_\_\_  
 CARBON FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CURVA PROPUESTA Nº \_\_\_\_\_  
 RPM \_\_\_\_\_ Nº PIS. (AGUA) \_\_\_\_\_  
 EFF. \_\_\_\_\_ GPM. NISEÑO \_\_\_\_\_  
 MAR. GPM. NISEÑO IMP. \_\_\_\_\_  
 MAR. CARGA NISEÑO IMP. \_\_\_\_\_  
 GPM. NIS. CONTINUO \_\_\_\_\_  
 DETACION (VISTA EXTREMO COPLA) \_\_\_\_\_  
 PRUEBAS EN FABRICA

COMP. EN TESTING  COMP. CONTEXT  
 MONST. EN TESTING  MONDEL CONTEXT  
 SPIN. INSPECCION  SPIN. CONTEXT  
 INSPECCION FABRICACION  
 BEBANT. E. IMP. DESPUES PRUEBA  
 OTROS \_\_\_\_\_

**MATERIALES**

BOMBA: CLASIFICACION CARCASA/INTERIOR: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 BASE  \_\_\_\_\_

**BOMBAS VERTICALES**

NO. PUNTERIA CAPACAO \_\_\_\_\_  
 SUMINISTRACION WTD. RES. \_\_\_\_\_  
 TUBO COLUMNAS  BOMBAS  PL. 120  
 LLECHA COL.  ABERTO  CERRADO  
 BALD.  TACON \_\_\_\_\_  PACHO COL.  
 LUB. BAL.  AGUA  ACEITE  GRASA  
 PLUT. Y BARRA  A. C.  A. Z.  B. Z.  M. M. M.  
 INTERRUPTOR FLESIANO \_\_\_\_\_  
 EMPUJE BOMBA, LB  RADIAL  
 BARRA \_\_\_\_\_

**TUBERIA AUXILIAR**

PLANO TUBO A  CU.  AZ.  TUBING  TUBO  
 RES. TOTAL AREA EMP. GPM \_\_\_\_\_  RES. Y FLUJO VISUAL  
 RES. INTERCONE. EMP. AL EMPUJE  TOTAL GPM  PSI  
 PLANO TUBERIA LAVADO SELLO  A.S.  A.Z.  TUBING  TUBO  
 FLUJO LAVADO TUBERIA AL SELLO \_\_\_\_\_  PSI  
 PLANO SELLO AUXILIAR  A.S.  A.L.  TUBING  TUBO  
 FLUJO EMPUJAMIENTO SELLO AUXILIAR \_\_\_\_\_

**NOTAS**

1/4 RPM 1200 WAT. 30 VOLTS/PARES/CILOS 110/160  
 FAB. \_\_\_\_\_ INDICACION \_\_\_\_\_  
 TIPO \_\_\_\_\_ Nº P. CARGA TOTAL \_\_\_\_\_  
 CAR. \_\_\_\_\_ Nº. A. \_\_\_\_\_ Nº. A. \_\_\_\_\_  
 V. 1000  CAP. FOMAS \_\_\_\_\_  
 STAND. API 610 3717.1A A HANDB. QM 3774 1200 DE 1975.1

# BOMBAS CENTRIFUGAS HOJA DE ESPECIFICACIONES

FECHA \_\_\_\_\_  
CLAVE 2A-113  
R/E \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_

NOTA:  INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 POR FABRICANTE

LUGAR ALTA COMPLEJO PDC DE MEXICO PLANTA DE PRODUCCION DE QUAMICO  
SERVICIO CEMEX DE ANICEL-AGUA  
Nº BOMBAS REQ'D 1 Nº MOTORES REQ'D 1 CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
Nº TURBINAS REQ'D \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
FABRICANTE BOMBA \_\_\_\_\_ TAMAÑO Y TIPO \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ Nº SERIE \_\_\_\_\_

CONDICIONES OPERACION, CARGA BOMBA RENDIMIENTO

LIQUIDO ANILIN-AGUA V.S. OPR TO. HOR. 15 DISEÑO 20  
PRES. DESCARGA, PSIG 25  
T.S., "F. 60 HAZ 03 PRES. SUCCION, PSIG. HAZ 16 DISEÑO 14.7  
OR HAZ TO. 0.09 PRES. IMP., PSI 30  
PRES. IMP. TO. PSIG. 1.93 CARGA IMP., PIES 13  
VISO TO. 0.00 CP 1 NºPM DISPONIBLE, FT. \_\_\_\_\_  
CARGA/SARC CAUSADA POR \_\_\_\_\_ Nº HIER. \_\_\_\_\_

### CONSTRUCCION

BOQUILLAS	DIAM. TUBO	CLASIF. A BOM	MONTAJE	LOCALIZACION
SUCCION	1/2"			
DESCARGA	1/2"			

MONTE CARCASA:  AL CENTRO  PIE  SOPORTE  VERT. (TIPO)  
DIVISION:  AXIAL  RADIAL TIPO VOLUTA  SEMICELA  BOMBE  DIFUSOR  
PRESION:  DR. PERM. \_\_\_\_\_ PSI \_\_\_\_\_ "F.  PRUEBA HIBOST. \_\_\_\_\_ PSI

CONDICION:  VENTOR  BOMBA  MANOMETRO  
DIAMETRO IMP. DISEÑO \_\_\_\_\_ MAT. \_\_\_\_\_ TIPM \_\_\_\_\_

SOMBRAS:  ENTERO  BALCARRAS  SUSPENSION  
TIPO SELLADO:  RADIAL  EMPUJE  
LUB.  ARILLA ACEITE  INUNDADO  RESILINA ACEITE  BALBUCEO  POREASA

COJLE:  P.A.S.  MODELO \_\_\_\_\_

UNIDAD ACCIONADOR MTD. POR  FAB. BOMBA  FAB. MOTOR  COMPRAOR

EMERGEN:  PAR. Y TIPO \_\_\_\_\_ TAMAÑO/ NÚMERO \_\_\_\_\_

SELLO MECANICO:  PAR. Y MODELO \_\_\_\_\_ CLASIF. CUBIJO SM \_\_\_\_\_

CORTAO FABRICANTE: \_\_\_\_\_

### TUBERIA AUXILIAR

- FLUJO TUB A T  CU.  AT.  TUBING.  TUBO
- SER. TOTAL AGUA SUP. RPM \_\_\_\_\_
- SER. INDECCION SUP. AL COMPRESOR  TOTAL S. P.M.  PSIG.
- PLANO TUBERIA LAVADO SELLO  A.C.  A.L.  TUBING.  TUBO \_\_\_\_\_
- FLUJO LAVADO EXTERIOR AL SELLO \_\_\_\_\_ RPM \_\_\_\_\_ PSIG \_\_\_\_\_
- PLANO SELLO AUXILIAR  A.C.  A.L.  TUBING.  TUBO \_\_\_\_\_
- FLUJO ENFRIAMIENTO SELLO AUXILIAR \_\_\_\_\_

### MOTOR

HP 1/4 RPM 1700 VOLTAGE 110/160  
TIP BALL BEARING LUBRICACION \_\_\_\_\_  
TIP SI AMP A CARGA TOTAL \_\_\_\_\_  
COR. \_\_\_\_\_ AMP A MOTOR ENCENDIDO \_\_\_\_\_  
 V-1  V-2  V-3  V-4  V-5  V-6  V-7  V-8  V-9  V-10  V-11  V-12  V-13  V-14  V-15  V-16  V-17  V-18  V-19  V-20  V-21  V-22  V-23  V-24  V-25  V-26  V-27  V-28  V-29  V-30  V-31  V-32  V-33  V-34  V-35  V-36  V-37  V-38  V-39  V-40  V-41  V-42  V-43  V-44  V-45  V-46  V-47  V-48  V-49  V-50  V-51  V-52  V-53  V-54  V-55  V-56  V-57  V-58  V-59  V-60  V-61  V-62  V-63  V-64  V-65  V-66  V-67  V-68  V-69  V-70  V-71  V-72  V-73  V-74  V-75  V-76  V-77  V-78  V-79  V-80  V-81  V-82  V-83  V-84  V-85  V-86  V-87  V-88  V-89  V-90  V-91  V-92  V-93  V-94  V-95  V-96  V-97  V-98  V-99  V-100

CURVA PROPUESTA EN \_\_\_\_\_  
RPM \_\_\_\_\_ NºPM (AGUA)  
E.P.F. \_\_\_\_\_ SUP. DISEÑO \_\_\_\_\_  
MAX. SUP. MUESTO IMP. \_\_\_\_\_  
MAX. CARGA DISEÑO IMP. \_\_\_\_\_  
RPM. MIN. CONTINUOS \_\_\_\_\_  
DETAYACION (VISTA EXTREMO COJLE)

### PRUEBAS EN FABRICA

- COMP. SIN TESTING  COMP. CONTEXT
- HIBOST. SIN TESTING  HIBOST. CONTEXT
- NºPM. SECURIDAD  NºPM. CONTACT
- INSPECCION FABRICACION
- RESIST. E. IBER. DESPUES PAUSA
- STRAS \_\_\_\_\_

### MATERIALES

BOMBA: CLASIFICACION CARCASA/INTERIOR: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

RACE  \_\_\_\_\_

### BOMBAS VERTICALES

- PROFUNDIDAD CARCASA \_\_\_\_\_
- SUMINISTRADO Nº. SER. \_\_\_\_\_
- TUBO COLUMNA  SONDADO  N.º. 100
- FLECHA COL.  ABERTO  CERRADO
- BALE.  TRAZO  FLECHA COL.
- LUB. BAL.  AGUA  ACEITE  GRASA
- FLOT. BOMBA  A.C.  A.L.  A.2  B.12  V.M.
- INTERRUPTOR FLUJO IMP. \_\_\_\_\_
- EMPUJE BOMBA, L.B.  ARRIBA \_\_\_\_\_
- ARRIBA \_\_\_\_\_

Nº 13 APDOE BOMBA BOMBA \_\_\_\_\_  
MOTR. \_\_\_\_\_

# BOMBAS CENTRIFUGAS

## HOJA DE ESPECIFICACIONES

FECHA \_\_\_\_\_  
 CLAVE 120 \_\_\_\_\_  
 R/E \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_

NOTA:  INDICIA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 POR FABRICANTE

LUGAR PLANTA DE PUNTA MACHO PLANTA 22 PROYECTO 120  
 SERVICIO CONDICIONADO NO. 120  
 Nº BOMBAS REQ. 1 Nº MOTORES REQ. 1 CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
 Nº TURBINAS REQ. \_\_\_\_\_ Nº TURBINAS REQ. \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
 FABRICANTE BOMBA \_\_\_\_\_ TAMAÑO Y TIPO \_\_\_\_\_  
 CONDICIONES OPERACION, CARGA BOMBA \_\_\_\_\_ RENDIMIENTO \_\_\_\_\_

LIQUIDO AGUA U.S.GPM @ TD, HOR. 12 DISEÑO 20  
 TD, FT. POR 100 HOR. 24 PRES. DESCARGA, PSIG 95  
 SE DEBE 0.99 PRES. SUCCION, PSIG, HOR. 16 DISEÑO 14  
 PRES. MP @ TD, PSIG 1.98 CARGA DIF. PIES 10  
 VIG @ TD, HOR. 07 RPM DISPONIBLE, FT. \_\_\_\_\_  
 CAUSAS/RECAUSAS POR \_\_\_\_\_ Nº HERR. \_\_\_\_\_

### CONSTRUCCION

BOQUILLAS	DIAMETRO	CLASIF ANSI	MADINADO	LOCALIZACION
DESCOM				
DESCARGA				

MONT. CARGADA:  AL CENTRO  PIE  SOPORTE  VERT. (TIPO)  
 DIVISION:  ANIAL  RADITIPO VOLUTA  BENCHILLA  DOBLE  DIFUSOR  
 PRESION:  MAX. PERM.  P.M.  PRUEBA HIDROST. \_\_\_\_\_ PSIG  
 CONEXION:  VENTED  DREO  BANGUINADO  
 DIAMETRO IMP.  DISEÑO  MAX.  TIPO \_\_\_\_\_  
 MONTAJE:  ENTRE BALANOS  SUSPENSION  
 TIPO BALEAS:  OMBIAL  EMPUJE  
 LUB.  OMBIAL ACEITE  INUNDADO  MEXILINA ACEITE  BALNEO  POREANA  
 COPLER:  FAB.  MODELO \_\_\_\_\_  
 MONT. ACCIONADO VTD. POR  FAB. BOMBA  FAB. MOTOR  COMPONER  
 ENMUSE:  FAB. Y TIPO \_\_\_\_\_ TAMAÑO/NO. ANILLOS  
 SELLO MECANICO:  FAB. Y MODELO \_\_\_\_\_ CLASIF. CODIGO AN \_\_\_\_\_  
 CODIGO FABRICANTE: \_\_\_\_\_

### TUBERIA AUXILIAR

PLANO TUB A E  CUL  AS  TUBINE  TUBO  
 DES. TOTAL AGUA EMP. RPM \_\_\_\_\_  
 DES. INTERIOR EMP. AL ENMUSE  TOTAL E.P.M.  PSIG  
 PLANO TUBERIA LAVADO BELLO  A.C.  A.S.  TUBINE  TUBO  
 PLANO LAVADO EXTERIOR AL BELLO  EPR  PSIG  
 PLANO SELLO AUXILIAR  A.C.  A.S.  TUBINE  TUBO  
 FLUIDO SUPLENIENTE SELLO AUXILIAR \_\_\_\_\_

### MOTOR

Nº 1/4 RPM 1200 INCHAZON \_\_\_\_\_ VOLTS/FASES/CICLOS 110/3/60  
 M.C. \_\_\_\_\_ BALANCEO \_\_\_\_\_ LUBRICACION \_\_\_\_\_  
 TIPO \_\_\_\_\_ AMP A CORRIENTE TOTAL \_\_\_\_\_  
 COD \_\_\_\_\_ AUMENTO TEMPER. \_\_\_\_\_ AMP A MOTOR BLOQUEADO \_\_\_\_\_  
 TUBO  VTD CAP. EMPUJE \_\_\_\_\_ LB  
 SERVO: APT. CIB. BOBINA A MANDO INT. STAN 2254 DE 1933-5

CURVA PROPUESTA Nº \_\_\_\_\_  
 RPM \_\_\_\_\_ RPM [AGUA] \_\_\_\_\_  
 EFF. \_\_\_\_\_ EFF. BHP DISEÑO \_\_\_\_\_  
 MAX. CAP. DISEÑO IMP. \_\_\_\_\_  
 RPM. MIN. CONTINUO \_\_\_\_\_  
 SUCCION (VISTA ENTREDO COPLER) \_\_\_\_\_

### PRUEBAS EN FABRICA

COMP. SIN TESTING  COMP. CONTROL  
 HIGROST. SIN TESTING  HIGROST. CONTROL  
 RPMN. RESQUERID  RPMN. CONTROL  
 INSPECCION FABRICACION  
 SEBASTY. 1500. DESPUES PRUEBA  
 OTRAS \_\_\_\_\_

### MATERIALES

BOMBA: CLASIFICACION CARCENA/INTERIOR

### BASE

### BOMBAS VERTICALES

PROFUNDIDAD CARGADA \_\_\_\_\_  
 SUCCION MIN. DES. \_\_\_\_\_  
 TUBO COLUMNA  EMPUJE  P.L. 120  
 FLECHA COL.  ABERTO  CERRADO  
 BALS.  TAPON  FLECHA COL.  
 LUB. BAL.  AGUA  ACEITE  GRASA  
 PLOT. BARRA  A.C.  A.S.  DREO  VHS  
 INTERRUPTOR FLOTACION \_\_\_\_\_  
 EMPUJE BOMBA, L.  BOMBA \_\_\_\_\_  
 BOMBA \_\_\_\_\_

Nº 12 IMPRES BOMBA BASE \_\_\_\_\_  
 IMPRES \_\_\_\_\_

# BOMBAS CENTRIFUGAS HOJA DE ESPECIFICACIONES

FECHA \_\_\_\_\_  
CLAVE \_\_\_\_\_  
R/E \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_

NOTA:  INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 POR FABRICANTE

LUGAR AT 1000 100 100 100 PLANTA IP 1000 100 100 100  
SERVICIO BAÑOS DE HERRAJA  
Nº BOMBAS REC'D 1 Nº MOTORES REC'D \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
Nº TURBINAS REC'D \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_ SUMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_  
FABRICANTE ROSS TAMAÑO Y TIPO \_\_\_\_\_ Nº SERIE \_\_\_\_\_

**CONDICIONES OPERACION, CADA BOMBA** **RENDIMIENTO**

LIQUIDO AGUA (69%) U.S. GPM @ TS. STD. 17 DISEÑO 17  
TS., °F. STD. 179 MAR. 165 PRES. DESCARGA, PSIG 25  
EN SERVO 0.99 PRES. MP., PSI 90  
PRES. V.M.P. @ TS. PSIG 1.95 CARGA HP., FPM 13  
V.M.P. @ TS. STD. \_\_\_\_\_ CP \_\_\_\_\_ RPM DISPONIBLE, FT. \_\_\_\_\_  
CORR/ENCS CARGADA POR \_\_\_\_\_ HP. HERR. \_\_\_\_\_

CURVA PROPUESTA Nº \_\_\_\_\_  
RPM \_\_\_\_\_ RPM (TANAL) \_\_\_\_\_  
EFP. \_\_\_\_\_ GPM. DISEÑO \_\_\_\_\_  
MAR. GPM. HERRAJA STD. \_\_\_\_\_  
MAR. CARGA DISEÑO IMP. \_\_\_\_\_  
GPM. MIN. CONTINUO \_\_\_\_\_  
NOTACION (VISTA EXTERNA COPLES)

**CONSTRUCCION**

BOQUILLAS	DIAS ETAS	CLASIF. API	MADRIDAD	LOCALIZACION
SUCCION	1/2			
DESCARGA	1/2			

**PRUEBAS EN FABRICA**

COMP. SIN VESTIDO  COMP. CONTEST  
 NUNCA, SIN VESTIDO  NUNCA, CONTEST  
 NUNCA, SEQUESTRADO  NUNCA, CONTEST  
 INSPECCION FABRICACION  
 DE SHANT, C/IMP. DESPUES PRUEBA  
 OTRAS \_\_\_\_\_

MOT. CARCASA,  AL CENTRO  PIE  SOPORTE  VEST. (TIPO) \_\_\_\_\_  
DIVISION:  ASIAL  BAST. TIPO VOLUTA  SEMICELLA  DOBLE  DIFUSOR  
PRESION:  MAX. PRAB. \_\_\_\_\_ PSI  PUNERA HIGHER \_\_\_\_\_ PSI  
CONEXION:  VENTOS  BARR  HANDHEAT

**MATERIALES**

DIAS ETAS: IMP.  DISEÑO  MAR. \_\_\_\_\_ TIPO \_\_\_\_\_  
MONTAJE:  ENTRE BALEROS  SUSPENSION \_\_\_\_\_  
TIPO BALERO:  RADIAL  EMPUJE \_\_\_\_\_  
LBR.  ANILLA ACRIE  INUNDADO  BELLA ACENTE  BALPUNDO  FRESADA  
COPLS:  FAB. \_\_\_\_\_  MODELO \_\_\_\_\_  
UNTA ACCIONADO: M.P. POR  FAB. BOMBA  FAB. MOTOR  COMPRADOR  
EMPUJE:  FAB. Y TIPO \_\_\_\_\_ TAMAÑO/ANALLES \_\_\_\_\_  
SELLO MECANICO:  FAB. Y MODELO \_\_\_\_\_ CLASIF. CORRIDO API \_\_\_\_\_  
 CORRIDO FABRICANTE: \_\_\_\_\_

BOMBA: CLASIFICACION CARCASA/INTERMED. \_\_\_\_\_

BASE

**BOMBAS VERTICALES**

**TUBERIA AUXILIAR**

PLANO TUB A E  CUI  AS:  TUBINO:  TUBO \_\_\_\_\_  
 RES. TOTAL AGUA EMP. GPM \_\_\_\_\_ RES. I FLUJO VISUAL \_\_\_\_\_  
 RES. INTERCAMA EMP. AL EMPUJE \_\_\_\_\_ TOTAL S.P.M. \_\_\_\_\_ PSIG \_\_\_\_\_  
 PLANO TUBERIA LAVADO BELLO  A.C.  A.S.  TUBINO  TUBO \_\_\_\_\_  
 FLUIDO LAVADO EXTERIOR AL BILLO \_\_\_\_\_ GPM \_\_\_\_\_ PSI \_\_\_\_\_  
 PLANO BELLO AUXILIAR  A.C.  A.S.  TUBINO  TUBO \_\_\_\_\_  
 FLUIDO EMPUJAMIENTO BELLO AUXILIAR \_\_\_\_\_

PROFUNDIDAD CARCASA \_\_\_\_\_  
TUBERACION MAR. REC. \_\_\_\_\_  
 USO COLUMNA  EMPUJE  P.I. 12  
FLECHA COL.  ABERTO  CERRADO \_\_\_\_\_  
BELL.  TAZON  FLECHA COL. \_\_\_\_\_  
LUB. BAL.  ANNA  ACENTE  BRASS  
FLUJ. BARR.  A.C.  A.S.  BAZ  BAZ  
INTERRUPTOR PLUMBING \_\_\_\_\_  
EMPUJE BOMBA, LB.  BARRER \_\_\_\_\_  
 BARRER \_\_\_\_\_

**MOTOR**

HP. 1/4 RPM 3500 TAMAÑO \_\_\_\_\_ VOLTS/FASES/CICLOS 115/2/60  
MAR. \_\_\_\_\_ LOCALIZACION \_\_\_\_\_  
TIPO \_\_\_\_\_ AMP A CARGA TOTAL \_\_\_\_\_  
COR. \_\_\_\_\_ AUMENTO % \_\_\_\_\_ AMP. A MOTOR BLOQUEADO \_\_\_\_\_  
 VHS  VSS CAP. EMPUJE \_\_\_\_\_ LB. \_\_\_\_\_

#12 ANCHO BOMBA BASE \_\_\_\_\_  
NOTA: \_\_\_\_\_

STAMP: API 110 1301-BA A 10001 001 2700 1000 50 10000

**BOMBAS CENTRIFUGAS  
HOJA DE ESPECIFICACIONES**

FECHA \_\_\_\_\_  
CLAVE 3A-301  
R/E \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_

NOTA:  INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 POR FABRICANTE

LUBRICANTE ATLACOMULOS PRO DE MEXICO PLANTA CONSTRUCCION DE GUAYABAL

SERVICIO TRABAJO DE AGUA DE BUSTOS MEXICO

NO. CARGAS SEM. 1 NO. HORAS SEM. 1 CLAVE \_\_\_\_\_ ADMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_

FABRICANTE BOSSA NO. TUBERIA SEM. \_\_\_\_\_ CLAVE \_\_\_\_\_ ADMINISTRADO POR \_\_\_\_\_ MONTADO POR \_\_\_\_\_

CONDICIONES OPERACION, CADA SEMANA \_\_\_\_\_ REQUERIMIENTO \_\_\_\_\_

LITROS 200 W.S. GPM @ 75.000 21 DISEÑO 90  
TR. 75.000 49 REV 77 PRES. DESCARGA, PSIG 72.42  
SE. SECTO 1 PRES. SUCCION, PSIG 14.7 DISEÑO 14.7  
PRES. IMPULS. 0.33 CARGA HOR. - PIS 30  
VIB. @ 75.000 CP 1. OPER. DISPONIBLE, FT. \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION \_\_\_\_\_

BOQUILLA	DIAMETRO	CLASIF. ANSI	MANDRILADO	LOCALIZACION
BOQUILLA				
DESCARGA				

SENT. CARGAZA:  AL CENTRO  PIE  CORONATE  VERY. (TIP)  
DISEÑO:  ARIAL  BALTIP VOLTA  GENERAL  BOMBE  IMPULSO  
PESON:  MAS. PERS. \_\_\_\_\_ PMS \_\_\_\_\_ "P":  PUNERA HEMIST. \_\_\_\_\_ PSIG \_\_\_\_\_

COPLER:  VENTRO  DREDO  MANOMETRO.

DIAMETRO IMP.  DREDO  MAS. \_\_\_\_\_  TIP \_\_\_\_\_

UNIONES:  ENTRE BALBUES  SUSPENSION \_\_\_\_\_

TIP. BALBUES:  RADIAL  EMPUNE \_\_\_\_\_

LUB.  SHILO ACETIC  INCHADO  PELLIDA ACETIC  BALBUES  POSERA \_\_\_\_\_

COPLER:  PAS. \_\_\_\_\_  BOMBELO \_\_\_\_\_

MTAD. ACCIONADO:  MTD. POR  PAR BOMBA  PAR. MOTOR  EMPUNION \_\_\_\_\_

ENLACE:  PAS. Y TIP \_\_\_\_\_  TALLER/ MUELLOS \_\_\_\_\_

BELLO MECANICO:  PAS. Y BOMBELO \_\_\_\_\_ CLASIF. CODIGO ANI \_\_\_\_\_

CODIGO MECANICO: \_\_\_\_\_

TUBERIA AUXILIAR \_\_\_\_\_

PLANO TUB. A E \_\_\_\_\_  CU.  AZ.  TUBING:  TUBO \_\_\_\_\_

RES. TOTAL AGUA EMP. GPM \_\_\_\_\_  RES. FLUJO VISUAL \_\_\_\_\_

RES. INTERSECC. EMP. AL EMPUNE  TOTAL P.M.  PSIG \_\_\_\_\_

PLANO TUBERIA LAVADO BELLO  A.C.  A.Z.  TUBING  TUBO \_\_\_\_\_

PLANO LAVADO EXTERIOR AL BELLO \_\_\_\_\_  P.M. \_\_\_\_\_  PSIG \_\_\_\_\_

PLANO BELLO AUXILIAR \_\_\_\_\_  A.C.  A.Z.  TUBING  TUBO \_\_\_\_\_

PLANO EMPUNION BELLO AUXILIAR \_\_\_\_\_

NOTAS \_\_\_\_\_

NO. 3 RPM 1750 INCHADO \_\_\_\_\_ VOLTS/FASES/CICLOS 110/3/10

NO. \_\_\_\_\_ DISEÑO \_\_\_\_\_ LUBRIFICACION \_\_\_\_\_

TIP \_\_\_\_\_ DIM. \_\_\_\_\_ EMP. A CARGA TOTAL \_\_\_\_\_

CON. \_\_\_\_\_ AUMENTO 1/4", "C" \_\_\_\_\_ EMP. A OTROS PLOQUEADO \_\_\_\_\_

VIB.  VIB. EMP. EMPUNE \_\_\_\_\_ L.B. \_\_\_\_\_

REMARKS:  API  ISO  SEMEJAS A  BOMBE QUE OTVA CON. DE INSICUE

CURVA PROPUESTA DE \_\_\_\_\_  
GPM (USPES LOCAL): \_\_\_\_\_  
GPM. \_\_\_\_\_ HOR. WICKED \_\_\_\_\_  
MAX. HOR. WICKED 100. \_\_\_\_\_  
MAX. CARGA 21000 LPM. \_\_\_\_\_  
GPM. HOR. CONTINUO \_\_\_\_\_

NOTACION (VISTA EXTERNA COPLER) \_\_\_\_\_

PROCESO DE FABRICA \_\_\_\_\_

- CONF. EN TUBING  CONF. CONTEST
- MONTAD. EN TUBING  MONTAD. CONTEST
- MPAL. RECORRIDO  MPAL. CONTEST
- INSPECCION FABRICACION
- DEMONSTRACION DESPUES PRUEBA
- OTROS \_\_\_\_\_

MATERIALES \_\_\_\_\_

BOSSA: CLASIFICACION CARGAS/INTERSECC. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

BASE  \_\_\_\_\_

BOMBAS VERTICALES \_\_\_\_\_

PROPUNERAS CARGAS \_\_\_\_\_

SUBSECCION HOR. RES  \_\_\_\_\_

TUBO COLUMNA  BOMBELO  PELLIDA \_\_\_\_\_

FLECHA CM.  AUMENTO  CERRADO \_\_\_\_\_

BAL.  TUBO  FLECHA CM. \_\_\_\_\_

LUBR. BAL.  AGUA  ACETIC  OILM \_\_\_\_\_

PLANT. BOSSA  A.C.  A.Z.  RES  HORO \_\_\_\_\_

INTERMEDIOS PLOQUEADO \_\_\_\_\_

EMPUNE BOSSA, L.D.  ARMADO \_\_\_\_\_

ARMADO \_\_\_\_\_

RES. APORTE BOSSA RESC \_\_\_\_\_

REMARKS: \_\_\_\_\_

# CAMBIADORES DE CALOR

HOJA DE ESPECIFICACIONES

Núm \_\_\_\_\_

1- CLAVE HOJA SERVICIO CALORIFICACION DE HORNOS  
 2- CALOR 47 728 BTU/HR TIPO: HORN. VERT.  
 3- FABRICANTE \_\_\_\_\_ MODELO DE FAB. \_\_\_\_\_

4- FLUIDO FENOL  
 5- FLUJO TOTAL 2846 LBS/HR  
 6-  
 7- LIQUIDO 1.162 LBS/HR  
 8- 1.07  
 9- COND. TERM. 1 BTU/HR/PIE<sup>2</sup>/°F/PIE  
 10- CALOR ESPECIFICO 0.51 BTU/LB/°F  
 11- VISCOSIDAD 4.3 CENTIPOISES  
 12- P.M. 94  
 13-  
 14- VAPOR AGUA 100 LBS/HR  
 15- PESO MOLECULAR 16  
 16- COND. TERM. 0.99 BTU/HR/PIE<sup>2</sup>/°F/PIE  
 17- CALOR ESPECIFICO 1 BTU/LB/°F  
 18- VISCOSIDAD 0.011 CENTIPOISES  
 19- DENSIDAD 0.016 (LB/PIE<sup>3</sup>)  
 20- DATOS ADICIONALES EN HOJA

21- OPERACION: TEMPERATURA 160 °F  
 22- PRESION (ATMOS. PSIA) 11.7 PSIG  
 23- VELOCIDAD \_\_\_\_\_ PES/SEG  
 24- CAIDA DE PRESION (NOTA A) \_\_\_\_\_ PSI  
 25- DISEÑO: TEMPERATURA \_\_\_\_\_ °F  
 26- PRESION \_\_\_\_\_ PSI  
 27- FACT. DE INCrust. \_\_\_\_\_ PIE<sup>2</sup>/HR/PIE<sup>2</sup>/BTU  
 28- TOLERANCIA POR CORROSION MM. P.A.S.  
 29- NUMERO DE PASO. POR CAMISA  
 30- ARRREGLO \_\_\_\_\_

CAMISA				TUBOS			
ENTRADA		SALIDA		ENTRADA		SALIDA	
⊙	°F	⊙	°F	⊙	109 °F	⊙	158 °F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F	⊙	°F
⊙	°F	⊙	°F				

# CAMBIADORES DE CALOR

HOJA DE ESPECIFICACIONES

N6m

1º CLAVE CA-172 SERVICIO CONDENSADOR DE ANISOL-AGUA

2º CALOR 1453460 BTU/HR. TIPO: W VERT.

3º FABRICANTE ... MODELO DE FAB. ...

4º FLUIDO ANISOL-AGUA

5º FLUIDO TOTAL ... LBS/HR

6º ...

7º LIQUIDO ANISOL 40 365 LBS/HR

8º ...

9º COND. TERM. 0.39 BTU/IN<sup>2</sup> P/IN<sup>2</sup> P/IN<sup>2</sup>

10º CALOR ESPECIFICO 1 BTU/LB<sup>o</sup>F

11º VISCOSIDAD 1.122 CENTIPOISES

12º ...

13º ...

14º VAPOR AGUA 2136 LBS/HR

15º PESO MOLECULAR 18

16º COND. TERM. 0.39 BTU/IN<sup>2</sup> P/IN<sup>2</sup> P/IN<sup>2</sup>

17º CALOR ESPECIFICO 1 BTU/LB<sup>o</sup>F

18º VISCOSIDAD 0.011 CENTIPOISES

19º DENSIDAD ... (LB / PI<sup>3</sup>)

20º DATOS ADICIONALES EN HOJA ...

21º OPERACION: TEMPERATURA 212 °F

22º PRESION (ATMOS. PMA) 14.7 PSIA

23º VELOCIDAD ... PIES/SEG

24º CAIDA DE PRESION (NOTA A) 1.0 PS

25º DISEÑO: TEMPERATURA 220 °F

26º PRESION 14.7 PSIA

27º FACT. DE INCRUST. ... PIES<sup>2</sup>/HRS P/FTU

28º TOLERANCIA POR CORROSION ... P/IN

29º NUMERO DE PASES POR CAMISA 1

30º ARRANQUE CUADRO

31º AREA TOT. (NOTA B) 166

32º ...

33º ...

34º COEFICIENTE LIMPIO ...

35º SERVICIO ...

36º CODIGO DOTA. D.) ...

37º PLACA CODIGO ...

38º MATERIALES (MARCAR RELEVADO DE ESPES. RADIOS GRAFIADO R. X.)

39º TUBOS AC CARBON

40º ...

41º ...

42º SOPORTES TUBOS ...

43º ATREZADORES Y VERIFICADORES ...

44º MANUERA LONG ...

45º CAMISA AC CARBON

46º TAPA CAMISA/BRIDA ...

47º CARRETE ...

48º TAPA CARRETE/BRIDA ...

49º TAPA CABEZA FLDT. ...

50º BRIDAS CARRETE ...

51º BRIDAS BOQUILLAS CARRETE ...

52º BRIDAS CAMISA ...

53º BRIDAS BOQUILLA CAMISA ...

NOTAS: LOS VALORES RESTANTES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE

CAMISA				TUBOS			
ENTRADA		SALIDA		ENTRADA		SALIDA	
⊙	*F	⊙	*F	⊙	68	⊙	104
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*
⊙	*F	⊙	*F	⊙	*	⊙	*



PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP. N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUARACOL LUGAR: ATLACONULCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: DESTILACION  
AREA: PROCESO CANTIDAD REQUERIDA: UNO  
EQUIPO N°: DA-101 FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: ANISOL - AGUA GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.99  
PRESION: 24.7 PSIA PSIG, TEMPERATURA: 248 °F  
POSICION: VERTICAL VOLUMEN NOMINAL: 0.285 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 74 % FACTOR SICMICO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 20 PSIG, TEMPERATURA: 270 °F  
CORRO: \_\_\_\_\_ PLACA BOLA, TRABAJO: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 15 PSIG, TEMPERATURA: 260 °F  
CONDICION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_ IN, TAMB. \_\_\_\_\_ M, OTROS: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: \_\_\_\_\_ OTRAS PRUEBAS: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TORISFERICAS TRAMO RECTO: \_\_\_\_\_ IN, TIPO TECHO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO TERMICO: \_\_\_\_\_ RELENADO ESPUNJERO: \_\_\_\_\_  
ESCALERA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
VINTUSA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
AISLAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: AC. INOXIDABLE TECHO: \_\_\_\_\_ FORRO: AC. INOXIDABLE  
TAPAS: AC. INOXIDABLE FALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTES: \_\_\_\_\_  
TORNILLAS: \_\_\_\_\_ ESPARRANC: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

PESES

VACIO: \_\_\_\_\_ OPERACION: \_\_\_\_\_ LLENO DE AGUA: \_\_\_\_\_

NOTAS: 1. INTERNOS:  
ANILLOS RATCHING DE CERAMICA DE 3/8"  
SUPERFICIE DE CONTACTO 50 FT/FTS  
2. LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE

REFERENCIAS

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP. N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE SUASACOL LUGAR: ATLACONULCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: REACTOR PARA PRODUCCION DE AMIGOL  
AREA: PROCESO CANTIDAD REQUERIDA: UNO  
EQUIPO N°: DC-101 FABRICANTE:

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: MEZCLA (NaOH, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, FENOL, H<sub>2</sub>O) BRANDEO ESPECIFICA: 1.53  
PRESION: 26.2 PSIG, TEMPERATURA: 212 °F  
POSICION: VERTICAL VOLUMEN NOMINAL: 2.45 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 75 % FACTOR SISMICO: VELOCIDAD DEL VIENTO:

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 38.5 PSIG, TEMPERATURA: 230 °F  
CODIGO: PLACA SER. TRABAJO:  
PRUEBA: PRESION: 35.3 PSIG, TEMPERATURA: 220 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: IN. TAPA: IN. OTROS: IN.  
RADIOGRAFIA: OTRAS PRUEBAS:  
TIPO TAPAS: TORNIBESFERICAS TRAMO RECTO: IN. TIPO TECHO:  
TRATAMIENTO TERMICO: RELENADO ESPUERDOS:  
ESCALERA: INTERIOR: EXTERIOR:  
ACABADO:  
LIMPIEZA: INTERIOR: EXTERIOR:  
PINTURA: INTERIOR: EXTERIOR:  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: EXTERIOR:  
AISLAMIENTO:  
ACCESORIOS:

MATERIALES

CUERPO: AC. INOXIDABLE TECHO:  
TAPAS: AC. INOXIDABLE FALDON: SOPORTE:  
TORNILLOS: ESPARRAMOS: TUERCAS:  
INTERIORES:  
ESTRUCTURAL:

PESOS

VACIO: 1159.1 LB OPERACION: 592.5 LB LLENO DE AGUA:

NOTAS: 1- REACTOR ENCHARQUETADO, DIAMETRO INTERNO 50"  
ESPESOR DE CUERPO Y TAPAS 1/4"

2- LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE.

REFERENCIAS

REV. 225

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP. N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUAAEOL LUGAR: ATLALONJULCO, EDO. MEXICO  
SERVICO: REACTOR PARA PRODUCCION DE GUAAEOL  
AREA: PROCESO CANTIDAD REQUERIDA: UNA  
EQUIPO N°: DC-102 FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: MEZCLA (ANISOL-NEON) GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.26  
PRESION: 14.1 PSIG, TEMPERATURA: 155 °F  
POSICION: VERTICAL VOLUMEN NOMINAL: 185 M<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 87 % FACTOR DINAMICO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 23.5 PSIG, TEMPERATURA: 170 °F  
CODIGO: \_\_\_\_\_ PLACA BRIA, TRABAJO: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 20 PSIG, TEMPERATURA: 160 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_ IN, TAPA: \_\_\_\_\_ IN, OTROS: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: \_\_\_\_\_ OTRAS PRUEBAS: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TORISFERICAS TRAMO RECTO: \_\_\_\_\_ IN, TIPO TECNO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO TECNICO: \_\_\_\_\_ RELEVADO ESPUELDAS: \_\_\_\_\_  
ESCALERA: INTERIOR \_\_\_\_\_ EXTERIOR \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR \_\_\_\_\_ EXTERIOR \_\_\_\_\_  
PINTURA: INTERIOR \_\_\_\_\_ EXTERIOR \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR \_\_\_\_\_ EXTERIOR \_\_\_\_\_  
AISLAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: AC. INOXIDABLE TECNO: \_\_\_\_\_ FONDO: \_\_\_\_\_  
TAPAS: AC. INOXIDABLE FALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTES: \_\_\_\_\_  
TORNILLOS: \_\_\_\_\_ ESPARRAMOS: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

PESES

VACIO: 517 LB OPERACION: 1762 LB, LLENO DE AGUA: \_\_\_\_\_  
NOTAS: 1- REACTOR ENHEBRETADO, DIAMETRO INTERNO 37.25",  
ESPESOR DE PLACA EN CUERPO Y TAPAS 1/2"  
2- LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DE TALLE

REFERENCIAS

REV. \_\_\_\_\_ 226 \_\_\_\_\_

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUAYACOL LUGAR: ATLACONULCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE SNEA  
AREA: PROCESO CANTIDAD RESERVA: UNO  
EQUIPO N°: FA-101 FABRICANTE:

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: NaOH GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.53  
PRESION: 18.1 PSIG, TEMPERATURA: 68 °F  
POSICION: HORIZONTAL VOLUMEN NOMINAL: 0.745 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 80 % FACTOR SISMICO: VELOCIDAD DEL VIENTO:

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 20 PSIG, TEMPERATURA: 77 °F  
CODIGO: PLACA DE TRABAJO  
PROCESO: PRESION: 18 PSIG, TEMPERATURA: 70 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO IN, TAPAS IN, OTROS IN  
RADIOGRAFIA OTRAS PRUEBAS  
TIPO TAPAS: TUBIFERAS VANO RECTO, IN, TIPO TECHO  
TRATAMIENTO TECNICO: RELEVADO ESPUEZA  
ESCALERA: INTERIOR EXTERIOR  
ACABADO:  
LIMPIEZA: INTERIOR EXTERIOR  
OPINTURA: INTERIOR EXTERIOR  
RECUBRIMIENTO INTERIOR EXTERIOR  
AISLAMIENTO:  
ACCESORIOS:

MATERIALES

CUERPO: AC. INOXIDABLE TECNO. FORNO.  
TAPAS: AC. INOXIDABLE FALDO. SOPORTES  
TORNILLOS: ESPARRABO. TUERCAS  
INTERIORES.  
ESTRUCTURAL.

PEROS

VACO OPERACION. LLENO DE AGUA.

NOTAS: ¡ LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE.

REFERENCIAS

REV 01 21 8 2011 227

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP. N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUAYACOL LUGAR: ATLACOLULCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE SULFATO DE DIMETILO  
AREA: PPCE-0 CANTIDAD REQUERIDA: UNO  
EQUIPO N°: PA-102 FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: SULFATO DE DIMETILO GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.32  
PRESION: \_\_\_\_\_ PSIG, TEMPERATURA: 60 °F  
POSICION: HORIZONTAL VOLUMEN NOMINAL: 0.825 M<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 80 % FACTOR DINAMICO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 18.1 PSIG, TEMPERATURA: 77 °F  
CODIGO: \_\_\_\_\_ PLACA SOB. TRABAJO: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 14 PSIG, TEMPERATURA: 70 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_ IN, TAMA: \_\_\_\_\_ M, OTROS: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TOMASAMERICAS TRAMO RECTO: \_\_\_\_\_ IN, TIPO TECHO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO TECNICO: \_\_\_\_\_ RELEVADO ESPUENZA: \_\_\_\_\_  
ESCALERA: INTERIOR \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
PINTURA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
AISLAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: AC. INOXIDABLE TECHO: \_\_\_\_\_ FONDO: \_\_\_\_\_  
TAPAS: AC. INOXIDABLE FALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTES: \_\_\_\_\_  
TORNILLOS: \_\_\_\_\_ ESPARRADOS: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

PRUEB

VACO \_\_\_\_\_ OPERACION: \_\_\_\_\_ LLENO DE AGUA: \_\_\_\_\_  
NOTAS: 1- LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE

REFERENCIAS

NO. DESCRIPCION 228

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP. N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE SUBACOL LUGAR: ATLACOMULCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE PEROXIDO DE HIDROGENO  
AREA: PROCESSO CANTIDAD REQUERIDA: UNO  
EQUIPO N°: TA-103 FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> DENSIDAD ESPECIFICA: 1.14  
PRESION: 14 PSIG, TEMPERATURA: 68 °F  
POSICION: HORIZONTAL VOLUMEN NOMINAL: 0.46 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 80 % FACTOR DISEÑO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 17 PSIG, TEMPERATURA: 77 °F  
CODIGO: \_\_\_\_\_ PLACA DE TRABAJO: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 15 PSIG, TEMPERATURA: 70 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_, IN, TAPAS: \_\_\_\_\_, OTROS: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: \_\_\_\_\_ OTRAS PRUEBAS: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TORISFERICAS TRAMO RECTO: \_\_\_\_\_ IN, TIPO TECHO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO TERMICO: \_\_\_\_\_ RELENO ESPESOR: \_\_\_\_\_  
ESCALERA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
PINTURA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
AISLAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: AC. INOXIDABLE TECNO: \_\_\_\_\_ FONDO: \_\_\_\_\_  
TAPAS: AC. INOXIDABLE FALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTE: \_\_\_\_\_  
TORNILLOS: \_\_\_\_\_ ESPARRAMOS: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

FEES

VACIO: \_\_\_\_\_ OPERACION: \_\_\_\_\_ LLENO DE AGUA: \_\_\_\_\_  
NOTAS: SI LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE

REFERENCIAS

NO.	DESCRIPCION	229	230	231	232

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP. N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUAYACIL LUGAR: ATLACONILCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE ANISOL  
AREA: PROCESO CANTIDAD REQUERIDA: UNO  
TIEMPO N°: PA-104 FABRICANTE: \_\_\_\_\_  
CONDICIONES DE OPERACION  
FLUIDO: ANISOL DENSIDAD ESPECIFICA: 0.99  
PRESION: 17 PSIG, TEMPERATURA: 68 °F  
POSICION: HORIZONTAL VOLUMEN NOMINAL: 0.825 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 80 % FACTOR SICMICO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 16 PSIG, TEMPERATURA: 77 °F  
CODIGO: \_\_\_\_\_ PLACA DE TRABAJO: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 16 PSIG, TEMPERATURA: 70 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_ IN, TAMAÑO: \_\_\_\_\_ M, OTROS: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: \_\_\_\_\_ OTRAS PRUEBAS: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TORRESFERICAS TRAMO RECTO: \_\_\_\_\_ IN, TIPO TECNICO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO TERMICO: \_\_\_\_\_ RELEVADO ESPERDUZA: \_\_\_\_\_  
ESCALETA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
PINTURA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
AJUSTAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: AC INOXIDABLE TECNO: \_\_\_\_\_ FONDO: \_\_\_\_\_  
TAPAS: AC INOXIDABLE VALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTES: \_\_\_\_\_  
TORNILLOS: \_\_\_\_\_ ESPARRAME: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

PEQUE

VACIO: \_\_\_\_\_ OPERACION: \_\_\_\_\_ LLENDO DE AGUA: \_\_\_\_\_  
NOTAS: ¡ LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE

REFERENCIAS

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUAYACOL LUMEN: ATLACIHUAC, EDO. NEXICO  
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE ANISOL  
AREA: PROCESO CANTIDAD REQUERIDA: 300  
EQUIPO N°: FA-105 FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: ANISOL DENSIDAD ESPECIFICA: 0.99  
PRESION: 5.1 PSIG, TEMPERATURA: 68 °F  
POSICION: HORIZONTAL VOLUMEN NOMINAL: 0.202 M<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 80 % FACTOR RISMICO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DIAMETRO: PRESION: 15.1 PSIG, TEMPERATURA: 77 °F  
CORROSION: \_\_\_\_\_ PLACA SOB. TRABAJO: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 10 PSIG, TEMPERATURA: 70 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_ IN, TUBO: \_\_\_\_\_ M, OTROS: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: \_\_\_\_\_ OTRAS PRUEBAS: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TORISFERICAS TRAMO SECTA: \_\_\_\_\_ IN, TIPO TECHO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO VERDICO: \_\_\_\_\_ RELEVEDO ESPUERDAS: \_\_\_\_\_  
ESCALERA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
PINTURA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
AISLAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: Ac. INOXIDABLE TECNO: \_\_\_\_\_ FONDO: \_\_\_\_\_  
TAPAS: Ac. INOXIDABLE FALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTES: \_\_\_\_\_  
TORNILLOS: \_\_\_\_\_ ESPARABOS: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

CESES

VACIO: \_\_\_\_\_ OPERACION: \_\_\_\_\_ LLENO DE AGUA: \_\_\_\_\_  
NOTAS: SI LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE.

REFERENCIAS

REV. 2 10/10/10 231

PLANTA  
PROYECTO N°

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIPIENTES

ESP. N°

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUAYACOL LUGAR: ATLACONULCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE PARA-GUAYACOL  
AREA: PROCESO CANTIDAD REQUERIDA: UNO  
EQUIPO N°: FA-107 FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: PARA-GUAYACOL GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.112  
PRESION: 4.6 PSIG, TEMPERATURA: 168 °F  
POSICION: HORIZONTAL VALOR NOMINAL: 0.135 #  
VOLVUMEN OPERADOR: \_\_\_\_\_ % FACTOR DISEÑO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 15 PSIG, TEMPERATURA: 177 °F  
CODIGO: \_\_\_\_\_ PL. SEA SEA TRABAJA: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 10 PSIG, TEMPERATURA: 170 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_ IN. TAMA: \_\_\_\_\_ M. OTRO: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: \_\_\_\_\_ OTRAS PRUEBAS: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TORISFERICAS TRAMO RECTO: \_\_\_\_\_ IN. TIPO TECHO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO TERMICO: \_\_\_\_\_ RELEVADO ESPUEROS: \_\_\_\_\_  
ESCALERA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
PINTURA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
AISLAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: Ac. INOXIDABLE TECHO: \_\_\_\_\_ FONDO: \_\_\_\_\_  
TAPAS: Ac. INOXIDABLE FALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTES: \_\_\_\_\_  
TORNILLOS: \_\_\_\_\_ ESPARRAMOS: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

FEES

VACIO: \_\_\_\_\_ OPERACION: \_\_\_\_\_ LLENO DE AGUA: \_\_\_\_\_  
NOTAS: 1- LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE

REFERENCIAS

REV	DESCRIPCION	232	POR/FECHA	1	1

PLANTA  
PROYECTO No

R/E

HOJA DE DATOS  
TANQUES Y RECIENTES

ESP. No

- INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR COMPRADOR  
 INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

APLICABLE PARA:  COTIZACION  COMPRA  EQUIPO CONSTRUIDO

PLANTA: PRODUCCION DE GUAYACOL LUGAR: ATACAMULCO, EDO. MEXICO  
SERVICIO: ARMAMIENTO DE ORTO GUAYACOL  
AREA: PROFESOR CANTIDAD REQUERIDA: UNO  
EQUIPO No.: FA-108 FABRICANTE: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO: CIRTO-GUAYACOL GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.112  
PRESION: 6.9 PSIG, TEMPERATURA: 168 °F  
POSICION: HORIZONTAL VOLUMEN NOMINAL: 0.46 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN OPERACION: 80 % FACTOR SICMICO: \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_

CONSTRUCCION

DISEÑO: PRESION: 17 PSIG, TEMPERATURA: 177 °F  
CUBIERTA: \_\_\_\_\_ PLACA DE TRABAJO: \_\_\_\_\_  
PRUEBA: PRESION: 10 PSIG, TEMPERATURA: 170 °F  
CORROSION PERMISIBLE: CUERPO: \_\_\_\_\_ IN. TAMAÑO: \_\_\_\_\_ M. OTROS: \_\_\_\_\_  
RADIOGRAFIA: TUBOS, BORNILLAS OTRAS PRUEBAS: \_\_\_\_\_  
TIPO TAPAS: TUBOS, BORNILLAS VANO RECTO: \_\_\_\_\_ IN. TIPO TECNO: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO TECNICO: \_\_\_\_\_ DELEUADO ESPUESO: \_\_\_\_\_  
ESCALERA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
ACABADO: \_\_\_\_\_  
LIMPIEZA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
PINTURA: INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
RECUBRIMIENTO INTERIOR: \_\_\_\_\_ EXTERIOR: \_\_\_\_\_  
AISLAMIENTO: \_\_\_\_\_  
ACCESORIOS: \_\_\_\_\_

MATERIALES

CUERPO: AC. INOXIDABLE TECNO: \_\_\_\_\_ FONDO: \_\_\_\_\_  
TAPAS: AC. INOXIDABLE FALDON: \_\_\_\_\_ SOPORTES: \_\_\_\_\_  
TORNILLOS: \_\_\_\_\_ ESPARRAMOS: \_\_\_\_\_ TUERCAS: \_\_\_\_\_  
INTERIORES: \_\_\_\_\_  
ESTRUCTURAL: \_\_\_\_\_

PIES

VACIO: \_\_\_\_\_ OPERACION: \_\_\_\_\_ LLENO DE AGUA: \_\_\_\_\_  
NOTAS: 1. LOS DEMAS VALORES A DEFINIRSE EN LA ING. DETALLE

REFERENCIAS

REV	DESCRIPCION	233	POP

## 5.4 EMPLEO DEL PAQUETE DE COMPUTO GUTHRIE.

### 5.4.1 DATOS SUMINISTRADOS.

#### A) MODULO DE PROCESO.

Para la evaluación de este módulo se requiere calcular el costo del equipo principal de proceso, los datos para efectuar dicha estimación son los siguientes :

#### I) BOMBAS

Clave (tipo)	Cabeza (psi)	Capacidad (gpm)	Presión de succión (psi)	Temperatura del sist. (°F)	Material
Reciprocante					
GA-301	14	81	29	68	ac. inox.
Centrifuga					
GA-101	70	5	31	68	"
GA-102	"	63	"	77	"
GA-103	"	15	"	68	"
GA-104	"	12	"	68	"
GA-105	"	15	"	158	"

#### II) INTERCAMBIADORES DE CALOR.

Clave	Area (ft <sup>2</sup> )	Presión de diseño (psi)	Tipo de diseño	Material (corasa - tubos)
EA-101	62	150	T. U.	ac. inox. - ac. inox.
EA-102	166	"	C. F.	ac. al c. - ac. al c.
EA-103	109	"	C. F.	" "

Nota: Las abreviaturas empleadas son las siguientes:

- ac. al c. = acero al carbón
- ac. inox. = acero inoxidable
- C. F. = cabezal flotante
- T. U. = tubos en U

III) RECIPIENTES HORIZONTALES.

Clave	Diámetro (ft)	Longitud (ft)	Presión de diseño (psi)	Material
FA-101	3	5	33	ac. inox.
FA-102	3	5	33	"
FA-103	2	5	32	"
FA-104	3	5	33	"
FA-105	2	3	33	"
FA-107	2	5	32	"
FA-108	1	4	29	"

IV) RECIPIENTES VERTICALES.

Clave	Diámetro (ft)	Longitud (ft)	Presión de diseño (psi)	Material
DC-101	4	8	53	"
DC-102	3	4	39	"
DA-101	1	13	15	"

V) INTERNOS.

Tipo	Material	Tamaño (in)	Cantidad (ft <sup>3</sup> )
Anillos Rashing	Porcelana	1	10

B) MODULO DE INDIRECTOS.

La evaluación de este módulo se lleva a cabo con los resultados obtenidos en el módulo de proceso. Se considera todo el equipo requerido como de manufactura nacional, por lo que los porcentajes de importación de los equipos tendrán un valor de cero.

Además, se considera el tipo de proyecto como una planta de proceso químico.

C) MODULO DE DESARROLLO DEL SITIO.

La información para evaluar este módulo se obtuvo a partir de las -  
figuras 5.2 y 5.3.

Requerimiento	Unidades requeridas
Acondicionamiento de jardines	500 m <sup>2</sup>
Caminos, pasillos y pavimentos	
Pavimento	
10 cm espesor, sub-base reforzada 15 cm	1608 m <sup>2</sup>
Cercado	
Cerca ligera	40 m
Entrada pesada	Una
Piloteado	
Prevaciado	12 m
Servicios de alcantarillado	
Tubo de asbesto-concreto	500 m

D) MODULO DE EDIFICIOS INDUSTRIALES.

La información requerida para llevar a cabo la evaluación de este m<sup>o</sup>  
dulo se obtuvo a partir de las figuras 5.2 y 5.3.

I) ALMACENES.

Area	: 310 m <sup>2</sup>
Niveles	: 1
Tipo de piso	: concreto, profundidad mínima
Tipo de techo	: normal
Servicios	: iluminación y electricidad, equipo contra incendio

II) COMEDOR.

Area	: 100 m <sup>2</sup>
Niveles	: 1
Tipo de piso	: concreto, normal

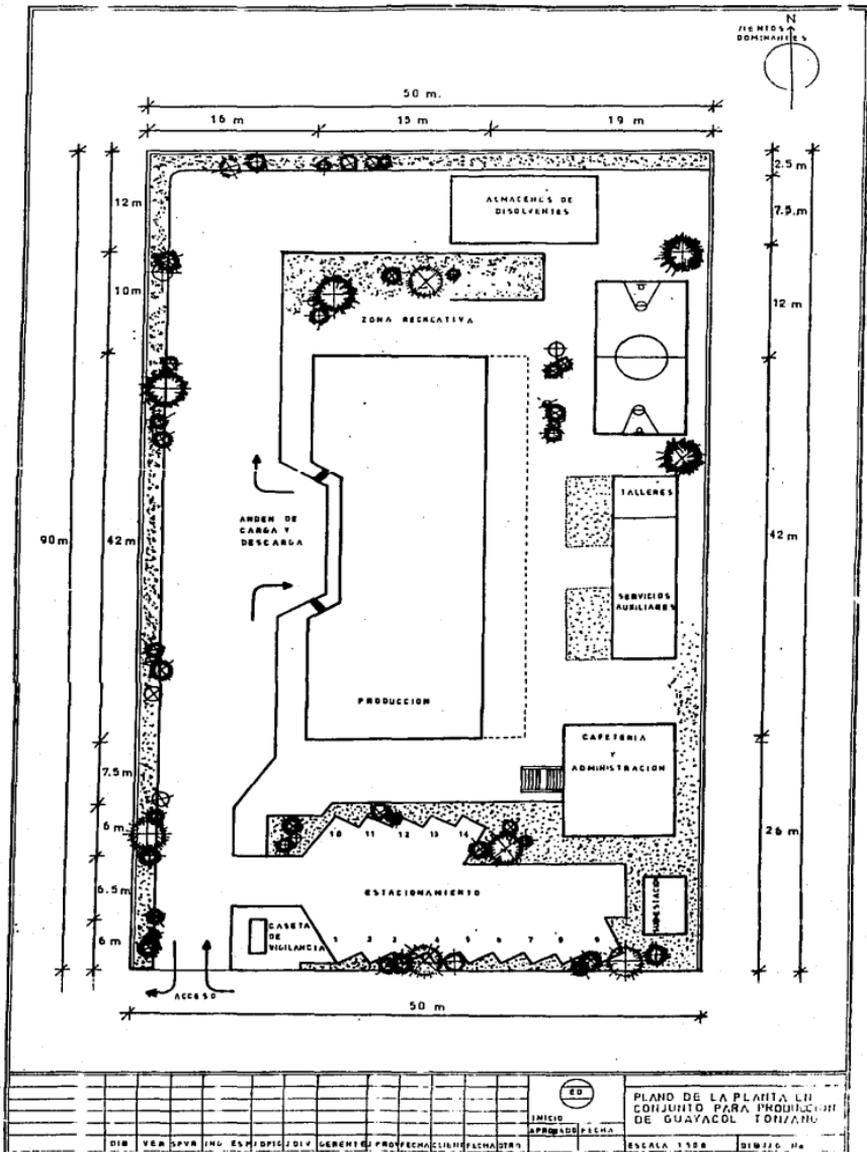


FIGURA 5.2



Tipo de techo : armadura de acero  
Servicios : iluminación y electricidad, calefacción y ventila —  
ción, plomería general, equipo contra-incendio.

III) CUARTO DE COMPRESORES.

Area : 75 m<sup>2</sup>  
Niveles : 1  
Tipo de piso : concreto, normal  
Tipo de techo : normal  
Servicios : iluminación y electricidad, equipo contra-incendio

IV) EDIFICIO DE PROCESO.

Area : 163 m<sup>2</sup>  
Niveles : 1  
Tipo de piso : concreto, pilotes de 10 ft de profundidad  
Tipo de techo : normal  
Servicios : iluminación y electricidad, equipo contra-incendio

V) ESTACIONAMIENTO.

Area : 300 m<sup>2</sup>  
Tipo de piso : concreto, normal

VI) LABORATORIOS Y ENFERMERIA.

Area : 67 m<sup>2</sup>  
Niveles : 1  
Tipo de piso : concreto, normal  
Tipo de techo : normal  
Servicios : iluminación y electricidad, ventilación, equipo con-  
tra-incendio

VII) OFICINAS ADMINISTRATIVAS.

Area : 110 m<sup>2</sup>  
Niveles : 1  
Tipo de piso : Concreto, normal  
Tipo de techo : armadura de acero  
Servicios : aire acondicionado, iluminación y electricidad, plomería general, equipo contra-incendio.

VIII) TALLERES.

Area : 25 m<sup>2</sup>  
Niveles : 1  
Tipo de piso : concreto, normal  
Tipo de techo : normal  
Servicios : iluminación y electricidad, ventilación, equipo contra-incendio

E) MODULO DE SERVICIOS AUXILIARES.

De acuerdo a los requerimientos de servicios auxiliares planteados en las bases de diseño, se tiene la siguiente información para efectuar la evaluación del módulo.

Requerimiento	Unidades requeridas
Generación de electricidad y distribución	
Sistema primario	
Sub-estación; 3 fases, 60 ciclos	
Capacidad de 5000 Kva	Una
Hidrantes y loops contra incendio	Se requiere
Iluminación y comunicaciones	Se requiere
Sistema de aire	
Aire de instrumentos	Se requiere
Sistema de combustible	
Sistema líquido	Se requiere

Requerimientos	Unidades requeridas
<b>Sistema de generación de vapor</b>	
Caldera :	
Capacidad	1380 lb/hr
Presión	200 psi
Vapor saturado	
<b>Sistema general de agua</b>	
Agua filtrada y suavizada	155 gpm
Potable y otros servicios	Se requiere
<b>Tanque de almacenamiento</b>	
Tipo: Tapa conica	
Material : acero inoxidable	
Capacidad	4360 gal
<b>Torre de enfriamiento y distribución de agua</b>	
Torre de enfriamiento	
Capacidad	100 gpm
Rango de enfriamiento	25 °F
Cantidad de gpm a distribuir	88 gpm

**F) MODULO DE MANEJO DE SOLIDOS.**

De acuerdo a los requerimientos de los reactores y del tanque de almacenamiento de fenol, se hace necesario contar con la ayuda de equipos especiales para su operación, de los cuales se tienen las siguientes características:

**Agitadores para los reactores**

Clave	Tipo	Potencia del motor (HP)
DC-201	Propela	4
DC-202	Propela	1

**Calentador de tanque**

Clave	Tipo	Area de transferencia (ft <sup>2</sup> )
FB-101	Serpentín	164

#### 5.4.2 RESULTADOS.

Los datos del ejemplo de aplicación, utilizados para demostrar el funcionamiento del paquete de cómputo GUTHRIE, cubren solamente una parte de la información total que puede manejar el programa. Esta situación será una característica propia de cada proyecto que se vaya a evaluar, requiriéndose en cada caso diferentes tipos de información.

Una recomendación importante para emplear en forma adecuada el paquete de cómputo, es verificar que los datos originados por el proyecto en estudio, se encuentren dentro de los rangos de validez que maneja el método de Guthrie, esto es con la finalidad de poder tomar decisiones tendientes a realizar ya sea modificaciones a la información disponible o bien a efectuar determinadas consideraciones que permitan una estimación más aproximada de los costos requeridos.

A continuación se presenta el listado de los resultados obtenidos para el proyecto de la planta de producción de Guayaquil descrito en este capítulo.

La forma en que se muestran estos resultados da una clara idea de la flexibilidad con que cuenta el programa, ya que permite obtenerlos en forma independiente para cada uno de los módulos involucrados en la estimación realizada. Conjuntando finalmente el valor que tiene cada elemento en la determinación de la inversión fija, local a su vez nos proporciona criterios que permiten considerar los cambios requeridos para la optimización del proyecto.



INTERCAMBIADOR ( 3 )	2329.1	2329.1	7681.9	18221430.0
TOTAL	5631.3	5797.6	19121.4	45355970.0
DIFERENCIA TOTAL DE COSTO POR ALEACION			166.1	

RECIPIENTES HORIZONTALES

	COSTO DE 1968 ( DOLARES )		COSTO AL AÑO SOLICITADO	
	AC AL C	ALEACION	DOLARES	PESOS
RECIPIENTE H ( 1 )	666.3	666.3	2197.6	5212745.0
RECIPIENTE H ( 2 )	666.3	666.3	2197.6	5212745.0
RECIPIENTE H ( 3 )	486.3	1784.7	5886.1	13961870.0
RECIPIENTE H ( 4 )	666.3	2445.4	8065.3	19130770.0
RECIPIENTE H ( 5 )	327.0	1200.1	3958.2	9388798.0
RECIPIENTE H ( 6 )	486.3	1784.7	5886.1	13961870.0
RECIPIENTE H ( 7 )	238.7	875.9	2888.7	6852057.0
TOTAL	3537.2	9423.3	31079.6	73720860.0
DIFERENCIA TOTAL DE COSTO POR ALEACION			5886.2	

RECIPIENTES VERTICALES

	COSTO DE 1968 ( DOLARES )		COSTO AL AÑO SOLICITADO	
	AC AL C	ALEACION	DOLARES	PESOS
RECIPIENTE V ( 1 )	1822.8	6689.5	22063.0	52333480.0
RECIPIENTE V ( 2 )	825.8	3030.6	9995.5	23709350.0
RECIPIENTE V ( 3 )	880.9	3232.9	10662.7	25291870.0
TOTAL	3529.5	12953.0	42721.2	101334700.0

DIFERENCIA TOTAL DE COSTO POR ALEACION 9423.6

INTERNOS

	DOLARES	PESOS
COSTO TOTAL DE EMPAQUES	230.87	547625.30
COSTO TOTAL DE INTERNOS	230.87	547625.30

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS

COSTO DE 1968 ( DOLARES )		COSTO AL AÑO SOLICITADO	
AC AL C	ALEACION	DOLARES	PESOS
17660.3	37062.4	122237.3	289946900.0

\*\*\*\*\*  
 \* RESULTADOS DEL MODULO \*  
 \* DE PROCESO \*  
 \*\*\*\*\*

COSTOS TOTALES POR MATERIAL AUXILIAR

BOMBAS

	DOLARES	PESOS
ACERO	.00	.00
AISLAMIENTO	409.15	970513.40
CONCRETO	654.65	1552821.00
ELECTRICO	5073.51	12034370.00
INSTRUMENTACION	490.98	1164616.00
PINTURA	130.93	310564.30
TUBERIA	4942.58	11723800.00
MATERIALES EN CAMPO, m	11701.81	27756680.00
COSTO DIRECTO POR MATERIAL, E → m = n		
COSTO DIRECTO POR MANO DE OBRA EN CAMPO, L	28067.96	66577210.00
COSTO DIRECTO M <sup>2</sup> L	11407.21	27057910.00
	39475.18	93635130.00

COSTOS TOTALES POR MATERIAL AUXILIAR

INTERCAMBIADORES DE CALOR

	DOLARES	PESOS
ACERO	575.78	1365744.00
AISLAMIENTO	910.10	2158757.00
CONCRETO	947.25	2246870.00
ELECTRICO	371.47	881125.30
INSTRUMENTACION	1894.49	4493739.00
PINTURA	92.87	220281.30
TUBERIA	8469.50	20089660.00
MATERIALES EN CAMPO,m	13261.46	31456180.00
COSTO DIRECTO POR MATERIAL, E + m = M	31834.93	75512440.00
COSTO DIRECTO POR MANO DE OBRA EN CAMPO,L	11701.29	27755450.00
COSTO DIRECTO M&L	43536.21	103267900.00

COSTOS TOTALES POR MATERIAL AUXILIAR

RECIPIENTES VERTICALES

	DOLARES	PESOS
ACERO	933.29	2213775.00
AISLAMIENTO	933.29	2213775.00
CONCRETO	1166.62	2767219.00
ELECTRICO	583.31	1383609.00
INSTRUMENTACION	1341.61	3182301.00
PINTURA	151.66	359738.40
TUBERIA	6999.71	16603310.00
MATERIALES EN CAMPO,m	12109.50	28723730.00
COSTO DIRECTO POR MATERIAL, E + m = M	23775.68	56395910.00
COSTO DIRECTO POR MANO DE OBRA EN CAMPO,L	11572.85	27450810.00
COSTO DIRECTO M&L	35348.54	83846730.00

COSTOS TOTALES POR MATERIAL AUXILIAR

RECIPIENTES HORIZONTALES

	DOLARES	PESOS
ACERO	.00	.00
AISLAMIENTO	605.31	1435805.00
CONCRETO	721.72	1711921.00
ELECTRICO	605.31	1435805.00
INSTRUMENTACION	721.72	1711921.00
PINTURA	58.20	138058.20
TUBERIA	4784.31	11348380.00
MATERIALES EN CAMPO,m	7508.22	17809500.00
COSTO DIRECTO POR MATERIAL, E + m = M	19148.88	45421140.00
COSTO DIRECTO POR MANO DE OBRA EN CAMPO,L	7159.00	16981160.00
COSTO DIRECTO M&L	26307.88	62402290.00

COSTOS TOTALES POR MATERIAL AUXILIAR

COSTO TOTAL

	DOLARES	PESOS
ACERO	1509.07	3579519.00
AISLAMIENTO	2857.86	6778851.00
CONCRETO	3490.23	8278831.00
ELECTRICO	6635.60	15734910.00
INSTRUMENTACION	4448.81	10552580.00
PINTURA	433.66	1028642.00
TUBERIA	25196.10	59763150.00
MATERIALES EN CAMPO,m	44580.98	105746100.00
COSTO DIRECTO POR MATERIAL, E + m = M	102827.40	243906700.00
COSTO DIRECTO POR MANO DE OBRA EN CAMPO,L	41840.36	99245320.00
COSTO DIRECTO M&L	144667.80	343152100.00

\*\*\*\*\*  
 \* RECURSOS DEL MODULO \*  
 \* DE INDIRECTOS \*  
 \*\*\*\*\*

	DOLARES	PESOS
FLETES	2912.32	6908031.00
IMPUESTOS :		
TOTAL ADUANAL	115.44	273812.70
- INTERIOS	115.44	273812.70
TOTAL NACIONAL	30050.92	71280780.00
- ACEPO	226.35	536927.90
- AISLAMIENTO	428.68	1016828.00
- CONCRETO	523.53	1241825.00
- ELECTRICO	995.04	2360236.00
- INTERIOS	51.95	123215.70
- PINTURA	65.05	154296.30
- POR EQUIPO, TUBERIA E INSTRUMENTACION	27760.31	65847460.00
INGENIERIA	21177.71	50233530.00
SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION	36689.84	86978500.00
IMPUESTO TOTAL	30166.76	71554590.00
COSTO TOTAL DEL MODULO	90925.23	213674700.00

\*\*\*\*\*  
 \* RESUL T A D O S D E L M O D U L O \*  
 \* D E S A R R O L L O D E L S I T I O \*  
 \*\*\*\*\*

	DOLARES	PESOS
ACONDICIONAMIENTO DE JARDINES	3298.15	7823219.00
CAMINOS, PASILLOS Y PAVIMENTOS	48473.35	114978800.00
CERCADO	1084.76	2573057.00
PILOTEADO	908.71	2155453.00
SERVICIO DE ALCANTARILLADO	26236.81	62233700.00
COSTO TOTAL DEL MODULO	110802.50	262823500.00

\*\*\*\*\*  
 \* R E S U L T A D O S D E L M O D U L O \*  
 \* D E E D I F I C I O S \*  
 \* I N D U S T R I A L E S \*  
 \*\*\*\*\*

	DOLARES	PESOS
ALMACEN	61263.85	145317800.00
CAFETERIA	60271.77	142964600.00
CUARTO DE COMPRESORES	22168.54	52583760.00
EDIFICIO DE PROCESO	42502.57	100816100.00
ESTACIONAMIENTO	30761.87	72967160.00
LABORATORIOS Y ENFERMERIA	68405.41	162257600.00
OFICINAS ADMINISTRATIVAS	90439.09	214521500.00
TALLERES	12055.57	28595820.00
COSTO TOTAL DEL MODULO	504229.20	1196032000.00

\*\*\*\*\*  
 \* RESULTADOS DEL MODULO \*  
 \* DE MANEJO DE SOLIDOS \*  
 \*\*\*\*\*

	DOLARES	PESOS
AGITADORES	14209.49	33695430.00
TANQUES DE CALENTAMIENTO	1965.00	4660975.00
COSTO TOTAL DEL EQUIPO	16170.49	38356400.00
COSTO TOTAL DEL MODULO	20859.93	49479760.00

\*\*\*\*\*  
 \* RESULTADOS DEL \*  
 \* MODULO DE SERVICIOS \*  
 \*\*\*\*\*

	DOLARES	PESOS
GENERACION DE ENERGIA	379287.60	899670100.00
HIDRANTES Y LOOPS CONTRA INCENDIO	74208.45	176022400.00
ILUMINACION Y COMUNICACION	172328.50	408763200.00
SISTEMA DE AIRE	144294.20	342265800.00
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	82849.60	196519200.00
SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR	22387.91	53104130.00
SISTEMA GENERAL DE AGUA	17935.19	42542280.00
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	54605.43	129524100.00
TORRE DE ENFRIAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA	85859.19	203658000.00
COSTO TOTAL DEL MODULO	1385233.00	3285773000.00

```

*****
*
*   I N V E R S I O N   F I J A   *
*
*   T O T A L   R E Q U E R I D A   *
*
*****

```

( RESULTADOS REPORTADOS PARA EL AÑO 1989 )

MODULO	DOLARES	PESOS
PROCESO	144667.80	343152000.00
INDIRECTOS	90925.23	215674600.00
DESARROLLO DEL LUGAR	110802.50	262823500.00
EDIFICIOS INDUSTRIALES	504229.20	1196032000.00
MANEJO DE SOLIDOS	20859.93	49479750.00
SERVICIOS	1385233.00	3285773000.00
COSTO TOTAL DE LOS MODULOS	2256717.45	5352933791.00
CONTINGENCIAS Y HONORARIOS	406209.14	963528082.30
COSTO DE LOS INTERNOS	230.87	547625.30
DIFERENCIA POR ALEACION	63990.86	151786300.00
INVERSION FIJA TOTAL	2727148.32	64689795815.00

### 5.4.3 ANALISIS DE LA INVERSION FIJA PARA LA PLANTA DE GUAYACOL.

Este análisis comprende el periodo comprendido entre el año de 1963 y el año de 1989 ( primer trimestre ), a continuación se dan los valores :

Año	Inversión Fija (dólares)	% incremento (1968)
1968	841,849	0
1969	878,532	
1970	934,943	
1971	990,429	
1972	1,023,412	
1973	1,060,411	26
1974	1,228,095	
1975	1,369,585	
1976	1,455,280	
1977	1,557,930	
1978	1,680,929	100
1979	1,847,691	
1980	2,033,262	
1981	2,223,456	
1982	2,298,363	
1983	2,345,218	178
1984	2,405,636	
1985	2,433,996	
1986	2,458,556	
1987	2,507,977	198
1988	2,626,348	
1989	2,727,148	224

De acuerdo a los valores obtenidos para la inversión fija de la planta de guayacol, se pueden apreciar en los primeros años un incremento del 26% considerando a 1968 como año base. Para 1978 el incremento a sido del 100% y para 1983 del 178% . Durante este periodo el aumento fue incrementado rápidamente mientras que para 1983 en adelante el incremento no fue tan rápido. Estos cambios se pueden deber a diversos factores, los cuales pueden ser mayor demanda de energeticos, el avance tecnológico, etc.

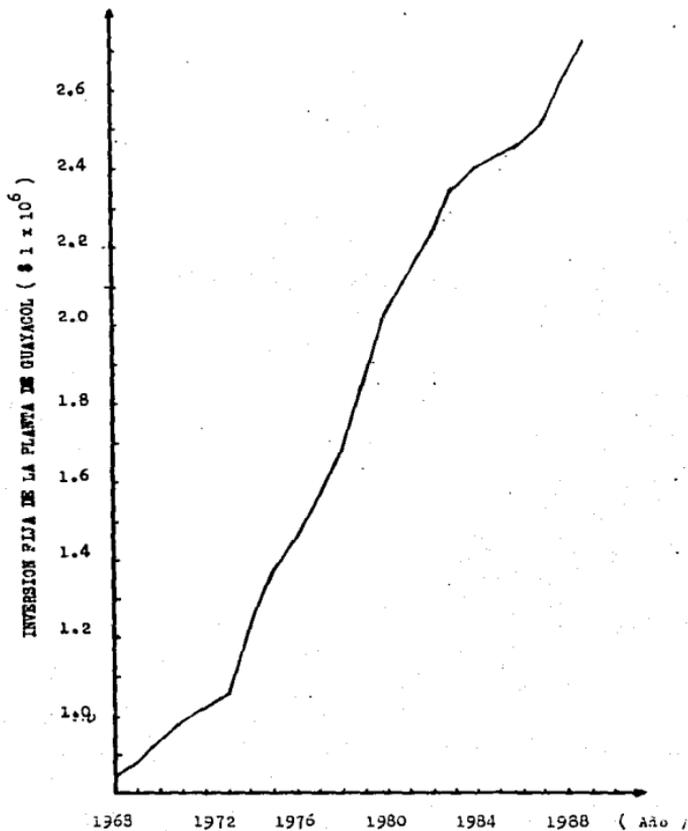


FIGURA 5.4 INVERSION FIJA PARA LA PLANTA DE GUAYACOL (1968-1989)

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES.

El futuro modelo de desarrollo industrial que el país necesita deberá basarse en una gran competitividad y capacidad de respuesta para diseñar sistemas productivos de calidad, con la creatividad necesaria que implica la competencia a nivel internacional. Es necesario, además, crear y aplicar nuevas y perfeccionadas tecnologías para lograr mejores productos, más variados y sobre todo más económicos.

Ubicados dentro de este ámbito, no se puede permanecer de ninguna manera indiferente ante la aplicación, cada vez más extensa en nuestro país, de la computadora como herramienta básica de trabajo, la cual ha revolucionado prácticamente todas las estructuras económicas e industriales en el mundo, penetrando en sectores antes no considerados como el educativo.

Una de las aplicaciones importantes de la tecnología computacional dentro del área de la ingeniería, es sin lugar a dudas, la estimación en forma rápida, económica y con alto grado de exactitud, de los costos inherentes a la realización de un proyecto de tipo industrial como lo es la instalación, ampliación o modernización de una planta de proceso.

Dentro de estos costos, sobresale el de la inversión fija que es necesaria para dejar completamente instalada la planta y lista para operar. Como se observó a lo largo de este trabajo, la inversión fija está integrada por todos aquellos elementos que ya sea directa o indirectamente constituyen un costo necesario para la instalación de una planta de proceso.

Dependiendo de la etapa en la que se encuentre el proyecto, y como se mencionó al describir cada una de estas etapas, se cuenta con determinada información para realizar la estimación de la inversión fija; de ahí que se encontraron en la literatura diversos métodos para la evaluación de la misma. Se realizó una clasificación de los métodos recopilados, en base a la cantidad y tipo de información que requieren para ser empleados; de esta forma se tienen métodos preliminares, intermedios, detallados y definitivos.

Un amplio estudio de estas técnicas dio como resultado la selección del método de Guthrie que sirvió de base para el paquete de cómputo desarrollado, puesto que presenta numerosas ventajas respecto a los demás métodos.

Sin duda, la principal ventaja la constituye su estructura de tipo modular, que permite evaluar solamente el o los módulos requeridos de acuerdo a la información con que se cuente. Esta característica es la que permite utilizar el método tanto para realizar estimados intermedios como detallados, en la medida que se avance en el desarrollo del proyecto y se vaya contando con mayor cantidad de información.

El paquete de cómputo que se desarrolló permite incluso, efectuar el cálculo del costo de los equipos de proceso a partir de las especificaciones principales de los mismos, lo cual representa una gran ayuda para realizar las estimaciones de la inversión fija. Además, como los cálculos se efectúan a partir de las opciones seleccionadas por el usuario, de los menús y de las tablas que se despliegan durante la ejecución del programa, se crea una relación de trabajo usuario-programa totalmente interactiva.

Obviamente, la exactitud de las estimaciones realizadas mediante el empleo del paquete GUTHRIE dependen en gran medida de la cantidad de información utilizada.

Una característica relevante del paquete de cómputo es que fue estructurado para utilizarse en computadoras personales, las cuales actualmente se encuentran al alcance de una gran mayoría de usuarios. Es por esto que se está firmemente convencido de que el material desarrollado será de gran apoyo, principalmente para el estudiante que se enfrenta al problema de preparar estimados de costos de inversión fija, en los que se maneja una gran cantidad de datos en un tiempo relativamente corto.

Sin embargo, este material puede servir de base para desarrollar un modelo similar que aplique específicamente a las características propias del país, aplicando también, valores más actuales y por lo tanto más confiables.

He aquí un campo abierto para la capacidad innovadora de los recursos humanos nacionales, en cualquier caso, piedra angular para el éxito de toda empresa creadora.

## B I B L I O G R A F I A

1. Corzo M.A., " Introducción a la Ingeniería de Proyectos ". Editorial LIMUSA. México, D.F. 1972, 226 pag.
2. Chauvel A. et. al., " Manual of Economic Analysis of Chemical Processes" Mc. Graw Hill. U.S.A. 1981.
3. Gordon B.D. y Hoffmann T.R., " Fortran 77 : Un estilo estructurado y disciplinado ". 2a. edición. Mc Graw Hill. México, D.F. 1984 . 416 pag.
4. Hackney J.W., " Control and Management of Capital Projects ". John Wiley & Sons. U.S.A 1965, 13 - 18 pag.
5. Harrison F.L., " Advanced Project Management ". John Wiley & Sons. USA. 1985.
6. Jelen F.C., " Cost and Optimization Engineering ". Mc. Graw Hill. USA. 1983, 321 - 381 pag.
7. Lozano R.L., " Administración de Proyectos ". Cuadernos de posgrado 16 U.N.A.M. México, D.F. 1986.
8. Phillip O., " Cost estimating ". Prentice-Hall. U.S.A. 1984
9. Peters M.S. and Timmerhaus K.D., " Plant Design and Economics for Chemical Engineers ". Mc. Graw Hill. U.S.A. 1980
10. Popper H., " Modern Cost - Engineering Techniques ". Mc. Graw Hill. USA. 1970.
11. Rosenau M.D., " Successful Project Management ". Wadsworth. U.S.A. 1981 1 - 3 pag.

12. Russell R.D., " Managing High - Technology Programs and Projects ".  
John Wiley & Sons. U.S.A. 1976.
13. Allen D.H., " Revised Technique for Predesign Cost Estimating ".Chem.  
Eng. March, 3, 142 (1975)
14. Alonso J.R., " Estimating the Costs of Gas - Cleaning Plants ". Chem.  
Eng. December 13, 86 (1971)
15. Bresler S.A. and Kuo M.T., " Cost Estimating by Computer ".Chem.Eng.  
May 29, 84 (1972)
16. Bresler S.A. and Kuo M.T., " More Programs for Cost Estimating by Com  
puter ". Chem. Eng. June 26, 130 (1972)
17. Buehler J.D., " Operating vs. Capital Costs: Evaluating Tradeoff Bene  
fits ". Chem. Eng. February 8, 96 (1971)
18. Cevidalli G. and Zaidman B., " Evaluate research projects rapidly ".  
Chem. Eng. July 14, 145 (1980)
19. Chase J.D., " Plant Cost vs. Capacity: New Way to use Exponents ".Chem.  
Eng. April 6, 113 (1970)
20. Chilton C.H., " Six Tenths Factor Applies to Complete ".Chem. Eng.  
April, 112 (1950)
21. Chilton C.H., " Plant Cost Index Points up Inflation ".Chem. Eng.  
April 25, 184 (1966)
22. Dickens S.P., " Off-site Investment and Working Capital ".Chem. Eng.  
Prog. 56 (12), 44 (1960)
23. Earley W.R., " How Process Companies Evaluate Capital Investments ".  
Chem. Eng. March 30, 111 (1964)

24. Guthrie K.M., " Capital Cost Estimating ". Chem. Eng. 76 (6),114 (1969)
25. Haselbarth J.E. and Harris H.M., " Preliminary cost estimating ".Chem. Eng. Prog. 60 (12), 23 (1964)
26. Herrera N., " La Informática, promotora del desarrollo ". Información Científica y Tecnológica. 9 (127), 17 (1987)
27. Hirsch H.J. and Glazier E.M., " Estimating Plant Investment Costs ". Chem. Eng. Prog. 56 (12), 37 (1960)
28. Holland F.A., Watson F.A. and Wilkinson J.K., " Capital Costs and Depreciation ". Chem. Eng. July 23, 118 (1973)
29. Holland F.A., Watson F.A. and Wilkinson J.K., " Profitability of Invested Capital ". Chem. Eng. August 20, 139 (1973)
30. Holland F.A., Watson F.A. and Wilkinson J.K., " Methods of Estimating Project Profitability ".Chem. Eng. October 1, 80 (1973)
31. Holland F.A., Watson F.A. and Wilkinson J.K., " Sensitivity Analysis of Project Profitabilities ". Chem. Eng. October 29, 115 (1973)
32. Holland F.A., Watson F.A. and Wilkinson J.K., " How to Estimate Capital Costs ". Chem. Eng. April 1, 71 (1974)
33. Lang H.J., " Engineering Approach to Preliminary Cost Estimates ".Chem Eng. September, 130 (1947)
34. Lang H.J., " Cost Relationships in Preliminary Cost Estimation ".Chem Eng. October, 117 (1947)
35. Lang H.J., " Simplified Approach to Preliminary Cost Estimates ".Chem Eng. June, 112 (1942)

36. Miller C.A., " New Cost Factors Give Quick, Accurate Estimates ".Chem Eng. September 13, 226 (1965)
37. Stallworthy E.A. Chem. eng. June 1970
38. Twaddle W.W. and Malloy J.B., " Evaluating and sizing new chemical plants ".Chem. Eng. Prog. 62(7), 90 (1966)
39. Vatavuk W.M. and Neveril B.R., " Factors for estimating capital and operating costs ".Chem. Eng. November 3, 157 (1980)
40. Walas S.M., " Plant Investment Costs by the Factor Method ".Chem. Eng. Prog. 57 (6), 68 (1960)
41. Zevnik F.C. and Buchanan R.L., " Generalized correlation of process investment ". Chem. Eng. Prog. 59 (2), 70 (1963)
42. Economic Indicators. Chem. Eng. January 10, 174 (1972)
43. Economic Indicators. Chem. Eng. January 23, 7 (1984)
44. Economic Indicators. Chem. Eng. January 18, 7 (1988)
45. Economic Indicators. Chem. Eng. June, 224 (1989)
46. Rojas F.J., " Anteproyecto de Planta para la Producción de Guayacol " México, D.F. Facultad de Química. 387 (1987)
47. Mejía L.F., " Apuntes del curso Fortman 77 ". México, D.F. (1987)
48. Indicadores del Banco de México. ( Tipo de cambio peso-dólar)

## A P E N D I C E A

### INDICES DE COSTOS.

Un índice de costo es un número adimensional utilizando para ajustar el costo de un elemento de un período de tiempo a otro. Este ajuste es necesario debido a los cambios del valor de las monedas con el tiempo.

Para convertir los costos de un período de tiempo a otro, se utiliza la siguiente relación :

$$\text{Costo (año 2)} = \text{Costo (año 1)} \frac{\text{Índice (año 2)}}{\text{Índice (año 1)}}$$

Existen diversos índices de costos, los cuales cubren los diferentes tipos de factores relacionados con la construcción. Algunos de los índices más comunes son el Engineering News - Record (ENR) Building Cost Index, el Engineering News - Record Construction Cost Index, el chemical Engineering Plant Construction Cost Index, el Marshall and Swift Installed Equipment Cost Index, y el Nelson Refinery Construction Cost Index.

Todos estos índices son calculados a partir de un año base y varían - dependiendo del índice seleccionado. Para convertir todos los índices a un año base común, se utiliza la siguiente relación :

$$\frac{\text{Valor del índice}}{\text{(base nueva)}} = \frac{\text{Índice (base anterior) a ser convertido}}{\text{Índice (base anterior) para el año base deseado}} \cdot 100$$

El Marshall and Swift Equipment Cost Index ( 42 ,45), utilizado en el paquete de cómputo, es el promedio de los costos de instalación de 47 industrias diferentes y se obtiene por un procedimiento complejo que involucra la valoración del equipo, factores de ajuste, mano de obra para instalación y un criterio sobre las condiciones económicas actuales. El año base de este índice es el de 1926 y los valores del mismo son reportados en el Chemical Engineering.

A continuación se presenta una tabla de los valores del índice de Marshall y Swift para el período de 1968 a 1989 :

Promedio anual ( 1926 = 100 )

Año	Indice	Año	Indice
1968	273.1	1979	599.4
1969	285.0	1980	659.6
1970	303.3	1981	721.3
1971	321.3	1982	745.6
1972	332.0	1983	760.8
1973	344.1	1984	780.4
1974	398.4	1985	789.6
1975	444.3	1986	797.6
1976	472.1	1987	813.6
1977	505.4	1988	852.0
1978	545.3	1989*	884.7

\* primer trimestre

Una de las principales fallas de los índices es la tendencia de utilizarlos para un largo periodo de tiempo. Una regla práctica es utilizarlos solo para ajustar costos en un intervalo de tiempo de 4 a 5 años, puesto que si se emplean en intervalos mayores se reduce significativamente la exactitud de los resultados.

Los índices reflejan solo valores promedio y los resultados obtenidos de una actualización, varían de acuerdo al índice seleccionado. Por lo que se deben utilizar en base a un criterio propio.

Estos índices aplican principalmente dentro de los Estados Unidos; en México son utilizados los índices económicos reportados por el Banco de México.

A P E N D I C E B

En la siguiente tabla se presentan los tipos de cambio peso-dólar, — utilizados para transformar, a otra unidad monetaria, los costos manejados — en el paquete de computo. Estos valores fueron reportados por el Banco de México.

Tipo de cambio peso-dólar			
Año	Pesos por dolar	Año	Pesos por dolar
1968	12.5	1979	22.8
1969	12.5	1980	23.0
1970	12.5	1981	24.5
1971	12.5	1982	56.4
1972	12.5	1983	120.1
1973	12.5	1984	167.8
1974	12.5	1985	275.0
1975	12.5	1986	611.4
1976	15.4	1987	1366.7
1977	22.6	1988	2236.8
1978	22.8	1989'	2372.0

primer trimestre