

00568

1

zcy



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTOS

**"COSTOS ESTIMADOS DE INVERSIÓN"**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO EN  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA - PROYECTOS

P R E S E N T A:

**MARGARITA M. GONZALEZ BRAMBILA**



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

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

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

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

## I N D I C E

- Resumen	3
- Introducción	5
1. Objetivo	8
1.1 Alcance y Limitaciones.	9
1.2 Resultados Esperados	10
2. Fundamentos Teóricos	
2.1 Introducción.	11
2.2 Métodos de Cálculo para Costo de Equipo.	16
2.3 Métodos de Cálculo para Costo de Plantas.	24
2.3.1 Estimados Preliminares.	24
2.3.2 Estimados Intermedios.	28
2.3.3 Estimados Detallados.	36
3. Descripción del Programa	
3.1 Introducción.	37
3.2 Descripción General.	38
3.3 Diagrama Modular.	42
3.4 Archivos de Datos.	47
3.5 Diagramas de Bloques del Programa.	65
3.6 Operación del Programa.	76
4. Aplicaciones	
4.1 Estimado Preliminar del Costo de una Planta.	91
4.2 Estimado del Costo de Equipo.	95
4.3 Estimado Intermedio del Costo de una Planta.	107
- Conclusiones	127
- Bibliografía	128

## R E S U M E N

Esta tesis se centra en el desarrollo de un sistema de cómputo, que efectúa el estimado de los costos de inversión para plantas y equipos de proceso de la industria química, orientada a su adaptación dentro del ámbito del ingeniero de proyectos de nuestro país.

El programa de cómputo es de tipo conversacional y emplea sistemas microcomputacionales (PC con disco duro) y funciona con el lenguaje FOXPLUS. Está estructurado de tal manera que al usuario se le ofrece toda la ayuda e información requerida para el estimado de los costos, mediante la explicación en pantalla de los aspectos teóricos, de las variables requeridas, rangos y unidades de cada método.

Por otro lado la gama de métodos de estimación de costos que cubre el sistema abarca a la gran mayoría de los equipos y procedimientos reportados en la literatura abierta, tales como:

- a) Tres métodos para obtener estimados preliminares de plantas,
- b) Cuatro métodos para realizar estimados de tipo intermedio del costo de hasta 50 equipos diferentes,
- c) Cinco métodos para calcular el estimado intermedio de costo de plantas.

Especial atención se dió al aspecto de preparación y validación de los datos, impresión de resultados y actualización de bancos de información.

Dada la complejidad de los algoritmos de cálculo del programa, solamente se muestran los aspectos fundamentales de la estructura de la base de datos, así como los diagramas modulares del sistema.

## A B S T R A C T

In this thesis an integral computer program has been written for an easy, fast and reliable evaluation of preliminary and intermediary types of costs estimating of both chemical and petrochemical process plants. This program is a useful tool for the project engineers to calculate the project inversion since its planning to its complete design.

Preliminary and intermediary costs can be evaluated by three and four different methods respectively. Furthermore, four methods are included for evaluation of intermediary type cost estimating of equipments.

This program has been written in FOXPLUS software for a Personal Computer with hard disk and standard printer. The program has been designed to be of the conversational type.

User help menus are available for each method and they can be both displayed on the screen and printed. In these menus theoretical aspects, application range, required variables and their units are described according with the selected method. Results are displayed on the screen and they can be printed.

# INTRODUCCION

## I N T R O D U C C I O N

En la actualidad se hace cada vez más necesario predecir con la mayor exactitud posible la rentabilidad económica de un proyecto, con el fin de reducir al mínimo las posibilidades de desperdicio en la inversión realizada al construir un complejo, una planta, o realizar modificaciones a instalaciones existentes. Además, deben llevarse a cabo esfuerzos para aprovechar con un grado máximo de eficiencia las inversiones que deseen realizarse.

Por lo anterior es necesario conocer, en las diferentes etapas de un proyecto, la inversión necesaria para llevarlo a cabo y saber si es posible soportar todos los gastos que requiera y si será viable económicamente, es decir, si podrá compensar los gastos derivados y proporcionar ganancias.

Para conocer la inversión requerida por un proyecto en sus diferentes etapas se han propuesto diversos métodos para estimarla, algunos más precisos que otros, pero todos ellos útiles en la toma de decisiones de tipo económico, durante las diferentes etapas de un proyecto. Los estimados de inversión se han dividido en tres grandes tipos: Los estimados de tipo preliminar, útiles para fines de presupuestación y cuya aplicación práctica es la toma de decisiones aún cuando no se ha realizado el diseño de la planta; Los estimados de tipo intermedio, útiles para programar el flujo de efectivo de los proyectos y buscar financiamientos; con mayor grado de aproximación que los anteriores y que requieren que se haya realizado parte del diseño de la planta; y por último los estimados definitivos para los cuales es necesario que el diseño esté prácticamente terminado, que alcanzan un alto grado de exactitud, que se utilizan para el control de costos de obra y que permiten comparar los costos reales contra los presupuestados.

La mayoría de los métodos existentes para la estimación de costos de equipos y plantas están basados en gráficas de costo

contra una o varias variables de diseño. Algunos de ellos son muy complejos, ya que requieren de la lectura de diferentes gráficas para el cálculo del costo de cada una de las diferentes partes del equipo. Si además tomamos en cuenta que para obtener el estimado intermedio de una planta, debe calcularse el costo de todos los equipos principales que la forman (recipientes, torres, reactores, cambiadores de calor, bombas, compresores, etc.), puede verse que el estimado de costos es una labor que puede requerir de mucho tiempo y que en ocasiones es muy repetitiva. Cabe mencionar que también es posible obtener el costo del equipo principal de una planta por medio de cotizaciones directas de fabricantes de equipo, aunque ello no es siempre posible por premura en el tiempo.

Esta tesis pretende facilitar la obtención de los estimados de costos mediante el uso de un programa que proporciona la información requerida para realizarlos.

El propósito anterior, se llevó a cabo elaborando un programa de cómputo que calcula los estimados preliminares de costos de plantas y los estimados de tipo intermedio para una gran cantidad de procesos y para una gama completa de equipo de la industria química y petroquímica (50 equipos). Se espera que este programa sea una herramienta útil para aquellos profesionistas que trabajan en el área de ingeniería de costos, y que permita realizar estimados de inversión en forma rápida, confiable y sencilla.

Con este objetivo se han elegido desde los métodos más simples y confiables, hasta los métodos más exactos que existen en la literatura, para realizar estimados de costo y se han integrado en un programa llamado '*Costos Estimados de Inversión - CESI*'. Cada uno de los métodos que se eligieron para conformar el programa *CESI* ha sido programado respetando los criterios del autor e incluyendo todos los detalles descritos por él, así mismo en todos los casos se presenta al usuario una breve explicación



del método de cálculo, los rangos en que aplica cada uno de los métodos y la exactitud reportada por los autores de los métodos.

El programa *CESI* está elaborado en el lenguaje estructurado del *Fox Plus*, software que permite manejar bases de datos con facilidad y rapidez y es de tipo conversacional, lo que permite que sea utilizado por cualquier persona aunque solotenga conocimientos básicos en el area de computación.

*CESI* incluye los siguientes métodos de cálculo :

- a) Tres métodos para obtener estimados preliminares de plantas,
- b) Cuatro métodos para realizar estimados de tipo intermedio del costo de equipos y
- c) Cinco métodos para calcular el estimado intermedio de costo de plantas.

Se integraron dentro del programa varios métodos para cada tipo de estimado debido a que ellos varían en grado de exactitud y complejidad entre sí, requiriendo menos información de diseño aquellos cuyo grado de exactitud y complejidad es menor; se espera que esto permita al usuario del programa elegir de entre varios métodos, aquel que se adapte mejor a los avances de diseño de la planta que evalúe.

*CESI* esta formado por 155 subprogramas y 17 archivos de datos que ocupan un total de 663,000 kb de memoria. Permite realizar estimados de tipo intermedio de 50 equipos diferentes, cada uno por varios métodos.

Por medio del programa *CESI* se podrán realizar los estimados tantas veces como sea necesario, reduciendo el tiempo de cálculo y permitiendo al usuario contar con toda la información requerida para estimar los costos de un equipo, así como de una opción para la estimación de los costos de una planta.

# **CAPITULO I**

## **O b j e t i v o**

## CAPITULO 1

### O B J E T I V O

El objetivo del presente trabajo es realizar un programa de cómputo para el cálculo del costo de equipos y plantas de la industria química y petroquímica.

Este programa llamado "*Costos Estimados de Inversión - CESI*" es de tipo conversacional y pretende ofrecer ayuda al usuario tanto desde el punto de vista técnico, como desde el punto de vista operacional. Con este propósito el programa cuenta en la mayoría de sus módulos con una opción de explicación que despliega en la pantalla una breve descripción del método de cálculo y algunas indicaciones sobre la manera de introducir datos al programa. Por otra parte, el programa solicita al usuario (en forma precisa) cada uno de los datos que requiere para llevar a cabo los cálculos, y le informa de lo que se realiza en cada etapa del programa.

Este programa se ha elaborado con un enfoque tal que puede utilizarse en el ámbito profesional para obtener estimados de costos preliminares e intermedios de manera rápida y sencilla.

## 1.1 Alcance y Limitaciones

Desde el punto de vista computacional el programa CESI está diseñado para sistemas PC desde 512 Kb de memoria RAM que cuenten con una unidad de disco de duro, monitor monocromático e impresora tipo matriz como mínimo.

Desde el punto de vista técnico el programa incluye los métodos que se describen a continuación:

1. Para estimados preliminares de plantas:
  - a) Método del Costo Unitario
  - b) Método Exponencial
  - c) Método Exponencial con Factores de Importación.
  
2. Para estimados intermedios de equipos:
  - a) Método de Guthrie
  - b) Método de Pikulik
  - c) Método de Drayer
  - d) Método de Hall
  
3. Para estimados intermedios de plantas:
  - a) Método de Factores de Lang
  - b) Método de Factores
  - c) Método de Hirsch-Glazier
  - d) Método de Rudd y Watson
  - e) Método de Guthrie

Con los métodos mencionados el usuario puede obtener el estimado preliminar del costo de una planta, el estimado intermedio del costo de un equipo o de todos los equipos que conforman una planta, o el estimado intermedio de una planta completa a partir del costo de los equipos con que cuenta.

A partir de los métodos mencionados el usuario puede calcular el costo de 50 equipos diferentes y puede elegir, en la mayoría de los casos, entre uno o varios métodos para realizar el cálculo, dependiendo de la información de diseño con la que cuente. Para esto el programa cuenta aproximadamente con 340 ecuaciones para el cálculo del costo de equipos, obtenidas a partir de las gráficas presentadas en cada uno de los métodos. La confiabilidad de estas ecuaciones fue probada, encontrándose valores de desviación estandar muy bajos para todas ellas.

## 1.2 Resultados Esperados

Se espera que mediante este programa puedan realizarse cálculos de estimados de costos preliminares de plantas e intermedios de equipos y plantas de forma rápida y sencilla, sin alterar los rangos de exactitud presentados por los métodos.

Se espera que mediante el caracter conversacional del programa y el auxilio de las opciones de "Explicación o Ayuda" integradas a cada módulo, el usuario disminuya sensiblemente el tiempo requerido para efectuar el costeo de uno o mas equipos , o el estimado de una planta.

## **CAPITULO II**

### **Fundamentos Teóricos**

## CAPITULO 2

### FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 2.1. Introducción

Para llevar a cabo un proyecto es necesario conocer la factibilidad económica del mismo a fin de estimar la inversión que requiere, conseguir el financiamiento necesario, conocer el tiempo en que se recuperará la inversión, estimar las ganancias esperadas, etc.

La factibilidad económica depende, entre otras cosas, de la disponibilidad y costo de las materias primas, del mercado y costo de venta del producto, de la demanda del mismo y de la inversión que requiera el proyecto en cuestión. <sup>(1)</sup>

La inversión de una planta esta constituida por: <sup>(2)</sup>

- a) los recursos destinados a la compra e instalación de la planta, conocida como inversión fija, y
- b) los recursos necesarios para operar la planta una vez que ha sido instalada, es decir, el capital de trabajo.

La inversión fija comprende el conjunto de bienes que no son motivo de transacciones corrientes por parte de la empresa. Se adquieren generalmente durante la etapa de instalación de la planta y se utilizan a lo largo de su vida útil. Los rubros que integran la inversión fija suelen clasificarse en tangibles e intangibles; entre los primeros están la maquinaria y el equipo, que están sujetos a depreciaciones y a obsolescencia y, el

terreno, que no lo está, mientras que entre los segundos se encuentran las patentes y los gastos de organización, que se amortizan en plazos convencionales. <sup>(17)</sup>

Se conoce como capital de trabajo a los recursos económicos que utilizan las empresas para atender las operaciones de producción, distribución y venta de productos. <sup>(18)</sup>

La suma de la inversión fija y el capital de trabajo representa la inversión total de capital de un proyecto industrial.

La inversión fija esta compuesta por los siguientes rubros: <sup>(19)</sup>

1. Investigaciones y estudios previos.
2. Organización de la empresa.
3. Patentes y conocimientos técnicos especializados.
4. Elaboración del proyecto final.
5. Terreno para la instalación de la planta.
6. Concesiones para la explotación de recursos naturales.
7. Maquinaria y equipo
8. Instalación de maquinaria y equipo.
9. Obra civil.
10. Servicios auxiliares e instalaciones complementarias.
11. Ingeniería, supervisión y administración de la instalación.
12. Puesta en marcha de la planta.
13. Intereses durante la realización del proyecto.
14. Imprevistos o contingencias.



El capital de trabajo esta constituido por : <sup>(16)</sup>

1. Inventario de materias primas.
2. Inventario de productos en proceso.
3. Inventario de producto terminado.
4. Cuentas por cobrar.
5. Dinero en efectivo.
6. Cuentas por pagar.

Como regla general se estima que el capital de trabajo inicial para cualquier planta constituye del 10 al 20 % del capital total invertido. De esta forma podemos calcular el capital de trabajo en base a la inversión fija de una planta, y con la suma de ambos obtener la inversión total. Por lo anterior se han desarrollado diversos métodos de cálculo para estimar la inversión fija en plantas de proceso. A continuación se presentan estos.

#### *Método de Cálculo para Estimación de la Inversión Fija:*

Las estimaciones de inversión fija pueden tener diversos grados de aproximación, desde *estimaciones de orden de magnitud*, basadas en un mínimo de información (naturaleza del proyecto y tamaño de la planta), hasta *estimaciones precisas*, basadas en planos y especificaciones detallados. Entre estos dos niveles de aproximación existen estimaciones cuya precisión depende fundamentalmente del grado de avance de la ingeniería del proyecto. <sup>(15)</sup>

La dificultad y el costo de un estimado serán proporcionales a la exactitud que se desee del mismo. En muchas ocasiones es suficiente un estimado de orden de magnitud para tomar las decisiones pertinentes desde el punto de vista económico. En la

mayoría de los proyectos se requieren, al principio del mismo, estimados de orden de magnitud, es decir de poca exactitud; sin embargo al ir desarrollándose el proyecto se requiere cada vez de estimados más precisos, los cuales se utilizan para el control de costos del proyecto. Esta actividad es de gran importancia ya que nos permite saber qué tan desviados o cercanos estamos del presupuesto inicial calculado para el proyecto, y que, según el caso se tomen las medidas correctivas necesarias y podamos concluir el proyecto con el dinero con que se cuenta.

Los estimados de inversión se clasifican de la siguiente forma según su grado de exactitud: <sup>(15)</sup>

1. *Estimados Preliminares o de Orden de Magnitud:* Su grado de aproximación puede variar de - 70 + 90 % a - 40 + 60 % con respecto al costo real de la inversión, según el método de cálculo que se utilice y de la exactitud de los datos con que se cuenta para realizar el cálculo. Este estimado esta basado en el monto de inversiones de plantas similares construidas con anterioridad. Este tipo de estimado es el más rápido y sencillo, pero también el menos exacto; debe utilizarse en los casos en que no se disponga de la ingeniería del proyecto y únicamente se cuenta con la idea de realizar una planta.

2. *Estimados Intermedios:* Estos estimados alcanzan un grado de exactitud de hasta - 15 a + 30 %. Este tipo de estimados se utiliza en los casos en que se han diseñado parcialmente los equipos principales de la planta, es decir, se conocen sus capacidades y materiales de construcción, se cuenta con los diagramas de flujo y con el arreglo de equipo.

3. *Estimados Definitivos:* Este tipo de estimados es el más exacto de todos. Con él pueden obtenerse estimados con una exactitud de hasta el 5 %. Para realizarlo es necesario contar con los planos de localización y elevaciones de equipo, diagramas de tuberías e instrumentación, diagramas eléctricos, especificaciones y cotizaciones de equipos y accesorios, diagramas estructurales, diagramas de cimentaciones, diagramas civiles y arquitectónicos, y estudios de mecánica de suelos. Se llevan a cabo con poca frecuencia debido a la dificultad misma de conseguir los datos para realizar los cálculos.

El programa de cómputo objeto de la presente tesis, comprende el cálculo de la inversión total para plantas de proceso químicas y petroquímicas, por medio de los métodos de estimación preliminares e intermedios.

## 2.2 Métodos de Cálculo para Costo de Equipo.

Como se mencionó anteriormente es necesario conocer el costo del equipo para poder estimar el costo de una planta y su inversión total. Existen diversos métodos para el cálculo del costo de equipo, algunos de ellos son aproximaciones que introducen un error grande utilizando únicamente la capacidad del equipo, y otros que en cambio son muy exactos pero que requieren la información proveniente de un cálculo detallado del equipo.

Es importante señalar que el estimado más exacto será el obtenido directamente de una cotización de proveedor, pero esto no es siempre posible.

También es muy importante tomar en cuenta que los métodos para la estimación del costo de equipo son empíricos y que su rango de aplicación es limitado, por ello deben usarse únicamente dentro de dicho rango, ya que de lo contrario obtendremos resultados con errores de aproximación grandes.

A continuación se explican en forma general algunos de los métodos para estimado del costo del equipo.

### 2.2.1. Método Hall

Este método fue propuesto por Richard S. Hall, Jay Matley y Kenneth McNaughton en 1982 <sup>(4)</sup>. El método reporta rangos de aproximación de  $\pm 10$  a  $\pm 25$  % dependiendo del tipo de equipo. Los costos reportados son F. O. B. para enero de 1982.

Con el método Hall pueden calcularse costos de muy diversos equipos, como son: recipientes, reactores, torres fraccionadoras, bombas, compresores, intercambiadores de calor, centrifugas, etc.

Los datos que se requieren son únicamente la capacidad, las condiciones de operación temperatura y presión, y el material de construcción. Con estos datos se entra a una gráfica que proporciona directamente el costo en dólares del equipo. Es un método muy sencillo y rápido de utilizar con el inconveniente de que cada gráfica es muy específica para un determinado tipo de equipo con ciertas características y condiciones de operación; ello hace que solo pueda utilizarse si el equipo, cuyo costo queremos estimar, es similar a alguno de los reportados. Otra desventaja de este método es que en la mayoría de los casos sólo proporciona el costo de equipo en acero inoxidable.

### 2.2.2. Método Mills

Este método fue propuesto por H. E. Mills <sup>(10)</sup> y permite estimar el costo de una gran variedad de equipos. Este método requiere una mayor cantidad de datos respecto al método anterior; para obtener el costo es necesario conocer las dimensiones del equipo, el material, el número y especificación de boquillas, la potencia, el área de transferencia de calor, el área de secado, etc., según el equipo.

Al igual que en el método anterior el autor presenta una serie de gráficas a las cuales se entra con los datos de diseño del equipo.

Permite calcular entre otros, el costo de tubería y accesorios de diferentes materiales, válvulas e instrumentos, además del costo de los equipos.

Este método no reporta su rango de aproximación, e indica que los costos están basados en un índice de Marshall & Stevens igual a 238.8.

### 2.2.3. Método Pikulik

Otro método para la estimación del costo de equipo es el propuesto por Arkadie Pikulik y Héctor E. Díaz en 1977 <sup>(13)</sup>. Los costos reportados en este método son para 1976 y al igual que en los casos anteriores utiliza gráficas para obtener el costo. Para utilizar el método Pikulik es necesario conocer con exactitud características de los equipos tales como dimensiones, potencia, tipo de soporte, material, número y tipo de boquillas, condiciones de operación, estándares de fabricación y diseño, etc.

En algunos casos permite calcular por separado el costo del material, de la fabricación y de la ingeniería; por otra parte, el costo se calcula como una función de las dimensiones del equipo, del peso del material de construcción y del salario por hora-Hombre, según el tipo de equipo.

#### 2.2.4. Método Guthrie

Este método es uno de los métodos más exactos para el estimado de costos no sólo de equipo, sino también de plantas industriales, ya que es un método que incluye tanto el costo del equipo como el costo total de la planta. Fue propuesto por K. M. Guthrie y W. R. Grace & Co. en 1967<sup>(9)</sup>.

La forma de calcular el costo de una planta se presenta en la sección correspondiente a Métodos de Cálculo para costo de Plantas. En esta sección se trata lo correspondiente a costo de equipo.

Para calcular el costo de un equipo el método requiere, solo de algunas características del mismo, su capacidad, diámetro, potencia, cantidad de calor, material, condiciones de diseño, etc. Para la mayoría de los casos no se requieren de muchos datos de diseño.

Con los datos mencionados se entra a las figuras que grafican característica contra costo; el costo así obtenido debe corregirse por medio de índices de material, de condición de operación y de tipo de diseño. La cantidad así obtenida representa los costos correspondientes a materiales y mano de obra de fabricación, incluyendo accesorios como bridas, soportes, platos, etc, según sea el caso.

Posteriormente al costo obtenido deben sumarse los costos de erección y puesta en marcha y los costos indirectos. A continuación se presenta una tabla con dichos conceptos desglosados:

#### COSTOS DE INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA (Módulo Guthrie)

\* Costos Directos de Material:

- Tubería
- Concreto
- Acero
- Instrumentos
- Material Eléctrico
- Recubrimientos
- Pintura

\* Costos Directos de Mano de Obra:

- Instalación de Equipo
- Puesta en Marcha

\* Impuestos

\* Costos Indirectos

Los costos mencionados anteriormente se calculan como un porcentaje del costo obtenido inicialmente de las gráficas, y sumado al costo calculado obtenemos el costo total del equipo. Los porcentajes señalados están dados por el método según el tipo de equipo de que se trate, y son diferentes para el caso en que se quiera calcular sólo el costo de un equipo, que para obtener el costo total de una planta.

El método de Guthrie es reconocido como uno de los más exactos debido principalmente al desglose tan detallado con que calcula todos los costos que integran el costo total del equipo.



### 2.2.5. Método Purohit

Este método fue propuesto por G. P. Purohit en 1983 <sup>(14)</sup> para el cálculo del costo de intercambiadores de calor. Sirve para calcular el costo de intercambiadores de calor de haz de tubos fijo, de tubos en "U", y de cabezal flotante. Para cada uno de estos tipos de cambiadores se consideran los diferentes arreglos según la clasificación T. E. M. A..

Los costos de material y mano de obra están reportados como porcentajes del costo total del equipo. Los costos de material se distribuyen en relación con los componentes mayores: tubos, cuerpo, espejo y cabezas.

Las ecuaciones para obtener el costo son función del diámetro de cuerpo y tubos, del tipo de construcción de los tubos (con o sin costura), de la presión de diseño, del pitch, del arreglo de tubos (triangular o cuadrado), de la longitud de tubos, del espesor de pared de cuerpo y tubos, y de los materiales de construcción.

Por este método pueden calcularse cambiadores de calor con diámetros de cuerpo entre 8 y 36 pies, diámetros de tubo entre 3/4 y 2 plg., espesor de tubos entre 10 y 20 BWG, número de pasos por tubos entre 1 y 8, presiones de diseño por la parte del cuerpo entre 100 y 2800 psig, presiones de diseño por el lado de los tubos entre 100 y 2500 psig, y para una amplia variedad de materiales.

Como puede verse para utilizar este método es necesario realizar previamente un diseño completo del cambiador de calor, ya que de lo contrario no podrán utilizarse las gráficas y factores de corrección incluidos en él. Ello lo hace ser un método de gran exactitud, ya que toma en cuenta prácticamente todos los

parámetros de diseño para calcular el costo; reporta un rango de aproximación de 2 %, y asegura que el 60 % de los casos de cálculo se aproximan en  $\pm 10$  % al costo real, y que el 40 % restante se aproxima en un  $\pm 15$  %.

#### 2.2.6. Método Drayer

Este método fue propuesto por D. E. Drayer en 1970 <sup>(2)</sup>, quien hizo una representación matemática del costo de 125 equipos, como función de su capacidad. Las ecuaciones utilizadas son las siguientes:

$$Y = a X^n$$

$$Y = c + a X^n$$

$$Y = b + d X + e X^2 + f X^3$$

Donde :

Y = Costo del equipo instalado

X = Tamaño o dimensión del equipo

a, b, c, d, e, f, n = Constantes.

Para cada tipo de equipo el método señala la ecuación a utilizarse, el valor de las constantes y el significado y dimensiones de X. Los valores de Y están calculados para un índice del Chemical Engineering de 199.

Como parte del trabajo de esta tesis se han obtenido las ecuaciones de todas las gráficas propuestas por los diferentes métodos de cálculo de costo de equipo enunciados anteriormente. a excepción de los métodos de Mills y Purohit. Para obtener las ecuaciones mencionadas se sacaron de las gráficas consultadas en la literatura, los datos que las conforman y se correlacionaron con ayuda de un programa de cómputo, que calcula los coeficientes para un número de expresiones polinomiales igual al número de datos alimentados menos uno; así mismo dicho programa obtiene también los coeficientes para 50 ecuaciones (además de las polinomiales), reportando la desviación estándar de cada una de las ecuaciones.

En base a dichas ecuaciones y a sus correlaciones de ajuste se solicitan, dentro del programa de cómputo, los datos requeridos para cada caso y se llevan a cabo los cálculos necesarios.

## 2.3 Métodos de Cálculo para Costo de Plantas

### 2.3.1 Estimados Preliminares

Los estimados preliminares se utilizan generalmente cuando se desea tener una idea de la magnitud de la inversión necesaria para construir una planta o un complejo industrial. Para su elaboración requieren de un mínimo de tiempo e inversión.

Este tipo de estimados es de gran utilidad durante la etapa en que se debe elegir entre varios proyectos.

Como se mencionó anteriormente estos estimados están basados en el costo de plantas ya existentes cuyo costo se multiplica por la capacidad de la planta que se estudia, y se actualiza por medio de índices inflacionarios apropiados para cada caso. A continuación se presentan algunos de estos métodos <sup>(15)</sup>.

#### 2.3.1.1. Método del Precio Unitario

Este método es el más simple y el menos exacto de las técnicas rápidas de estimación existentes. Consiste simplemente en multiplicar la capacidad anual de la planta motivo del estudio por el costo unitario de las plantas productoras del mismo compuesto. El costo unitario reportado en la literatura está expresado generalmente en toneladas métricas anuales de producción:

$$\text{Costo} = \text{Costo Unitario} * \text{Capacidad}$$

Obtenido el costo de la planta para determinado año, éste deberá actualizarse a la fecha, por medio de índices inflacionarios como los del Banco de Mexico, si la planta será construida en el país; por índices de Marshall y Swift; y/o por índices del Chemical Engineering, si se utilizarán equipos, materiales, ingeniería y/o patentes extranjeras. Para actualizar los costos se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Costo A} = \text{Costo B} * (\text{Indice A} / \text{Indice B})$$

donde : Costo A = Costo en año A (actual)

Costo B = Costo en año B (anterior)

Indice A = Indice en año A

Indice B = Indice en año B

Cualquiera que sea nuestro caso en cuanto a la construcción nacional o extranjera de la planta, la actualización del costo de la planta por varios índices nos permite tener una idea más precisa del costo que podemos esperar, ya que los índices inflacionario no guardan la misma relación en todos los casos.

#### 2.3.1.2. Método Exponencial

Este método introduce una corrección respecto al método anterior, porque toma en cuenta que, en general, los costos no varían en proporción directa a la capacidad de las plantas. Por ello multiplica el costo por la relación de las capacidades de las plantas, elevada a un factor de capacidad:

$$\text{Costo B} = \text{Costo A} * (\text{Cap B} / \text{Cap A})^F$$

donde :

Costo B = Costo de la planta en estudio

Costo A = Costo de la planta conocida

Cap B = Capacidad de la planta en estudio (ton métricas/año)

Cap A = Capacidad de la planta conocida (ton métricas/año)

F = Factor de capacidad

La capacidad y el costo de la planta conocida, así como el factor de capacidad se obtienen de tablas publicadas en la literatura.

El costo obtenido por este método debe también actualizarse a la fecha por medio de los índices de inflación, al igual que en el caso anterior.

#### *2.3.1.3. Método Exponencial con Factores de Importación*

Este método es similar al método exponencial, pero toma en cuenta que algunos equipos y/o materiales pueden ser comprados en el extranjero, por ello calcula el costo de la planta de igual manera que el método exponencial y después asigna un porcentaje a cada rubro el proyecto (como se muestra en las tablas siguientes), y actualiza los costos de los rubros comprados en el país con índices del Banco de México y con índices extranjeros aquellos conceptos que serán adquiridos en el extranjero.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes que el 'Chemical Engineering' asigna para cada uno de los rubros:

DESCRIPCION	% DEL COSTO DE LA PLANTA
1. Equipo, Maquinaria y Soportería.	61
2. Instalación, Erección y Mano de Obra.	22
3. Construcción, Materiales suplementarios y Mano de Obra.	7
4. Ingeniería y Supervisión.	10
T o t a l	100 %

El primer rubro mostrado en la tabla se subdivide de la siguiente forma:

DESCRIPCION	% DEL COSTO
1. Equipo.	37
2. Maquinaria de Proceso.	14
3. Tubería, Válvulas y Accesorios.	20
4. Instrumentación y Control.	7
5. Bombas y Compresores.	7
6. Equipo y Material Eléctrico.	5
7. Estructura, Soportería, Aislam. y Pintura.	10
T o t a l	100

### 2.3.2. Estimados Intermedios

Como se mencionó anteriormente los estimados intermedios tienen una exactitud de  $\pm 15$  a  $\pm 30$  %, según el método que se utilice para realizar el estimado <sup>(15)</sup>.

Los estimados intermedios se elaboran a partir del costo total del equipo mayor de la planta, por ello, es necesario contar con los diagramas de flujo, la lista de equipo, y las especificaciones de equipos. Anteriormente se señalaron algunos de los métodos más importantes para estimar el costo de equipo, en esta sección se describen algunos de los métodos para estimar el costo de una planta en base al costo del equipo principal.

#### 2.3.2.1. Método de Lang

El método de Lang fue propuesto por H. J. Lang en 1948 <sup>(9)</sup> y propone la utilización de factores que multiplicados por el costo del equipo, permiten obtener el costo total de la unidad de proceso, según el estado físico de los materiales involucrados en el proceso. Estos factores son:

- \* 3.9 Para plantas de proceso que manejan sólidos.
- \* 4.1 Para plantas de proceso que manejan fluidos y sólidos.
- \* 4.8 Para plantas de proceso que manejan fluidos.



### 2.3.2.2. Método de Factores

Este método permite obtener el costo de una planta como la suma de los factores de costos directos e indirectos. Para calcular cada uno de los diferentes rubros proporciona porcentajes en función del costo total de equipo mayor :

**METODO DE FACTORES**

DESCRIPCION	FACTORES SEGUN TIPO DE PROCESO (%)		
	FLUIDO	FLUIDO - SOLIDO	SOLIDO
<b>* 1 . - COSTOS DIRECTOS</b>			
- Equipo Mayor	100	100	100
- Instalación equipo mayor	48	43	50
- Instalación tubería proceso	74	43	19
- Instalación instrumentación	19	10	10
- Instalación eléctrica	10	9	9
- Edificios proceso	10	9	9
-- S U B T O T A L	256	216	194
<b>* 2 . - OTROS COSTOS DIRECTOS</b>			
- Instalación de servicios	48	47	25
- Servicios generales (1)	12	12	25
- Oficinas generales	21	25	25
-- S U B T O T A L	95	112	110
<b>* 3 . - TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>351</b>	<b>328</b>	<b>304</b>
<b>* 4 . - COSTOS INDIRECTOS</b>			
- Ingeniería	55	38	40
- Patentes, regalías	71	44	47
-- S U B T O T A L	126	82	87
<b>* 5 . - TOTAL COSTOS D &amp; I</b>	<b>477</b>	<b>410</b>	<b>391</b>
<b>* 6 . - CONTINGENCIAS (5% DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS)</b>			
<b>* 7 . - CAPITAL FIJO (TOTAL COSTOS D &amp; I + CONTINGENCIAS)</b>			
<b>* 8 . - CAPITAL DE TRABAJO (7 % DE CAPITAL FIJO)</b>			
<b>* 9 . - INVERSION TOTAL (CAPITAL FIJO + CAPITAL DE TRABAJO)</b>			
<b>NOTAS: 1. Desarrollo del sitio, sistemas contra incendio.</b>			

### 2.3.2.3. Método de Hirsch-Glazier

Este método <sup>(6)</sup> utiliza las siguientes ecuaciones para obtener el costo total de una planta:

$$I = E \{ A ( 1 + F_1 + F_p + F_m ) + B + C \}$$

$$\text{Log } F_1 = 0.635 - 0.154 \log A_o - 0.992 (e / A) + 0.506 (f / A)$$

$$\text{Log } F_p = - 0.206 - 0.014 \log A_o - 0.156 (e / A) + 0.566 (p / A)$$

$$F_m = 0.344 + 0.033 \log A_o + 1.194 (t / A)$$

donde : I = Inversión total dentro de límites de batería

E = Factor por costos indirectos (supervisión, ingeniería, contingencias), usualmente se le da un valor de 1.4.

A = Costo total del equipo bajo la base de LAB planta del fabricante y materiales en acero al carbón.

F<sub>1</sub> = Factor por mano de obra en campo (no incluye mano de obra de equipo armado o fabricado en campo).

F = Factor por partidas misceláneas (aislamiento, instrumentos, pintura, fletes, supervisión en campo, alambrado, cimentaciones, etc.)<sup>m</sup>

F<sub>p</sub> = Factor por materiales como tubería, conexiones, válvulas, soportes, etc.

B = Costo de equipo armado en campo.

C = Costo adicional por el uso de materiales resistentes a la corrosión.

e = Costo total de los cambiadores de calor en A. al C.

f = Costo total de recipientes armados en campo (diámetros mayores de 12 ft).

p = Costo total de bombas incluyendo motor (en A. al C.)

t = Costo total de columnas en A. al C. (no incluye internos).

### 2.3.2.4. Método de Rudd y Watson.

Este método se basa en la siguiente ecuación (5) :

$$C_{fc} = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \Sigma C_{eq}$$

donde :

$C_{fc}$  = Capital fijo.

$\Sigma C_{eq}$  = Costo del equipo mayor de proceso.

$\phi_1$  = 1.45 para procesos que manejan sólidos.

1.39 para procesos que manejan sólidos y fluidos.

1.47 para procesos que manejan fluidos.

$$\phi_2 = 1 + f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5$$

$$\phi_3 = 1 + f_6 + f_7 + f_8$$

- Factor para tipo de material de proceso:

$f_1$  = 0.07 a 0.10 para procesos que manejan sólidos

$f_1$  = 0.10 a 0.30 para procesos que manejan sólidos y fluidos

$f_1$  = 0.30 a 0.60 para procesos que manejan fluidos

- Factor para tipo de instrumentación:

$f_2$  = 0.02 a 0.05 para procesos con poca instrumentación automática

0.05 a 0.10 para procesos con mediana instrumentación automática

0.10 a 0.15 para procesos con compleja instrumentación automática

- Factor para tipo de construcción de edificios:

$f_3$  = 0.05 a 0.20 para construcciones de proceso exteriores

0.20 a 0.60 para construcciones de proceso exteriores e interiores.

0.60 a 1.00 para construcciones de proceso interiores

- Factor para tipo de lugar donde se instalará la planta:

$f_4$  = 0.00 a 0.05 para instalaciones en un complejo donde se requieran pocas adaptaciones para instalar la planta  
0.05 a 0.25 para instalaciones que requieran de un acondicionamiento mayor  
0.25 a 1.00 para instalaciones en lugares donde no haya otras plantas instaladas

- Factor para tipo de instalación de tubería para servicios, fuera de límites de batería:

$f_5$  = 0.00 a 0.05 para adecuaciones a instalaciones existentes  
0.05 a 0.15 para unidades separadas dentro de un complejo  
0.15 a 0.25 para unidades únicas

- Factor de complejidad de ingeniería y construcción:

$f_6$  = 0.20 a 0.35 para unidades simples  
0.35 a 0.50 para unidades complejas

- Factor de tamaño de planta:

$f_7$  = 0.00 a 0.05 para plantas grandes  
0.05 a 0.15 para plantas pequeñas  
0.15 a 0.25 para plantas piloto

- Factor de contingencias:

$f_8$  = 0.10 a 0.20 para procesos bien definidos  
0.20 a 0.30 para procesos sujetos a cambios  
0.30 a 0.50 para procesos tentativos

Según el tipo de proceso que se maneje deben elegirse los factores adecuados para cada caso, y utilizando las fórmulas

mencionadas, se obtiene el capital fijo; posteriormente es necesario calcular el capital de trabajo, como un porcentaje del capital fijo, y la inversión total, como la suma del capital fijo mas el capital de trabajo.

#### 2.3.2.5. Método de Guthrie

Este método <sup>(3)</sup> divide en 6 módulos el costo de una planta, 5 correspondientes a costos directos y uno a costos indirectos; estos módulos se presentan a continuación:

- Módulo de equipo de proceso.
- Módulo de manejo de sólidos.
- Módulo de desarrollo del sitio.
- Módulo de edificios industriales.
- Módulo de servicios auxiliares.
- Módulo de costos indirectos del proyecto.

El primer módulo comprende el costo de equipo de proceso, tubería, instrumentación, plataformas, soportería, escaleras, cimentaciones, material eléctrico, recubrimientos, pintura y los costos de colocación e instalación de los mismos. En el método se proporcionan los porcentajes para calcular el costo de los rubros mencionados según el tipo de equipo y su costo.

El módulo de manejo de sólidos comprende los costos de cimentaciones, instrumentación, material eléctrico, pintura, instalación, colocación, mano de obra, costos indirectos y contingencias referentes al equipo de manejo de sólidos.

El módulo de desarrollo del sitio comprende todos los gastos generados por limpieza del sitio, excavaciones, drenajes y el costo de los sistemas de protección contra incendio en función del diseño de los mismos.

El módulo concerniente a edificios industriales comprende las oficinas administrativas, laboratorios, oficinas de servicios médicos, estructuras de acero para instalación de los equipos, talleres de mantenimiento y servicios, edificios de proceso, estacionamientos y cafeterías. Estos costos se obtienen de tablas en función del tamaño, mobiliario y equipo con que cuenta cada edificio.

El módulo de servicios auxiliares comprende los sistemas de aire, quemadores, sistema de enfriamiento y distribución de agua, sistemas de combustible, sistemas de generación de vapor, sistemas de generación de potencia, etc.; y al igual que en el módulo anterior se obtienen de una tabla que indica el costo en relación a su complejidad.

El módulo de costos indirectos calcula los costos relativos a ingeniería, procuración, supervisión en campo, pagos a contratistas, de patentes, impuestos, etc., para los módulos de desarrollo del sitio, servicios auxiliares y edificios industriales en función de los costos directos obtenidos en cada uno de dichos módulos.

El programa de cómputo que se describe en el siguiente capítulo, considera todos los métodos y procedimientos mencionados en este capítulo, excepto los métodos de Purohit y Mills para estimado intermedio del costo de equipo.

### 2.3.3. Estimados Detallados

Los estimados detallados son el tipo de estimados mas exactos de todos, sin embargo para realizarlos es necesario contar con prácticamente todo el diseño de la planta, desde su diseño de proceso hasta los diseños civil, mecánico, eléctrica, de instrumentación, etc.

Para realizar estimados de este tipo es necesario conocer la cantidad de los diferentes materiales necesarios para la construcción e instalación, contar con el costo real de los equipos, ya que para esta etapa ya deben haberse comprado la mayoría de éstos y debe comenzarse la etapa de construcción de la planta.

Este tipo de estimados es muy útil en la etapa de construcción de la planta para llevar un control de los gastos.

Este tipo de estimados no se incluye dentro del programa C. E. S. I. objeto de la presente tesis.



## **CAPITULO III**

### **D e s c r i p c i ó n   d e l   P r o g r a m a**

## CAPITULO 3

### DESCRIPCION DEL PROGRAMA CESI

#### 3.1 Introducción

En el capítulo anterior se han descrito algunos de los métodos más importantes para realizar estimados de costo de plantas y equipos industriales. Como se mencionó con anterioridad el objetivo de este trabajo es realizar un programa de cómputo que permita obtener estimados preliminares e intermedios de manera rápida y sencilla, para un usuario con conocimientos básicos en programación. Dentro de este capítulo se describe en forma general la manera en que está conformado el programa 'Costos Estimados de Inversión C. E. S. I. '.

C.E.S.I. está elaborado en Fox Plus ('?'), software que permite programar aplicaciones para manejar bases de datos con facilidad y rapidez.

Por otra parte este programa es de tipo conversacional permitiéndole al usuario elegir entre varias opciones la que desee para realizar un cálculo determinado. En la mayoría de los módulos del programa, se ha incluido una opción de "Explicación" por medio de la cual el usuario puede consultar información concerniente a cada una de las opciones consideradas.

### 3.2 Descripción General

La base de datos del programa C.E.S.I. consta de un conjunto de archivos de datos en los cuales se encuentra la información necesaria para realizar los cálculos de estimados de costos tanto preliminares como intermedios. La información de todos los archivos de datos ha sido obtenido de la literatura abierta (consultar bibliografía).

Estos archivos están organizados en tres grupos:

- a) Archivos para estimados preliminares
- b) Archivos para estimados intermedios y
- c) Archivos de datos para Actualización por índices de inflación.

Además cuenta con un archivo de datos que contiene las explicaciones que proporciona el programa en las opciones de consulta. Cada uno de los archivos de datos serán descritos con mayor detalle en la sección 3.4 dentro de este mismo capítulo.

Otro de los componentes del programa C.E.S.I. son los subprogramas de cálculo. Estos son pequeños (menores de 4 Kbytes) y están organizados por un programa principal y un grupo de módulos que los coordinan entre sí, de acuerdo a las opciones seleccionadas por el usuario en los cuadros de opciones (menús). Cuando la opción lo requiere, se le solicitan al usuario los datos específicos de la planta o equipo que desea costear.

En el caso de que el usuario haya solicitado que se cree un archivo específico para su aplicación, el programa crea un archivo de datos, donde se guarda la información (datos) alimentados por el usuario y los costos obtenidos por el programa.

Por último el programa presenta al usuario los resultados obtenidos en pantalla y pregunta al usuario si desea un reporte escrito, que en caso afirmativo imprime.

En la figura 3.2.1. se presenta el esquema general del entorno del programa; a continuación se explica dicho esquema.

1 . Libros y Artículos Técnicos : A partir de la literatura abierta de libros y artículos relacionados con la obtención de costos de plantas industriales se generaron los programas y subprogramas, y los archivos de datos que conforman el programa C.E.S.I.

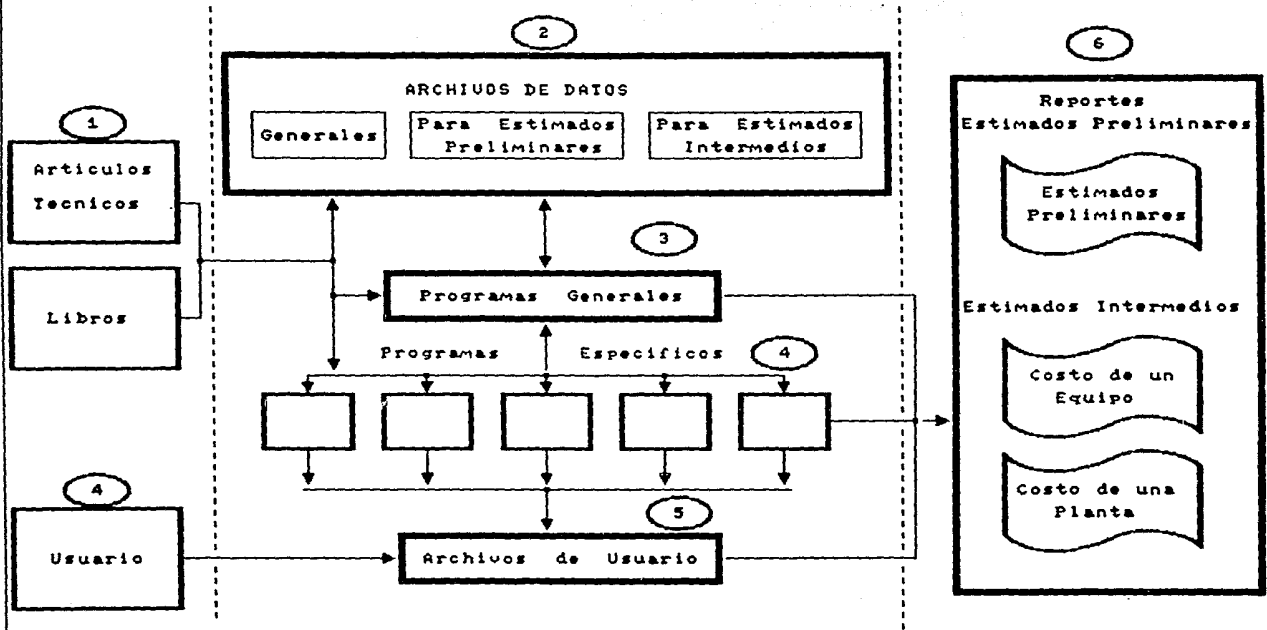
2 . Base de Datos : La base de datos del programa C.E.S.I. consta de:

a) Un archivo de datos para estimados preliminares, en donde se encuentran costos de plantas construidas, su capacidad y los índices que relacionan el costo de la planta con la capacidad de la misma; también contienen la fecha en la que fue obtenido dicho costo.

b) Otro archivo de datos de índices de inflación, en donde se encuentran los índices de inflación del Banco de México, del Chemical Engineering, de Marshall & Stevens, y la paridad del peso con respecto al dólar desde 1960 hasta 1989.

c) Y un archivo de datos para la información de los estimados intermedios, en éste se encuentran entre otros: información sobre las ecuaciones de cálculo de costo para cada tipo de equipo, los parámetros requeridos en los métodos de cálculo para cada tipo de equipo, los rangos para los cuales sirve cada método de cálculo, etc.

Fig. 3.2.1.



ESQUEMA GLOBAL DEL ENTORNO DEL PROGRAMA

C. E. S. I.

3 . Programas Generales: C.E.S.I. consta de una serie de módulos y subprogramas de cálculo que sirven, para realizar estimados preliminares, para estimados intermedios y para acceder los archivos de datos. Dentro de estos programas, se conforman los menús de opciones para cada caso; se solicitan al usuario los datos requeridos por cada método para estimar el costo, generalmente se valida la información numérica y se realizan los cálculos de tipo general. Estos subprogramas también se encargan de acceder toda la información de tipo general que se encuentra en la base de datos.

4 . Programas de tipo Específico : Los subprogramas de tipo específico son principalmente para estimados intermedios, se encargan de realizar el cálculo del costo para cada tipo de equipo y método en especial. Estos son programas pequeños que generan los resultados a partir de la información obtenida en los subprogramas anteriores tanto a partir de la información proporcionada por el usuario como de los archivos de datos.

5 . Archivos de Aplicación : Los archivos de aplicación son específicos para cada usuario; el programa los genera cuando el usuario desea obtener el costo de todos los equipos de una planta para conocer posteriormente el estimado de costo intermedio de la planta. En este caso se solicita al usuario una clave de identificación, a partir de la cual se genera un archivo particular en el que se guarda toda la información que el usuario proporcionó al programa y también los resultados que el programa ha generado a partir de los datos alimentados. Estos archivos permiten al usuario comenzar su trabajo un día e interrumpirlo sin que la información se pierda.

6 . Reportes : El programa proporciona al usuario los resultados de sus cálculos por medio de la impresión del contenido de las pantallas y sólo a petición del usuario se imprimen. También se presentan tres tipos de resultados: resultados de estimados preliminares, resultados del costo de cada equipo, resultados del costo de todos los equipos y de la planta.

### 3.3 Diagrama Modular

En la figura 3.3.1. se presenta el diagrama modular del programa, que a continuación se explica:

#### 3.3.1. Programa Principal

El propósito del programa principal es el de ofrecer al usuario el panorama general de todas las actividades que puede realizar el programa en su conjunto. Las opciones presentadas al usuario en este módulo son las siguientes:

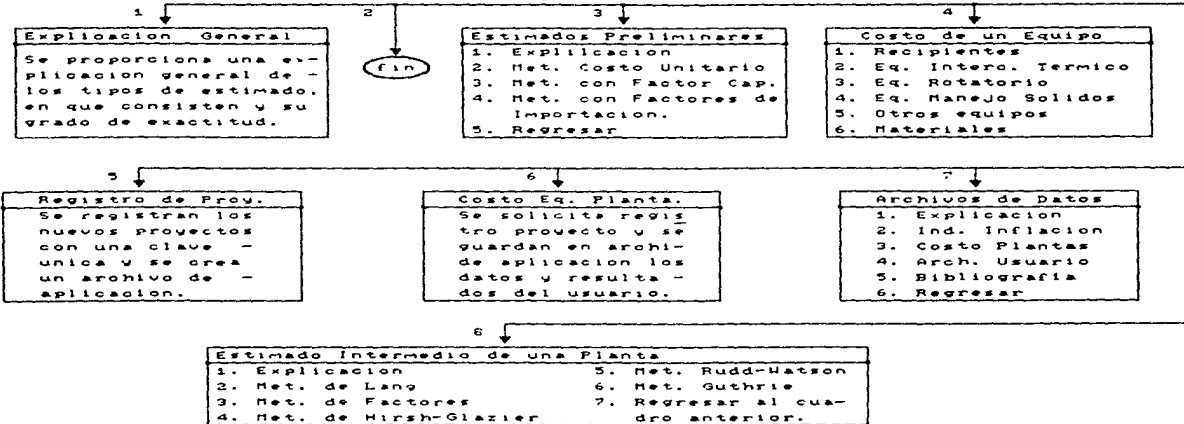
- 1 . - Explicación General del Programa
- 2 . - Salir del Programa
- Realización de Cálculos Directos
- 3 . - Realización de Estimados Preliminares
- 4 . - Estimado Intermedio del Costo de Equipo
- Realización de Cálculos para un Proyecto
- 5 . - Registro de un Proyecto
- 6 . - Estimado Intermedio del Costo del Equipo de una Planta
- 7 . - Actualización de los Archivos de Datos
- 8 . - Estimado Intermedio del Costo de una Planta

Fig. 3.3.1.

C. E. S. I.

MENU PRINCIPAL

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Explicacion General              | - CALCULOS PARA UN PROY.                      |
| 2. Salir del Programa               | 3. Registro de un Proyecteo                   |
| - CALCULOS DIRECTOS                 | 6. Estimado del Costo del equipo de la planta |
| 3. Estimado Preliminar de Plantas.  | 7. Actualizacion Archivos Datos               |
| 4. Estimado del Costo de un equipo. | 8. Estimado Intermedio de una Planta          |





Este programa se encarga de llamar a los módulos que realizan cada una de las actividades mencionadas de acuerdo con la elección del usuario.

### 3.3.2. Módulo de Explicación

Este módulo proporciona al usuario la descripción general del programa en la que se incluye una explicación general de lo que son los estimados de costos, de los tipos de estimados que existen y sus grados de exactitud o aproximación.

Conforme el programa continúa aparecen otras opciones de descripción en donde se explican más detalladamente los métodos de cálculo, los datos que requiere cada uno, en algunos casos las ecuaciones que utilizan, cómo obtener archivos de aplicación, reportes, etc.

### 3.3.3. Módulo de Estimados Preliminares.

Este módulo permite elegir al usuario uno de los tres métodos de cálculo disponibles para realizar estimados preliminares (ver inciso 2.2), también le proporciona una explicación de cada uno de los métodos de cálculo, su exactitud y las ecuaciones que utilizan.

El módulo de estimados preliminares accesa la información que requiere cada método, de la base de datos para estimados preliminares, y llama al subprograma adecuado para realizar el cálculo dependiendo del método elegido.

#### *3.3.4. Módulo de Estimado Intermedio de un Equipo*

Este módulo contiene los cuatro métodos para realizar estimados de tipo intermedio del costo de un equipo. En este módulo el usuario elige el equipo que desea costear y el método por medio del cual desea realizar el cálculo. Dentro de este módulo se le presenta al usuario una explicación del método que desea utilizar, las variables que debe introducir para llevar a cabo el cálculo y se obtiene el costo del equipo.

#### *3.3.5. Módulo de Registro de un Proyecto*

En este módulo se registran los proyectos de plantas cuyo costo desee ser estimado por algún método de tipo intermedio. Al registrar cada proyecto el programa crea un archivo en donde se almacenarán los datos y costos de cada uno de los equipos de la planta. Esta información será requerida para elaborar el estimado intermedio de la planta en el módulo de Estimados Intermedios de Plantas.

#### *3.3.6. Módulo de Costo del Equipo de una Planta*

Este módulo incluye la misma información que el módulo de costo intermedio de equipo, pero a diferencia de este último, almacena la información proporcionada por el usuario sobre cada equipo y el costo obtenido por el programa dentro del archivo de datos creado para el usuario en el módulo anterior.

### 3.3.7. Módulo de la Base de Datos

Este módulo permite al usuario introducir información en los archivos de datos, actualizarlos, o simplemente consultar los archivos de datos para conocer a partir de qué datos se están realizando los estimados de costos. También es posible obtener reportes impresos de estos archivos de datos.

### 3.3.8. Módulo de Estimado Intermedio de una Planta

Este módulo contiene la información necesaria para estimar el costo de una planta por medio de los siguientes métodos, descritos en el inciso 2.3.2:

1. Método de Factores de Lang
2. Método de Factores
3. Método de Hirsch - Glazier
4. Método de Rudd - Watson
5. Método de Guthrie

Para realizar el estimado intermedio por cualquiera de los métodos mencionados, el programa utiliza la información de costo de equipos almacenada en el archivo de datos del usuario.

### 3.4 Archivos de Datos

Dentro de esta sección se explica el objetivo, y las funciones de los archivos de datos y su estructura.

#### 1. Archivo de Datos de Costos de Plantas

Nombre : ccDATPT.DBF

Objetivo : Esta base de datos contiene los costos de alrededor de 50 plantas ya construidas de la industria química, petroquímica y de refinación. Su función dentro del programa es la de proporcionar los datos necesarios para realizar los cálculos de estimados preliminares.

Indexado : No

Memoria Requerida Actual : 7181 bytes

No. de Registros : 53

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	CLAV_PT	Clave de la Planta	C / 2
2.	NOM_PT	Nombre de la Planta	C / 35
3.	M1_PT	Disponibilidad del Método 1	C / 1
4.	M2_PT	" 2	"
5.	M3_PT	" 3	"
6.	CU_PT	Costo Unitario	N / 5.0
7.	CT_PT	Costo Total	N / 9.0
8.	F_PT	Factor Capacidad	N / 5.3
9.	CAP_PT	Capacidad de la Planta	N / 6.0
10.	UNID_PT	Unidades de Capacidad	C / 20
11.	AND_PT	Año de Referencia	C / 4
12.	BIB_PT	Referencia Bibliográfica	N / 2.0
13.	NOTAS_PT	Notas	C / 30

## 2. Archivo de Datos de Indices de Inflación

Nombre : ccINDEX.DBF

Objetivo : Dentro de este archivo de datos se encuentran los indices de inflación del Banco de México, del Chemical Engineering y de Marshall & Swift abarcando los años comprendidos entre 1960 y 1989; también se encuentran las paridades del peso mexicano con respecto al dólar y en general todos los datos necesarios para actualizar los costos de años anteriores.

Indexado : No

Memoria Requerida Actual : 3958 bytes

No. de Registros : 29

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	ANIO	Año	C / 4
2.	PARIDAD	Paridad	N / 7.2
3.	BANAMEX	Ind. del Banco de México	"
4.	CEPTASPROM	Ind. Promedio del Chem. Eng.	"
5.	MSPROMEDIO	Ind. Promedio de Marshall & S.	"
6.	MSPTASQUIM	Ind. Ptas. Químicas de M & S	"
7.	MSPTASPETR	Ind. Ptas. Petroq. de M & S	"
8.	CEEQMAQSOP	Ind. C. E. Equipo, Maq. y Sop.	"
9.	MANOOBRA	Ind. C. E. Instal. y Erección	"
10.	CONSTRUCC	Ind. C. E. Construcción	"
11.	INGENIERIA	Ind. C. E. Ing. y Supervisión	"
12.	FABREQUIPO	Ind. C. E. Rec. y Camb. Calor	"
13.	MAQPROCESO	Ind. C. E. Maquinaria Proc.	"
14.	TUBERIA	Ind. C. E. Tubería y Acc.	"
15.	INSTRUMEN	Ind. C. E. Instrumentos	"
16.	BOMBYCOMP	Ind. C. E. Bombas y Compres.	"
17.	EQUIPELECT	Ind. C. E. Equipo Eléctrico	"
18.	ESTRUCTURA	Ind. C. E. de Estructuras	"

3. Archivo de Datos de Constantes de Ecuaciones  
para el Cálculo de Costos de Equipos

Nombre : ccCALEQ.DBF

Objetivo : Dentro de este archivo de datos se encuentran las constantes de las ecuaciones polinomiales que representan el costo de los equipos en función de alguna de sus variables de diseño. El programa elige, mediante una clave específica para cada equipo y método de cálculo, la ecuación que debe utilizar y lee de este archivo las constantes de cada ecuación.

Indexado : No

Memoria Requerida Actual : 61,018 bytes

No. de Registros : 303

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	IDENT	Identificación Ecuación	C / 2
2.	NUMEQSD	Número de Constantes	N / 2.0
3.	C1	Valor de la Constante 1	N / 19.0
4.	C2	" 2	"
5.	C3	" 3	"
6.	C4	" 4	"
7.	C5	" 5	"
8.	C6	" 6	"
9.	C7	" 7	"
10.	C8	" 8	"
11.	C9	" 9	"
12.	C10	" 10	"

#### 4. Archivo de Siglas de Variables

Nombre : ccSIGVAR.DBF

Objetivo : Dentro de este archivo de datos se encuentran las claves que se han asignado para cada una de las condiciones de operación y variables de diseño que requieren cada uno de los métodos de cálculo para cada equipo. Por ejemplo la sigla "POP" significa presión de operación. El programa reconoce el significado de las siglas, y con ello solicita al usuario el valor de las variables de diseño requeridas.

Indexado : No

Memoria Requerida Actual : 8,314 bytes

No. de Registros : 124

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	SIGL_SI	Sigla de la Variable	C / 4
2.	DESC_SI	Descripción de la Variable	C / 60
3.	UNID_SI	Unidad de la Variable	C / 7

## 5. Archivo de Siglas de Familias de Equipos

Nombre : ccFAMIEQ.DBF

Objetivo : Dentro de este archivo de datos se encuentran las claves que se han asignado a cada uno de los equipos utilizados en la versión actual de CESI. Por ejemplo la sigla 'RAV' significa Recipiente Atmosférico Vertical. El programa reconoce el significado de las siglas, con objeto de aludir al nombre del equipo en cuestión.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 8314 bytes

No. de Registros : 124

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	SIGL_FA	Identificación del Equipo	C / 3
2.	DESC_FA	Descripción del Equipo	C / 50



6. Archivo de Opciones de Métodos de Cálculo de Costo de Equipo.

Nombre : ccOPCME.DBF

Objetivo : Dentro de este archivo de datos se encuentran asignados para cada clave de identificación de equipo, las claves correspondientes a cada uno de los métodos disponibles para el cálculo del costo de cada equipo. Por ejemplo: a la clave RAV (recipiente atmosférico vertical), se encuentran asignadas las claves 1, 2 y 4, lo que significa que para calcular el costo de este tipo de recipientes, CESI cuenta con 3 métodos de cálculo de costo, identificados con las claves 1, 2 y 4.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 637 bytes

No. de Registros : 49

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	CLAEQ_OPC	Clave del Equipo	C / 5
2.	MET_PCM	Claves de Métodos Disponibles	C / 5

7. *Archivo Base para la Creación de Archivos de Usuario.*

Nombre : ccUBASE.DBF

*Objetivo :* Este es un archivo base, a partir del cual se crean los archivos de cada uno de los usuarios que desean calcular el costo de una planta completa. El programa copia la estructura de este archivo en otro archivo cuyo nombre está formado por la clave del usuario. En este último se guardan todos los datos sobre equipo que proporciona el usuario, así como los costos calculados por el programa.

*Indexado :* No.

*Memoria Requerida Actual :* 1409 bytes

*No. de Registros :* 0

El tamaño de los archivos de los usuarios depende del número de equipos con que cuenta la planta por costear. Para una planta con 36 equipos la memoria requerida es de 22398 bytes.

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	IIE-U	Identificación interna del Eq.	C / 3
2.	IEE-U	Identificación externa del Eq.	C / 6
3.	MET_U	Clave Método de Cálculo	C / 1
4.	SER_U	Servicio del Equipo	C / 20
5.	SECC_U	Sección de la Planta	C / 13
6.	IDEQM_U	Clave Equipo y Método	C / 6
7.	U_10	Variable 1	N / 11.2
8.	U_11	" 2	"
9.	U_12	" 3	"
10.	U_13	" 4	"
11.	U_14	" 5	"
12.	U_15	" 6	"
13.	U_16	" 7	"
14.	U_17	" 8	"
15.	U_18	" 9	"
16.	U_19	" 10	"
17.	U_20	" 11	"
18.	U_21	" 12	"
19.	U_22	" 13	"
20.	U_23	" 14	"
21.	U_24	" 15	"
22.	U_25	" 16	"
23.	U_26	" 17	"
24.	C10_U	Costo 1	N / 19.0
25.	C11_U	" 2	"
26.	C12_U	" 3	"
27.	C13_U	" 4	"
28.	C14_U	" 5	"
29.	DA_U	Año del Método de Cálculo	C / 4
30.	C15_U	Costo 6	N / 19.0
31.	C16_U	" 7	"
32.	C17_U	" 8	"
33.	C18_U	" 9	"
34.	C19_U	" 10	"
35.	C20_U	" 11	"
36.	C21_U	" 12	"
37.	C22_U	" 13	"
38.	C23_U	" 14	"
39.	C24_U	" 15	"
40.	C25_U	" 16	"
41.	C26_U	" 17	"
42.	C27_U	" 18	"
43.	WW_U	Identificación Método Guthrie	C / 1

8. Archivo de Porcentajes para Cálculo de Costos Directos e Indirectos de Equipo de Proceso - Método Guthrie.

Nombre : ccl.DBF

Objetivo : Este archivo de datos contiene los coeficientes para el cálculo del costo de materiales, de erección y costos indirectos por tipo de equipo de proceso, según el Método Guthrie.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 4,310 bytes

No. de Registros : 52

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	IDENT_1	Identificación	C / 2
2.	MAT_1	% Costos Materiales	N / 5.3
3.	TUB_1	% Costos Tubería	"
4.	CON_1	% Costos Concreto	"
5.	ACE_1	% Costos Acero	"
6.	INST_1	% Costos Instrumentos	"
7.	ELEC_1	% Costos Equipo Eléctrico	"
8.	REC_1	% Costos Recubrimientos	"
9.	PINT_1	% Costos Pintura	"
10.	MATER_1	% Costos Materiales Erección	"
11.	EQSET_1	% Costos equipo para Erección	"
12.	MODIR_1	% Costos Mano de Obra Directa	"
13.	IMSEG_1	% Costos Impuestos y Seguros	"
14.	INDIR_1	% Costos Indirectos	"
15.	TOT_1	% Costos Totales	"

9. Archivo de Datos para Cálculo de Costo de Equipo  
de Manejo de Sólidos - Método Guthrie.

Nombre : cc10.DBF

Objetivo : Este archivo de datos contiene los costos para el equipo de manejo de sólidos, las ecuaciones necesarias para escalar esos costos según la capacidad del equipo, los factores de escalación y porcentajes para calcular el costo de mano de obra y costos indirectos, según el método de Guthrie.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 3,341 bytes

No. de Registros : 89

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	IDEN_C10	Identificación	C / 6
2.	COST_C10	Costo del Equipo	N / 8.2
3.	EC_C10	Ecuación para Escalamiento	N / 2.0
4.	FAC_C10	Factor para Escalación	N / 4.2
5.	M_C10	% Costo Mano de Obra	N / 4.2
6.	INDI_C10	% Costos Indirectos	N / 4.2

## 10. Archivo de Textos de Explicación

Nombre : cc\_DESC.DBF

Objetivo : Este archivo de datos contiene todos los textos que aparecen en pantalla, cada vez que el usuario teclea la opción de "Explicación", desde un menú general de opciones.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 35,318 bytes

No. de Registros : 463

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	OP	Identificación	C / 2
2.	DESC	Explicación	C / 72
3.	C	Auxiliar	C / 1

## 11. Archivo de Métodos para el Cálculo de Costo de Equipo.

Nombre : ccMET.DBF

Objetivo : Este archivo de datos contiene los textos de explicación, las variables requeridas y los rangos permitidos para cada variable, necesarios para el cálculo del costo de cada uno de los equipos y métodos de cálculo de costo de equipo.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 231,672 bytes

No. de Registros : 98

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	CLAME_ME	Identificación	C / 4
2.	NUMVAR_ME	Número de Variables Requeridas	N / 2
3.	NUMEXP_ME	Número de Renglones de Explic.	N / 2
4.	E10	Explicación	C / 65
5.	E11	"	"
6.	E12	"	"
7.	E13	"	"
8.	E14	"	"
9.	E15	"	"
10.	E16	"	"
11.	E17	"	"
12.	E18	"	"
13.	E19	"	"
14.	E20	"	"
15.	E21	"	"
16.	E22	"	"
17.	E23	"	"
18.	E24	"	"
19.	E25	"	"
20.	E26	"	"
21.	E27	"	"
22.	E28	"	"
23.	E29	"	"
24.	E30	"	"
25.	E31	"	"
26.	E32	"	"
27.	E33	"	"
28.	E34	"	"
29.	E35	"	"
30.	E36	"	"
31.	E37	"	"
32.	E38	"	"
33.	E39	"	"
34.	E40	"	"
35.	V10	Clave Variable/Valor Mx./Mín.	C / 19
36.	V11	"	"
37.	V12	"	"
38.	V13	"	"
39.	V14	"	"
40.	V15	"	"
41.	V16	"	"
42.	V17	"	"
43.	V18	"	"
44.	V19	"	"
45.	V20	"	"
46.	V21	"	"
47.	V22	"	"
48.	V23	"	"
49.	V24	"	"
50.	V25	"	"
51.	V26	"	"

## 12. Archivo de Registro de Usuarios

Nombre : cCREGUSU.DBF

Objetivo : Este archivo contiene los datos de registro de cada uno de los usuarios y se utiliza para que dos o más usuarios no tengan la misma identificación de usuario.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 1490 bytes

No. de Registros : 0

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	REGPROY_R	Clave del Proyecto	C / 4
2.	REGRES_R	Identificación del Responsable	C / 4
3.	NOMPROY_R	Nombre del Proyecto	C / 30
4.	NOMPTA_R	Nombre de la Planta	C / 30
5.	FEINI_R	Fecha de Inicio del Proy.	F / 8
6.	CAPFTA_R	Capacidad de la Planta	N / 9.0
7.	UNID_R	Unidades de Capacidad	C / 9
8.	UBIC_R	Ubicación de la Planta	C / 30
9.	NOMRES_R	Nombre Responsable	C / 21



### 13. Archivo de Datos Bibliográficos

Nombre : ccBIBLIO.DBF

Objetivo : Este archivo de datos contiene la bibliografía completa de los artículos y libros utilizados para la elaboración de esta tesis.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 2,250 bytes

No. de Registros : 10

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	CLAV_BI	Identificación	C / 1
2.	DESC_BI	Descripción	C / 20
3.	AUTOR_BI	Autor	C / 45
4.	REVI_BI	Revista	C / 70
5.	TITU_BI	Título	C / 70

14. Archivo de Costos de Desarrollo del Sitio  
Método Guthrie.

Nombre : cc2.DBF

Objetivo : Este archivo contiene los datos para calcular los costos de desarrollo del sitio según el método de evaluación de costos de plantas de Guthrie. Contiene la descripción de cada uno de los rubros, las unidades en que debe el usuario introducir sus datos, los valores máximo, mínimo y normal para cada rubro y la relación del costo de mano de obra con respecto al de materiales.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 4,00B bytes

No. de Registros : 61

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	DESC_2	Descripción	C / 30
2.	UNID_2	Unidades	C / 6
3.	MIN_2	Costo / Unidad Mínimo	N / 7.2
4.	NOR_2	" Normal	"
5.	MAX_2	" Máximo	"
6.	LM_2	Costo Mano Obra / Costo Mat.	N / 4.2

15. Archivo de Costos de Estructuras  
Método Guthrie.

Nombre : cc3.DBF

Objetivo : Este archivo contiene los datos para calcular los costos de las estructuras, de acuerdo con su altura según el método de evaluación de costos de plantas de Guthrie.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 1,730 bytes

No. de Registros : 32

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	DESC_3	Descripción	C / 30
2.	ALTU_3	Altura	N / 5.2
3.	BAJ_3	Costo / ft <sup>3</sup> Mínimo	"
4.	MED_3	" Normal	"
5.	ALT_3	" Máximo	"

**16. Archivo de Costos de Servicios  
Método Guthrie.**

Nombre : cc4.DBF

Objetivo : Este archivo contiene los datos para calcular los costos de los servicios de la planta según el método de evaluación de costos de plantas de Guthrie. Contiene la descripción de cada uno de los rubros, las unidades en que debe el usuario introducir sus datos, los valores máximo, mínimo y normal para cada rubro y la relación del costo de mano de obra con respecto al de materiales.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 6,148 bytes

No. de Registros : 62

Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	DESC_4	Descripción General	C / 30
2.	DES_4	Descripción Particular	"
3.	UNID_4	Unidades	C / 6
4.	MIN_4	Costo / Unidad Mínimo	N / 8.2
5.	NOR_4	" Normal	"
6.	MAX_4	" Máximo	"
7.	LM_4	Costo Mano Obra / Costo Mats.	N / 4.2

17. Archivo Base para Usuarios que Estimen  
Costos de Plantas por el Método Guthrie.

Nombre : ccUGBASE.DBF

Objetivo : Este archivo sirve para crear los archivos de aquellos usuarios que deseen calcular el costo de una planta por el método de Guthrie. En el archivo de cada usuario se guardan los datos obtenidos de cada uno de los módulos de estimado de plantas del método mencionado.

Indexado : No.

Memoria Requerida Actual : 288

No. de Registros : 0

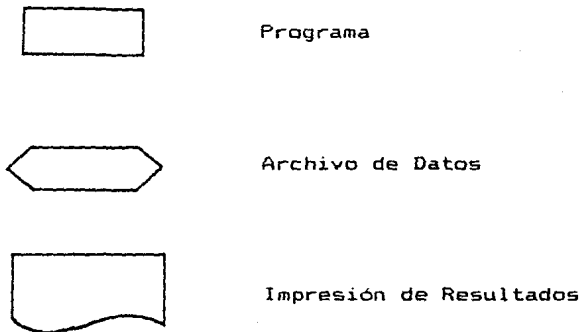
Estructura:

No.	Nombre Campo	Contenido	Tipo / Long.
1.	CLAVE_G	Clave del Módulo	C / 6
2.	NOMB_G	Nombre del Módulo	C / 13
3.	MAT_G	Costo Materiales	N / 19.0
4.	MO_G	Costo Mano de Obra	"
5.	TOT_G	Costo Total	"

### 3.5 Diagrama de Bloques del Programa

Dentro de esta sección se presentan los diagramas de bloques que representan al programa 'C. E. S. I.'. En ellos se muestran los diferentes menús de opciones con que cuenta el programa, las funciones de los subprogramas generales y la interrelación de estos últimos con los archivos de datos.

La nomenclatura utilizada en estos diagramas de bloques es la siguiente:



El número encima de los bloques representa la opción elegida por el usuario.

La fig. 3.5.1. representa el primer diagrama de bloques, en él se representa el programa principal llamado "CC", sus programas auxiliares "CCX1, CCNOM1 y CCLOGO" y los subprogramas a los cuales enlaza según la opción elegida por el usuario en el menú principal.

El subprograma "CC\_DESC" utiliza el archivo de datos CC\_DESC para presentar las pantallas de "Explicación General de Programa".

La fig. 3.5.2. representa los subprogramas que realizan los cálculos para estimar el costo preliminar de una planta: "CCPR, CCPRC, CCPRCX1". El subprograma CCPR presenta los menús de opciones y los subprogramas CCPRC y CCPRCX1 realizan los cálculos, el primero de ellos para los dos primeros métodos y el segundo para el tercer método de cálculo.

El subprograma CCACTEQ actualiza el costo de la planta obtenido por CCPRC utilizando los índices de inflación del archivo de datos CCINDEX y presenta la pantalla de resultados.

El subprograma CC\_DESC utiliza el archivo de datos CC\_DESC para presentar las pantallas de explicación correspondientes a estimados preliminares, al igual que lo hace para todas las pantallas generales de explicación.

El subprograma CCWAIT pregunta al usuario si desea imprimir los resultados y CC\_PANT prepara la pantalla para la impresión de resultados como los mostrados en los cuadros 4.1, 4.2 y 4.3.

La fig. 3.5.3. muestra los subprogramas y archivos de datos que intervienen cuando el usuario desea calcular el costo de un equipo. CCINEQ y CCINEQX presentan las pantallas donde se encuentran todos los equipos cuyo costo puede calcularse con CESI y solicitan al usuario que elija el que desea calcular. El subprograma CCINEQM presenta los métodos de cálculo con que cuenta CESI (ver tabla 3.6.2.) para el equipo elegido por el usuario.

El subprograma CCINEQV pregunta al usuario si desea una explicación del método, una lista de las variables requeridas por el método ó comenzar los cálculos. Según la elección del usuario

presenta la explicación, las variables requeridas o enlaza a CCINEQV2 para que solicite el valor de las variables requeridas, si el usuario desea comenzar con los cálculos. Así mismo CCINEQV forma el nombre y enlaza al subprograma cuyo nombre formó para que realice los cálculos del costo del equipo elegido.

Al igual que en el caso de estimados preliminares los subprogramas CCACTEQ y CCACTEQ1 actualizan el costo del equipo pro medio de los índices de inflación y el subprograma cc\_PANT prepara la pantalla para impresión (ver cuadros 4.6, 4.9, 4.12, 4.13 y 4.16).

La fig. 3.5.4. muestra los subprogramas encargados de registrar los proyectos (CCINEP) y de calcular el costo de los equipos de una planta (CCINEPI). CCINEP solicita la clave de indentificación para el proyecto, revisa que dicha clave no haya sido utilizada, registra el nuevo proyecto en el archivo de datos CCREGPROY y crea dos archivos para el usuario utilizando la clave de su proyecto para nombrarlos.

CCINEPI solicita el registro del proyecto, verifica que éste haya sido registrado y se enlaza con el subprograma CCINEQ para realizar el cálculo del costo del equipo en la misma forma descrita en la figura 3.5.3.

La fig. 3.5.5. representa el diagrama de bloques referente a la opción de consulta, actualización y modificación de los archivos de datos. El subprograma CCBD presenta los menús de opciones. El subprograma CCBD2 permite modificar, actualizar y/o consultar el archivo de índices de inflación y paridades; el subprograma CCBD3, para el archivo de costos de plantas para estimados prelliminares; los subprogramas CCBD5, CCBD5A y CCBD5B, para el archivo del usuario, y el subprograma CCBD6, para el archivo de bibliografía.



La fig. 3.5.6. muestra el diagrama de bloques para el estimado de plantas de tipo intermedio. El subprograma CCINPT presenta el menú de opciones de métodos de CESI y enlaza al subprograma correspondiente según la opción del usuario. CCINPTL realiza los cálculos por medio del Método Lang, CCINPTF, por medio del Método de Factores, CCINPTH por medio del Método de Hirsh-Glazier, CCINPTR por medio del Método de Rudd-Watson, y cada uno de ellos presenta una pantalla de resultados en función al método de cálculo utilizado (Ver cuadros 4.23 a 4. 26).

CCINPTG presenta la explicación y los módulos de cálculo para el método de Guthrie y enlaza a cada uno de los subprogramas que calculan el costo para cada módulo, mostrados ellos en la fig. 3.5.7. (Ver cuadros 4.27 a 4.35).

Fig. 3.5.1.

C. E. S. I. DIAGRAMA DE BLOQUES

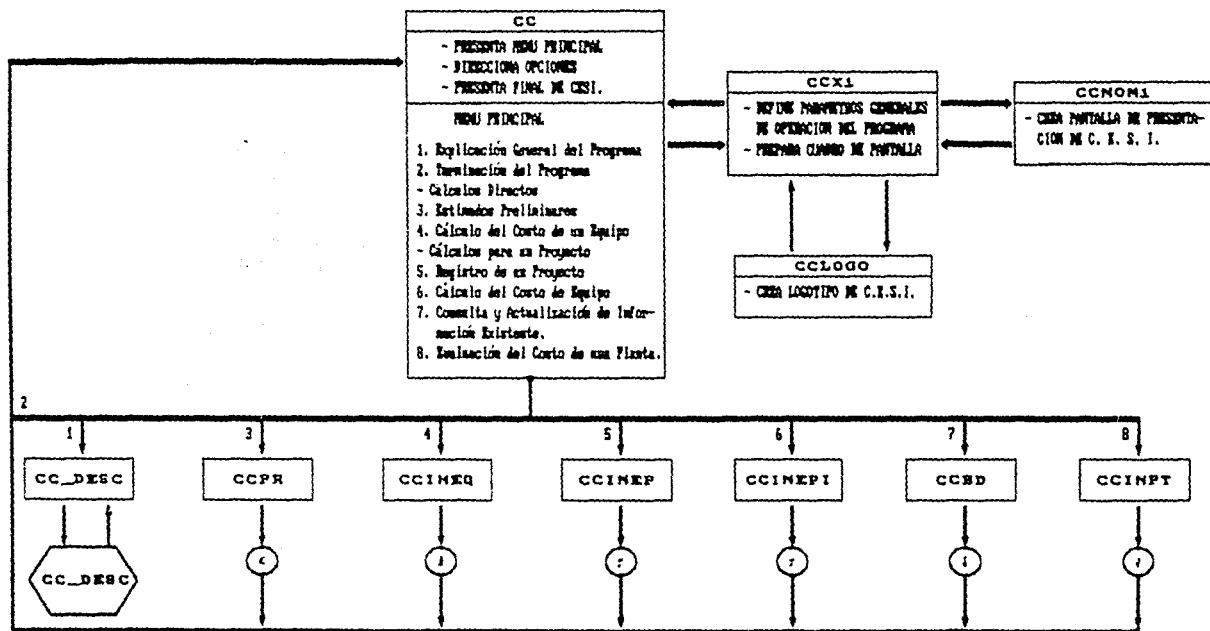


Fig. 3.5.2.

C. E. S. I. DIAGRAMA DE BLOQUES

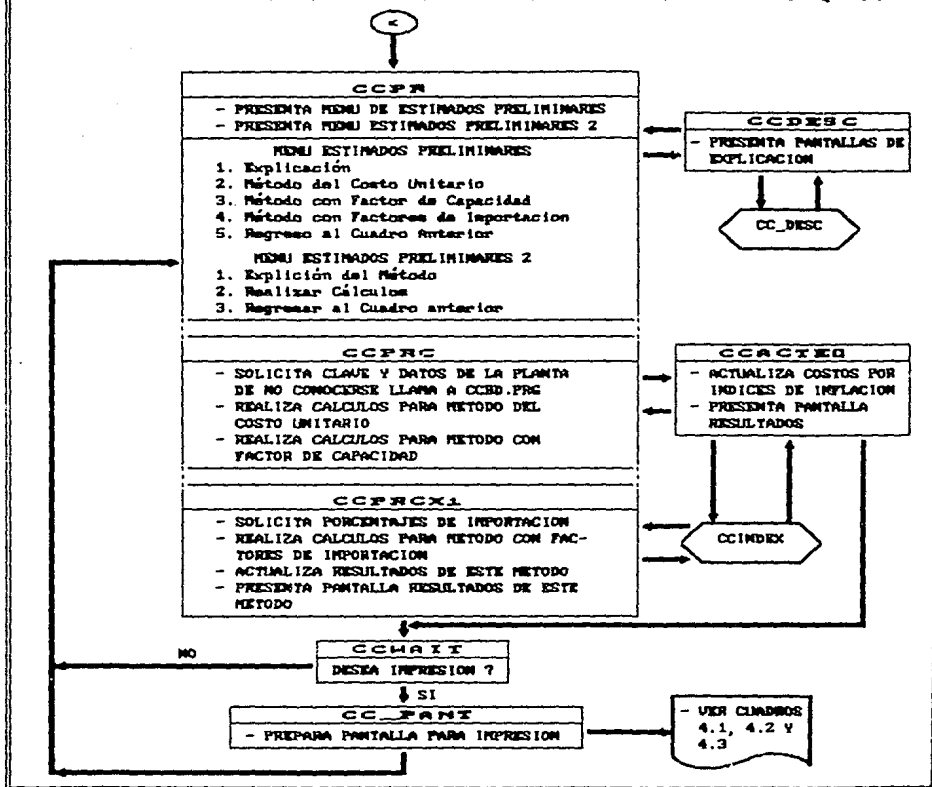




Fig. 3.5.4.

C. E. S. I. DIAGRAMA DE BLOQUES

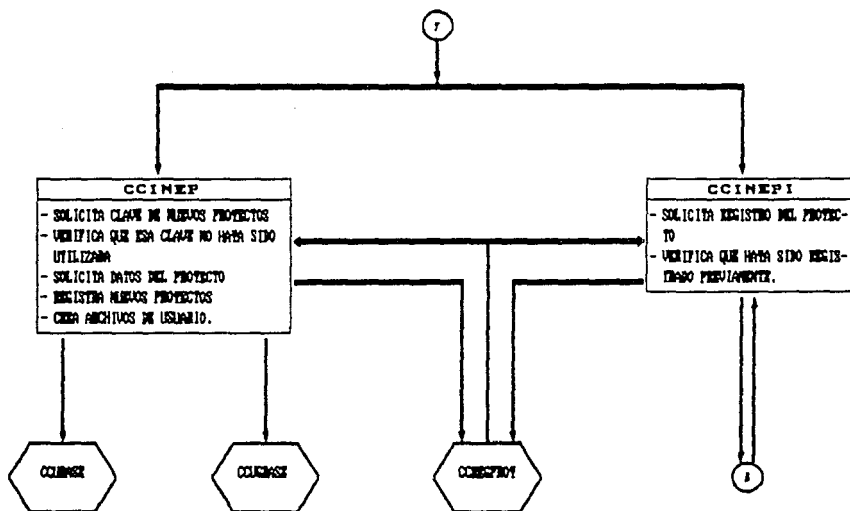


Fig. 3.5.5.

C. E. S. I. DIAGRAMA DE BLOQUES

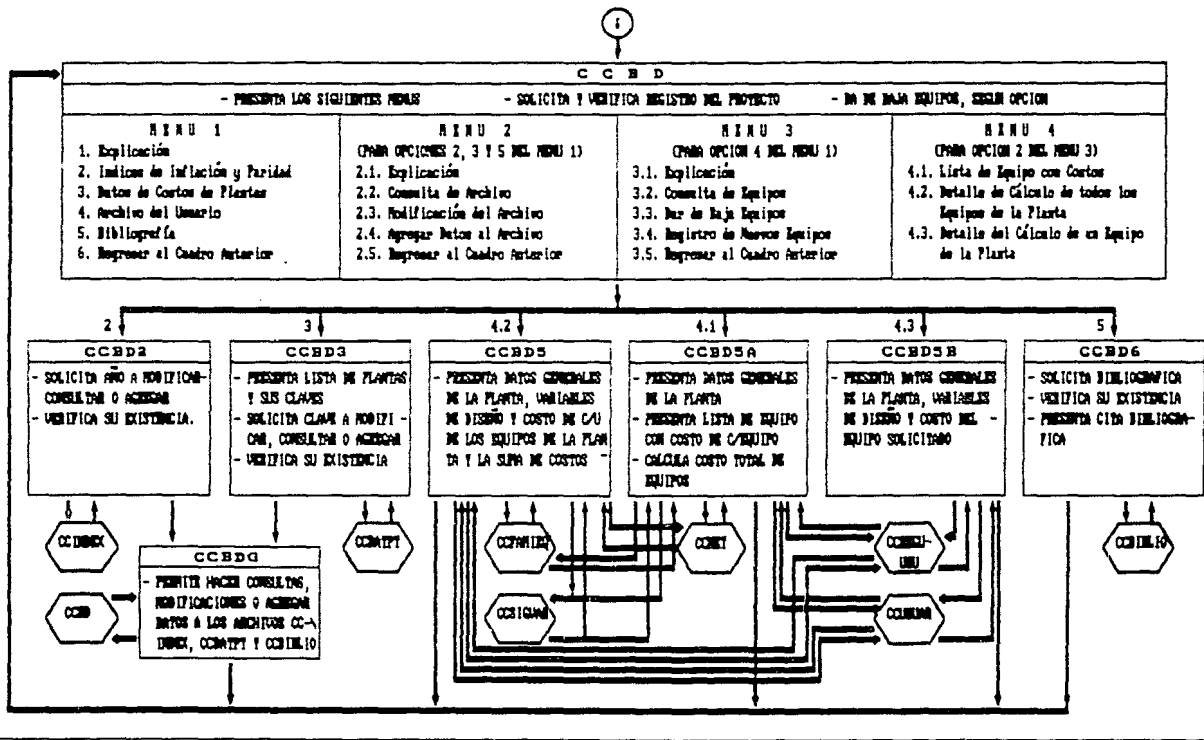


Fig. 3.5.6.

C. E. S. I. DIAGRAMA DE BLOQUES

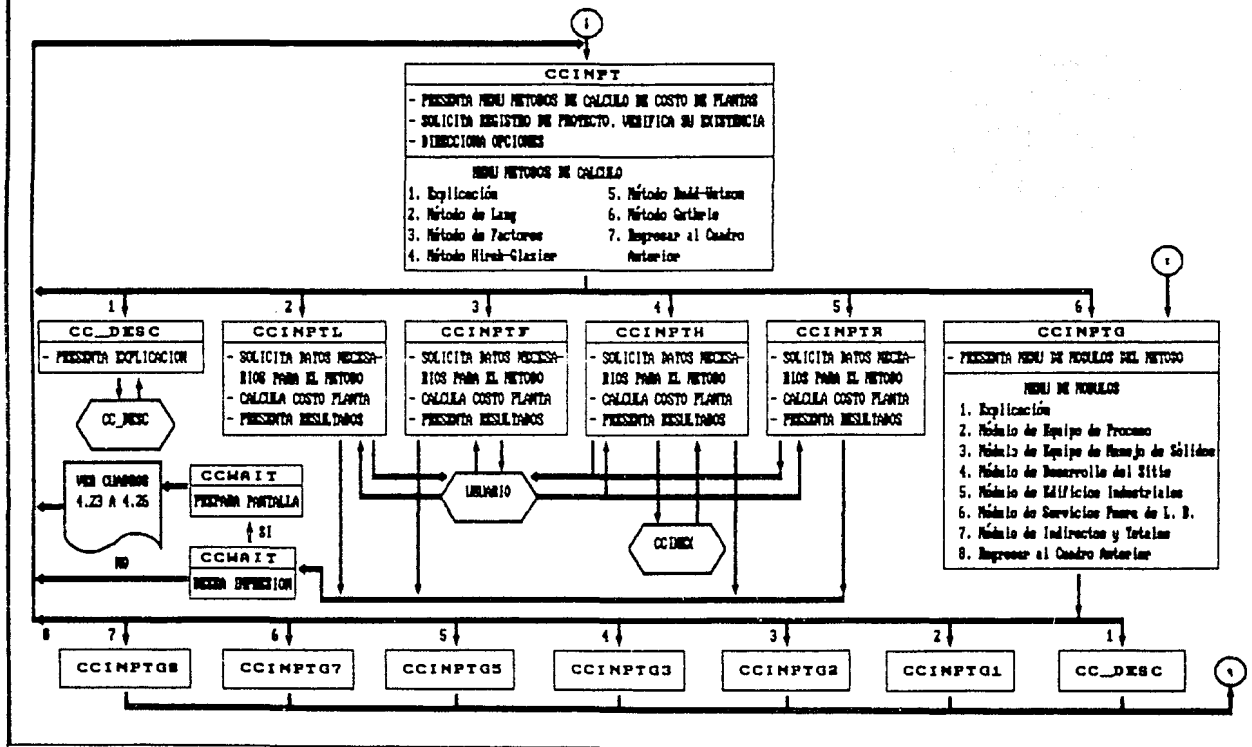
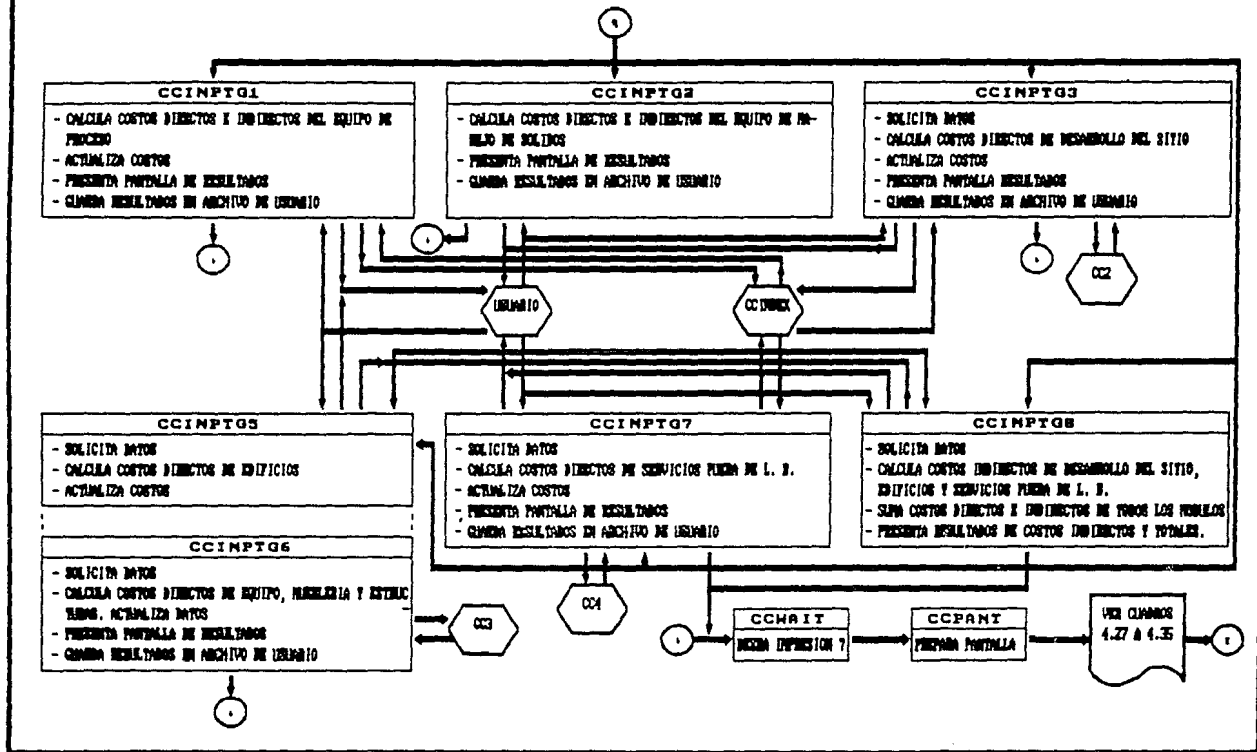


Fig. 3.5.7.

C. E. S. I. DIAGRAMA DE BLOQUES





### 3.6 Operación del Programa

El programa "CESI", como se dijo anteriormente, es de tipo conversacional, por lo cual siempre presenta pantallas de elección para que el usuario indique el número correspondiente a la opción de cálculo que desea realizar, ello hace que el programa sea de fácil manejo.

Por otra parte "CESI" cuenta con opciones llamadas de "Explicación" en donde el programa indica al usuario los cálculos que se realizan con las demás opciones que se encuentran en la pantalla de opciones y los requisitos necesarios para llevar a cabo dichos cálculos.

En la primera pantalla que despliega el programa aparecen las siguientes opciones:

1. Explicación General
2. Fin del Programa
  - Cálculos Directos
3. Estimado Preliminar de una Planta
4. Estimado Intermedio del Costo de Un Equipo
  - Cálculos
5. Registro de un Proyecto
6. Estimado Intermedio Equipos de una planta
7. Archivos de Datos
8. Estimado Intermedio del Costo de una Planta

A continuación se explica como y para que utilizar cada una de esta opciones dentro del programa:

1. Explicación General del Programa . - Dentro de esta opción se ofrece al usuario una explicación general de todas las opciones de cálculo con que cuenta el programa.

2. Terminación del Programa . - Mediante esta opción se termina con la ejecución del programa.

- Cálculos Directos . - Las opciones contenidas en esta categoría son aquellas en donde el usuario sólo realizará un cálculo, podrá imprimir los resultados si así lo desea, pero no continuará con una serie de cálculos, por lo cual el programa no creará un archivo almacenar los datos de este usuario.

3. Estimado Preliminar de una Planta . - Dentro de esta opción el usuario puede realizar estimados preliminares del costo de una planta por tres métodos, explicados en el capítulo 2. Al elegir la opción 3 del Menú Principal aparece una pantalla con las siguientes opciones:

1. Explicación
2. Método del Costo Unitario
3. Método de Factor de Capacidad
4. Método de Capacidad con Factores de Importación
5. Regreso al cuadro anterior.

En la opción de "Explicación" se ofrece al usuario una breve descripción de los cálculos que realiza el programa en cada uno de los tres métodos de cálculo, correspondientes a las opciones 2, 3 y 4, y los datos necesarios en cada caso.

Dentro de las opciones 2 y 3 el usuario debe proporcionar la clave de la planta que desea costear y la capacidad de la misma, después de lo cual aparece una pantalla con los resultados obtenidos por el programa.

En caso de que el usuario no conozca la clave de la planta que desea costear puede consultarla en la opción de "Archivos de Datos" o directamente en esta opción, contestando 'N' (NO) a la pregunta realizada por el programa sobre si conoce la clave de la planta.

En la opción 4, Método de Factores con Factores de Importación, el usuario debe proporcionar, además de los datos solicitados en las dos opciones anteriores, el porcentaje de importación de algunos rubros como son equipo, materiales, ingeniería, etc.

La opción 5 permite regresar al menú principal.

4. Estimado Intermedio del Costo de un Equipo . - Si el usuario elige esta opción "CESI", presenta a continuación dos pantallas en donde aparecen todos los equipos para los cuales el programa cuenta con al menos un método de cálculo para estimar su costo (Ver tabla 3.6.2.). La primera de estas pantallas aparece después de teclear la opción 4 y corresponde a los equipos principales de una planta; para que aparezca la segunda pantalla, el usuario debe teclear la opción "S" o "s" y aparece la lista de los equipos de manejo de sólidos, de los equipos más pequeños de la planta y de algunos materiales. Para regresar al menú principal el usuario debe teclear "R" o "r".

Para elegir cualquier equipo de los 50 que se encuentran en las dos pantallas, el usuario debe teclear el número que se encuentra a la izquierda del mismo. Después de esto aparece una lista de los métodos con los que cuenta el programa para estimar el costo del equipo elegido. Nuevamente el usuario debe teclear el número a la izquierda del método de cálculo que desea seleccionar.

A continuación, aparece una pantalla en la que se muestran las siguientes opciones:

1. Explicación . - En ella se encuentran los rangos dentro de los cuales puede aplicarse el método, una descripción detallada de las características (dimensiones, materiales, condiciones de operación, etc.) para los cuales es aplicable el método, la exactitud del método y el año para el cual proporciona los costos el método seleccionado.

2. Variables Requeridas . - En esta opción se presenta una lista de las variables que requiere el método para calcular el costo del equipo. Todas las claves mencionadas en estas listas aparecen en la explicación correspondiente a cada equipo.

3. Realizar Cálculos . - Esta opción lleva al usuario a una pantalla en donde debe proporcionar al programa una clave de identificación del equipo elegida por el usuario, el servicio del equipo y la sección de la planta donde se encuentra el equipo, además de todas las variables listadas en la opción 2 (Variables Requeridas). Después de que el usuario ha proporcionado todos los datos aparece un letrero que indica al usuario que el programa está realizando los cálculos necesarios; al terminar aparece la hoja de resultados, la cual varía según el método de cálculo utilizado.

5. Registro de un Proyecto . - Cada vez que el usuario desee calcular el costo de una planta por un método de estimados intermedios deberá registrar su proyecto. Al elegir esta opción el programa preguntará al usuario cual desea que sea la clave de este proyecto, revisará entre los demás proyectos registrados y aceptará la clave si no hay otra igual dentro de su archivo. En caso de haber otra igual lo informa al usuario y le solicita otra.

Una vez que la clave del usuario ha sido aceptada, el programa solicita algunos datos generales sobre el proyecto como son: el nombre del proyecto, el nombre de la planta, el nombre del responsable, sus iniciales, la ubicación de la planta, la fecha de inicio del proyecto, etc; el usuario puede proporcionar estos datos o nó. Sin embargo el programa crea un archivo con el nombre de la clave del usuario, en él guardará toda la información que éste proporcione sobre sus equipos y los costos que sean calculados para el proyecto registrado.

6. Estimado Intermedio del Costo de un Equipo . - Siempre que el usuario desee calcular el costo de un equipo que pertenece a una planta debe hacerlo con esta opción y no con la opción 4 del menú principal; ya que únicamente mediante la opción 6 del mismo menú, los datos y resultados obtenidos para cada equipo serán guardados dentro de su archivo de usuario.

Por lo demás esta opción es igual a la opción 4 del menú principal, la única diferencia que observará el usuario es que al iniciar los cálculos se solicita la clave del proyecto para guardar los datos.

7. Archivos de Datos . - Esta opción permite al usuario ver el contenido de algunas de las bases de datos con que cuenta el programa. Con esta opción el usuario puede consultar, modificar y/o agregar datos a los siguientes archivos:

- Indices de Inflación y Paridades
- Costos de Plantas (para estimados preliminares)
- Archivo del Usuario
- Bibliografía

Además dentro de esta opción, al igual que en todas las anteriores, se ofrece una opción de "Explicación" en donde se describe el contenido de cada uno de estos archivos y la manera de consultarlos, modificarlos y / o agregar datos en ellos.

8. Estimado Intermedio del Costo de una Planta . - En esta opción puede calcularse el costo de una planta siempre y cuando se hayan calculado todos los equipos con que cuenta la planta y sus costos hayan sido guardados en el archivo del usuario. Al elegir esta opción aparece una pantalla con los métodos de cálculo con que cuenta el programa:

1. Explicación . - Aparece una descripción de cada uno de los métodos con que cuenta el programa para realizar el cálculo de costos de plantas y se señalan los datos que requiere cada uno.

2. Método de Factores de Lang . - Al seleccionar esta opción aparece una pantalla en la cual se presentan tres opciones al usuario:

1. Sólidos
2. Líquidos y Sólidos
3. Líquidos

El usuario debe indicar que tipo de substancias maneja su planta y a continuación aparecerán los resultados obtenidos por este método.

3. Método de Factores
4. Método de Hirsh & Glazier
5. Método de Rudd & Watson
6. Método de Guthrie
7. Regreso al cuadro anterior

En las opciones 3 a 5 el programa va preguntando al usuario algunas características de su planta como son complejidad de la instrumentación, estado físico de las sustancias que maneja, tipo de construcción, etc., según sea requerido por el método. El usuario únicamente tiene que ir indicando una de las opciones y en algunos casos, en los que se presenta un rango para cada opción, proporcionar un número adecuado dentro del rango mostrado por el programa. Al terminar aparece la hoja de resultados con todos los datos calculados por el programa.

La opción 6, Método Guthrie, es un poco diferente ya que primero debe seleccionarse alguno de los módulos en los cuales este método divide el costo de una planta. Antes de seleccionar el módulo puede consultarse la opción de "Explicación" en la cual se describe en que consiste cada módulo y qué datos debe proporcionar el usuario para cada uno. Al elegir cualquier módulo el programa presenta al usuario un menú de opciones de donde debe elegir una de ellas y proporcionar los datos que solicite el programa.

El último de los módulos que debe calcularse es el correspondiente a los costos indirectos y costo total de la planta. Para realizar los cálculos correspondientes a este módulo el programa utiliza los costos obtenidos en los demás módulos, obtiene los costos indirectos totales del proyecto y suma los costos directos e indirectos para obtener el costo total de la planta.

### 3.6.1. Procedimiento General para el Uso del Programa

En este inciso se pretende presentar brevemente la forma de utilización del programa "C. E. S. I.", mediante la indicación de los pasos a seguir para las opciones de cálculo más comunes.

Los casos de cálculo más comunes que se presentarán a un usuario de C. E. S. I. son los siguientes:

- a) Estimado Preliminar de una Planta
- b) Estimado Intermedio de un Equipo
- c) Estimado Intermedio de los Equipos de una Planta
- d) Estimado Intermedio de una Planta

a) Para obtener el estimado preliminar de una planta el usuario debe :

- 1o. Elegir la opción 3 del Menú Principal
- 2o. Solicitar la explicación de los métodos preliminares.
- 3o. Solicitar la relación de Plantas con que cuenta CESI.
- 4o. Introducir los datos requeridos por el programa.
- 5o. Imprimir resultados.



b) Para estimar el costo de un equipo el usuario debe:

10. Teclar la opción 4 del Menú Principal.
20. Elegir el Equipo cuyo costo desea calcular.
30. Elegir el Método de Cálculo que desea utilizar.
40. Solicitar la Explicación del Método.
50. Solicitar la Lista de Variables Requeridas por el Método e Imprimirla.
60. Proporcionar los datos requeridos tecleando la opción de Realización de Cálculos.
70. Imprimir Resultados.

c) Para estimar el Costo de los Equipos de una planta el usuario debe:

10. Teclar la opción 5 del Menú Principal.
20. Proporcionar la clave de registro de su proyecto y el resto de los datos solicitados por el programa.
30. Ya registrado el proyecto, debe teclar la opción 6 del Menú Principal.
40. Proporcionar la clave con que fue registrado su proyecto.
50. Seguir los pasos 2 a 7 del inciso anterior.

d) Si el usuario ya ha calculado el costo de todos los equipos con que cuenta su planta por medio de los pasos mostrados en el inciso anterior, y desea calcular el costo de su planta debe:

10. Teclar la opción 8 del Menú Principal
20. Solicitar la explicación de los métodos disponibles para elegir el que más le convenga.
30. Teclar la clave del método seleccionado.
40. Proporcionar los datos solicitados por el programa.
50. Imprimir los resultados.

3.6.2. *Tablas Prácticas para Selección de Métodos de Cálculo.*

Dentro de esta sección se presentan algunas tablas para ayudar al usuario del programa *C.E.S.I.* a elegir de entre los métodos de cálculo con que cuenta el programa, los más adecuados para cada caso.

*Métodos para Realizar Estimados Preliminares*

La tabla 3.6.1. presenta los métodos disponibles en CESI para realizar estimados preliminares de plantas.

TABLA 3.6.1. METODOS PARA ESTIMADOS PRELIMINARES DE PLANTAS.

PLANTA	M1	M2	M3
Acetaldehído	Si	Si	Si
Acetileno	Si	Si	Si
Alumina	Si	No	No
Sulfato de Aluminio	Si	No	No
Amoniaco	Si	Si	Si
Fosfato de Amonio	Si	Si	Si
Sulfato de Amonio	Si	Si	Si
Negro de Humo	Si	No	No
Óxido de Carbono	Si	No	No
Tetracloruro de Carbono	Si	No	No
Butadieno a partir de butano	Si	Si	Si
Butadieno a partir de butileno	Si	Si	Si
Cloro	Si	No	No
Hidróxido de Sodio	Si	Si	Si
Ciclohexano	Si	Si	Si
Difenilamina	Si	No	No
Etanol amina	Si	No	No
Alcohol Etilico	Si	Si	Si

PLANTA	M1	M2	M3
Etil benceno / Paraxileno	Si	No	No
Cloruro de Etilo	Si	No	No
Eter Etílico	Si	No	No
Etileno	Si	Si	Si
Dicloruro de Etileno	Si	Si	Si
Oxido de Etileno	Si	Si	Si
Formaldehido al 37 %	Si	No	No
Glicerina Sintética	Si	Si	Si
Acido Fluorhídrico	Si	No	No
Hidrógeno	Si	Si	Si
Alcohol Isopropílico	Si	No	No
Anhídrido Maléico	Si	No	No
Melamina	Si	No	No
Metanol	Si	Si	Si
Cloruro de metilo	Si	Si	Si
Metil etil cetona	Si	No	No
Metil isobutil cetona / me- til isobutil carbonal	Si	No	No
Acido Nítrico	Si	No	No
Plantas de Oxígeno	Si	Si	Si
Fenol	Si	No	No
Acido Fosfórico	Si	Si	Si
Cis-polibutadieno	Si	Si	Si
Poliétileno (alta presión)	Si	Si	Si
Poliétileno (baja presión)	Si	Si	Si
Poliisopreno	Si	Si	Si
Soda Ash	Si	No	No
Sodio metálico	Si	No	No
Estireno	Si	No	No
Acido Sulfúrico	Si	Si	Si
Azufre	Si	No	No
Diisocianato de Tolueno	Si	No	No
Urea	Si	No	No
Acetato de Vinilo	Si	No	No
Monómero de Cloruro de Vi- nilo	Si	No	No

M1 : Método del Costo Unitario.  
M2 : Método con Factor de Capacidad.  
M3 : Método con Factores de Importación.

Se recomienda utilizar en todos los casos en que se cuente con los porcentajes de importación de equipo, materiales, ingeniería, etc., el método de Estimación con Factores de Importación (M3), si se encuentra disponible en C. E. S. I.

En aquellos casos en que se desconozcan los porcentajes de importación se recomienda utilizar el Método con Factor de Capacidad, si se encuentra disponible.

*Métodos para Realizar Estimados Intermedios de Costo de Equipos*

La tabla 3.6.2. muestra los métodos de cálculo de costo de equipo disponibles en el programa.

TABLA 3.6.2. METODOS DE CALCULO DE COSTO DE EQUIPOS

EQUIPO	M1	M2	M3	M4
1. Recipiente a Presión Vertical	*	*		*
2. Recipiente a Presión Horizontal	*	*		*
3. Recipiente Atmosférico Vertical	*	*	*	*
4. Recipiente Atmosférico Horizontal	*		*	*
5. Torre Empacada	*	*	*	*
6. Torre de Platos	*	*	*	*
7. Reactor Enchaquetado				*
8. Recipiente Esférico	*		*	
9. Cambiador de Calor Tubos Fijos	*	*	*	*
10. Cambiador de Calor Tubos en U	*			*
11. Cambiador de Calor Cabezal Flot.	*			*
12. Enfriador con Aire	*	*		*
13. Torre de Enfriamiento	*		*	*
14. Horno	*	*	*	*

EQUIPO	M1	M2	M3	M4
15. Condensador de Domos				*
16. Evaporador			*	
17. Cambiador de Calor tipo Kettle	*			
18. Bomba Centrífuga	*	*	*	*
19. Bomba Reciprocante	*	*	*	*
20. Compresor Centrífugo	*	*	*	*
21. Compresor Reciprocante	*	*	*	*
22. Ciclones			*	
23. Centrífugas	*		*	*
24. Bombas de Vacío		*		
25. Eyectores	*	*	*	
26. Compresor de Aire	*			
27. Agitador	*			
28. Transportador	*		*	
29. Colector de Polvo	*			
30. Triturador	*		*	
31. Secador	*		*	
32. Empacadora de Bolsas	*			
33. Mezclador	*			
34. Elevador	*			
35. Tolva	*			
36. Molino	*			
37. Criba	*			
38. Soplador	*		*	
39. Autoclave	*		*	
40. Filtro	*		*	*
41. Platos Torre Destilación				*
42. Desmineralizador de Agua			*	
43. Grúa	*			
44. Cristalizador	*			
45. Prensa Hidráulica	*			
46. Chimenea	*			
47. Material Eléctrico			*	
48. Tubería			*	
49. Válvulas				*

\* : Método Disponible

M1: Método Guthrie (Rango de Aproximación diferente para cada tipo de equipo, ver explicación).

M2: Método Pikulik (Rango de Aproximación :  $\pm 12\%$ ).

M3: Método Drayer (No reporta Rango de Aproximación).

M4: Método Hall (Rango de Aproximación :  $\pm 10$  a  $\pm 25\%$ ).

Se recomienda utilizar el Método Hall en aquellos casos en que se tenga un diseño preliminar del equipo y las características de éste sean similares a las reportadas por el método. Debe recordarse que este método es útil en rangos de diseño muy específicos.

El método Drayer (M3) es menos aproximado que el método Hall (M4), pero tiene un rango de aplicación más amplio. Requiere también del diseño preliminar del equipo.

El método de Guthrie es más aproximado que los dos anteriores pero requiere de un diseño más detallado del equipo. Tiene la ventaja sobre todos los otros métodos de contar con la capacidad adicional para realizar el estimado intermedio del costo total de la planta.

El método Pikulik es el más exacto de los métodos de cálculo de costo de equipo incluidos en C. E. S. I., sin embargo, requiere del conocimiento de una gran cantidad de parámetros de diseño de los equipos. (Ver pantalla de "Variables Requeridas").

#### *Métodos para Realizar Estimados Intermedios de Costo de Plantas.*

C. E. S. I. cuenta con cinco métodos para realizar estimados intermedios del costo de plantas, a continuación se presenta un breve resumen de los requerimientos y grado de aproximación comparativa entre ellos. Para utilizar cualquiera de estos métodos es necesario calcular previamente el costo de cada uno de los equipos principales de la planta.

1. *Método de Lang.* - Este método puede utilizarse sin contar con información referente al diseño civil, mecánico, eléctrico, etc. de la planta, ya que únicamente utiliza como dato el estado físico de los materiales manejados en la planta. Es el método menos exacto incluido en C. E. S. I.

2. *Método de Factores.* - Este método es más exacto que el anterior y calcula el costo total de la planta adicionando al costo del equipo diferentes porcentajes sobre el mismo, para diferentes rubros tales como costos de instalación, de materiales, indirectos, etc. Al igual que el método de Lang no requiere de información sobre los diseños civil, mecánico, etc.

3. *Método de Hirsch-Glazier.* - Este método requiere que el costo del equipo haya sido calculado con el método de Guthrie, ya que realiza los cálculos del costo de planta en base al costo del equipo en acero al carbón (proporcionado únicamente por el método Guthrie).

Para utilizar este método se requiere determinar cuales de los recipientes y torres serán armados en campo. En general se considera que los recipientes con diámetro mayor de 12 ft se arman en campo.

4. *Método de Rudd - Watson.* - Este método es más exacto que los tres anteriores y solicita información adicional, aún cuando requiere del diseño completo de la planta. Realiza un desglose mas amplio del costo de la planta.

5. *Método de Guthrie.* - Este método es el más exacto de todos los considerados en el programa; requiere que el costo de los equipos haya sido estimado también por el método Guthrie. Para poder utilizarlo, es necesario contar con información acerca del diseño mecánico, civil, de almacenamiento de materias primas y productos, transporte de los mismos, servicios auxiliares, etc.

## **CAPITULO IV**

### **A p l i c a c i o n e s**



## CAPITULO 4

### A P L I C A C I O N E S

#### 4.1. Estimado Preliminar del Costo de una Planta

Dentro de este capítulo se han realizado algunos ejemplos de aplicación del programa *CESI*. En este inciso se presenta el estimado preliminar del costo de tres plantas, cada uno realizado por un método diferente. Como identificación de las hojas de resultados de *CESI* se han numerado éstas como "Cuadro 4.x"; esta identificación se encuentra en el ángulo inferior derecho de cada cuadro.

En el cuadro 4.1 se muestran los resultados de obtener el estimado preliminar de una planta de Amoniaco de 530,000 ton/año de capacidad, con el Método del Costo Unitario.

En el cuadro 4.2 se muestran los resultados de obtener el estimado preliminar de una planta de Anhídrido Maléico con capacidad de 100,000 ton/año utilizando el Método de Factor de Capacidad.

En el cuadro 4.3 se utilizó el Método con Factores de Importación para obtener el costo de una planta de Etilbenceno con capacidad de 250,000 ton/año. En este cuadro se observan dos columnas de resultados, una llamada "*IMPORTACION*" y otra llamada "*NACIONAL*", ambas en moneda nacional. La primera de estas columnas muestra los costos, de cada uno de los rubros, que serán adquiridos mediante importaciones y la segunda el costo de aquellos que se comprarán en el país.

En los tres cuadros mencionados anteriormente se observa que después de "Clave de la Planta" aparece un letrero entre paréntesis que dice "(según explicación)" esto se refiere a que la clave solicitada por el programa se encuentra en la opción de explicación que se encuentra en el mismo menú de opciones de donde se solicitó realizar el cálculo. Dicho letrero aparece en la mayoría de los cuadros y su significado es el mismo.

C.E.S.I. / mgb      COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION      MIP/UNAM/90  
Estimado Preliminar - Metodo del Costo Unitario

-> Clave de la Planta (segun explicacion): S  
-> Planta de :      Amoniaco.  
-> Capacidad en U.S. ton/año.      530000  
COSTO EN U.S.D. ( 1967) \$      16.950.000.00

Costo actualizado por indices del B. de M.    \$ M.N    102,425,188,405    1989  
Costo actualizado por indices de E. U.      \$ U.S      51,824,475      1989  
Costo actualizado por indices de E. U.      \$ M.N    153,533,665,705    1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
Fecha : 19-04-90      Cuadro : 4.1

C.E.S.I. / mgb      COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION      MIP/UNAM/90  
Estimado Preliminar - Metodo con Factor de Capacidad

-> Clave de la Planta (segun explicacion): 30  
-> Planta de :      Anhidrido maleico.  
-> Capacidad en U.S. ton/año.      100000  
COSTO EN U.S.D. ( 1967) \$      19.241.066.27

Costo actualizado por indices del B. de M.    \$ M.N    176,593, 62,661    1989  
Costo actualizado por indices de E. U.      \$ U.S      106, 92,854      1989  
Costo actualizado por indices de E. U.      \$ M.N    264,710, 63,916    1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
Fecha : 19-04-90      Cuadro : 4.1

C.E.S.I. / mab COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION NIF-UNAM-90  
 Estimado Preliminar - Mercado con Factores de Importacion

Planta de Etilbenceno.

Clave: 18

Capacidad en U.S. ton/año 250000

IMPORTACION (M.N.)

NACIONAL (M.N.)

Equipo:	6,464,576,798.03	10,067,327,706.59
Masquinaria Proc.:	1,712,239,260.01	4,297,099,399.07
Tub., Valv., Acc.:	1,747,182,918.36	6,604,944,816.78
Inst., Control:	1,959,957,537.15	2,011,565,541.33
Bombas, Comp.:	815,352,026.58	2,171,746,571.17
Eq. Matl. Elec.:	145,598,576.53	1,841,499,289.63
Soq., Estruct., Alisam.:	0.00	3,835,261,662.31
Mano de Obra Ereccion:	0.00	13,011,419,111.79
Edificios:	0.00	4,458,449,570.11
Ingenieria y Superv.:	190,948,952.92	6,241,895,795.16
I O T A L . -	12,125,856,171.52	55,596,756,649.60

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.0

#### 4.2. Estimado Intermedio del Costo de Equipo

Para ejemplificar el uso de esta parte del programa CESI se han obtenido los costos de cuatro equipos por diferentes métodos y se han incluido las pantallas que genera el programa para explicar cada método y para proporcionar al usuario una lista de las variables que requiere para obtener el costo de un equipo por un método determinado.

En el cuadro 4.4 se presenta la pantalla de "Explicación" para obtener el costo de un Recipiente a Presión Vertical utilizando el Método de Hall. Como puede observarse en ella se incluyen claramente los rangos para los cuales puede utilizarse este método, si el usuario intenta utilizar este método fuera de su rango el programa no permitirá la entrada de datos, ya que ellos son validados; lo mismo ocurre con todos los métodos.

El cuadro 4.5 muestra la lista de variables requeridas por el método de Hall para calcular el costo del mismo equipo, y por último el cuadro 4.6 muestra los resultados obtenidos por este método al calcular el costo de un recipiente a presión vertical con capacidad de 10,000 gal, de Acero Inoxidable tipo 304.

El segundo ejemplo escogido es el cálculo del costo de un horno utilizando el método de Pikulik. En el cuadro 4.7 se muestra la explicación que proporciona el programa para este cálculo, en el cuadro 4.8 la lista de variables requeridas para utilizarlo y el cuadro 4.9 muestra los resultados obtenidos de calcular el costo de un horno de acero al carbón, con calor absorbido de 98 MMBTU/h y con presión de diseño de 700 psig.

El tercer ejemplo mostrado en este inciso se refiere al cálculo del costo de una torre empacada utilizando el método de Pikulik. El cuadro 4.10 muestra la explicación referente a este método para torres empacadas; el cuadro 4.11 muestra las variables requeridas por el método; el cuadro 4.12 muestra las características de la torre que se costó y por último el cuadro 4.13 muestra los resultados obtenidos. Como puede observarse en estos cuatro cuadros este método es más complejo que los anteriores, requiere de una mayor cantidad de datos de diseño y proporciona los costos de cada una de las partes del equipo.

El último ejemplo de estimados intermedios para el costo de un equipo consiste en obtener el costo de un eyector con el método de Drayer. El cuadro 4.14 muestra la pantalla de explicación referente a este método para eyectores; el cuadro 4.15 muestra las variables requeridas y por último el cuadro 4.16 muestra los resultados obtenidos.

C.E.S.I. / mgb

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIP/UNAM/90

Costo de Recipiente a Presion Vertical.

- Metodo HALL

Este metodo calcula el costo de recipientes verticales a presion, con temperaturas no mayores a 350 F, fabricados segunCodigo ASME, con 3 o 4 boquillas, entrada hombre y soportes.

CLAVE	MATERIAL	CAP MIN	CAP MAX (gal)	PRESION (psi)
1.	A.I.-304	50	350	0 - 15
2.	A.I.-316	50	350	0 - 15
3.	A.I.-304	500	2000	0 - 15
4.	A.I.-316	500	2000	0 - 15
5.	A.I.-304	3000	12000	0 - 50
6.	A.I.-316	3000	12000	0 - 50

Costo de Recipiente a Presion Vertical.

- Metodo HALL

Rango de Aproximacion del Metodo:  $\pm 10\%$  a  $\pm 25\%$ .  
Costos para 1982, a actualizar por indices de inflacion.

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.4

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION  
Costo de Recipiente a Presion Vertical.

MIP/UNAM/40  
Metodo HALL

VARIABLES REQUERIDAS POR EL METODO:

Capacidad (gal) :

Material :

Clave (indicada en la Explicacion)

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.5

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION  
Costo de Recipiente a Presion Vertical.

MIP/UNAM/40  
Metodo HALL

Equipo: Recipiente a Presion Vertical.

Clave: R-01

Serv. Equipo: Rectificador de Gas

Secc. de la Planta: Trat. Gas

Capacidad (gal) :

10000.00

Material :

A.I.-204

Clave (indicada en la Explicacion)

5.00

Costo sin actualizar :

U.S.A.

41,208

1982

Costo actualizado por Indices del B. de M. \$ M.N

103,742,711

1989

Costo actualizado por Indices de E. U. \$ U.S.

48,194

1989

Costo actualizado por Indices de E. U. \$ M.N

119,035,375

1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.6



C.E.S.I. / mqb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIF/UNAM/90  
Costo de Horno Metodo PIKULIK

Este metodo permite evaluar el costo de hornos de proceso para los materiales y presiones mostrados en la tabla siguiente:

CLAVE	RANGO PRESION (psig)	MATERIALES
1	hasta 300	A. C.
2	hasta 900	De bajo % Cr a 7% Cr
3	1500 a 2000	A.I. 18-8, Alloy 200, 722 o A.I. 347
4	mayores de 2000	Alloy alta aleacion o A.I.

Los costos obtenidos por este metodo no incluyen costos de erccion e instalacion.  
Costos a diciembre de 1976.

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.7

C.E.S.I. / mqb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIF/UNAM/90  
Costo de Horno Metodo PIKULIK

Variables requeridas por el metodo:

Clave (indicada en la Explicacion)  
Presion de Diseno (psig) :  
Material :  
Calor absorbido (MMBTU/h) :

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.8

C.E.S.I. / mqb	COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION		MIF/UNAM/ 0
Costo de Horne			- Metodo FIKU IK
Equipo: Horno	Clave: H-01		
Serv. Equipo: Calentador de Crudo	Secc. de la Planta: Atmosferica		
Clave (indicada en la Explicacion)		2.00	
Presion de Diseno (psig) :		700.00	
Material :	A. C.		
Calor absorbido (MMBTU/h) :		98.00	
-----			
Costo del Equipo sin actualizar (\$ U.S.D.)		59,505	976
Costo actualizado por indices del B. de H.	\$ M.N	185,835,749	1989
Costo actualizado por indices de E. U.	\$ U.S	109,937	988
Costo actualizado por indices de E. U.	\$ M.N	273,016,821	1989
-----			
Responsable Impresion :	Margarita Gonzalez E.		
Fecha :	20-04-90 Cuadro : 4.9		

Este metodo permite evaluar el costo de torres empacadas y sus accesorios, disenados y contruidos segunCodigo A.S.M.E. Seccion VIII, unicamente de acero al Carbon y tapas semielipticas 2:1, con diametros de torre entre 2 y 20 ft, diametros de bombillas entre 1 y 25 plg con los siguientes espesores del cuerpo:

CLAVE	ESPESOR (plg)	El costo incluye los materiales de fabricacion y el radio grafiado por puntos. No incluye relevado de estremos.
1	1/8	
2	3/16	
3	1/4	

Si se desea que se incluya el costo de la camisa y los soportes debe introducirse alguna de las siguientes claves:

CLAVE CAMISA      ESPESOR (plg)      CLAVE SOPOR.      LLEVA

Costo de Torre Empacada.

Metodo PIKULII

CLAVE	No lleva chaqueta	CLAVE	NO
1	1 4	1	SI
2	1 2		
3	3 4		

Para incluir el costo de los accesorios indique las siguientes claves para cada accesorio, segun su material:

C	ACCESORIO	MATERIAL	C	TIPO	EMPAQUE	MATERIAL
1	Vertedero	A.C.	11	Anillos Fall	A.C.	
2	Vertedero	A.L.-304L	12	Anillos Fall	A.L.-304L	
3	Redistribuidor	A.C.	13	Anillos Fall	Polietileno	
4	Redistribuidor	A.L.-304L	14	Anillos Saddle	Polietileno	
5	Sujetador	A.C.	15	Anillos Saddle	Porcelana	
6	Sujetador	A.L.-304L	16	Anillos Rasching	A.C.	

Costo de Torre Empacada.

Metodo PIKULII

7	Sop.Limite cama	A.C.	17	Anillos Rasching	Porcelana
8	Sop.Limite cama	A.L.-304L			
9	Limite cama	A.C.			
10	Limite cama	A.L.-304L			

Costos a enero de 1990.

C.E.S.I. / mab COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MI FUNDACION  
Metodo PIKULIK

Costo de Torre Empacaca.

Variables requeridas por el metodo:

Diametro de la Columna (ft) :  
Altura tangente-tangente (ft) :  
Material :  
Clave espesor (segun explicacion) :  
Numero de Boquillas :  
Numero de Entradas Hombre :  
Clave espesor chaqueta (segun explicacion) :  
Longitud chaqueta (ft) :  
Clave Soportes :  
Volumen Total de Empaque (ft<sup>3</sup>) :

Costo de Torre Empacada:

Metodo PIKULIK

Variables requeridas por el metodo:

Clave vertedero (segun explic.):  
Clave redistribuidor (segun explic.):  
Clave sujetador (segun explic.):  
Clave soporte limite de cama (segun explic.):  
Clave limite de cama (segun explic.):  
Clave tipo empaque (segun explic.):  
Diametro empaque (1.0 / 1.5 / 2.0 / 3.5 pies)

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20/04/90

Cuadro : 4.11

C.E.S.I. / meo

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIP/UNAM/90

Costo de Torre Empacada.

- Metodo PIKULIK

Equipo: Torre Empacada.	Clave: T-01	
Serv. Equipo: Absorbedor de CO2	Secc. de la Planta:	Trat. de Gas
Diametro de la Columna (ft) :		5.00
Altura tangente-tangente (ft) :		48.00
Material :	H. C.	
Clave espesor (segun explicacion) :		2.00
Numero de Boquillas :		5.00
Numero de Entradas Hombre :		3.00
Clave espesor chaqueta (segun explicacion) :		0.00
Longitud chaqueta (ft) :		0.00
Clave Soportes :		0.00
Volumen Total de Empaque (ft <sup>3</sup> ) :		540.00
Clave vertedero (segun explic.):		1.00
Costo de Torre Empacada.		- Metodo PIKULIK

Equipo: Torre Empacada.	Clave: T-01	
Serv. Equipo: Absorbedor de CO2	Secc. de la Planta:	Trat. de Gas
Clave redistribuidor (segun explic.):		3.00
Clave sujetador (segun explic.):		5.00
Clave soporte limite de cama (segun exp.):		7.00
Clave limite de cama (segun explic.):		9.00
Clave tipo empaque (segun explic.):		11.00
Diametro empaque (1.0 / 1.5 / 2.0 / 3.5 plg):		3.50
Costo de Torre Empacada.		- Metodo PIKULIK

Equipo: Torre Empacada.	Clave: T-01	
Serv. Equipo: Absorbedor de CO2	Secc. de la Planta:	Trat. de Gas
Diametro Boquilla (plg) No. 1		12.00
Diametro Boquilla (plg) No. 2		10.00
Diametro Boquilla (plg) No. 3		10.00
Diametro Boquilla (plg) No. 4		16.00
Diametro Boquilla (plg) No. 5		8.00
Diametro Entrada Hombre (plg) No. 1		24.00
Diametro Entrada Hombre (plg) No. 2		24.00
Diametro Entrada Hombre (plg) No. 3		24.00

Responsible Impresion : Margarita Gonzalez E.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.12

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIP/UNAM/90  
Metodo PIKULIK

Equipo: Torre Empacada. Clave: T-01  
Serv. Equipo: Absorbador de CO2 Secc. de la Planta: Trat. de Gas

DESCRIPCION	COSTO MATERIAL (M.N.)	PESO (kg)
Cuerpo :	38,341,947	11,948.8
Tapas :	8,803,471	1,452.9
Boquillas :	15,747,080	38.8
Entradas-Hombre :	34,840,748	1,590.2
Chaqueta :	0	0.0
Soportes :	0	0.0
Empaques :	38,596,804	14,080.0

Costo de Torre Empacada.

- Metodo PIKULIK

Equipo: Torre Empacada. Clave: T-01  
Serv. Equipo: Absorbador de CO2 Secc. de la Planta: Trat. de Gas

Vertedero :	3,107,827	0.0
Redistribuidor :	4,492,756	149.3
Placa sujetadora :	2,427,101	56.8
Soporte Limite Cama :	2,368,873	23.1
Limite de Cama :	8,646,629	149.3
T O T A L :	157,373,241	21,595.2

Costo de Torre Empacada.

- Metodo PIKULIK

Equipo: Torre Empacada. Clave: T-01  
Serv. Equipo: Absorbador de CO2 Secc. de la Planta: Trat. de Gas

COSTO MATERIALES . -	157,373,241
COSTO MANO DE OBRA . -	12,333,913
COSTO INGENIERIA. Y ADMON.:	38,999,026

COSTO TOTAL: 208,706,180

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.13

Costo de Ejector

Metodo DRAYE

Este metodo permite evaluar el costo de eyectores con las caracte-  
rísticas mostradas en la siguiente tabla en donde:

W = gpm de H<sub>2</sub>O / lb de aire seco

S = lb/h de vapor / lb/h de aire seco

P = Presion (mmHg)

EYECTORES CON CONDENSACION

EYECTORES SIN CONDENSACION

CLAVE # PASOS	P	S	W	CLAVE	# PASOS	P	S
1	2	10	14	18	1	100	6.2
2	2	20	11	19	1	150	3.4
3	2	25	6.5	20	1	200	2.1
4	2	40	5.7	21	1	250	1.6
5	2	50	4.8	22	1	300	1.2

Costo de Ejector

Metodo DRAYE

6	2	75	4.3	0.20	23	2	5	145
7	2	100	3.2	0.17	24	3	10	45
8	3	7.5	10	1.20	RANGO DE APLICACION (lb h. aire)			
9	3	10	9	0.70	CLAVE	RANGO	CLAVE	RANGO
10	3	20	7.0	0.50	1	12-58	13	20-200
11	3	25	5.5	0.40	2	16-80	14	2-14
12	3	40	4.5	0.30	3	10-175	15	4-32
13	3	50	4.0	0.25	4	10-200	16	7-80
14	4	1	55.0	9.00	5	15-200	17	10-70
15	4	2	21.0	3.50	6	15-200	18	14-200
16	4	3	15.0	2.40	7	15-200	19	15-550
17	4	4	12.0	1.17	8	10-100	20	42-200

Costo de Ejector

Metodo DRAYE

Costos a 1976.

9	10-100	21	35-1000
10	10-100	22	15-1000
11	10-100	23	1-11
12	20-200	24	6-75

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 29-04-90

Cuadro : 4.14

C.E.S.l. / mqb

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIP/UNAM/90

Costo de Ejector

- Metodo DRYER

Variables requeridas por el metodo:

Clave (indicada en la Explicacion)

Gasto de Aire Seco (lb/h) :

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.15

C.E.S.l. / mqb

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIP/UNAM/90

Costo de Ejector

- Metodo DRYER

Equipo: Ejector

Clave: EY-01

Serv. Equipo: Ejector Torre Vacio

Secc. de la Planta: Vacio

Clave (indicada en la Explicacion)

17.00

Gasto de Aire Seco (lb/h) :

60.00

Costo Base (U.S.D.) :

13,259

1976

Costo actualizado por Indices del B. de M.

\$ M.N

41,362,345

1989

Costo actualizado por Indices de E. U.

\$ U.S

24,497

1989

Costo actualizado por Indices de E. U.

\$ M.N

60,835,396

1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.16



### 4.3 Estimado Intermedio del Costo de una Planta

Como ejemplo de aplicación para la obtención del estimado intermedio de una planta se ha elegido el proceso llamado "Catacarb" para la remoción de  $CO_2$ . Su diagrama de flujo se muestra en la figura 4.1.

Para obtener el costo de la planta es necesario calcular el costo de cada uno de los equipos de la planta. Para ello se ha utilizado el método de Guthrie para cálculo de costo de equipo, debido a que utilizando este método es posible obtener el costo de la planta por todos los métodos disponibles en el programa.

Se han incluido algunos cuadros con el costo de algunos de los equipos : el cuadro 4.17 muestra el costo del intercambiador de calor C-08, el cuadro 4.18 muestra el costo del recipiente F-02 A, el cuadro 4.19 el costo de la torre E-01, el cuadro 4.20 el costo del filtro F-17 y el cuadro 4.21 el costo de la bomba J-06 A. No se incluyen las hojas de resultados de todos los equipos por motivos de espacio.

En el cuadro 4.22 se muestra la lista completa de los equipos de la planta. Incluye la clave del equipo, el servicio, el costo, el año hasta el cual fue actualizado y el costo total de los equipos de la planta.

Los cuadros presentados a continuación muestran el estimado intermedio de la planta completa por cada uno de los métodos incluidos dentro del programa.

El cuadro 4.23 muestra los resultados obtenidos por el método de Factores de Lang, el cual indica que el costo de la planta es, en 1989, de 206,120 millones de pesos.

El cuadro 4.24 muestra el costo de la planta obtenido por el método de Factores, el cual como se observa desglosa los resultados y presenta un costo total de 188,638 millones de pesos.

El cuadro 4.25 muestra el costo de la planta obtenido por el método de Rudd - Wattson, en este cuadro se presentan las características de la planta para la cual fue obtenido el costo, el cual resulta ser de 164,755 millones de pesos.

El cuadro 4.26 muestra el costo de la planta obtenido por el método de Hirsch - Glazier, el cual también desglosa los costos y nos proporciona un estimado de 178,271 millones de pesos.

Los cuadros siguientes son los que genera el método de Guthrie al evaluar el costo de cada uno de los módulos en que se divide para obtener el costo de la planta. Cabe mencionar que al costear esta planta no se contaba con todos los datos de diseño requeridos por éste método para evaluar cada uno de los módulos, por lo cual se estimaron muchas de las variables de diseño civil, eléctrico, de instrumentación y mecánico.

El cuadro 4.27 muestra los resultados del módulo de Equipo de Proceso, en él se han incluido, además del costo de los equipos, el costo de los materiales y la mano de obra para instalarlos y los costos indirectos derivados de su instalación.

El módulo de equipo de manejo de sólidos no ha sido incluido debido a que esta planta no cuenta con equipo de manejo de sólidos.

El cuadro 4.28 muestra los costos totales concernientes al módulo de Desarrollo del Sitio, el cual incluye todos los costos derivados de la preparación del sitio para construir la planta. El desglose se encuentra dentro del mismo cuadro.

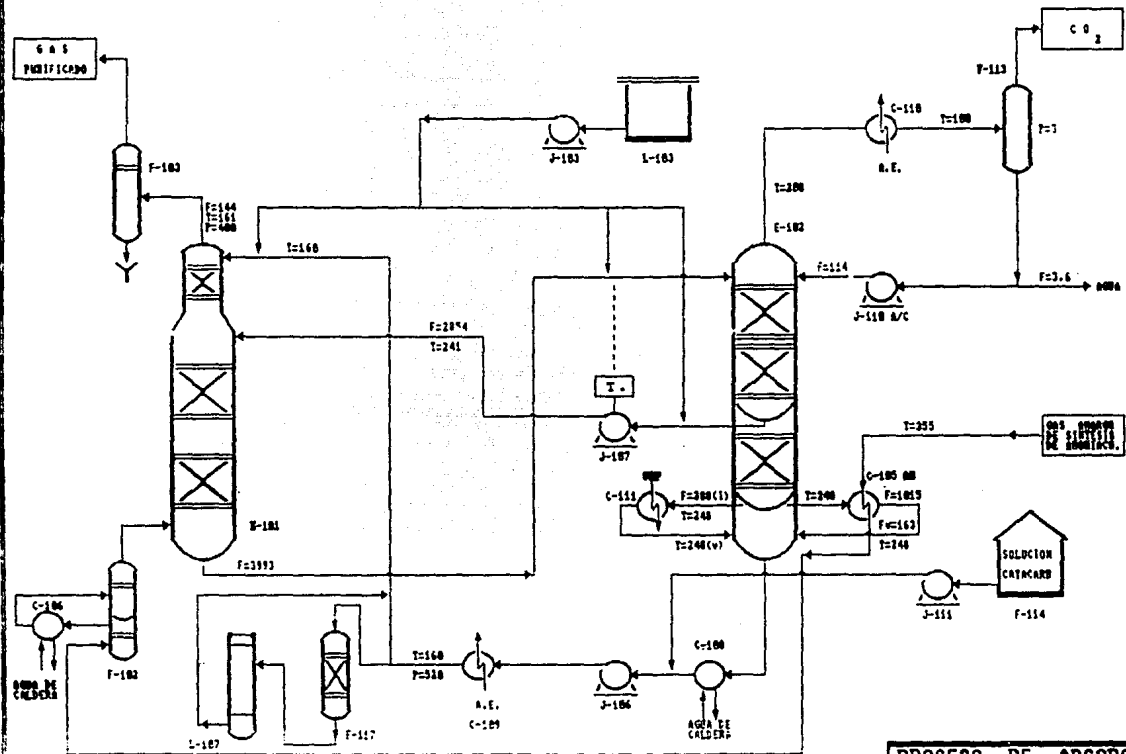
Los cuadros 4.29 y 4.30 pertenecen al módulo de Edificios Industriales, en el primero se muestra un ejemplo de la obtención del costo de uno de los edificios de la planta, en este caso de las oficinas administrativas, y el cuadro 4.30 muestra la suma del costo de todos los edificios, sus servicios, equipos, mobiliario y estructuras de la planta.

El cuadro 4.31 muestra los resultados totales del módulo de servicios fuera de límites de batería, el desglose de los mismos se encuentra dentro del mismo cuadro.

Los cuadros 4.32, 4.33 y 4.34 muestran los costos indirectos de los módulos de Desarrollo del Sitio, Edificios Industriales y Servicios Fuera de Límites de Batería respectivamente. Estos cuadros se obtienen con el último de los módulos de Guthrie, es decir con el Módulo de Costos Indirectos y Totales.

Por último el costo total de la planta obtenido con el método de Guthrie se presenta en el cuadro 4.35, en el cual se suman los costos directos e indirectos de cada uno de los módulos mencionados anteriormente. El costo total para la planta obtenido por este método es de 156,435 millones de pesos.

Fig. 4.1.



NOTAS:  
 P=PREISION (PSIG)  
 T=TEMPERATURA (°F)

PROCESO DE ABSORCION  
 DE CO<sub>2</sub> CON K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
 REGENERACION DE K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
 POR DESTILACION.

**Costos Obtenidos para algunos de los Equipos  
de la planta**

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIF-UNAM/90  
 Costo de Cambiador de Calor de Tubos en U. - Metodo GUTHRIE

Equipo: Cambiador de Calor de Tubos en U. Clave: C-08  
 Serv. Equipo: Enf. Sol pobre Catac Secc. de la Planta:  
 Clave (indicada en la Explicacion) 4.00  
 Area de intercambio termico (ft<sup>2</sup>) 3600.00  
 Material de los tubos : A. I.  
 Presion de Diseno (psi): 150.00

Costo del equipo sin actualizar \$ M.N. 76.618 1978  
 Costo actualizado por Ind. del B. de M. \$ M.N. 438,864,458 1987  
 Costo actualizado por Ind. de E. U. \$ U.S.A. 261,227 1989  
 Costo actualizado por Ind. de E. U. \$ M.N. 648,727,893 1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.17

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIF-UNAM/90  
 Costo de Recipiente a Presion Vertical. - Metodo GUTHRIE

Equipo: Recipiente a Presion Vertical. Clave: F-02A  
 Serv. Equipo: Separador Gas Amargo Secc. de la Planta: 100  
 Clave (indicada en la Explicacion) 5.00  
 Clave Material (segun explicacion) : 12.00  
 Material : A. C.  
 Clave construccion (segun explicacion) : 17.00  
 Diametro Recipiente (ft) : 9.57  
 Presion de Diseno (psi): 455.00

Costo del equipo sin actualizar \$ M.N. 13,587 1978  
 Costo actualizado por Ind. del B. de M. \$ M.N. 77,827,867 1989  
 Costo actualizado por Ind. de E. U. \$ U.S.A. 46,525 1989  
 Costo actualizado por Ind. de E. U. \$ M.N. 115,044,584 1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.18

C.E.S.I. Smb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIP UNAM/SU  
 Costo de Torre Empacada. - Metodo GUTHRIE

Equipo: Torre Empacada. Clave: E-01B  
 Serv. Equipo: Absorbedor de CO2 Secc. de la Planta: 100  
 Clave (indicada en la Explicacion) : 10.00  
 Clave Material (segun explicacion) : 12.00  
 Material : A. 1.-316  
 Clave construccion (segun explicacion) : 17.00  
 Diametro Recipiente (ft) : 10.00  
 Presion de Diseño (psig) : 455.00  
 Clave recubrimiento (segun explicacion) : 0.00  
 Clave tipo empaque (segun explic.) : 3.00  
 Diametro empaque (pig) : 2.00  
 Area recubierta (ft<sup>2</sup>) : 0.00  
 Volumen Total de Empaque (ft<sup>3</sup>) : 8031.00  
 Costo de Torre Empacada. - Metodo GUTHRIE

Equipo: Torre Empacada. Clave: E-01B  
 Serv. Equipo: Absorbedor de CO2 Secc. de la Planta: 100

Costo del equipo sin actualizar	\$ M.N.	318,962	1976:
Costo actualizado por Ind. del B. de M.	\$ M.N.	1,826,294,320	1989:
Costo actualizado por Ind. de E. U.	\$ U.S.A.	1,087,492	1989:
Costo actualizado por Ind. de E. U.	\$ M.N.	2,790,656,569	1989:

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.19

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIP/UNAM/90  
 Costo de Filtro. Metodo GUTHRIE

Equipo: Filtro. Clave: F-17  
 Serv. Equipo: Filtro de Carbon Secc. de la Planta: 100  
 Clave (indicada en la Explicacion) 3.00  
 Area efectiva de filtrado (ft 2) : 95.00  
 DESCRIPCION COSTO ACT. (S. M.N.) 1989

Equipo.	118,536,825
Materiales para Instalacion.	23,254,783
Mano de Obra para Instalacion.	43,659,954
Total Instalacion.	66,914,737
Costos Indirectos.	57,881,792
Contingencias (15 %).	36,500,003
<b>TOTAL :</b>	<b>279,033,359</b>

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.20

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIP/UNAM/90  
 Costo de Bomba Centrifuqa. Metodo GUTHRIE

Equipo: Bomba Centrifuqa. Clave: J-06A  
 Serv. Equipo: Sol. Catacarb pobre Secc. de la Planta: 100  
 Clave (indicada en la Explicacion) 1.00  
 Clave Material (segun explicacion) : 6.00  
 Material : A. C.  
 Capacidad (gal/min) : 300.00  
 Presion diferencial (psi) : 487.00  
 Clave accionador (segun explicacion) : 15.00

Costo del equipo sin actualizar	\$ M.N.	11,124	1976
Costo actualizado por Ind. del B. de M.	\$ M.N.	235,57,113	1989
Costo actualizado por Ind. de E. U.	\$ U.S.A.	106,212	1989
Costo actualizado por Ind. de E. U.	\$ M.N.	348,79,590	1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.21



## **Lista de Equipo con Gostos**

C.E.S.I. / mqb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIF/UNAM/80  
 Base de Datos del Usuario

Proyecto : Proceso Catacarb  
 Planta : Absorcion de CO2 Cap. : 1300 ton/dia  
 Ubicacion : Cosoleacaque, Ver. Responsable: Margarita Gonzalez

CLAVE	SERVICIO	COSTO ACTUAL. POR IND. E.U.	HASTA:
		(\$ M. N.)	
IC-05A	Reher. Agot. CO2	1,407,690,858	1989
IC-05B	Reher. Agot. CO2	1,407,690,858	1989
IC-05C	Reher. Agot. CO2	1,407,690,858	1989
IC-06	Shift Effluent	1,429,429,983	1989
IC-08	Enf. Sol pobre catac	648,727,893	1989
IC-09	Enf. sol. Catacarb.	202,429,792	1989
IC-10A	Cond. Agotador CO2	1,243,604,194	1989
IC-10B	Cond. Agotador CO2	1,243,604,194	1989

Base de Datos del Usuario

Proyecto : Proceso Catacarb  
 Planta : Absorcion de CO2 Cap. : 1300 ton/dia  
 Ubicacion : Cosoleacaque, Ver. Responsable: Margarita Gonzalez

CLAVE	SERVICIO	COSTO ACTUAL. POR IND. E.U.	HASTA:
IC-11	Reher. Absorb. CO2	1,147,925,763	1989
IE-10A	Absorbador de CO2	1,540,221,731	1989
IE-011	Absorbador de CO2	2,700,656,570	1989
IE-010	Absorbador de CO2	347,839,169	1989
IE-02A	Agotador de CO2	5,319,231,188	1989
IE-02B	Agotador de CO2	4,350,921,652	1989
IF-02A	Separador Gas Amargo	115,044,584	1989
IF-02B	Separador Gas Amargo	152,389,744	1989

Base de Datos del Usuario

Proyecto : Proceso Catacarb  
 Planta : Absorcion de CO2 Cap. : 1300 ton/dia  
 Ubicacion : Cosoleacaque, Ver. Responsable: Margarita Gonzalez

CLAVE	SERVICIO	COSTO ACTUAL. POR IND. E.U.	HASTA:
IF-03	Separador Gas Dulce	95,585,620	1989
IF-13	Tq. Reflujo Agot. CO2	105,617,370	1989
IF-14	Hlmo. Sol. Catacarb	172,602,668	1989
IF-17	Filtro de Carbon	118,536,825	1989
JJ-03	Bomba Antiespumante	7,253,609	1989
JJ-06A	Sol. Catacarb Pobre	348,199,696	1989
JJ-06B	Sol. Catacarb Pobre	348,199,696	1989
JJ-06C	Sol. Catacarb Pobre	348,199,696	1989

>> Base de Datos del Usuario <<<

Proyecto : Proceso Catacarb  
 Planta : Absorcion de CO2 Cap. : 1360 ton/dia  
 Ubicacion : Cosoleacaque, Ver. Responsable: Margarita Gonzalez

CLAVE	SERVICIO	COSTO ACTUAL.	POR IND. E.U.	HASTA:
JJ-07A	Sol. Catac.Semipobre	2,751,624.847		1989
JJ-07B	Sol. Catac.Semipobre	2,751,624.847		1989
JJ-07C	Sol. Catac.Semipobre	2,751,624.847		1989
JJ-07D	Sol. Catac.Semipobre	2,751,624.847		1989
JJ-07E	Sol. Catac.Semipobre	2,751,624.847		1989
JJ-07F	Sol. Catac.Semipobre	2,751,624.847		1989
JJ-10A	Reflujo Agot. CO2	26,454.637		1989
JJ-10C	Reflujo Agot. CO2	26,454.637		1989

>> Base de Datos del Usuario <<<

Proyecto : Proceso Catacarb  
 Planta : Absorcion de CO2 Cap. : 1360 ton/dia  
 Ubicacion : Cosoleacaque, Ver. Responsable: Margarita Gonzalez

CLAVE	SERVICIO	COSTO ACTUAL.	POR IND. E.U.	HASTA:
JJ-11A	Sol. Catacarb	26,276.009		1989
JJ-11C	Sol. Catacarb	26,276.009		1989
LL-03	Tq. de Antiespumante	6,790.592		1989
LL-07	Filtro de Cartuchos	118,536.825		1989
T O T A L :		42,941,832,014		

-----  
 Responsable Impresion : Margarita Gonzalez H.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.22  
 -----

**Estimado de Gosto por**

**el Metodo de L a n g**

C.E.S.I. / mgb COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION MIF/UNAM/90  
Estimado del Costo de una Planta - Metodo de Lang

ESTIMADO DE PLANTA POR FACTORES DE LANG

DESCRIPCION	COSTO ACTUALIZADO	
Costo Equipo actual. por Ind. del B. de M.	28,778,120,634	M.N.
Costo Equipo actual. por Ind. de E.U.	17,196,226	U.S.D.
Costo Equipo actual. por Ind. de E.U.	42,941,832,014	M.N.
Costo Planta actual. por Ind. del B. de M.	138,134,979,043	M.N.
Costo Planta actual. por Ind. de E. U.	82,541,884	U.S.D.
Costo Planta actual. por Ind. de E. U.	206,120,793,667	M.N.

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.23

**Estimado de Gosto por**  
**el Metodo de Factores**

ESTIMADO DE PLANTA POR METODO DE FACTORES

COSTOS DIRECTOS

CONCEPTO	COSTO ACT. IND. de E. U.
Equipo Mayor:	42,941,952,014
Instalacion equipo mayor:	21,470,716,007
Instalacion tuberia de proceso:	0,158,048,082
Instalacion instrumentos:	4,294,133,201
Instalacion electrica:	3,864,564,881
Edificios de proceso:	2,576,309,920
* Subtotal . -	82,307,154,107

Estimado del Costo de una Planta - Metodo de Factores

ESTIMADO DE PLANTA POR METODO DE FACTORES

OTROS COSTOS DIRECTOS

CONCEPTO	COSTO ACT. IND. de E. U.
Instalacion de servicios auxiliares:	10,735,458,003
Servicios generales:	10,735,458,003
Oficinas generales:	10,735,458,003
* Subtotal . -	4,236,415,215
** TOTAL COSTOS DIRECTOS . -	130,543,609,322

Estimado del Costo de una Planta - Metodo de Factores

ESTIMADO DE PLANTA POR METODO DE FACTORES

COSTOS INDIRECTOS

CONCEPTO	COSTO ACT. IND. de E. U.
Ingenieria:	17,176,752,805
Patentes y Regalias:	20,182,661,046
** TOTAL COSTOS INDIRECTOS . -	37,359,413,852
*** TOTAL COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS . -	167,902,563,174

Estimado del Costo de una Planta - Metodo de Factores

ESTIMADO DE PLANTA POR METODO DE FACTORES

\* \* C O S T O S T O T A L E S \* \*

CONCEPTO	COSTO ACT. IND. de E. U.
Costos Directos:	130,543,169,322
Costos Indirectos:	37,359,393,852
Contingencias:	8,395,128,158
Capital Fijo:	176,297,641,333
Capital de Trabajo:	12,340,638,393
* * * I N V E R S I O N T O T A L * * * *	
	186,638,609,728

Responsible Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-91 Cuadro : 4.24



**Estimado de Gosto por  
el Metodo de Rudd-Wattson**

C.E.S.I. / mab	COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION		MIF/UNAM-79
	Estimado del Costo de una Planta - Metodo Rudd		Watson
PLANTA : Absorcion de CO2	CAPACIDAD :	1360 ton/dia	
INVERSION CALCULADA CON BASE EN LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS DE LA PLANTA			
1. Proceso que maneja fluidos			
2. Instrumentacion media			
3. Edificios de Proceso Exteriores			
4. Infraestructura para servicios existente, requiere adaptaciones menores			
5. Existen lineas de interconexion con otras instalaciones			
6. Ingenieria y Construccion Simples			
7. Tamano de la planta: Grande			
8. Factor de contingencia para proceso bien definido			
Costo Planta actual, por Ind. del B. de M.	110,413,015.436	M.N.	
Costo Planta actual, por Ind. de E. U.	164,754,920,888	M.N.	
Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.			
Fecha : 20-01-90		Cuadro : 4.25	

**Estimado de Costo por**

**el Metodo de Hirsch-Glazier**

C.E.S.I. / mab

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIP/UNAM/90

Estimado del Costo de una Planta - Metodo Hirsch &amp; Glazier

CONCEPTO	COSTO ACTUALIZADO Ind. E.U. (M.N.)
Costos Directos	
1. Costo total Equipo:	42,941,632,014
2. Costo Mano de Obra:	38,908,655,999
3. Costo Edif., Superv., Inst., Pintura, Aislam., Fletes, Ciment.,)	27,446,869,055
4. Costo Luberias, Valvulas y Acc.	18,038,865,345
Total Costos Directos :	127,336,212,414
Costos Indirectos :	50,934,500,965
* INVERSION TOTAL. -	178,270,713,380

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 10-04-90

Cuadro : 4.26

**Estimado de Gosto por**

**el Metodo de Guthrie**

C.E.S.I. / mob

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIP/UNAM/90

## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

Modulo de Equipo de Proceso  
Resultados Totales

DESCRIPCION	COSTO ACTUALIZADO (M. N.)
Equipo :	42,525,345.102
Tuberia :	6,770,917.024
Concreto :	890,105,929
Acero :	561,343,285
Instrumentacion :	1,052,798,725
Electrico :	1,849,344,347
Recubrimiento :	711,507,130
Fuente :	130,113,069
<b>Total equipo y materiales :</b>	<b>54,502,214,613</b>

## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

Modulo de Equipo de Proceso  
Resultados Totales

DESCRIPCION	COSTO ACTUALIZADO (M. N.)
<b>EQUIPO Y MATERIALES :</b>	<b>54,502,214,613</b>
Material para ereccion :	8,004,045,818
Equipo para Erection :	0
<b>ERECION :</b>	<b>8,004,045,818</b>
<b>C O S T O S D I R E C T O S :</b>	<b>105,031,615,534</b>
Seguros, Impuestos, Interests :	1,316,346,917
Indirectos :	14,275,117,236
<b>C O S T O S I N D I R E C T O S :</b>	<b>15,691,513,215</b>
<b>T O T A L :</b>	<b>120,723,438,849</b>

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 29-04-90

Cuadro : 4.27

## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

## Modulo de Desarrollo del Sitio

## Resultados Totales del Modulo

Descripcion	Costo \$ M.N. 1989		Total
	Materiales	Mano de Obra	
Sistemas Desague y Drenaje	62,753,488	0	62,753,488
Barda	8,583,908	3,202,586	11,786,494
Puerta 6 ft	15,361,325	2,304,198	17,665,524
Proteccion contra Incendio	1,421,772	0	1,421,772
Levantamiento Topografico	11,018,737	0	11,018,737
Vista	8,904,786	8,014,307	16,919,094
Filotes	134,310,119	14,976,004	149,286,124
Caminos, Banquetas y Paviment	29,554,436	46,567,269	76,121,705
Fiecos de Grava	1,164,544	605,562	1,770,106

## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

## Modulo de Desarrollo del Sitio

## Resultados Totales del Modulo

Descripcion	Costo \$ M.N. 1989		Total
	Materiales	Mano de Obra	
Estacionamientos	3,896,608	1,663,473	5,560,082
Servicio de Alcantarillado	12,601,282	6,219,432	18,820,714
Preparacion del Sitio	15,363,346	1,378,025	16,741,372
Excavacion para Cimentaciones	29,335,308	17,014,478	46,349,787
Excavacion de Trincheras	625,579	312,789	938,369
Apuntalamiento	0	0	0
Reforzamiento	11,673,501	10,506,151	22,179,652
Materiales Diversos	138,772,115	0	138,772,115
TOTAL	485,140,862	112,764,282	597,905,145

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-03-90

Cuadro : 4.28

C.E.S.I. / m-5

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

MIF/UNAM/S

Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

**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**  
Proporcione los siguientes datos (segun Explicacion)

Edificio: Oficinas administrativas		Altura Base (ft):	10	
Tipo Const. (1-3):	3	Area Piso (ft <sup>2</sup> ):		600
# de Pisos (1-4):	2	Tipo Cimentac. (1-4):		3
Tipo Techo (1-4):	3			
Tipo de Servicios: (0 - 3)				
Aire Acondicionado:	3	Plomeria:		3
Elec. e Iluminacion:	2	Calefaccion y Ventilacion:		0
Protec. C.I. (aerama:exting./sist.aspersión):				2
Costo Edificio:	68,957,393		\$ M.N.	1989
Costo Servicios:	63,041,397		\$ M.N.	1989
Costo Total:	131,998,791		\$ M.N.	1989

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-03-90

Cuadro : 4.29

## COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION

Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

**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**

**RESULTADOS TOTALES**

Descripcion	Material	Mano de Obra	Total
	(\$ M. N. Actualizados por Inc. E. U. a 1989)		
Edificios :	341,501,073	113,833,691	578,333,764
Servicios :	290,462,812	98,820,927	389,283,739
Equipo y Muebler	93,570,410	31,190,136	124,760,546
Estructuras :	248,092,105	329,661,628	578,353,733
<b>T O T A L</b>	<b>974,226,401</b>	<b>571,506,395</b>	<b>1,545,732,796</b>

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-03-90

Cuadro : 4.30



## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

## Modulo de Servicios Fuera de L. B.

## Resultados Totales del Modulo

Descripcion	Costo \$ M.N. 1989		
	Materiales	Mano de Obra	Total
Equipo	10,318,496,056	2,753,212,065	13,071,708,121
Sistemas de Aire	664,088,818	531,271,054	1,195,359,873
Furnas y Quemadores	1,278,899,123	575,504,605	1,854,403,728
Dist. Agua de Enfriamiento	3,121,079,631	2,652,917,686	5,773,997,317
Circuito Contra Incendio	221,076,288	176,861,030	397,937,318
Sistemas de Combustible	0	0	0
Sistemas de Agua	70,215,687	0	70,215,687
Gen. y Dist. de Potencia	132,605,621	99,454,216	232,059,838
Muelles	0	0	0

## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

## Modulo de Servicios Fuera de L. B.

## Resultados Totales del Modulo

Descripcion	Costo \$ M.N. 1989		
	Materiales	Mano de Obra	Total
Distribucion de Vapor	673,527,781	572,498,814	1,246,026,596
Alumbrado y Comunicaciones	419,638,043	314,728,532	734,366,576
Lineas Transferencia y Bombas	337,128,353	219,133,430	556,261,783
Recep., Emb. y Almto. en Carros	390,987,468	0	390,987,468
<b>TOTAL</b>	<b>17,627,742,873</b>	<b>7,895,581,235</b>	<b>25,523,324,109</b>

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-03-90

Cuadro : 4.31)

Modulo de Costos Indirectos y Totales

Costos Indirectos del Modulo - Desarrollo del Sitio

Descripcion	Costo (\$ M. N.)
Fletes :	32,989,578
Ventas :	14,554,225
Impuestos :	72,771,129
Derechos de Importacion :	18,192,782
Overhead de Construccion :	0
Ingenieria :	65,479,157
T o t a l :	204,486,873

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.32

Modulo de Costos Indirectos y Totales

Costos Indirectos del Modulo - Edificios Industriales

Descripcion	Costo (\$ M. N.)
Fletes :	66,247,395
Ventas :	29,126,792
Impuestos :	146,133,960
Derechos de Importacion :	36,533,490
Overhead de Construccion :	0
Ingenieria :	132,494,790
T o t a l :	410,636,428

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.  
 Fecha : 20-04-90 Cuadro : 4.33

## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

## Modulo de Costos Indirectos y Totales

## Costos Indirectos del Modulo - Servicios Fuera de L. B.

Descripcion	Costo (\$ M. N.)
Fletes :	1,198,685,515
Ventas :	528,932,286
Impuesto :	2,644,161,430
Derechos de Importacion :	661,040,357
Overhead de Construccion :	0
Ingenieria :	2,397,373,030
<b>Total :</b>	<b>7,430,693,620</b>

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.34

## Estimacion del Costo de Una Planta - Metodo Guthrie

## COSTO TOTAL DE LA PLANTA

Modulo	Costos Totales (\$ M. N. actualizado a 1989)		
	Directos	Indirectos	Totales
- Equipo de Proceso	105,031,625,534	15,691,833,716	120,723,459,250
- Equipo Manero de Solidos	0	0	0
- Desarrollo del Sitio	597,905,145	204,485,873	802,391,018
- Edificios Industriales	1,545,732,795	410,636,428	1,956,369,223
- Servicios Fuera de L. B.	25,523,324,109	7,430,693,620	32,954,017,729
<b>GRAN TOTAL :</b>	<b>132,698,587,583</b>	<b>23,737,050,238</b>	<b>156,435,637,821</b>

Responsable Impresion : Margarita Gonzalez B.

Fecha : 20-04-90

Cuadro : 4.35

# G O N G L U S I O N E S

## CONCLUSIONES

Para la elaboración del programa C. E. S. I. se llevó a cabo una extensa recopilación de los métodos para estimación de costos reportados en la literatura, así como de los índices económicos más útiles para la actualización de costos por inflación. De entre los métodos recopilados se seleccionaron los considerados como necesarios para poder estimar los costos de inversión durante las diferentes etapas del diseño de equipos y plantas.

Se realizó la organización y sistematización de los métodos seleccionados de forma que el programa sea utilizado en forma conversacional, lo cual proporciona al usuario una guía durante todo el proceso de estimación de costos, desde la elección de métodos hasta la impresión de resultados.

Adicionalmente, se consideró como parte importante del programa que la forma de presentación en pantalla e impresión, tanto de los datos solicitados al usuario como de resultados obtenidos por el programa sea ordenada, clara y precisa.

Mediante el carácter conversacional del programa C. E. S. I. y el auxilio de las opciones de "Explicación o Ayuda" integradas a cada módulo, el usuario disminuye sensiblemente el tiempo para efectuar el costo de uno o mas equipos o el estimado de una planta.

La disminución del tiempo se aprecia no solo por la integración y síntesis de conceptos y métodos que ofrece el programa al usuario, sino además, por la facilidad y rapidez para preparar los datos, efectuar los cálculos e imprimir los resultados involucrados.

## B I B L I O G R A F I A

1. Chauvel Alain, Leprince P., et all. " Manual of Economic Analysis of Chemical Process", McGraw Hill, 1a. ed., 1976, Paris.
2. Drayer Dennis E. "Cost Capacity Relationships", Petrochemical Engineering. 42 (5), 1970, págs.39 - 42.
3. Guthrie K. M., "Data & Techniques for Preliminary Capital Cost Estimating, Chemical Engineering, Marzo 24, 1969. págs. 114 - 142.
4. Hall R. S., Matley J., McNaughton K., "Current Costs of Process Equipment" Chemical Engineering, Abril 5, 1982, págs. 80 - 116.
5. Holland F. A., Watson F. A., Wikinson, J. K. "Introduction to Process Economics" John Wiley & Sons, Inc., 1974, New York.
6. Jelen F. C., "Cost & Optimization Engineering" Mc Graw Hill, 1970, New York.
7. Jones Edward, "Aplique el dBase III", McGraw Hill, 1a. ed. México, 1986.
8. Kirk -Othmer, "Encyclopaedia of Chemical Technology" Vol. 10 3a. ed., John Wiley & Sons, Inc., 1980, New York.
9. Lang H. J., "Simplified Approach to Preliminary Cost Estimates". Chemical Engineering, Junio, 1948.

10. Mills H. E., "Costs of Process Equipment" Chemical Engineering, 71 (6), 1964, págs. 111 - 134.
11. Perry R. H. & Chilton C. H., "Chemical Engineers Handbook", 5a. ed., Mc. Graw Hill, New York, 1973, pag. 25-15.
12. Peters M. S., Timmerhaus K. D., "Plant Desing & Economics for Chemical Engineers", 2a. ed., Mc. Graw Hill, New York, 1968.
13. Pikulik A., Diaz H., "Cost Estimating for Major Process Equipment", Chemical Engineering, Octubre 10, 1977, págs. 301 - 317.
14. Purohit G. P., "Estimating Costs of Shell & Tube Heat Exchangers", Chemical Engineering, Agosto 20, 1983, págs 56 - 67.
15. Rios E., "Apuntes sobre Ingeniería de Costos", Maestría en Ingeniería de Proyectos, U.N.A.M.
16. Soto Rodriguez H., Espejel Zavala E., Martínez Frias H., "La Formulación y Evaluación Técnico Económica de Proyectos Industriales", Ed. CENETI, 2a. ed., México, 1978.

#### INDICES ECONOMICOS

Indices de Precios al Consumidor publicados por el Banco de México desde 1960 hasta 1989.

Indices Económicos del Chemical Engineering y de Marshall & Swift. desde 1960 hasta 1989.