



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Química**

**Procedimiento para Estimar el Costo de Ingeniería y  
Construcción en Proyectos de Plantas Industriales**

**T E S I S**

**Q u e p r e s e n t a :**

**SALVADOR BENITEZ ALONSO**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO QUIMICO**

**1983**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## I N D I C E

		PAGINA
INTRODUCCION		
CAPITULO I.	GENERALIDADES	
1.1	Información básica necesaria para la - elaboración del Estimado de Costo. ---	4
1.2	Descripción del tipo de planta que sir- ve como marco de referencia. -----	7
1.3	Tipos de contratos usados en Ingenie-- ría y Construcción. -----	15
CAPITULO II.	PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR EL COSTO DE INGENIERIA	
2.1	Definición de tecnología, ingeniería - básica e ingeniería de detalle. -----	21
2.2	Alcances de trabajo que deben conside- rarse para hacer el estimado de inge-- niería básica y de detalle. -----	24
2.3	Procedimiento para conocer el costo de ingeniería. -----	39
2.4	Ejemplo. -----	54
CAPITULO III.	PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR EL COSTO DE CONSTRUCCION	

	PAGINA
3.1 Tipos de estimados y sus características. -----	89
3.2 Técnicas aplicables en la preparación de estimados. -----	97
3.3 Métodos utilizados para estimar costos.	99
3.4 Procedimiento para la integración del costo de construcción. -----	114
3.5 Ejemplo. -----	121
 CAPITULO IV. PRESENTACION DEL COSTO TOTAL OBTENIDO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION	
4.1 Resumen y alcance de trabajo cubierto en el costo. -----	191
 CAPITULO V. CONCLUSIONES -----	194
 BIBLIOGRAFIA -----	199

## INTRODUCCION

Algunas empresas, como lo son firmas de ingeniería y --- construcción, existentes en la dinámica de la economía - actual, destinan fuertes cantidades de dinero en la preparación de sus cotizaciones, buscando la obtención de - contratos.

El crecimiento, bienestar y frecuentemente la existencia de una organización dependen del buen éxito en la exactitud de la estimación de costos para ejecutar satisfactoriamente dichos contratos.

La importancia de la exactitud de estimados de costo es evidente en cuanto a utilidades esperadas o riesgos de - tener pérdidas, cuando en la obtención de algún contrato tenga que desarrollarse en base a precio fijo, por ejemplo : Una empresa la cual consistentemente esta alta en sus estimados, raramente se adjudicará un contrato; por otro lado una empresa la cual estima bajo el costo de un proyecto y lo obtiene, vería seriamente comprometidas -- sus utilidades o inclusive llegaría a tener pérdidas.

En base a lo anterior, algunas empresas, viendo la necesidad de evitar desperdicios en tiempo y dinero para la elaboración de sus estimados de costo, establecieron métodos que hicieron fácil este trabajo; trayendo consigo el bienestar de éstas.

Estos métodos se fueron estableciendo en base a experiencias tenidas durante el ejercicio de trabajos ejecutados con anterioridad y en estudios realizados sobre temas -- que tratan lo relativo a procedimientos para la obten--- ción de costos.

Para la estimación del costo, el ingeniero a cargo de éstos trabajos necesariamente requiere de cierta experiencia y conocimiento en procedimiento de cálculo, que se - aproximen en lo posible a lo exacto para que esto derive en un resultado que no solamente obtenga la adjudicación

del contrato sino que también tenga una utilidad razonable dentro de los límites esperados.

La estimación de costos es el primer renglón a considerar en estudios de factibilidad de proyectos, estudios de alternativas, autorizaciones presupuestales, programas financieros y prácticamente todas las decisiones de la dirección de una empresa, las cuales se basan en suposiciones respecto a costos sean de ingeniería, construcción o producción.

En libros se dispone de basta información respecto al tema que aquí se presenta, pero es importante señalar que una mala interpretación de ésta, puede ocasionar grandes trastornos económicos a las empresas involucradas en estas actividades, por esta razón, generalmente, las gentes que participan en éstos trabajos, cuentan con experiencia para la interpretación de la información relacionada a esta materia, experiencia que da por resultado el éxito económico y bienestar de la empresa.

Por las razones arriba indicadas se debe entender que el objetivo de un estimado de costo, para ingeniería y construcción es el conocer con la mayor exactitud posible el presupuesto de un proyecto que se pretenda realizar, por ello, interesa saber el procedimiento e información necesaria que pueda manejarse confiable y rápidamente para llegar a tener valores exactos o lo más cercano a esto, en el menor tiempo y costo posible.

En los siguientes capítulos se da una exposición relativa a tipos de estimados que tradicionalmente manejan empresas de ingeniería y construcción, la información básica necesaria para su elaboración, características importantes y la técnica que se puede aplicar con la precisión esperada.

CAPITULO I. GENERALIDADES

## 1.1 INFORMACION BASICA NECESARIA PARA LA ELABORACION DEL ESTIMADO DE COSTO

Dependiendo de la información de que se disponga, un estimado de costos puede variar desde una rápida conjetura realizada con la mínima información, hasta un estimado detallado a partir de información completa.

La información indicada a continuación se entiende útil para elaborar un estimado con + 10% de exactitud.

- a. Información requerida para estimar el costo de ingeniería.
  - a.1 Descripción del proyecto.
  - a.2 Localización de la planta.
    - . Descripción general del sitio.
    - . Topografía del sitio.
    - . Estudios diversos, hidrológico, mecánica de suelos, etc.
  - a.3 Arreglo general o plot plan.
  - a.4 Requerimientos de producto, capacidad o tamaño.
  - a.5 Requerimientos de servicios auxiliares y generales, necesidades de manejo y almacenamiento de materia primas y productos terminados.
  - a.6 Información técnica del proyecto.

- . Diagramas de flujo (proceso y servicios).
- . Balances de materia y energía.
- . Diagramas de tuberías e instrumentación.
- . Especificaciones de materiales y equipo.
- . Planos (si aplica) para :
  - . Cimentaciones.
  - . Edificios y estructuras.
  - . Arquitectura.
  - . Eléctricos.
  - . Tuberías.
  - . Mecánicos.
  - . Instrumentación, etc.

b. Información requerida para estimar el costo de construcción.

Se indican principalmente los puntos más utilizados, aunque cabe esperar que en algunos casos por necesidades particulares del proyecto se de bán de requerir algunos de los ya indicados en la parte de ingeniería.

b.1 Localización de la planta.

- . Descripción general del sitio.
- . Topografía del sitio.
- . Estudios de mecánica de suelos.

b.2 Lista de equipo.

- . Especificaciones de material y equipo.
- . Lista de recipientes y equipos.
- . Distribución general.

b.3 Edificios y estructuras.

- . Tipos de construcción y dimensiones aproximadas.
- . Cimentación.
- . Esquemas arquitectónicos.
- . Arreglo general y elevaciones.

- . Planos detallados.
- . Especificaciones.
- . Cuantificación de obra.

**b.4 Tuberías.**

- . Planos detallados.
- . Lista de materiales con cantidades.
- . Especificaciones.

**b.5 Aislamiento.**

- . Especificaciones.
- . Lista de equipo y tuberías por aislar con cantidades..

**b.6 Instrumentación.**

- . Diagramas de tubería e instrumentación.
- . Lista de instrumentos con cantidades.
- . Lógicos de control.
- . Especificaciones de instrumentos y materiales.
- . Lista de material de interconexión y cantidades.

**b.7 Eléctrico.**

- . Tamaño y tipo de motores.
- . Areas a iluminar y niveles de iluminación.
- . Diagrama unifilar indicando cargas y voltajes.
- . Especificaciones de subestaciones.
- . Lista de motores con su tamaño.
- . Especificaciones de fuerza y alumbrado.
- . Diagrama de subestaciones secundarias.
- . Lista de equipos eléctricos.
- . Planos generales de alimentadores principales y secundarios, alumbrado de patios y sistema de tierras.
- . Planos de distribución de fuerza.
- . Planos de distribución de alumbrado.
- . Lista de materiales con cantidades.

## 1.2 DESCRIPCION DEL TIPO DE PLANTA QUE SIRVE COMO MARCO - DE REFERENCIA

El trabajo en cuestión se basa en un presupuesto elaborado en octubre de 1982, para ingeniería y construcción de una planta de fuerza.

Los servicios utilizables de dicha planta serán principalmente :

- 1.- Generación de vapor sobre calentado a 500°C y 67 Kg/cm<sup>2</sup>, 140 Ton/Hr por unidad.
- 2.- Generación de energía eléctrica en 3 Ø, 60 C.P.S. 20 MW, 25 MVA, 13.8 KV por unidad.

### Localización

La planta estará ubicada en la costa del Océano Pacífico de México, en la boca del Río Balsas, aproximadamente a 3 Km. al sur de la ciudad Lázaro Cárdenas, estado de Michoacán.

La planta estará ubicada en una zona expuesta a terremotos y ciclones de alta intensidad.

Lázaro Cárdenas, tiene un puerto de altura, el cual se localiza adyacente a la planta.

Dicho puerto tiene una profundidad tal que se pueden recibir embarcaciones hasta de 60,000 tons.

El acceso a la planta también se puede hacer por medio de ferrocarril o carretera.

### Descripción de la Planta.

Dicha planta comprenderá de manera enunciativa lo siguiente :

- . Dos turbogeneradores de vapor del tipo de condensación con extracciones y con una capacidad de 20 MW 25 MVA cada una, generando a 13.8 KV, 3Ø 60 cps.
- . Equipo para el sistema de condensación y manejo de condensados para los turbogeneradores mencionados.
- . Equipo para precalentamiento de agua de alimentación y desaeradores.
- . Edificio de estructura de acero con grúa y recubrimiento de lámina galvanizada.
- . Equipo de control distribuido y cuarto de control central con aire acondicionado.
- . Subestación eléctrica completa con transformadores de 25 MVA.
- . Torre de enfriamiento, dosificación química, bombas de recirculación, tubería y accesorios.
- . Equipos auxiliares.
- . Dos generadores de vapor sobrecalentado con capacidad de 140 Ton/Hr. cada uno a 500°C y 67 Kg/cm<sup>2</sup> con agua de alimentación a 180° + 3°C.
- . Sistema de tratamiento de agua.
- . Sistema de manejo de combustible.
- . Sistema de aire comprimido.

Los conceptos descritos anteriormente se agrupan en 3 áreas principales :

- a) Casa de Máquinas o también llamada Casa de Fuerza.-  
Se compone principalmente de lo siguiente :

- . Turbogenerador compuesto de :
  - . Rotores de alta presión y presión intermedia.
  - . Rotor de baja presión.
  - . Rotor del generador.
  - . Estator del generador.
  
- . Tableros de Control :
  - . Transductores de la turbina.
  - . Tablero arranque de la turbina.
  - . Centro de control de motores turbo.
  - . Tablero de relevadores auxiliares.
  - . Tablero de bloques.
  - . Tablero automático de sincronización.
  
- . Sistema de Lubricación y Control.
  - . Tanque receptor de aceite.
  - . Acondicionador de aceite.
  - . Enfriadores de aceite.
  - . Bomba auxiliar de aceite.
  - . Bomba principal de aceite.
  - . Tuberías, válvulas, accesorios e instrumentos.

- . Sistema de Aceite de Control :
  - . Bomba de aceite de control.
  - . Bomba de emergencia de control.
- . Excitador :
  - . Tableros.
  - . Instrumentación y accesorios en general.
- . Sistema de Vapor de Sellos :
  - . Condensador de vapor con 2 ventiladores.
  - . Tuberías, accesorios e instrumentos.
  - . Aislamiento térmico y placas de cubierta.
- . Condensador y Equipos Auxiliares :
  - . Condensador.
  - . Caja de agua.
  - . Calentadores agua alimentación alta presión.
  - . Bomba de vacío.
  - . Centrífugas de aceite.
  - . Purificador de aceite.
  - . Sistema de H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>.

- . Deaerador.

- . Válvulas principales para admisión y extrac---  
ción.

- . Grúa viajera.

b) Generador de Vapor o Caldera.- Compuesto principalmente de lo siguiente :

- . Caldera :

- . Domo.

- . Paredes de agua.

- . Partes internas (fluses).

- . Cabezales.

- . Tuberías principales.

- . Juntas de expansión.

- . Sopladores.

- . Quemadores.

- . Refractario.

- . Caja de viento, vestíbulo, piso copa, Pent-House.

- . Cubierta (cassing).

- . Andamios y escaleras.

- . Plataformas y escaleras.
  
- . Ductos :
  - . Tiro forzado.
  - . Recirculación de gases.
  - . Precalentador de aire.
  
- . Tuberías Baja Presión :
  - . Tubería diesel.
  - . Tubería combustoleo.
  - . Venas de vapor.
  - . Tubería de gas.
  - . Tubería de nitrógeno.
  - . Tubería de vapor principal.
  - . Tubería de aire.
  - . Tubería muestreo.
  - . Tubería venteos.
  - . Tubería agua de enfriamiento.
  - . Tubería de condensador.
  
- . Aislamiento :
  - . Cuerpo de caldera.

- . Ductos.
- . Equipos.
- . Tuberías.
- . Equipos Auxiliares :
  - . Generador de vapor/vapor.
  - . Tanque retorno de condensado. (drip-pot).
  - . Deareador.
  - . Calentador.
  - . Ventilador tiro forzado.
  - . Ventilador recirculación de gas.
  - . Bombas de drip-pot a deareador y condensador.
  - . Precalentadores de aire.
  - . Tanque purgas misceláneas y continuas.
  - . Calentadores de combustóleo.
  - . Filtros de combustóleo.
- c) Areas Exteriores.- Compuesto principalmente por :
  - . Torre de enfriamiento.
  - . Tanques de almacenamiento de combustóleo.

- . Bombas de transferencia de combustoleo.
- . Tuberías.
- . Compresores.
- . Secadoras de aire.
- . Planta de tratamiento de agua.

### 1.3 TIPOS DE CONTRATOS USADOS EN INGENIERIA Y CONSTRUCCION.

Los tipos de contratos más usados para trabajos de ingeniería y construcción pueden resumirse en los siguientes :

#### a) Contrato por administración

##### Características :

El Alcance de Trabajo no tiene que estar claramente definido.

##### Ventajas :

- . Se ahorra tiempo en preparación de la oferta al eliminar detalles en el alcance de trabajo.
- . Elimina costosas negociaciones extras si se esperan o son necesarios muchos cambios.
- . Permite al cliente completa flexibilidad para supervisar diseño y/o construcción.

##### Desventajas :

- . El cliente debe ejercer un riguroso control sobre el costo del proyecto.
- . Generalmente el costo del proyecto no llega a ser el óptimo.

##### Aplicaciones :

- . En ampliaciones de servicios existentes.

- . Desarrollo de proyectos cuando la tecnología no está bien definida.
- . Proyectos confidenciales en los cuales se desea una mínima salida de información al exterior.

Comentarios :

El contrato por administración se debe usar solo - cuando el cliente tiene un numeroso grupo de ingeniería para supervisar el trabajo.

- b) Contrato por administración con máximo garantizado.

Características :

Para este caso se tienen especificaciones generales y dibujos preliminares de construcción.

Ventajas :

- . Se puede establecer un precio máximo sin necesidad de planos de diseño detallados.
- . El cliente se reserva el derecho de aprobar todas las decisiones importantes del proyecto.
- . Todos los ahorros que se obtengan con respecto al precio máximo, pertenecen al cliente.

Desventajas :

- . El contratista tiene poco incentivo para tratar de reducir costos.
- . Los honorarios del contratista y las contingencias son relativamente más altas, con respecto a

otros contratos a precio fijo porque el precio - máximo considerado se obtiene con datos preliminares de diseño.

Aplicaciones :

- . Cuando el cliente desea una ejecución de su proyecto en el menor tiempo posible, garantizando - un costo máximo.
- c) Contrato por administración con máximo garantizado e incentivos.

Características :

Se tienen en este caso especificaciones generales y dibujos preliminares de construcción.

Ventajas :

- . Se puede establecer un precio máximo sin necesidad de planos de diseño detallados.
- . El cliente se reserva el derecho de aprobar todos las decisiones importantes del proyecto.
- . El contratista trata de adelantar la ejecución, ya que participa de los ahorros.

Desventajas :

Los honorarios del contratista y las contingencias son relativamente mas altas, con respecto a otros contratos a precio fijo, porque el precio máximo - considerado se obtiene con datos preliminares de - diseño.

Aplicaciones :

Cuando el cliente desea una ejecución de su proyecto en el menor tiempo posible, con la garantía de que el contratista tratará de reducir costos ya -- que participa de los ahorros.

- d) Contrato a precio alzado con especificaciones definitivas.

Características :

Para este caso se tienen especificaciones generales, localización preliminar y diseño bien definido.

Ventajas :

- . Generalmente la eficiencia en construcción es máxima.
- . Una definición bien detallada del proyecto asegura al cliente la calidad deseada.

Desventajas :

- . Los contratos separados de diseño y construcción incrementan el programa de ejecución.
- . La responsabilidad se divide entre el diseñador y el constructor.

Aplicaciones :

- . Cuando el cliente solicita ofertas de construcción para un proyecto diseñado por otra empresa de ingeniería.
- . Cuando un departamento del gobierno solicita --- ofertas de construcción sobre un proyecto diseñado por otra empresa de ingeniería.

e) Contrato a precios unitarios.

Características :

Se cuenta con alcance de trabajo bien definido cuantitativamente con cantidades conocidas aproximadamente.

Ventajas :

- . Se puede comenzar a construir sin conocer exactamente las cantidades involucradas.

Desventajas :

- . Los errores de estimado en cantidades grandes -- pueden dar como resultado que el cliente pague -- precios unitarios altos innecesariamente.
- . Se requiere una supervisión estricta en la obra, por parte del cliente, para ubicar las cantidades instaladas.

Aplicaciones :

- . Se puede usar en : Proyectos donde el cliente -- tiene referencias de otros proyectos similares.

Comentarios :

- . El contratista debe definir los métodos de cubicación en la obra, antes de que le sea otorgado el contrato.

CAPITULO II. PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR EL COSTO DE INGENIERIA

## 2.1 DEFINICION DE TECNOLOGIA, INGENIERIA BASICA E INGENIERIA DE DETALLE.

Es conveniente antes que explicar el procedimiento para el cálculo del estimado de costo de ingeniería, -- dar un enfoque respecto a lo que es la ingeniería, -- sus definiciones, sus alcances y los trabajos que se realizan como tal.

Una definición de ingeniería puede entenderse como la ejecución de trabajos relativos a la preparación de planos para construcción dentro de un presupuesto establecido, dentro de un tiempo previsto y con la mejor calidad técnica.

Ejecutar un proyecto significa primordialmente, contar con una organización (firma de ingeniería) que sea capaz de alcanzar los objetivos arriba mencionados.

Una organización que conozca perfectamente bien todas las clases de problemas que surgen durante la ejecución de un proyecto que esté al tanto de los múltiples aspectos que pueden presentarse y principalmente, que tenga el suficiente criterio para prevenir o afrontar y resolver positivamente cualquier eventualidad que pudiera suceder.

Una organización que cuente con una forma de operar propia, ya establecida, experimentada y capaz de asegurar una clara y correcta coordinación entre todas las partes que intervengan en el proyecto.

Una organización que sea capaz de detectar en el área de tiempo y costos cualquier desviación del programa y presupuestos establecidos, antes de que el error detectado pueda causar problemas y que conozca y pueda, por su experiencia, sugerir las acciones correctivas más apropiadas para resolver la situación que se presente.

En fin, una organización que sea capaz de generar --

una apropiada documentación que permita obtener en -- cualquier momento el punto exacto en el que se encuentra el proyecto.

Si se reconoce, igualmente, que el producto que una - firma de ingeniería vende, es tan poco tangible como lo son las Horas-Hombre, es fácil darse cuenta de que controlarlos eficientemente no dependen solamente de la experiencia técnica, sino en adición a ésta de una estructura de operación diseñada especialmente para - hacer ingeniería en forma productiva y de aquí gene-- rar utilidades, ganar y conservar clientes, optimizar costos y en una palabra asegurar, la supervivencia de un mundo de tecnología y de competencia cada vez más complejo.

En ingeniería se utilizan términos tales como : Tecnología, ingeniería básica e ingeniería de detalle.

Como los trabajos de ingeniería, están ligados muy estrechamente a estos términos y los alcances de trabajo se definen en función de los mismos es conveniente conocer el significado de éstos.

Tecnología.- Se dice que es la información que define todo lo relativo con el esquema del proceso que será utilizado, eficiencias, garantías, etc. Normalmente en transacciones internacionales de ingeniería, está sujeto a patentes, y el licenciador (dueño de la tecnología), cobrará una determinada cantidad de dinero para permitir su utilización.

#### . Ingeniería Básica.

Se dice que es aquella ingeniería de proceso (definida en detalle posteriormente) que va asociada solo con los equipos, incluidos en el esquema de la - tecnología.

#### . Ingeniería de Proceso.

Es la ingeniería de proceso complementaria a la básica y que define equipos, etc., que no están in--cluidos en el esquema de la tecnología y que son neg

cesarios para entregar el licenciador, los diferentes fluidos, en las condiciones que dicho proceso - los requiere.

. Ingeniería de Detalle.

Es aquella que permite a través de la definición en planos, la utilización práctica del esquema tecnológico para los fines de construcción y operación de la planta.

Normalmente los conceptos tecnología/ingeniería básica no pueden disociarse, ya que el licenciador elabora ambos para asegurar todos los detalles del proceso.

En virtud de las definiciones anteriores, ha quedado entendido que la ingeniería básica es responsabilidad del licenciador, mientras que la ingeniería de proceso puede ser desarrollada por la firma de ingeniería o por el propio cliente, si cuenta con los recursos - necesarios. Sin embargo, el contenido de ambas debe - ser el mismo, ya que constituirán la materia prima para la realización de la ingeniería de detalle.

## 2.2 ALCANCES DE TRABAJO QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA HACER EL ESTIMADO DE INGENIERIA BASICA Y LA DE DETALLE.

### Descripción del contenido estandar de un paquete de - ingeniería básica..

El propósito es definir lo mas claramente posible lo que se debe esperar de un paquete de ingeniería básica o de ingeniería de proceso. Es importante hacer no tar que el concepto de ingeniería básica no está espe-cificamente definido o regulado por ninguna asocia-ción internacional, por tanto, su contenido varía de-pendiendo del licenciador que la desarrolle.

En cualquier caso sin embargo, el paquete de ingenie-riá básica puede contemplarse como aquel que permite desarrollar a otros la ingeniería de detalle corres-pondiente, según se ha definido ésta.

El contenido básico o alcance de trabajo para ingenie-riá básica, incluye la realización de los conceptos -que se describen a continuación.

#### a) Balances de materia y calor.

Los balances de materia y calor se incluyen como -parte del paquete, sin embargo, los cálculos que -implican, son propiedad de la firma que desarrolle la ingeniería básica y deberán ser conservados por ésta para posibles referencias.

#### b) Diagramas de flujo de proceso.

Para cada unidad de proceso, los diagramas de flu-jo de proceso indicarán los principales equipos de proceso y la instrumentación de control.

#### c) Descripción del proceso.- Se indicarán para todos los casos, las bases de diseño.

La descripción del proceso también incluirá una --descripción del flujo, propiedades de cargas y pro-

ductos, balances de materia para todos los componentes, condiciones en el límite de batería para las corrientes de alimentación y productos, consumos estimados de productos químicos y de servicios que serán las cantidades máximas estimadas para la unidad que se trate.

Es importante notar que el consumo máximo global de servicios será para un caso consistente, debiéndose indicar en adición, la cantidad máxima de servicios para un determinado equipo si este no forma parte del caso consistente.

Los consumos de servicios presentados por el departamento de proceso del licenciador serán estimados y deberán confirmarse una vez determinada la compra final del equipo. Las garantías de servicios se deberán basar en el cálculo de los consumos finales de servicios, una vez que se han comprado los equipos y estarán sujetos a la revisión por el departamento de proceso.

d) Especificaciones de equipo.- (Hojas de datos de proceso).

A continuación se presenta una descripción del contenido de las hojas de datos de proceso para cada tipo de equipo.

d.1 Recipientes.- Se deberá incluir un esquema estándar de proceso mostrando :

- . Diámetro, altura y/o longitud del recipiente.
- . Número, tipo y espaciamiento de charolas para torres.
- . Número, tamaño y localización de boquillas.
- . Presiones y temperaturas máximas de operación.
- . Materiales de construcción y corrosión permisible.
- . Requerimientos de aislamiento.
- . Niveles de líquido altos y bajos.
- . Detalles de partes internas especiales tales como soportes, eliminadores de niebla, distribuidores, etc.

. Resumen estandar de cargas de charolas para torres.

d.2 Cambiadores de Calor.- Se indican corrientes limitantes de transferencia donde sea aplicable, propiedades físicas de los fluidos que se requieran para dimensionamiento, viscosidades limitantes, factor de ensuciamiento, curvas de condensación y vaporización, específicamente para otras alternativas, si son necesarios para servicios individuales.

Los datos de construcción, serán suministrados para corrosión permisible, metalurgia recomendada, tamaño de tubo, paso de tubo y tamaño sugerido de boquillas.

d.3 Bombas.- Datos de diseño incluyendo las correspondientes a unidades motrices, requerimientos de relevo, materiales de construcción, N.P.S.H. requerido, corrosión permisible y tipo específico de bomba si se requiere por razones de proceso, especificaciones para alternativas si fuera necesario para algunos servicios individuales.

d.4 Compresores.- Información completa de trabajo mostrando para todos los casos de diseño, características de los materiales fluyendo, temperatura, cantidad, presión de entrada/salida, peso molecular, etc. tipo de compresor, materiales de construcción y aditamentos mecánicos especiales, requeridos, tipo de unidad motriz, etc.

d.5 Calentadores a fuego directo.- Hojas completas de especificaciones de trabajo, incluyendo curvas de vaporización donde se requieran temperaturas limitantes de fluidos, coeficientes o velocidades limitantes de transferencia, material de los tubos, corrosión permisible, tipo de calentador, tipos de combustible a usar, tipo de conexiones terminales, no se suministrarán datos mecánicos (excepto que se hicieran -

necesarios por razones de proceso, tales como tamaño de tubo y metalurgia).

- d.6 Equipo miscelaneo.- Especificaciones completas de trabajo para equipos, tales como filtros rotatorios al vacío, generadores de gas inerte, filtros tipo "Y", eyectores de vacío, etc.
- d.7 Instrumentos.- Lista-resumen de instrumentos de proceso indicando condiciones de proceso para todos los instrumentos, trampas de vapor para calentadores con vapor o hervidores y válvulas de control, por ejemplo : Propiedades físicas, temperaturas, presión, caída de presión -- permisible y cualquier otra consideración especial de proceso, como vaporización a través de válvulas, requerimientos de lavado o purgado, etc., cuando sea necesario, se listarán otras condiciones de operación alternativas específicamente para flujo máximo y mínimo, con objeto de asegurar el adecuado control y lectura de todos los instrumentos.
- d.8 Válvulas de seguridad.- Lista-resumen de válvulas de seguridad, indicando condiciones de diseño, tales como, presiones de apertura, gases, temperaturas presión y estado y tipo del líquido o gas relevado y propiedades físicas.
- d.9 Listas de líneas.- Dimensionamiento completo de líneas, con su correspondiente lista-resumen.
- e) Diagramas de ingeniería.- La primera edición completa de los diagramas que incluyen :
- . Diámetro, temperatura máxima de operación y requerimientos de aislamiento para tuberías.
  - . Detalles significativos de equipo: elevaciones para torres y recipientes verticales.
  - . Elevaciones y pendientes para tanques horizontales.
  - . Elevaciones relativas de todo el equipo y tubería donde exista condición de flujo por gravedad

- o flujo en dos fases, por ejemplo, hervidores, condensadores, tanques de sello, etc.
- . Pendientes de tuberías requeridas, localizaciones relativas de equipo o condiciones especiales, tales como dimensiones requeridas para Loop's -- verticales, líneas por gravedad.
  - . Venteos y drenajes requeridos por razones de operación o proceso.
  - . Trazado de vapor, agua caliente o algún solvente, para línea o instrumentos.
  - . Purgas de gas o líquido o lavado de válvulas de control, instrumentos o válvulas de seguridad.

Todos los By-pass para arranque y líneas de emergencia e instrumentos requeridos para la operación correcta de la planta.

El licenciador deberá indicar el arranque, los By-pass y las líneas de emergencia sugeridas para una operación correcta de la planta. El licenciador deberá revisar los diagramas finales de ingeniería -- para certificar que los requerimientos de proceso han sido satisfechos.

Los diagramas de servicios deberán prepararse por la firma seleccionada para la fase de ingeniería -- de detalle, ya que dependen de las posiciones relativas de cada equipo en el área de la planta, como se ejemplifica más adelante.

- f) Plot plan.- El arreglo del equipo (plot plan) de cada unidad, será preparado por el departamento de proyecto de la firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle y revisado por el departamento de proceso del licenciador, antes de su emisión oficial.
- g) Revisión de materiales.- Definición del tipo de materiales a utilizar, para todos los equipos, tuberías, etc.
- h) Revisión por temperatura y presión.- Especificación de temperatura y presión de operación para cada unidad de equipo.

i) Planos de arreglo general.- Planos que muestren en forma general la idea del licenciador en lo que se refiere a los arreglos de equipo tanto en planta - como en elevación, estableciendo al menos, las dimensiones más importantes.

j) Eléctrico.

- . Diagrama de bloques.
- . Voltajes de transformación.
- . Areas a iluminar y niveles de iluminación.
- . Diagramas unifilares, indicando cargas y voltajes.
- . Especificaciones preliminares.
- . Planos generales.

Alcance típico de los servicios de una ingeniería de detalle.

Se define lo más claramente posible la información -- que se debe esperar de la firma que desarrolle la ingeniería de detalle.

Se describe conceptualmente el contenido de los servicios de una ingeniería de detalle.

Contenido :

a) General.

- a.1 Preparar el procedimiento de coordinación, que define las relaciones generales y establece -- los respectivos lineamientos entre la firma de ingeniería y el cliente.
- a.2 Suministrar especificaciones generales para -- equipos de transferencia de calor, recipientes, equipos a fuego directo, equipos mecánicos y -- unidades motrices, instrumentos, controles, -- equipos misceláneos, cimentaciones, tubería, - válvulas, estructuras, edificios, instalacio-- nes eléctricas, aislamiento, trazado con vapor, fire-proofing, pintura y otras que sean necesa rias para ejecutar el proyecto.
- a.3 Preparar diagramas de flujo de ingeniería y de servicios.
- a.4 Preparar los arreglos en planta (plot plan) -- mostrando la localización de todos los equipos y la cantidad y tipo de las estructuras reque ridas.
- a.5 Preparar los programas para el trabajo de inge niería.
- a.6 Revisar técnicamente las cotizaciones de pro--

veedores para el equipo mayor.

- a.7 Comprobar planos certificados de vendedores de arreglo general, para verificar en cumplimiento y de acuerdo con las especificaciones, y revisar a la opción de la firma de ingeniería, - planos de detalle de taller requeridos para fabricar y ensamblar equipo. Esta revisión detallada no releva a los fabricantes de su exclusiva responsabilidad por la ingeniería y diseño de su suministro.
  - a.8 Editar reportes periódicos de avance del proyecto.
  - a.9 Integrar los catálogos mecánicos.
  - a.10 Complementar si se requieren los manuales de - operación de la planta preparados por el licenciador.
- b) Ingeniería de proceso.
- b.1 Complementar con aquella información que no -- fue definida durante la ingeniería básica, los diagramas de flujo de proceso y balances de materia y calor.
  - b.2 Establecer criterios para equipo básico, como dimensiones de recipientes, de cambiadores de calor y de bombas.
  - b.3 Checar la hidráulica y optimizar las dimensiones de tubería.
- c) Ingeniería de equipos.
- c.1 Equipos de transferencia de calor.- Tales como, cambiadores, de coraza y tubos y aerocnfridores.

Establecer requerimientos de funcionamiento y

condiciones de operación.

Establecer especificaciones de material y mecánicas con base en lo señalado por el licenciador.

Preparar las hojas de datos y requisiciones -- que permitan la compra del diseño y del suministro de cada cambiador. En ciertos casos se puede requerir que sea la firma de ingeniería la responsable del diseño sin embargo, se sugiere que el encargado del diseño sea el fabricante.

- c.2 Recipientes.- Tales como torres de destilación, reactores, regeneradores, tanques horizontales y verticales, etc.

Establecer las dimensiones requeridas y las -- condiciones de diseño y operación de cada recipiente.

Preparar esquemas preliminares de recipientes con la información suficiente para permitir la compra temprana de material y establecer las -- especificaciones de material y mecánicas.

Diseñar los recipientes y preparar los planos correspondientes, indicando tipos de material, espesores de cuerpo y cabezas, boquillas soportes, partes internas y ángulos soporte de aislamiento, con detalles suficientes que permitan la compra de recipientes y la preparación de los planos detallados de taller por el proveedor.

Especificar los requerimientos de boquillas y aperturas para equipos como tanques de almacenamiento, cuyo diseño mecánico es estandar o -- cae dentro de la responsabilidad de terceros.

Preparar requisiciones aptas para la compra de recipientes.

- c.3 Equipos a fuego directo.- Tales como hornos, - incineradores, calderas, secadores, etc.

Establecer los requerimientos de funcionamiento y las condiciones de operación.

Establecer las especificaciones de material y mecánicas.

Preparar las hojas de datos y requisiciones -- que permitan la compra de equipo.

- c.4 Equipos mecánicos.- Tales como bombas, compresores, sopladores, centrífugas, unidades de refrigeración y unidades motrices.

Establecer los requerimientos de funcionamiento y las condiciones de diseño y operación para cada unidad de equipo mecánico y su unidad motriz.

Establecer las especificaciones de material y mecánicas, para cada unidad de equipo mecánico y su unidad motriz.

- c.5 Instrumentación y controles.

Adecuar los sistemas de control e instrumentación y mostrarlos en los diagramas de ingeniería de instrumentos.

Establecer los requerimientos de funcionamiento, las condiciones de operación y las especificaciones de material y mecánicas para cada instrumento, válvulas de control y relevo.

Preparar el plano de arreglo general del tablero de control con la información suficiente para que el proveedor seleccionado prepare los planos que muestran el arreglo del tablero, la tubería posterior y los arreglos de entubado - y/o cableado.

Preparar planos de tubería de instrumentación, hacer el arreglo y el desarrollo de los sistemas eléctricos de instrumentación.

Preparar requisiciones que permitan la compra de todos los instrumentos.

- c.6 Equipos misceláneos.- Tales como evaporadores, filtros, precipitadores, separadores y chime--neás.

Establecer los requerimientos de funcionamiento y las condiciones de operación.

Establecer las especificaciones de material y mecánicas.

Preparar las hojas de datos y las requisicio--nes que permitan la compra de equipo.

- d) Cimentaciones.- Preparar planos de cimentaciones y estructuras de concreto con suficientes detalles - para construcción, para compra de materiales y para la preparación de detalles de acero de refuerzo, por los fabricantes correspondientes.

Preparar requisiciones que permitan la compra de - materiales o de servicios de construcción para las cimentaciones.

- e) Tubería y válvulas.- Establecer todos los requerimientos para tubería y válvulas.

Establecer especificaciones de material y mecánicas para la tubería y válvulas complementando en - la medida que sea necesaria, la información del li cenciador.

Preparar requisiciones de material, de tal manera que permitan una compra anticipada de tubería y -- válvulas.

Preparar la lista de clasificación de líneas.

Diseñar y preparar todos los arreglos necesarios y planos de detalles para las instalaciones subterráneas.

Preparar planos de arreglo general e isométricos - en detalle suficiente para construcción, para compra de material y para la preparación de planos de taller por el prefabricador de tuberías.

Normalmente se solicita, a la firma de ingeniería, la preparación de isométricos para tuberías de 2 - 1/2 "  $\varnothing$  y mayores; para tuberías menores es suficiente con plantas y elevaciones.

Diseñar y detallar tuberías especiales, tales como líneas de transferencias y accesorios, como sea requerido.

Preparar detalles de soportes de tuberías, como -- sea requerido, como mínimo se debe solicitar a la firma de ingeniería la definición exacta de los soportes especiales y que son requeridos como consecuencia de los análisis de esfuerzos en las tube--rías.

- f) Estructuras.- Preparar planos generales de arreglo, plantas y elevaciones de todos los racks de tube--rías, estructuras y plataformas para equipo en suficiente detalle que permita la compra del mate---rial fabricado y la preparación por el fabricante de los planos de taller, será responsabilidad de - éste, la exactitud de sus planos en relación a la conformidad de los mismos con los requerimientos - establecidos en los planos de la firma de ingeniería.

Preparar requisiciones para la compra de los materiales estructurales.

- g) Edificios.- Establecer el tipo y las dimensiones - más importantes para los edificios.

Preparar las especificaciones correspondientes y -  
requisiciones necesarias para la compra de los ma-  
teriales.

- h) Instalaciones eléctricas.- Establecer las especifi-  
caciones de material y mecánica para todos los ma-  
teriales eléctricos.

Diseñar los sistemas eléctricos de distribución.

Preparar los diagramas unifilares.

Preparar requisiciones que permitan la compra de -  
equipo eléctrico, incluyendo las correspondientes  
a materiales, para permitir su temprana compra.

Desarrollar sistemas de alumbrado y preparar pla--  
nos que muestren el arreglo de los tableros de ---  
alumbrado y los requerimientos de alumbrado al pi-  
so y en las plataformas y estructuras.

Desarrollar el arreglo de la distribución de fuer-  
za y los requerimientos específicos de los table--  
ros de distribución.

Preparar detalles para conexiones a tierra.

- i) Aislamiento, trazado con calor y fire - proofing.-  
Definir el tipo y el espesor del aislamiento para  
cada unidad de trabajo.

Definir el tipo y el espesor del aislamiento para  
cada servicio de tubería.

Definir las especificaciones de material y mecáni-  
cas para todo lo aislado.

Preparar las requisiciones para la compra de los -  
servicios de instalación de aislamiento (los requere-  
mientos detallados de cantidades de componentes  
individuales de aislamiento y sus accesorios son -

normalmente suministrados por el contratista de -- aislamiento y no se incluyen normalmente en las requisiciones de la firma de ingeniería].

Definir los requerimientos de trabajo con calor para tuberías y equipo, preparar los detalles necesarios y las requisiciones para la compra de los materiales.

Definir los requerimientos de trazado con calor para tubería y equipo, preparar los detalles necesarios y las requisiciones para la compra de los materiales.

Definir los requerimientos de fire-proofing para las estructuras de acero y faldones de recipientes o soportes.

Definir las especificaciones de material y mecánicas para todo lo que lleve fire-proofing.

Preparar planos con detalles específicos para el fire-proofing de estructuras de acero y faldones de recipientes.

Preparar requisiciones para la compra de los servicios asociados al fire-proofing.

Pintura.- Definir los requerimientos de pintura para todo el equipo, estructuras, tubería y edificios.

Preparar requisiciones para la compra de los servicios de colocación de pintura. Los requerimientos detallados de cantidades de pintura y sus accesos son normalmente suministrados por el contratista de pintura y casi no se incluyen en las requisiciones de la firma de ingeniería.

De lo expuesto en hojas anteriores respecto a alcances de trabajo para la realización de ingeniería básica y/o ingeniería de detalle, se muestran para mayor

explicación en anexo de la página 201, una serie de --  
formatos en los cuales se establecen los alcances de -  
trabajo posibles a ser desarrollados, según las necesidad  
es del proyecto en cuestión; ofertado y/o en su ca-  
so contratado.

### 2.3 PROCEDIMIENTO PARA CONOCER EL COSTO DE INGENIERIA.

En forma específica se exponen aquí dos procedimientos para estimar la ingeniería necesaria para el diseño de plantas industriales, una vez que se tiene definido un proceso.

La exactitud de un estimado de ingeniería, su presentación y los métodos que se empléen para desarrollarlo dependen en forma básica de la información con que se cuenta, el alcance de trabajo y la organización y experiencias de la empresa que deba hacerlo.

Se puede dar el caso de que una empresa pueda hacer un estimado de ingeniería con una exactitud de más o menos 10% con sólo conocer unos pocos datos, cuando en otros casos, para lograr lo anterior, se requiere contar con un juego completo de diagramas, especificaciones generales, listas completas de equipo y planos preliminares de arreglos de plantas y secciones.

A la fecha no existe acuerdo alguno sobre la forma en la cual se deba presentar un estimado de ingeniería, la división por partidas que deba hacerse, ni los elementos de costo que deban incluirse en cada una de ellas.

Cada compañía hace lo anterior atendiendo a su organización, sistemas de trabajo y forma especial en que obtenga su información de los trabajos que desarrolla. Se podría decir que todo lo anterior es función de la costumbre establecida por las necesidades de un determinado ramo industrial, una determinada localidad o ambas cosas.

Para hacer un estimado de ingeniería como para hacer cualquier otro tipo de estimados, se necesitan dos cosas :

- a) Datos obtenidos de trabajos realizados anteriormente (en este caso ingeniería).

- b) Experiencia de una o varias personas que sepan -- usar estos datos y en un momento dado, complementarlos.

Como parte de un estimado total, el costo de la ingeniería es más o menos aceptado que incluya todas --- aquellas partidas que representan gastos de la oficina central. Estos gastos corresponden a los conceptos generales que se muestran a continuación :

### 1.- Salarios

- a) Coordinación y supervisión general.
- b) Ingeniería de proceso.
- c) Especialistas y consultores.
- d) Ingeniería y cálculo.
- e) Dibujo.
- f) Ingeniería de costos.
- g) Programación y control.
- h) Administración general.
  - Mecnografía
  - Archivo
  - Mensajería
  - Tomaduría de tiempo, etc.
- i) Compras, inspección y expeditación.
- j) Supervisión a construcción.

### 2.- Gastos varios

- a) Gastos de viaje y viáticos.
- b) Gastos de copiado y reproducción.
- c) Gastos de servicios de comunicación.
  - Teléfonos
  - Telégrafos
  - Telex
  - Correos, etc.
- d) Gastos de papelería y materiales misceláneos.

e) Honorarios profesionales a terceros.

- Estudios topográficos
- Estudios hidrológicos
- Estudios de mecánica de suelos
- Asesoría legal y permisos, etc.

En base al tipo de datos que se obtienen normalmente de trabajos ya desarrollados. Las técnicas para estimar ingeniería se pueden dividir en dos grandes grupos :

1. Sistemas de factores que dan el costo de la ingeniería en función de algún otro costo.
2. Sistemas de evaluación directa del trabajo a desarrollar.

En el primero de los casos, lo más común es encontrar el valor de la ingeniería dado como porcentaje del costo total de la planta.

En el segundo caso, lo más común es encontrar datos - de Horas-Hombre por plano o por equipo.

### SISTEMA DE FACTORES

Aún cuando en algunos casos es posible elaborar estimados muy aproximados, en base a este tipo de datos; su uso se puede considerar típico para la elaboración de estimados de orden de magnitud o bien, cuando una inexactitud grande en el concepto Ingeniería, no compromete en forma determinante la exactitud del estimado total.

En forma general este tipo de estimado no se hace cuando lo que se está determinando, es el valor del trabajo de ingeniería en particular.

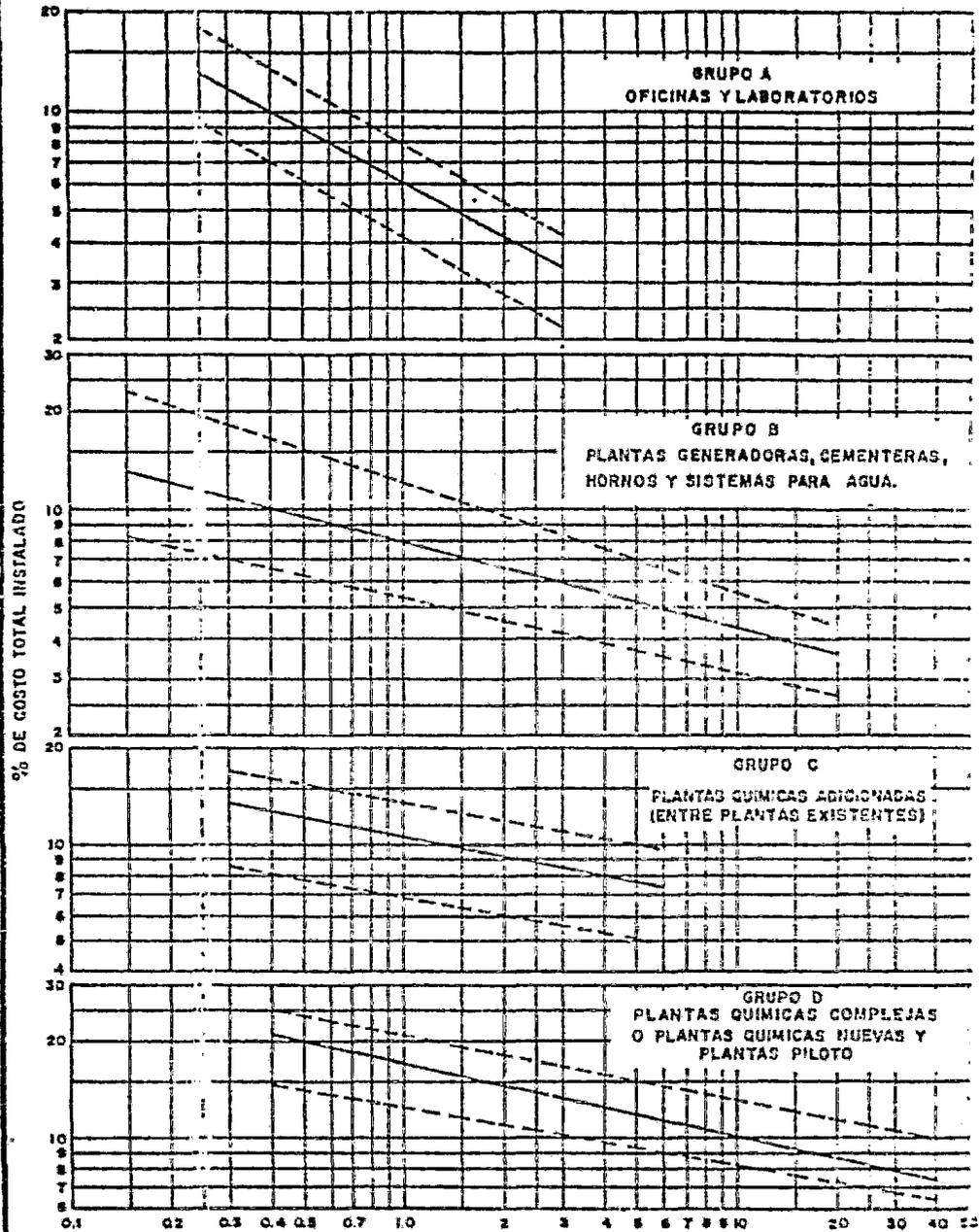
Uno de los estudios más completos que se han hecho y que puede servir para ilustrar este tipo de datos, son las gráficas publicadas por H.C. Bauman (Fig. 1), en octubre de 1964 en la revista Hydrocarbon Processing.

En estas gráficas se puede observar lo siguiente :

- 1.- El valor de la ingeniería expresado como porcentaje del costo total de la planta, disminuye al aumentar el costo total.
- 2.- El aumento o disminución del costo de ingeniería expresado como porcentaje del costo total, es proporcional a la complicación del diseño.
- 3.- Aún en estudios muy completos hechos en esta base, se debe esperar poca aproximación. Esto se puede deducir por las áreas tan grandes que hay entre las líneas punteadas.
- 4.- En circunstancias especiales con plantas de muy bajo valor, se puede esperar que el costo de la ingeniería sea hasta un 25% del costo total.

Las cifras que se pueden obtener de estas gráficas, representan valores de erogación total esperable desde el punto de vista de un propietario. Esto significa que incluye sus gastos propios y los del contratista que emplee para que le hagan el diseño.

FIGURA 1



COSTO TOTAL INSTALADO, MILLONES DE DOLARES

REPRODUCIDO DE "FUNDAMENTALS OF COSTS  
ENGINEERING IN THE CHEMICAL INDUSTRY" DE A. CARL  
BAUMAN, REMHOLD PUBLISHING CORPORATION

La utilidad de este tipo de datos para una firma de ingeniería, es hasta cierto punto relativa, debido a que generalmente desconoce los costos de su Cliente.

Existe desde luego el caso de que una firma se especialice en un determinado tipo de plantas para lo cual siempre desarrolle la misma cantidad de trabajo, y pueda por lo tanto, elaborar estadísticas muy exactas que le permitan realizar estimados de ingeniería muy aproximados, contando con un mínimo de información.

También es posible fijar un punto de referencia del cual se parta hipotéticamente para el desarrollo de todos los diseños, y estimar el trabajo adicional que se tenga en cada caso. En esta forma se puede reducir a una base común la información que se obtenga de los proyectos desarrollados, y hacer correlaciones como la que se muestra en la Fig. 2, que da el costo de ingeniería directamente del costo total de la planta. El costo de ingeniería que se obtiene de esta gráfica no incluye el costo del cliente y supone que se tienen desarrollados los Diagramas de Proceso y la Ingeniería Básica.

Cuando un estimado final de ingeniería se hace por el sistema de Factores, puede ser necesario conocer el costo de la ingeniería desglosado en diferentes partidas, y la fuerza de trabajo que se requerirá para desarrollar el proyecto.

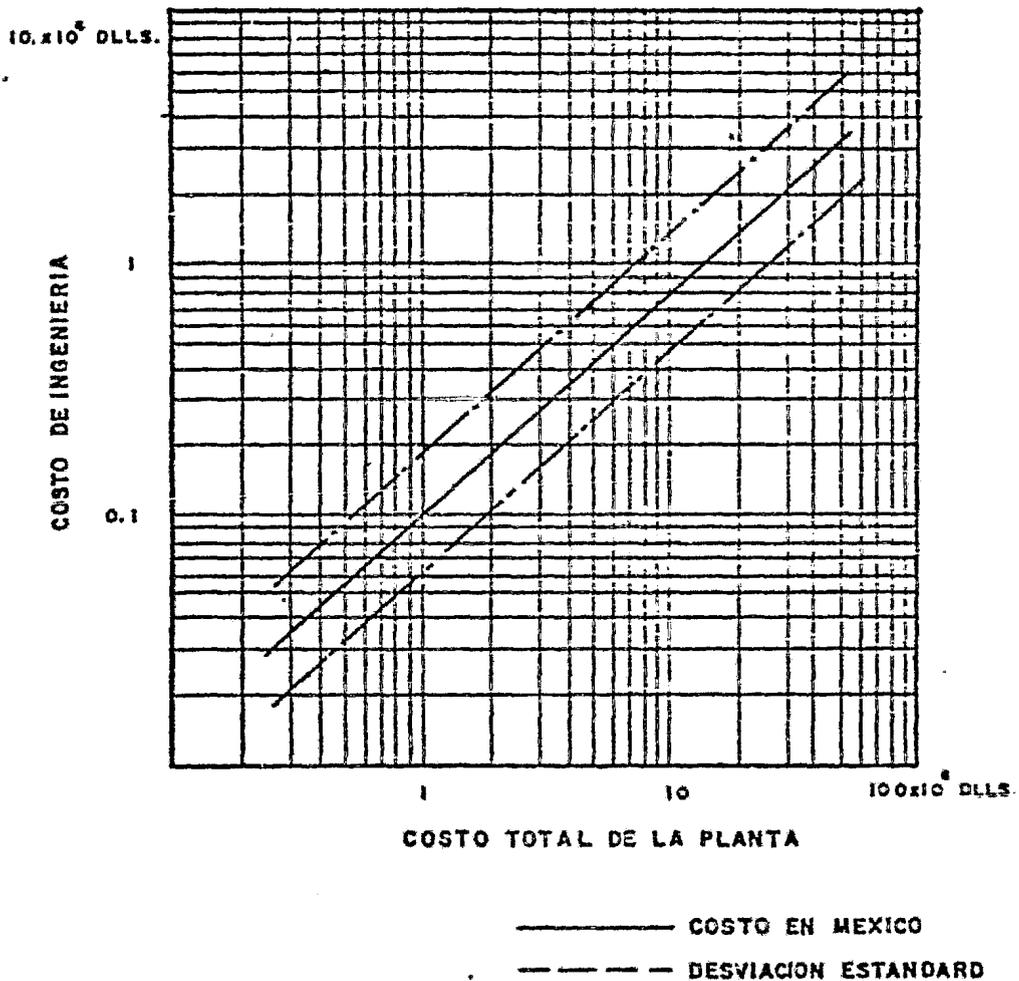
Para hacer lo anterior, es necesario contar con tabulaciones como la que se muestra en la Fig. 3. Este desglose es típico para ingeniería hecha en Estados Unidos de Norteamérica. La Fig. 4, presenta un desglose típico de ingeniería hecha en México.

La descripción de las partidas de esta última Tabla, es como sigue :

- 1.- Coordinación y Supervisión.- Incluye el costo del Gerente de Proyecto o Jefes de Diseño que supervisan y coordinan el diseño. El porcentaje de participación de este costo en el costo total, es variable aumentando al disminuir el valor de la ingeniería a desarrollar y la duración del proyecto.

FIGURA 2

CÓSTO TOTAL DE LA PLANTA VS COSTO DE INGENIERIA



Costos de Ingeniería en México  
 ( Ponencias de Bufete Industrial )  
 Guzmán R.

- 2.- Diseño y Dibujo.- Incluye el costo de todos los Ingenieros Especialistas y Dibujantes que intervienen en el proyecto.
- 3.- Mecanografía y Administración.- Incluye el costo de todas las Secretarias, Oficinistas, Tomadores de Tiempo, etc.
- 4.- Ingeniería de Costos.- Incluye el costo de la elaboración de estimados y el control de costos.
- 5.- Programación.- Incluye el costo de llevar el programa y reportar avances y retrasos en el trabajo.
- 6.- Compras, Inspección y Expeditación (Procuración).- Incluye el costo de Compradores, Inspectores, Expeditadores y el trabajo de Administración que se haga en esta partida.
- 7.- Gastos Varios.- Incluye costo de copias, telégrafo, gastos de viaje, viáticos, honorarios a otros profesionistas, etc.

Este renglón se contrata generalmente como reembolsable.

Tanto la división en partidas como el valor relativo entre ellas, depende de la organización y sistemas de trabajo de la compañía que se proponga hacer el trabajo; y de la magnitud del trabajo mismo.

FIGURA 3

DISTRIBUCION DE COSTOS DE INGENIERIA

	<u>%</u> <u>COSTO TOTAL</u>	<u>%</u> <u>PROMEDIO</u>	<u>%</u> <u>MEDIANA</u>
Ingeniería.	1.5 - 6.0	3.75	2.3
Dibujo .	2 - 12.0	7.00	5.0
Compras .	0.15 - 0.5	0.33	0.3
Contabilidad , Construcción , Ingeniería de Costos .	0.15 - 1.0	0.57	0.3
Gastos de Viaje y Viáticos .	0.10 - 1.0	0.55	0.3
Copiado y Comunicaciones .	0.2 - 0.5	0.35	0.3
<b>T O T A L E S :</b>	<b>4.1 - 21.0</b>	<b>12.55</b>	<b>8.8</b>

La ingeniería incluye todo tipo de ingenieros incluyendo coordinación y supervisión.

Costos de Ingeniería en México  
( Ponencias de Bufete Industrial )  
Fernández E., Pérez B. A.

FIGURA 4

DISTRIBUCION DE COSTOS DE INGENIERIA  
(TIPICO)

	<u>% COSTO TOTAL</u>
1.- Coordinación y Supervisión	5 - 20
2.- Diseño y Dibujo	40 - 70
3.- Mecnografía y Administración	3 - 10
4.- Ingeniería de Costos	2 - 7
5.- Programación y Control	1 - 3
6.- Compras, Inspección y Expeditación	15 - 25
7.- Gastos Varios	6 - 10
 T O T A L :	

Costos de Ingeniería en México  
( Ponencias de Bufete Industrial )  
Fernández E., Pérez B. A.

### ESTIMADOS POR EVALUACION DIRECTA

Cuando se requiere hacer un estimado con una aproximación de más o menos 10% o mayor, y los factores con los que se cuenta no garantizan esa exactitud, es necesario hacer -- una evaluación directa de la cantidad de trabajo que habrá que desarrollar. Esto sucede generalmente cuando se hacen estimados de Ingeniería de Detalle.

El sistema general que se sigue en este tipo de estimaciones, es el de evaluar en unidades comunes la cantidad de trabajo a desarrollar, y multiplicar este número de unidades por su valor, para obtener el costo total. Las unidades que normalmente se consideran son las Horas-Hombre.

Para hacer este tipo de estimaciones, se requieren fundamentalmente tres cosas :

- 1.- Información suficiente para poder conocer con seguridad y detalle la cantidad de trabajo que habrá que desarrollar.
- 2.- Personal con experiencia en trabajos de diseño y estimaciones de ingeniería.
- 3.- Datos estadísticos confiables.

En cuanto a la información que se requiere no hay ningún acuerdo o norma establecida que delimite exactamente cuándo se cuenta con suficiente información y cuándo no. El -- que una información sea completa o no, depende en última instancia de la experiencia general de las personas que deban hacer el estimado. Como ejemplo de lo anterior, se puede decir que para comprender y evaluar el trabajo que se deba hacer para diseñar una cimentación e incluso un edificio, una persona podría requerir un estudio preliminar de mecánica de suelos, mientras que otra no lo requeriría si cuentan con información confiable de la zona en la cual se piensa realizar el proyecto.

El sistema de elaboración de un estimado de este tipo, al igual que la presentación del mismo, dependen de la organización y sistemas de trabajo de la compañía o entidad - que elabore el estimado y los datos estadísticos que obtenga y use, serán buenos, en última instancia, para ese tipo de organización y para esa forma particular de trabajar.

La estadística de Horas-Hombre por plano también puede -- usarse como arma de control y asignación de responsabilidades. Si ésto se hace, sería conveniente que la forma en que se obtengan las estadísticas tome en cuenta la organización y sistema de trabajo de la empresa o grupo que la va a usar.

En la Figura 5 se dan una serie de valores que pueden considerarse buenos para México. En esta tabla la ingeniería de proceso, se ha considerado en función del número de -- diagramas, aunque también es usual estimarla como un porcentaje de las Horas-Hombre de todas las demás actividades; valores de este tipo se pueden ver en la Figura 6.

En algunos sistemas de trabajo, el Departamento de Instrumentación no hace planos completos, concretándose a agregar su diseño a los planos desarrollados por otros grupos y elaborando sus diagramas de lazos y sus dibujos típicos de instalación en hojas especiales junto con las especificaciones de instrumentos. Para estos casos es conveniente tener estadísticas de Horas-Hombre por instrumento. Se -- puede considerar que un buen valor para esta estimación -- son ocho (8) Horas-Hombre por instrumento.

Las Horas-Hombre de Coordinación y Supervisión, las de Administración de Ingeniería, las de Programación y Control y las de Control de Costos, se deben estimar considerando la duración del trabajo y la dificultad para su desarrollo. Para saber la duración del trabajo, es necesario hacer una programación del mismo o bien usar la Figura 7 -- que muestra duración en meses en función de las Horas-Hombre totales para proyectos típicos.

FIGURA 5

HORAS PROMEDIO POR PLANO

<u>TIPO DE PLANO</u>	<u>H-H POR PLANO PROM.</u>
Cimentaciones	120
Acero Estructural	120
Tanques	70
Tuberías	180
Soportes de Tubería	80
Equipo Mecánico	---
Eléctrico	80-100
Instrumentación	120
Proceso	185/Diagrama

Costos de Ingeniería en México  
 ( Ponencias de Bufete Industrial )  
 Fernández E., Pérez B. A.

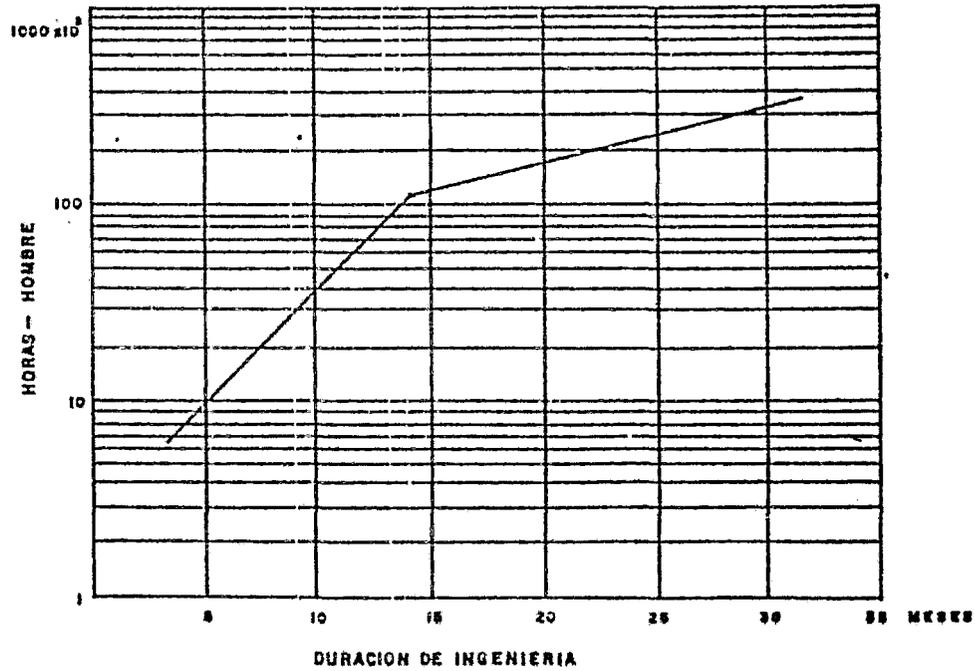
FIGURA 6

PORCENTAJE DE HORAS DE DISEÑO Y DIBUJO

<u>HORAS DE DISEÑO Y DIBUJO</u>	<u>PORCENTAJE INGENIERIA PROCESO</u>	<u>PROMEDIO</u>
100,000	2 a 6	4.0
50,000	4 a 9	6.5
20,000	8 a 14	9.0
10,000	11 a 18	14.5
5,000	15 a 23	10.0

Costos de Ingeniería en México  
 ( Ponencias de Bufete Industrial )  
 Fernández E., Pérez B. A..

FIGURA 7



Costos de Ingeniería en México  
¡ Ponencias de Bufete Industrial  
Fernández E., Pérez B. A.

2.4 EJEMPLO  
DATOS DE OCTUBRE, 1982.

En hojas anteriores se habló de algunos procedimientos para realizar estimados de costo de ingeniería, básicamente se mencionaron dos :

- 1.- El sistema de factores que da el costo de la ingeniería en función del valor de inversión del proyecto.
- 2.- El sistema de evaluación directa del trabajo a desarrollar.

A continuación se muestra el procedimiento que nos lleva a determinar el número de Horas-Hombre que se requerirán en los trabajos a realizarse.

El ejemplo que se da; representa el sistema de evaluación directa, se muestra en detalle por cada disciplina las actividades consideradas para desarrollarse como trabajos de ingeniería.

El costo de la ingeniería finalmente se va a obtener de la aplicación de un costo promedio de Hora-Hombre al número total de horas evaluadas. O bien a la aplicación del costo por cada una de las categorías del personal que intervendrá en el proyecto, a sus Horas-Hombre correspondientes determinadas.

Como ya se ha indicado, el costo de la ingeniería se cobra en la mayoría de las veces en base al número de horas que se consumen en la realización de los trabajos; es por esto que la unidad básica para cotizaciones es el costo de la Hora-Hombre. Por esta razón las firmas de ingeniería han establecido procedimientos para definir sus costos de Horas-Hombre para sus trabajos de ingeniería, incluyéndose en ésta: gastos de oficina, sueldos, prestaciones sociales, utilidades e impuestos.

Normalmente para obtener el costo de la Hora-Hombre de ingeniería se recurre a la experiencia de trabajos realizados con anterioridad, se establece un valor promedio como resultado de sueldos de personal que laboran en los proyectos, por ejemplo :

. Gerente de Proyecto.

- . Ingeniero de Proyecto.
- . Ingenieros Jefes de Sección.
- . Ingenieros Jefes de Grupo.
- . Ingenieros Calculistas.
- . Dibujantes.
- . Secretarias.
- . Mensajeros, etc.

Con los sueldos de la gente arriba indicada se obtiene el costo promedio de la Hora-Hombre, este costo obtenido por sueldos de personal corresponde para la empresas al costo directo por dichos trabajos.

Las firmas de ingeniería para cobrar sus servicios deben transformar sus costos directos a precios de venta, esta conversión implica tener que adicionar conceptos tales como prestaciones sociales para el personal, Gastos-Generales de la empresa, utilidad e impuestos.

Los conceptos de prestaciones sociales, Gastos-Generales de la empresa, utilidad de la empresa e impuestos que convierten el costo directo de la Hora-Hombre en precio de venta, se describen a continuación :

. PRESTACIONES SOCIALES PARA PERSONAL DE INGENIERIA.

El 46% del sueldo base correspondiente a prestaciones sociales, consideradas para este caso, incluye lo siguiente :

- 12.0% Cuotas al Seguro Social.
- 5.0% Impuesto de la vivienda.
- 1.0% Impuesto sobre remuneraciones pagadas.
- 8.5% Aguinaldos.
- 6.5% Vacaciones, incluyendo el 25% adicional y premios

por puntualidad.

Vacaciones	(18.0 días).
25% adicional	4.5 días.
Premio	<u>1.0 día</u>
	23.5 días.

4.0% Días festivos :

1 de enero  
 5 de febrero  
 21 de marzo  
     viernes santo  
 1 de mayo  
 16 de septiembre  
 2 de noviembre  
 20 de noviembre  
 12 de diciembre  
 1/2 24 de diciembre  
 25 de diciembre  
 1/2 31 de diciembre  
     otros

1.0% Ausentismo por enfermedades no cubiertas por el Seguro Social.

5.0% Plan de retiro, seguro de vida y accidentes.

3.0% Otros  
 46.0% Total

. GASTOS GENERALES DE LA EMPRESA.

Los Gastos-Generales de la empresa pueden variar del 65 al 80% del costo directo dependiendo de la magnitud de los trabajos que se pretendan realizar, estos valores - se han establecido en base a la experiencia de trabajos desarrollados con anterioridad, y a la magnitud de la - empresa, se incluye principalmente :

- a) Salarios y prestaciones del personal ejecutivo de la empresa.
- b) Salarios y prestaciones del personal administrativo de la empresa.

- c) Costo de promoción y ventas.
- d) Renta de espacio de oficina central, incluyendo los servicios de agua, luz, teléfono local, limpieza y mantenimiento.
- e) Juegos de planos y especificaciones.
- f) Útiles y materiales de oficina.
- g) Equipo de oficina, en la oficina central (máquinas de escribir, escritorios, calculadoras, archiveros, etc.).
- h) Capacitación de personal.
- i) Financiamiento.
- j) Otros.

#### . HONORARIOS.

Por último se incluyen los honorarios que se pretendan alcanzar por los trabajos a desarrollar, este honorario puede variar de 8 - 15% del valor total acumulado de todos los conceptos antes señalados (sueldos, prestaciones, gastos generales), el porcentaje del honorario puede o no incluir los impuestos propios de dicha utilidad.

Una fórmula ya establecida en algunas empresas para obtener un factor que transforma el costo directo de la hora de ingeniería en precio de venta, es como se indica a continuación :

Factor prestaciones x factor de gastos generales x factor utilidad = factor venta.

$$1.46 \times 1.72 \times 1.10 = 2.76$$

El precio de venta de la hora de ingeniería finalmente se obtiene de la siguiente expresión :

Costo Hora-Hombre Directo X Factor Venta = Precio Venta de la Hora-Hombre de Ingeniería.

A continuación se muestra un ejercicio que da el procedimiento de cálculo para obtener el costo de la Hora-Hombre de Ingeniería, se muestra como se obtiene el número total de horas y como se obtiene el precio final por los trabajos de ingeniería que vayan a ser desarrollados.

CALCULO DEL COSTO DE HORA-HOMBRE DE INGENIERIA

CALCULO DEL COSTO DE HORA-HOMERE DE INGENIERIA

<u>CONCEPTO</u>	<u>COSTO DIRECTO DE HORA-HOMERE</u>	<u>PARTICIPACION EN %</u>	<u>INTEGRACION DEL COSTO DE H-H PROMEDIO</u>
Coordinación y Supervisión	\$ 360.00/M.N.	7.4	\$ 26.64
Diseño y Dibujo	200.65	65.0	130.42
Mecanografía y Administración	90.00	10.6	9.54
Ingeniería de Costos	250.00	3.6	9.00
Programación y Control	250.00	0.8	2.00
Compras, Inspección y Expeiditación	250.00	12.7	<u>31.75</u>
Costo directo promedio de la Hora-Hombre			\$ 209.35
Precio de venta de Hora-Hombre = $\$209.35 \times 2.76 =$			<u><u>\$ 577.80</u></u>

ESTIMADO DE HORAS-HOMBRE POR DISCIPLINA

DEPARTAMENTO ESTRUCTURAL : (Ingeniería Civil).

## I.- PLANOS :

## Area 01.- Planta de fuerza o casa de máquinas.

Concepto	Horas Estimadas
Cimentación estructura (Planta)	120
Cimentación estructura (Detalles)	90
Losa de piso (Planta)	90
Losa de piso (Detalles)	80
Cimentación turbogenerador (Planta)	120
Cimentación turbogenerador (Elevaciones)	100
Cimentación turbogenerador (Detalles)	100
Cimentación bombas (Planta y Detalles)	60
Estructura (Plantas)	240
Estructura (Elevaciones)	220
Estructura (Columnas)	120
Estructura (Placas base columnas)	100
Estructura (Conexiones)	200
Estructura (Trabe carril)	80
Estructura (Escaleras)	200
Losas de entrepiso (Planta)	200
Estructuración muros	<u>80</u>
Sub-total :	2,200

## Area 02.- Calderas o generadores de vapor.

Concepto	Horas Estimadas
Cimentación calderas (Planta)	100
Cimentación calderas (Cortes)	100
Cimentación calderas (Detalles)	80
Cimentación chimeneas y ventiladores (Planta)	80
Cimentación chimeneas y ventiladores (Detalles)	80

Cimentación calentadores y ventiladores (Planta)	80
Cimentación calentadores y ventiladores (Detalles)	80
Cimentación tanques purgas y químicos (Planta)	80
Cimentación tanques purgas y químicos (Detalles)	<u>80</u>
Sub-total	760

Area 03.- Areas exteriores :

Concepto	Horas Estimadas
Drenaje pluvial (Planta)	130
Drenaje pluvial (Tablas registros)	90
Drenaje pluvial (Detalles)	80
Drenaje industrial (Planta)	90
Drenaje industrial (Detalles)	80
Ductos eléctricos (Planta y Detalles)	60
Sistemas enterrados (Planta y Detalles)	210
Areas pavimentadas (Planta)	90
Areas pavimentadas (Detalles)	60
Cimentación torre enfriamiento (Planta)	100
Cimentación torre enfriamiento (Detalles)	150
Monorriel bombas cárcamo (Planta y Detalles)	80
Cimentación caseta cloración (Planta y Detalles)	80
Cimentación equipo y losa de piso para caseta de cloración	60
Estructura caseta cloración (Planta y Detalles)	80
Cimentación cuarto de control (Planta y Detalles)	80
Losa de piso cuarto de control (Planta y Detalles)	60
Estructura cuarto de control (Planta y Detalles)	80

Cimentación caseta recuperación purgas (Plan- ta y Detalles)	80
Losa de piso y bases de equipo para casetas de recuperación de purgas (Planta y Detalles)	120
Estructura caseta recuperación purgas (Plan- ta y Detalles)	80
Equipo sistema recuperación purgas (Planta y Detalles)	190
Planta localización y detalles para tanque agua desmineralizada, tanque de cloro, tan- que inhibidor, tanque de combustible y di- ques	260
Soportes secundarios	<u>800</u>
Sub-total	3,190

## II.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

### - Administración :

Juntas	160
Estimados de ingeniería	100
Elaboración de reportes a gerentes de proyecto	225
Programación de ingeniería	150
Cierre de proyecto	50

### - Especificaciones de diseño e información básica.

Questionarios y especificaciones de di- seño	250
Especificaciones de construcción	225
Estudio e interpretación de mecánica de suelos	100
Revisión de ingeniería básica	50

### - Evaluación y asistencia para la adquisición de -- equipos.

Preparación de concursos	50
--------------------------	----

Elaboración de tablas comparativas	70
Revisión de diseños externos	250
- Lista de materiales y volúmenes de obra.	
Volúmenes de obra	360
Lista de materiales	180
- Revisión información de proveedores.	
Verificación de información de proveedores	100
Revisión de dibujos de taller	150
Supervisión departamental	350
- Trámites dependencias gubernamentales.	
Preparación de documentación para permisos oficiales	300
- Revisión cruzada.	
Revisión cruzada de dibujo	270
Asesoría a otros departamentos	90
- Ingeniería para estimación de costos.	
Ingeniería preliminar	1,170
Estimado de volúmenes de obra	<u>180</u>
Sub-total :	4,830
Total :	10,980

DEPARTAMENTO ARQUITECTONICO (Ingeniería Civil).

I.- ALCANCE DE TRABAJO.

El alcance de trabajo de diseño arquitectónico para la planta de fuerza, incluye lo siguiente :

- Dibujos.- Elaboración de dibujos constructivos -- (ingeniería de detalle) con la información técnica necesaria y suficiente para la correcta ejecución de los trabajos arquitectónicos de los edificios considerados.
  - Supervisión Departamental.- Para el diseño arquitectónico.
  - Especificaciones.- (Criterio) de diseño.
  - Especificaciones de Construcción.- Escritos para materiales y acabados arquitectónicos.
  - Volúmenes de Obra.- Para materiales y acabados arquitectónicos.
  - Revisión Cruzada.- Del diseño de detalle con las demás disciplinas de ingeniería.
  - Diseños y Estudios.- Preliminares para los edificios considerados.
  - Distribución Arquitectónica.- Estudio de fachadas.
- NOTA : Se elaboran un máximo de dos alternativas para cada edificio.
- Programación del Desarrollo de la Ingeniería.- De detalle, (Diseño arquitectónico).
  - Elaboración de Reportes.- A gerencia de proyecto.

## II.- PLANOS.

Concepto	Horas estimadas
Casa de máquinas o casa de fuerza	
Plantas arquitectónicas	75
Planta de cubierta y plafón	70

Fachadas	75
Detalles y cortes de fachadas	75
Plomería y herrería	70
Trazo de escaleras	75

Cuartos de control y cloración :

Planta arquitectónica de cubierta, fachadas,  
herrería y detalles. 80

Sub-total : 520

### III.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

Administración	40
Estudio de alternativas	50
Especificaciones de diseño	30
Lista de materiales y volúmenes de obra	50
Supervisión departamental	60
Especificaciones de construcción	40
Revisión cruzada	<u>20</u>

Sub-total : 290

Total 810

### DEPARTAMENTO DE PROCESO.

#### I.- ALCANCE DE TRABAJO.

Las Horas-Hombre estimadas están basadas en el siguiente alcance de trabajo.

- Programa inicial, revisión de información del cliente, preparación de documentos, reportes mensuales y cálculos de avances del proyecto.
- Recopilación y estudio de las bases de diseño editados por el cliente para el proyecto.
- Diseño dimensionamiento, revisión básica y chequeo

cruzado de diagramas de tubería e instrumentación para la ingeniería de detalle.

- Elaboración de diagramas de balance de servicios.
- Elaboración de especificaciones y tablas comparativas para la compra de equipo.
- Revisión de información de fabricantes.
- Elaboración de lista de equipos y motores.

## II.- PLANOS.

Diagramas de tubería e instrumentación :

Deaeradores y bombas de suministro de agua a calderas	88
Turbogeneradores (extracciones)	88
Auxiliares	88
Condensación	88
Calderas	88
Torre de enfriamiento y bombas	88
Tanques de agua desmineralizada y bombas	88
Manejo de combustóleo	88
Aire comprimido	88
Distribución de servicios	315
Compresores de aire de servicios	88
Detalles	88
Límite de baterías	<u>50</u>
Sub-total :	1,333
Total :	5,945

## III.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

Concepto	Horas estimadas
- Administración :	
Programación inicial	30

Revisiones	20
Preparación de documentos	20
Reporte mensual de actividades	36
Cálculo del avance del proyecto	36
Cierre de proyecto	45
Programación mensual de actividades	<u>36</u>
Sub-total :	223
- Especificación de diseño e información básica :	
Especificaciones generales	30
Estudio de proceso	30
Revisión del paquete de ingeniería básica	<u>30</u>
Sub-total :	90
Diagrama de flujo	<u>150</u>
Sub-total :	150
- Información a otros departamentos :	
Lista de equipo	110
Lista de motores	80
Índice de líneas	300
Datos para instrumentos	350
Dimensiones de equipos para arreglo general	<u>30</u>
Sub-total :	870
- Visitas a obra	<u>135</u>
Sub-total :	135
- Libros de proyecto	<u>50</u>
Sub-total :	50
- Manuales de operación, arranque y supervisión de campo	<u>600</u>
Sub-total :	600
- Supervisión departamental	<u>25</u>
Sub-total :	25

- Revisión información de otros departamentos :

Arreglo de equipo y tubería	121
Revisión planos unifilares	45
Dos tanques	<u>4</u>
Sub-total :	170

- Compra de equipo (tablas comparativas) :

Bomba agua circulación	10
Bomba agua desmineralizada	10
Bomba alimentación agua caldera	10
Turbina para bomba de agua a caldera	10
Torre de enfriamiento	40
Químicos a la torre	20
Compresor de aire	40
Secadora de aire	20
Compresor para aire de servicios	80
Trampas y filtros de línea	80
Aislamiento	40
Pintura	<u>40</u>
Sub-total :	400

- Especificación de equipo :

Bombas: agua circulación, agua desmineralizada, alimentación agua a caldera, turbina para bomba agua caldera	84
Torre de enfriamiento	80
Químicos a la torre	18
Compresor de aire	33
Secadora de aire	15
Compresor para aire de servicios	65
Trampas y filtros de línea	40
Aislamiento	40
Pintura	40
Tanque flash de condensado, de calentadores	10
Tanque de agua desmineralizada	<u>10</u>
Sub-total :	435

- Revisión información proveedores :

Bombas: agua de circulación, agua desminera

lizada, alimentación de agua a caldera, tur	
mina de bomba de agua a caldera	36
Torre de enfriamiento	40
Químicos a la torre	12
Compresor de aire	24
Secadora de aire	10
Compresor para aire de servicios	60
Turbogenerador	600
Deaerador	20
Caldera	550
Sistema de combustóleo	46
Sistema de diesel	16
Tratamiento de químicos a caldera	50
Sub-total :	1,464

DEPARTAMENTO MECANICO (Acondicionamiento de Aire).

I.- PLANOS.

- Dibujos de ventilación	630
Planos de ventilación	
Croquis y cálculos	
- Dibujos de aire acondicionado	450
Planos de acondicionamiento	
Croquis	

II.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

Concepto	Horas Estimadas
- Especificaciones de diseño e infor mación básica consistente de :	168
Cuestionarios de diseño	
Bases de diseño	

Revisión ingeniería básica	
Especificaciones generales de diseño	
- Evaluación y asistencia para la adquisición de equipo	192
Tablas comparativas de material	
Tablas comparativas de equipos	
Juntas con proveedores	
- Especificaciones de equipo y/o accesorios	221
Hojas de datos	
Listas de materiales	
Actualizaciones de L. M. para compra	
Selección equipo y accesorios	
- Revisión planos proveedores (Planos de equipos)	42
- Supervisión departamental	130
- Revisión cruzada	140
- Administración	<u>186</u>
Total :	2,159

DEPARTAMENTO MECANICO (Diseño Recipientes).

Para esta sección únicamente fue necesaria su participación para la definición de tanques para agua desmineralizada :

Concepto	Horas Estimadas
- Especificaciones de diseño	50
- Planos	100
- Supervisión	<u>50</u>
Total :	200

DEPARTAMENTO DE TUBERIAS.

El alcance de los trabajos para el departamento de tuberías se muestra a continuación :

## I.- PLANOS.

Concepto	Horas Estimadas
- Diagrama de balance	240
- Diagramas de servicios	360
- Diagramas de tubería e instrumentos	1,980
- Diagrama sistema contra incendio	120
- Plano de detalles	180
- Arreglo de equipos general planta	200
- Arreglo de equipo general de elevaciones	200
- Arreglo de equipo planta nivel 0.0	150
- Arreglo de equipo planta nivel 4.0	150
- Arreglo de equipo planta nivel 7.0	150
- Arreglo de equipo elevación	150
- Arreglo de tuberías planta casa máquinas	840
- Arreglo de tuberías elevación casa máquinas	560
- Arreglo de tuberías caldera (planta)	280
- Arreglo de tuberías caldera (elevación)	280
- Arreglo de tuberías rack (planta)	1,600
- Arreglo de tuberías rack (elevaciones)	200
- Arreglo de tuberías planta, elevación	200
- Arreglo de tuberías planta, elevación	200
- Arreglo de tuberías torre enfriamiento	200
- Arreglo de tuberías elevación torre de enfriamiento	200
- Arreglo de tuberías planta y elevación cloración	200
- Arreglo de tuberías planta y elevación pretratamiento	200
- Arreglo de tuberías planta y elevación compresores	200
- Arreglo de tuberías planta y elevación químicos	200
	<hr/>
Total :	9,240

## II.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

Concepto	Horas Estimadas
- Administración	1,152
- Supervisión departamental	576
- Especificaciones de diseño	600
- Revisión cruzada	200
- Revisión planos de proveedores	1,000
- Isométricos	1,500
- Lista de líneas	400
- Listas de material	<u>300</u>
Total :	5,728

DEPARTAMENTO DE FLEXIBILIDAD.

Concepto	Horas Estimadas
- Especificaciones, diseño e información básica	50
- Soportes especiales	100
- Revisión de boquillas	250
- Información a otros departamentos	400
- Lista de materiales y requisición	150
- Análisis manuales	600
- Localización de soportes	275
- Revisión planos de fabricantes	150
- Revisión cruzada	275
- Estudios especiales	25
- Administración	<u>225</u>
Total :	2,500

NOTA : Esta disciplina prácticamente no hace planos, únicamente aporta su información para integrarse a -- planos de tubería.

DEPARTAMENTO ELECTRICO.

El alcance de los trabajos a realizarse y el estimado de

horas para llevarse a cabo se muestra a continuación :

I.- PLANOS.

Concepto	Horas Estimadas
- Diagrama unifilar principal	120
- Diagrama unifilar 4.16KV y 480 V.	120
- Diagrama unifilar C.C.M.s	120
- Diagrama de impendancias	90
- Diagrama unifilar 120 V.C.A. 125V.C.D.	100
- Diagrama unifilar intercomunicación	90
- Diagrama trifilar generador	100
- Diagrama secuencia de fases	90
- Diagrama de bloques	90
- Esquemático e. interconexión 13.8 K.V.	120
- Esquemático e interconexión tablero 4.16 K.V.	120
- Esquemáticos e interconexión tablero 480 V.	120
- Esquemáticos e interconexión CCM-1	120
- Esquemático e interconexión CCM-2	120
- Esquemático e interconexión CCM-3	120
- Esquemático e interconexión CCM-4	120
- Esquemático e interconexión motores monofásicos 120 VCA	120
- Esquemáticos e interconexión 125VCD	120
- Distribución de fuerza nivel 3.75 casa de máquinas	150
- Distribución de fuerza nivel 10.25 casa de máquinas	150
- Distribución de fuerza nivel varios casa de máquinas	100
- Distribución de fuerza cuarto de table-- ros de 13.8KV.	100
- Distribución de fuerza cuarto de control	100
- Distribución de fuerza cuarto de control de vapor, nivel varios	200
- Distribución de fuerza torre de enfria-- miento	100
- Distribución de fuerza áreas exteriores	200
- Distribución de fuerza cortes de charolas	180
- Lista de motores	90
- Localización de instrumentos casa de má-- quinas 3.75	90
- Localización de instrumentos casa de má-- quinas nivel 10.25	90

- Localización de instrumentos casa de máquinas nivel varios	90
- Localización de instrumentos generador de vapor	180
- Localización de instrumentos área exteriores	180
- Lista de cable y conduit-tablero 13.8 KV	90
- Lista de cable y conduit-tablero 4.16 KV	90
- Lista de cable y conduit-tablero 480V	90
- Lista de cable y conduit para : CCM-1, CCM-2, CCM-3, CCM-4	320
- Lista de cable y conduit miscelaneos	80
- Lista de cable y conduit turbinas	180
- Lista de cable y conduit instrumentación (detección temperatura)	180
- Lista de cable y conduit generador de vapor (quemadores e interlocks)	180
- Lista de cable y conduit tablero de <u>anunciadores</u>	90
- Lista de cable y conduit sopladores de hollín	90
- Lista de cable y conduit generador G.A. V.R.	180
- Distribución de alumbrado normal casa de máquinas nivel 3.75	100
- Distribución de alumbrado normal casa de máquinas nivel 7.25 y 7.75	100
- Distribución de alumbrado normal casa de máquinas nivel 10.75	100
- Distribución de alumbrado normal casa de máquinas nivel 14.25	100
- Distribución de alumbrado normal casa de máquinas generador vapor nivel varios	200
- Distribución de alumbrado torre de enfriamiento	80
- Distribución de alumbrado áreas exteriores	160
- Sistema de tierras nivel 3.75 casa de máquinas	90
- Sistema de tierras nivel 10.25 casa de máquinas	90
- Sistema de tierras nivel varios casa de máquinas	90
- Sistema de tierras nivel varios generador vapor	180

- Sistema de tierras torre de enfriamiento	90
- Sistema de tierras áreas exteriores	180
- Sistema de intercomunicación casa de - máquinas nivel 3.75	80
- Sistema de intercomunicación casa de - máquinas nivel 10.25	80
- Sistema de intercomunicación nivel va- rios casa de máquinas	80
- Sistema de intercomunicación generador de vapor	160
- Sistema de intercomunicación áreas ex- teriores	160

## II.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

- Administración	500
- Especificaciones de diseño e informa- ción básica	200
- Evaluación y asistencia para la adqui- sición de equipos	700
- Especificaciones de equipos	900
- Actualización de dibujos de acuerdo a lo construido	300
- Visitas a obra	50
- Lista de materiales	700
- Revisión de información de proveedores	900
- Supervisión departamental	1,500
- Estudio de corto circuito	300
- Revisión cruzada	1,000
- Estudio de coordinación	600
- Ingeniería para estimado de costos	700
Total :	<u>16,040</u>

## DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACION.

Concepto	Horas Estimadas
- Administración	157
- Especificaciones de diseño	105
- Evaluaciones y asistencia para adquisición de instrumentos	

Elaboración de tablas comparativas	200
Evaluación control distribución	100
- Diagramas de tubería e instrumentación	
Estudio del proceso	35
Verificación simbología	100
Índice de instrumentos	235
Solicitud datos a proceso	67
- Especificaciones de instrumentos	
Cálculo y especificación válvulas	287
Cálculo y especificación elementos primarios de flujo	60
Especificación de manómetros y termómetros	98
Especificación de otros instrumentos	892
Especificación tablero de 2.50 X 2.10 X 2.00 metros	9
Especificación de control distribuido	36
Especificación de termopares RTD y TW	28
Especificación de equipos paquete	260
Especificación de analizadores	40
- Típicos de instalación	
Elaboración nuevos típicos	390
Completar típicos existentes	57
Condensado de materiales de típicos	93
Condensado de materiales de plano de rutas	30
- Diagramas de lazos y/o alambrados	
Diagrama de lazos	120
Diagrama de alambrado	100
- Revisión de planos de proveedor	
Dibujos de instrumentos	200
Equipos paquete	300
- Plano de rutas y señales	
Neumáticos y suministros de aire	100
- Supervisión departamental	
Planos de tableros	
Arreglos frontales	110
Arreglos en diferentes vistas	220

Esquemáticos eléctricos	330
Lógicos y secuenciales	220
- Revisión cruzada	
Localización de instrumentos en planos mecánicos y/o tubería	90
Localización de instrumentos en planos eléctricos para rutas	200
Lista de interconexiones eléctricas	63
Revisión dibujos de punto a punto	50
Diseño arquitectónico civil y aire acondicionado, cuarto de control	100
Total :	5,482

## DEPARTAMENTO PROTECCION CONTRA INCENDIO.

### I.- ALCANCE DE TRABAJO.

El alcance de trabajo para protección contra incendio incluye lo siguiente.

#### - Planos.

1.- Arreglo General.- En este se indica la tubería de alimentación a los hidrantes interiores, la localización de los hidrantes exteriores, que se conectará a la red de agua contra incendio general. También se hará una localización de los extinguidores.

2.- Distribución de Hidrantes y Extinguidores.- Se elaborarán dos planos de planta, uno para los niveles 1,2 y 3, otro para los niveles 4 y 5. Un plano de cortes y elevación, donde se mostrará la ruta de la tubería y la localización de hidrantes interiores y extinguidores.

3.- Sistema de Halon.- Se elaborará un plano en planta y elevación mostrando la distribución de las espreas de descarga así como la localización de los detectores y alarma.

4.- Sistema Cardox.- Este será del tipo semi-automático y en el plano se mostrará en planta y elevación la distribución de detectores y alarma.

5.- Detalles.- En este se mostrarán los detalles necesarios para la instalación del sistema contra incendio.

- Especificaciones de diseño e información básica.- Elaboración de bases de diseño, revisión de ingeniería básica, estudio de alternativas, así como implementación de especificaciones generales de diseño.
- Evaluación de asistencia para la adquisición de equipo.- Elaboración de tabla comparativa técnica, para el sistema de halon y el cardox, así como las juntas con proveedores necesarias para aclaraciones.
- Especificaciones de equipo y/o accesorios.- Elaboración de lista de material para el sistema de halon y para el cardox, requisición de materiales para tubería, válvulas, accesorios, equipo contra incendio, etc., preparación y realización de cálculos para cardox y halon.
- Administración.- En esta actividad se engloban : juntas de proyecto con el cliente, asistencia a otros departamentos y elaboración de reportes.

## II.- PLANOS.

Concepto	Horas Estimadas
- Arreglo general	120
- Distribución de hidrantes y extinguidores niveles 1,2 y 3, planta	120
- Distribución de hidrantes y extinguidores niveles 4 y 5, planta	120
- Elevación y cortes	80

- Sistema de halon, planta y elevación	150
- Sistema cardox, planta y elevación	150
- Detalles	<u>80</u>
Sub-total :	820

### III.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

Concepto	Horas Estimadas
- Administración	95
- Especificaciones de diseño e información básica	75
Bases de diseño	
Revisión de ingeniería básica	
Estudio de alternativas	
Especificaciones generales de diseño	
- Evaluación de asistencia para la adquisición de equipo	60
Tabla comparativa	
Junta con proveedores	
- Detalles	60
- Especificaciones de equipo y/o accesorios	120
Cálculos	
Lista de material	
Requisición de material	
- Arreglo general de equipo	100
- Arreglo de equipos	460
- Revisión planos de proveedor	229
- Supervisión departamental	75
- Revisión cruzada	<u>65</u>
Sub-total :	1,339
Total :	2,159

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS PARA LA COORDINACION,  
SUPERVISION Y ASISTENCIA DEL PROYECTO EN GENERAL

En forma breve se menciona el criterio para la obtención del número de horas para Gerencia de Ingeniería, Administración, Compras Técnicas, Inspección, Programación y -- Control de Costos.

#### GERENCIA DE INGENIERIA

En base al programa de ejecución del proyecto, se analiza éste y se designa para tiempo completo un Gerente y/o Ingenieros de Proyecto.

#### ADMINISTRACION

Al igual que en el punto anterior, se analiza el programa de ejecución de trabajos y se asignan Secretarías y - Mensajeros.

#### COMPRAS TECNICAS

Se agrupan los conceptos de compras que se pretendan realizar, por ejemplo : Recipientes, bombas, instrumentos, equipos especiales, etc. de esta manera se obtiene una - cantidad de concursos; se asignan Horas-Hombre por concurso y se obtiene un total de Horas-Hombre para llevar a cabo esta actividad.

#### INSPECCION

De la lista de equipos se analizan los que requieran inspección ( Nacional o Internacional ), y se analiza el -- programa de compras para la asignación del personal.

### PROGRAMACION

Se ven las necesidades de programación :

- . Programa de compras.
- . Programa de ejecución del proyecto.
- . Programa general detallado.
- . Reportes mensuales ( avances ).
- . Reprogramación, etc.

En función de los puntos anteriores, se asigna el personal necesario para cubrir dichos trabajos.

### CONTROL DE COSTOS

Se asigna personal de tiempo completo para estimado de - costos y para seguimiento de gastos y pedidos que determinan el estado financiero en favor o en contra del presupuesto.

RESUMEN DE HORAS-HOMBRE Y  
COSTO PARA INGENIERIA DE DETALLE

RESUMEN DE HORAS-HOMBRE Y COSTO PARA  
INGENIERIA DE DETALLE

DISCIPLINA	NUMERO DE HORAS ESTIMADAS
1. Estructural	10,980.00
2. Arquitectónico	810.00
3. Proceso	5,945.00
4. Aire Acondicionado	2,159.00
5. Recipientes	200.00
6. Tuberías	14,968.00
7. Flexibilidad	2,500.00
8. Eléctrico	16,040.00
9. Instrumentación	5,482.00
10. Protección Contra Incendio	2,159.00
Sub-total :	<u>61,084.00</u>

Actividades complementarias para la coordinación, supervisión y asistencia a los trabajos de las disciplinas que - arriba se indican :

Gerencia de Ingeniería	7,000.00
Administración	10,000.00
Compras Técnicas	6,000.00
Inspección	6,000.00
Programación	800.00
Control de Costos	3,400.00
Sub-total :	<u>33,200.00</u>
Total :	94,284.00

94,284 Horas-Hombre x \$ 577.80/H-H = \$ 54,477,295.00

CAPITULO III. PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR EL COSTO  
DE CONSTRUCCION

### 3.1 TIPOS DE ESTIMADOS Y SUS CARACTERISTICAS.

Con la información básica disponible, dependiendo de la magnitud de un proyecto, un estimado de costos puede variar desde una rápida conjetura realizada sin -- ninguna información, exceptuando la capacidad del proyecto propuesto, a un estimado detallado preparado a partir de especificaciones y dibujos finales. Obviamente el grado de aproximación de un estimado variará considerablemente dependiendo de cuanto se conozca -- acerca del proyecto y qué tiempo y esfuerzo se emplee en la preparación de éste.

Entre el estimado rápido y el detallado pueden distinguirse numerosos tipos, los cuales varían en aproximación dependiendo de la fase de desarrollo del proyecto. Los diversos tipos de estimados son conocidos por varios nombres, pero son esencialmente muy similares.

Para construcción de edificios, los arquitectos e ingenieros hablan de básicamente seis tipos de estimados.

#### ESTIMADO RAPIDO

Este tipo de estimado usualmente se da al cliente como un orden de magnitud, solamente al comenzar las -- pláticas sobre un proyecto.

Se basa generalmente en experiencias obtenidas en trabajos similares, considerando costos por  $M^2$ ,  $M^3$  o por sistemas completos. Frecuentemente se da como información verbal.

#### ESTIMADO ORIGINAL

Este es una extensión del rápido, en el cual el estimador cuenta con el Alcance de Trabajo a desarrollar, pero basa su costo en su juicio y experiencia previas para determinar el costo probable del trabajo.

El uso primordial es el de discutir el financiamiento preliminar y el de proveer una base para el presupuesto.

#### ESTIMADO PRELIMINAR

Este tipo de estimado dispone de información general. El Alcance de Trabajo generalmente ha sido delineado y el lugar seleccionado, se tienen las dimensiones y localización del o los edificios con mucha aproximación, se han definido claramente los materiales básicos y el equipo principal, aunque los detalles finales y la selección exacta del equipo no se han completado.

#### ESTIMADO OFICIAL O DE PRESUPUESTO

Para este tipo de estimado se dispone de la mayor parte de la información, planos y especificaciones. En esta fase se esperan sólo cambios menores en el Alcance o en el costo.

#### ESTIMADO FINAL O DEFINITIVO

Para este tipo de estimado se dispone de toda la información, planos y especificaciones, se dispone también de la oferta ya firmada o de las órdenes de compra, así como de las cotizaciones de los subcontratistas.

#### ESTIMADO REVISADO

En este tipo de estimado se hace una revisión de las alteraciones en el Alcance de Trabajo aprobado por el cliente y se incluye una revisión a las sumas asignadas a las diferentes cuentas con los datos de costo de campo. Este tipo de estimado es muy frecuente en el contrato por Administración y es particularmente importante para el cliente en la evaluación de las alteraciones propuestas al Alcance de Trabajo, asimismo nos dá una visión de los ahorros o sobre costos comparando los precios presupuestados con los precios revisados.

"La Asociación Americana de Ingeniería de Costos, ha propuesto la siguiente clasificación de los tipos de estimados".

#### ESTIMADO DE ORDEN DE MAGNITUD

Este tipo de estimado se puede preparar con muy poca información y el porcentaje de desviación es de más - del 30%.

##### Propósito :

Se usa en decisiones ejecutivas, sobre la factibilidad de un proyecto y antes de justificar un estudio - más detallado.

##### Información necesaria :

- a) Tipo, capacidad y calidad de lo que se quiera producir.
- b) Información general sobre el proyecto, dimensiones del equipo aproximado.
- c) Localización casi definida.

##### Observaciones :

Es un estimado realizado sin datos de Ingeniería Detallada, algunos ejemplos podrían ser :

- a) Un estimado basándose en curvas de costo vs capacidad.
- b) Un estimado usando escalación o factores de ajuste de plantas realizadas anteriormente.
- c) Un estimado de relación aproximada.

#### ESTIMADO DE ESTUDIO

Este tipo de estimado se prepara con una información mayor que el de orden de magnitud, básicamente es una comparación de posibles alternativas, el porcentaje - de desviación es de ± 30%.

**Información necesaria :**

- a) Tipo, capacidad y calidad de lo que se quiera producir.
- b) Información general sobre el proyecto.
- c) Dimensiones aproximadas de edificios, equipos, -- etc. (en general de partidas mayores).
- d) Localización casi definida.

**Propósito :**

Se usa en decisiones ejecutivas sobre la factibilidad de un proyecto y antes de justificar un estudio más detallado.

**ESTIMADO PRELIMINAR**

Este tipo de estimado generalmente es el paso posterior a un estimado de estudio, basado en una mayor cantidad de datos, su desviación es de  $\pm 20\%$ .

**Información necesaria :**

- a) Tipo, capacidad y calidad de lo que se quiera producir.
- b) Necesidades aproximadas de servicios, almacenamiento y producto.
- c) Diagrama de flujo preliminares, distribución de -- áreas.
- d) Tipo, tamaño y materiales de construcción de edificios y equipos.
- e) Necesidades de espacio de edificios.
- f) Localización especificada y condiciones generales definidas.

**Propósito :**

Se usa para ofertas de presupuesto, como primer estimado de un proyecto y para asignación de fondos en el presupuesto de un proyecto.

Observaciones :

En este caso el estimado se realiza para saber los requerimientos de inversión por parte de la propietaria. Un estimado preliminar es preparado como arriba se indica, con la ayuda de planos que contienen diagramas de flujo, arreglos y detalles de equipo.

ESTIMADO DEFINITIVO

Este tipo de estimado se basa en datos e información casi completos, faltando únicamente por determinar algunos detalles de dibujos y especificaciones, su desviación es de ± 10%.

Información necesaria :

- a) Capacidades de producción definitivas.
- b) Necesidades definitivas de servicios, almacenamiento y manejo.
- c) Diagramas de flujo y distribución finales de cada área o sistema.
- d) Lista completa de equipo con especificaciones.
- e) Especificaciones de tuberías, estructuras, acabados, etc.
- f) Planos arquitectónicos preliminares para los proyectos de construcción con los accesorios especificados, calefacción, acondicionamiento de aire, etc.
- g) Localización definida de la planta, información local sobre facilidades.

Propósito :

Sé usa para solicitud de presupuesto o para establecer el precio de un contrato; para establecer el formato para los reportes de costos finales, para ayuda en la contabilidad, dar información sobre los costos reales, para utilizarse en estimados futuros y para obtención de financiamiento de proyecto.

Observaciones :

Como su nombre lo indica, este es un estimado preparado

do en base a datos definidos de Ingeniería de Detalle terminada, los datos de Ingeniería incluye como mínimo :

Juegos completos de planos  
 Volúmenes definidos de obra  
 Diagramas de tuberías e instrumentos  
 Diagramas eléctricos  
 Hojas de datos de equipos  
 Cotizaciones  
 Dibujos estructurales  
 Estudio de suelo  
 Dibujos de cimentaciones mayores  
 Dibujos de edificios  
 Juego completo de especificaciones

#### ESTIMADO DETALLADO

Este tipo de estimado se basa en una Ingeniería completa con dibujos y especificaciones totalmente terminados, su desviación es de + 5%.

Información necesaria :

Ingeniería de detalle terminada  
 Programas de proyecto establecidos  
 Ofertas de subcontratistas

Propósito :

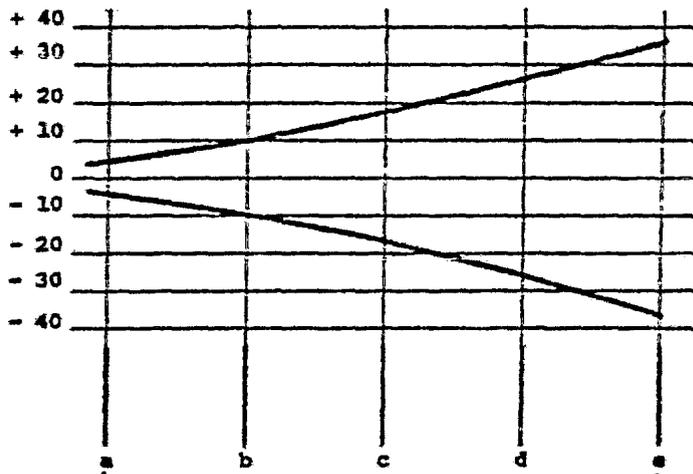
Establecer un precio de contratación.

En la Figura 8 se da una ilustración que da los porcentajes de desviación e información requerida para cada uno de los diferentes tipos de estimados.

## FIGURA 8

## GUIA DE INFORMACION PARA LA ESTIMACION DE COSTOS

- a). Estimado detallado.
- b). Estimado definitivo
- c). Estimado preliminar
- d). Estimado de estudio
- e). estimado de orden-magnitud.



Peters and Timmeraus  
Plant Design and Economics for Chemical Engineers  
Mc. Graw Hill 1980

Cont.... Figura 8

	a	b	c	d	e
<b>LOCALIZACION Y DESCRIPCION</b>	o	o	o	o	
<b>LUGAR</b>					
Capacidad de carga del terreno	o	o	o		
Plano general y topográfico	o	o			
Localización, caminos, P.C.	o	o			
Acondicionamiento del lugar.	o				
<b>DIAGRAMA DE FLUJO</b>					
Preliminar		o	o	o	
De Detalle	o				
<b>EQUIPO</b>					
Especificaciones preliminares.					
Lista preliminar con dimensiones y pesos.			o	o	
Especificaciones detalladas	o	o			
Arreglo preliminar		o	o		
Arreglo detallado	o				
<b>EDIFICIO Y ESTRUCTURA</b>					
Tipo y dimensiones			o	o	o
Cimentación preliminar		o	o	o	
Plantas y elevaciones	o	o			
Ingeniería de detalle	o				
<b>SERVICIOS</b>					
Cantidades				o	
Diagrama de flujo preliminar			o		
Balance de energía	o	o			
Diagrama de detalle	o	o			
<b>TUBERIA</b>					
Diagrama preliminar			o	o	
Diagrama de detalle		o			
Plantas, elevaciones, isométricos	o				
<b>INSTRUMENTACION</b>					
Lista preliminar			o		
Especificaciones y diagramas	o	o			
Dibujos finales	o				
Detalles típicos de instalación	o				
<b>ELECTRICO</b>					
Lista de motores			o	o	
Subestaciones	o	o			
Diagrama unifilar	o	o			
Dibujos finales	o				
<b> AISLAMIENTO</b>					
Identificación de equipo y espec.	o	o			
<b>HORAS-HOMBRE</b>					
Ingeniería y dibujo	o	o	o	o	
Mano de obra por especialidad	o				
Supervisión	o				
<b>ALCANCE DE TRABAJO</b>					
Producto, capacidad, tipo de proceso				o	o
Materias primas y servicios	o	o	o	o	o
<b>PROGRAMA DE CONSTRUCCION</b>	o	o			

### 3.2 TECNICAS APLICABLES EN LA PREPARACION DE ESTIMADOS.

En el punto anterior, se ha propuesto una clasificación de estimados de costo, sus características, etc. para elaborarlos existen muchas técnicas, todas ellas dependen de la información disponible, del tipo de estimado deseado y de la precisión esperada, así se tienen, desde técnicas que utilizan relaciones, costo/m<sup>2</sup>, curvas de capacidad vs inversión, etc., hasta técnicas que utilizan costos unitarios y/o cuantificación de horas hombre.

Las técnicas que se han mencionado, se pueden clasificar de la siguiente forma :

#### TECNICAS DE COEFICIENTES O RELACIONES

Esta técnica utiliza las curvas de capacidad vs inversión, costos por m<sup>2</sup> de construcción, costos por relación de equipo vs mano de obra, costos por m<sup>2</sup>, etc.

Se aplica a estimados orden de magnitud que son usualmente preparados para suministrar una idea del costo de una unidad, un sistema, planta o servicio.

A menudo se usa para posteriormente afinar conceptos de interés de algún proyecto en particular.

Normalmente esta técnica es utilizada en la preparación de estimados con un mínimo de tiempo invertido - usando la información disponible de referencias de costo, factores de costo, índices de costos, porcentajes generalizados y las relaciones antes señaladas.

#### TECNICA DE LISTAS DE MATERIALES Y HORAS-HOMBRE

Esta técnica generalmente utiliza :

- a) Lista de materiales de cubicaciones de planes detallados.

- b) Costos unitarios definitivos, aplicados a áreas -- con acabados definidos.
- c) Cotizaciones definitivas.
- d) Costos de mano de obra en función de las horas hombre necesarias.
- e) Costos indirectos por desglose.

Bajo esta técnica se elabora el estimado detallado o definitivo que es el más exacto puesto que utiliza la máxima cantidad de costos conocidos para equipos y materiales a través de cotizaciones y órdenes de compra. Además para este estimado ya se cuenta con planos en el que se muestran arreglos y diagramas que sirven para determinar el volumen de trabajo por realizar.

Una vez que se tiene determinado el volumen de trabajo en materiales y equipo se procede a poner precios a cada uno de ellos, así como el costo de la mano de obra para instalaciones.

Las empresas que se dedican a hacer este tipo de trabajo, tienen elaborada información para este tipo de estimado que los hace más objetivos.

El programa de actividades del proyecto es un factor importante en la integración eficiente de todo el equipo, materiales y labor dentro del proyecto.

### 3.3 METODOS UTILIZADOS PARA ESTIMAR COSTOS.

Como una extensión a lo antes expuesto en el punto -- 3.2, respecto a las técnicas de estimación de costos, se mencionan a continuación fórmulas o métodos para la obtención de diferentes tipos de estimados.

Desde luego la fórmula o método a utilizar depende de la información disponible, del tipo de estimado que se desee, de la precisión esperada y del tiempo disponible para su elaboración.

#### METODO DE LOS SEIS DECIMOS

Es uno de los métodos más conocidos, y se usa ampliamente para estimados de orden de magnitud, consiste básicamente en multiplicar el costo conocido de una planta de proceso por la relación de capacidades, elevada a un exponente que generalmente es de 0.6, la expresión matemática es la siguiente :

$$C_2 = C_1 (Q_2/Q_1)^n \quad \text{en donde :}$$

$C_2$  = Coste total de la planta en proyecto.

$C_1$  = Costo total de la planta de referencia, actualizado por índices de costo.

$Q_2$  = Capacidad de la planta propuesta.

$Q_1$  = Capacidad de la planta de referencia.

$n$  = Factor exponencial.

Estudiando este método más detenidamente algunos autores han precisado un exponente específico para diferentes productos y procesos, según se muestra en la Figura 9.

FIGURA 9

FACTORES EXPONENCIALES PARA ALGUNAS PLANTAS QUIMICAS

<u>TIPO DE PLANTA</u>	<u>FACTOR EXPONENCIAL (n)</u>
Oxido de Etileno	0.79
Etanol (Sintético)	0.60
Estireno	0.68
Butadieno	0.59
Formaldehido	0.55
Benzeno	0.61
Acido Nítrico	0.56
Oxígeno	0.64
Acetileno	0.75
Metanol	0.83
Alcohol Butílico	0.55
Alcohol Isopropílico	0.60
Sosa Cáustica	0.35
Acido Fosfórico	0.58
Nitrato de Amonio	0.54
Urea	0.59
Acido Sulfúrico (Contacto)	0.62
Cloro (Electrolítico)	0.35
Acido Cianhídrico	0.71
Amoniaco	0.74
Etileno	0.58
Poli-etileno (Baja Presión)	0.67
Poli-etileno (Alta Presión)	0.90

Costos de Construcción en México  
 ( Ponencias de Bufete Industrial )  
 Fernández E.

#### METODO DE FACTORES DE CAPITAL

Es utilizado para órdenes de magnitud.

$C_2 = Q_2 \text{ Ton/Año} \times \$ \text{ Ton/Año}$  en donde ;

$C_2$  = Costo total de la planta en proyecto.

$Q_2$  = Capacidad de la planta propuesta.

$\$ \text{ Ton/Año}$  = Unidad de referencia.

En la Figura 10 se muestra una tabla con diferentes factores según el tipo de planta, hay que hacer las correcciones necesarias, ya que estos son datos para Estados Unidos en 1967.

#### METODO DE COEFICIENTES O RELACIONES

En general estos métodos se aplican en la elaboración de estimados de orden de magnitud, los más usuales -- son los siguientes :

##### a) METODO GRAFICO CAPACIDAD-COSTO

En este método se utiliza información obtenida de plantas similares, graficando capacidad contra costo, hay que hacer correcciones por circunstancias especiales, tales como la disponibilidad o ausencia de infraestructura, se pueden considerar estimaciones promedio, así como niveles de estimación altos y bajos, el resultado será una familia de -- curvas o rectas en papel logarítmico.

##### b) COSTO POR $M^2$ O $M^3$ DE CONSTRUCCION

Este método es muy usado en la estimación de edificios, en donde el costo por  $M^2$  o  $M^3$  es desde luego, por cada piso construido, hay que hacer correcciones por tipo de cimentación, acabados, etc.

FIGURA 10

DATOS DE COSTO DE CAPITAL PARA PLANTAS DE PROCESO ( 1967 )

C O M P U E S T O	FUENTE O BASE (A PARTIR DE)	CAPACIDAD DE PLANTA TIPICA EN TON. X AÑO	COSTO DE INVERSION (DOLARES)	INVERSION POR TON.-- ANUAL (DOLARES)	FACTOR DE CAPACIDAD (LANG) *	N O T A S					
Acetaldehído	Etileno	50,000	3'500,000	70	0.70	Se requiere catalizador metálico alta pureza.					
Acetileno	Gas natural	75,000	9'500,000	127	0.70						
Alúmina	Bauxita	100,000	9'000,000	90							
Sulfato de aluminio		75,000	2'000,000	27		Grado fertilizante.					
Amoniaco		500,000	16'000,000	32	0.70						
Fosfato de Amonio		250,000	2'500,000	10	0.68						
Sulfato de Amonio		140,000	1'200,000	9	0.68	No incluye planta de hidrógeno.					
Negro de humo		30,000	3'000,000	100							
Dióxido de Carbono		200,000	2'400,000	12							
Ciclohexano		100,000	750,000	8	0.70	Los costos de elaboración son más bajos con el proceso de hidrata- ción directa.					
Difenilamina		10,000	2'400,000	240							
Etanolamina		25,000	1'750,000	70							
Alcohol Etilico	A partir de etila no por hidratación directa o por áci- do sulfúrico etili- co.	75,000	3'750,000	50	0.72						
Etileno	Gases de refinería o hidrocarburos.	300,000	15'000,000	50	0.71						
Oxido de Etileno	Oxidación directa del etileno.	100,000	9'000,000	90	0.67						
Glicerina Sintética		35,000	5'500,000	150	0.67						
Hidrógeno		60,000	6'500,000	108	0.80						

Popper Herbert  
Modern Cost Engineering Techniques  
Mc. Graw Hill 1970

Cont.... Figura 10

C O M P U E S T O	FUENTE O BASE (A PARTIR DE)	CAPACIDAD DE PLANTA TIPICA ENTON, X AÑO	COSTO DE INVERSION (DOLARES)	INVERSION POR TON. ANUAL (DOLARES)	FACTOR DE CAPACIDAD (LANG) *	N O T A S					
						L	N	O	T	A	S
Alcohol Isopropilico		150,000	7'500,000	50							
Metanol	Gases naturales	210,000	9'000,000	43	0.71						
Cloruro metilico	Metanol	10,000	500,000	50	0.72						
Acido Nitrico		50,000	5'000,000	100							
Plantas de Oxigeno		150,000	2'250,000	15	0.71						
Acido Fosfórico Segun P2 O5		100,000	2'400,000	24	0.66						El proceso húmedo contiene 30% de P2 O5. No se han construido plantas - sintéticas desde 1934.
Sosa Comercial.	Salmuera natural	400,000	34'000,000	85							
Estireno		20,000	8'500,000	425							
Acido Sulfúrico	Proceso de contac- to.	280,000	2'100,000	8	0.67						
Recuperación de - Azufre.	Gases de Refinería	15,000	1'500,000	100							
Urea		140,000	4'300,000	31							
		BARRILES DIARIOS.									
Unidades de destila- ción de crudos.		100,000	4'700,000	47							
Coquizador de acción retardada.		14,000	5'000,000	357							
Desintegrador hidráu- lico.		28,000	21'000,000	750							
Plantas de Parafina.		7,500	900,000	120							

\* Cuando no aparezca el factor de capacidad, tome un valor de 0.7  
USG; Para obtener la inversión de capacidades no ilustradas en esta tabla, multiplique el costo de inversión establecido,  
por el cociente de la capacidad deseada, a la capacidad establecida, elevada a la potencia L.

#### METODO DEL FACTOR DE LANG

Este método se basa en las correlaciones de costo total del equipo de proceso, y consiste básicamente en la aplicación de un factor al costo total del equipo, el cual varía, según la naturaleza de la planta y el proceso de que se trate.

La expresión de este método es la siguiente :

$$C_T = F_L \times E \quad \text{donde :}$$

$C_T$  = Costo total.

$F_L$  = Factor de Lang.

$E$  = Costo del equipo.

Los factores de Lang para diferentes tipos de planta se muestran en la Figura 11.

#### METODO DE DETALLE

Con pequeñas variaciones se puede usar para estimados definitivos (± 10%) o para estimados detallados (± 5%)

Equipo :

- a) Obtener cotizaciones preliminares o en firme de -- los proveedores.
- b) La mano de obra, se calcula en base a horas hombre o tomando costos unitarios de instalación, para -- equipos similares obtenidos en otras plantas.

Materiales :

- c) Se obtienen cantidades aproximadas y se valúan, -- los precios unitarios base deben estar de acuerdo

FIGURA 11

FACTORES DE LANG

	<u>FACTOR</u>
Procesamiento de sólidos	3.1
Procesamiento de sólidos y fluidos	3.63
Procesamiento de fluidos	4.74

con especificaciones.

d) La mano de obra se calcula igual que para equipo.

Para Edificios :

e) Se obtienen las cantidades aproximadas de concreto, acero estructural, acabados, etc., y se valúan en base a precios unitarios.

f) Se valúan detalladamente los accesorios.

Para estimados detallados, se deben tener en cuenta los siguientes puntos :

1. Las cotizaciones de equipo y materiales deben obtenerse en firme.
2. Las listas de materiales deben obtenerse de planos y especificaciones definitivas.
3. Los costos indirectos se calculan en detalle, para evitar omisiones, se recomienda tener una lista -- que abarque todos los costos indirectos y aplicar los que correspondan al proyecto en estudio.

#### METODO MODULAR

Este dá mayor acercamiento que el método de Lang, a las condiciones reales del costo al iniciar la etapa conceptual para la obtención de análisis de alternativas, cuando todavía no se dispone de dibujos ni de la estructura definitiva del proyecto.

El método consiste en la clasificación ordenada de todos los elementos de costo en cualquier proyecto, empezando por agruparlos en seis módulos principales en cuanto a las partes diferentes que pueden integrarlo.

- \* Proceso químico
- \* Manejo de sólidos
- \* Acondicionamiento de lugar
- \* Edificios industriales
- \* Servicios auxiliares
- \* Indirectos del proyecto

Todos los módulos de costo se integran combinando siete elementos primarios de costo :

- \* Costo de equipo
- \* Costo directo de materiales
- \* Costo directo de mano de obra
- \* Costo directo de materiales y labor
- \* Costos indirectos
- \* Costo simple del módulo
- \* Costo total del módulo

Está basado también en catorce elementos de costo secundarios :

a) Materiales de campo

- \* Tubería
- \* Concreto
- \* Acero
- \* Instrumentos
- \* Eléctrico
- \* Aislamiento
- \* Pintura, etc.

b) Costo de instalación

- \* Erección y colocación de materiales
- \* Erección de equipos

c) Indirectos

- \* Fletes, seguros e impuestos
- \* Administración de construcción
- \* Compras
- \* Contingencias
- \* Honorarios del contratista, etc.

Los elementos primarios establecen las claves de las relaciones y la estructura del costo del estimado, los elementos secundarios absorben los detalles cuando es necesario para el desarrollo del proyecto, en la Figura 12 se muestra un módulo para proceso químico.

#### DESCRIPCION DE UN MODULO DE PROCESO QUIMICO

Un módulo de proceso químico consiste en el conjunto

de módulos múltiples de equipo a nivel de costos directos de materiales y mano de obra y representa el costo directo de un sistema o sistemas de un proceso químico.

En este costo se incluye el equipo, tuberías, instrumentación, cimentaciones, aislamiento, pintura y estructuras menores de acero tales como plataformas, escaleras y soportes.

Debido al gran número de variables que afectan al módulo tales como la diversidad de materiales de construcción, la magnitud del proyecto, etc. Guthrie propone un módulo modelo, el cual se muestra en la Figura 12 esta figura nos explica con bastante detalle. La forma de obtener el factor final que se utiliza para llegar al costo estimado de la planta en cuestión.

Es muy importante tener en cuenta que los factores indicados son válidos únicamente para el módulo propuesto el cual se ha elaborado bajo las siguientes bases:

1. Costo del equipo en dolares \$ 2'200,000.00
2. Se ha considerado básicamente equipo de acero al carbón
3. Los porcentajes de equipo son los mostrados en la Figura 13, para una planta en U.S.A. en 1968.

Evidentemente en nuestro medio podemos elaborar módulos estimados que reflejen las condiciones de los proyectos específicos que se desarrollen en nuestras empresas y de acuerdo a las condiciones del lugar donde se piensa instalar el proyecto específico.

Los demás factores tales como :

Costos indirectos, contingencias y honorarios, deberán ser adaptados a cada caso.

Los valores indicados en la Figura 12 y Figura 13 son los propuestos por Guthrie de acuerdo a la propia experiencia.

FIGURA 12

MODULO DE PROCESO QUIMICO			
Elementos de costo	% de equipo	Factor de relación	Factor Modular
Equipo L.A.B. (Z)	100.0		
Tubería	32.0		
Concreto	8.9		
Acero	1.7		
Instrumentación	7.3		
Eléctrico	8.3		
Aislamiento	3.4		
Pintura	0.6		
<hr/>			
Material directo (M)	162.2	0.36	1.62
Labor directa (L)	58.0		
Total directos	220.2	0.90	2.20
Total indirectos	52.5		
Ingeniería	22.4	0.06	
Módulo simple	295.1		
Contingencia y utilidad*	53.1	0.18	2.95
Módulo total	348.2		

\* Valor supuesto, equivalente al 18% del costo total.

Kenneth M. Guthrie  
Process Plant Estimating Evaluation and Control  
Craftsman 1974

FIGURA 13

DESARROLLO DE UN MÓDULO DE DEPÓSITO, USANDO DATOS DE COSTO DE EQUIPO

\$ Magnitud (Dólares)	300,000 Hornos	395,000 CambioJores	340,000 Recipien tes (V)	170,000 Recipien tes (H)	154,000 Bombas y Transmi- siones.	660,000 Compresión	174,000 Tanques	2'200,000 Módulo Total.	
Costo de Equipo (E)	14.0%	10.0%	15.0%	0.0%	7.0%	30.%	8.0%	100.00%	
Tubería Concreto Acero Instrumentos Eléctrico Aislamiento Pintura	Material de Campo (M)	x1.34	x1.71	x2.03	x1.63	x1.72	x1.50	x1.62	
Material Directo, M=(E+M)		10.0	33.70	30.95	13.04	12.04	47.40	9.60	162.0
Excesión de Material Ejecución de Equipo		}	x0.22	x0.37	x0.47	x0.36	x0.41	x0.37	x0.36
Labor Directa de campo (L)			4.14	11.30	14.31	4.69	4.93	17.53	1.04
Costo Directo M+L		22.94	42.10	44.76	17.73	16.97	64.93	10.66	220.0

En esta fase sólo los elementos de costo primario necesitan ser evaluados por los anteriores factores totales. Los elementos secundarios pueden tomarse cuando sea necesario de los factores de módulo individuales:

Costo de equipo (E)	14.0%	10.0%	15.0%	0.0%	7.0%	30.0%	8.0%
Tubería	2.57	0.12	0.92	0.20	2.13	6.13	0.00
Concreto	1.40	0.39	1.47	0.40	0.20	3.64	0.64
Acero	-	0.54	1.10	-	-	-	-
Instrumentos	0.60	1.02	1.75	0.40	0.22	2.44	-
Eléctrico	0.20	0.36	0.74	0.41	2.17	4.28	-
Aislamiento	-	0.00	1.20	0.41	0.10	0.76	-
Pintura	-	0.11	0.14	0.05	0.06	0.15	0.08
Material de campo, M	4.0	13.70	15.40	4.01	5.04	17.40	1.60
Ejecución de material	4.14	9.99	12.21	4.69	4.25	14.40	1.00
Ejecución de Equipo	Inc.	1.53	2.10	0.61	0.68	3.13	0.06

NOTA: Todos los datos están basados en % total de Equipo.

FIGURA 13

DESARROLLO DE UN MODELO DE PRECIO, USANDO DATOS DE COSTO DE EQUIPO										
MAGNITUD EN PESOS	904,210	467,602	867,274	662,624	1'222,725	219,276	863,329	1'604,011	7'010,551	
	CAMBIADO P.P.	TANQUES A PRES.	CUBIERTOS D.C.	FUNDAS D.C.	EQUIPOS SEPARAD.	AGITADOR & SULFATIZ.	TANQUES ATMOSP.	COLUMNAS	RESERVA TOTAL	
Costo de equipo	(B) 12.06%	6.65 %	12.33 %	9.42 %	17.4 %	3.4 %	12.28 %	25.66 %	100 %	
Tubería	Material do Campo (a)	x1.71	x2.03	x1.50	x1.72	x2.03	x1.04	x1.20	x2.03	x1.7606
Concreto										
Acero										
Instrument. Eléctrico										
Aislamiento										
Pintura										
Material Dir. (H+E+M)	21.99	13.50	19.40	16.20	35.32	3.54	14.74	52.09	176.86	
Erección de Material	} x0.37	x0.47	x0.37	x0.41	x0.47	x0.37	x0.11	x0.47	x0.45	
Erección de Equipo										
Labor directa de campo	8.14	6.35	7.21	6.64	16.60	1.31	1.62	24.48	72.35	
Costo Directo M.L.	30.13	10.85	26.60	22.84	51.92	4.05	16.36	76.57	249.21	

En esta fase sólo los elementos de costo primario necesitan ser evaluados por los anteriores factores totales. Los elementos secundarios pueden tenerse cuando sea necesario de los factores de relación individuales:

Costo de equipo	(B) 12.06%	6.65%	12.33%	9.42%	17.4%	3.4%	12.28%	25.66%
Tubería	5.20	3.95	2.52	2.00	10.35	-	1.35	15.26
Concreto	0.71	0.65	1.50	0.30	1.70	-	0.99	2.51
Acero	0.39	0.52	-	-	1.37	-	-	2.02
Instrumentos	1.30	0.70	1.60	0.39	2.03	-	-	2.99
Eléctrico	0.26	0.33	1.76	2.92	0.06	-	-	1.27
Aislamiento	0.61	0.53	0.31	0.24	1.39	-	-	2.05
Pintura	0.25	0.69	0.05	0.03	0.22	-	0.12	0.38
MATERIAL DE CAMPO	9.13	6.85	7.15	6.70	17.92	-	2.46	26.43
Erección de Material	7.04	5.41	5.92	5.72	14.15	1.24	1.53	21.16
Erección de Equipo	1.10	0.94	1.30	0.92	2.45	0.07	0.63	3.30

NOTA: Todos los datos están basados en porcentaje total de equipo.

Descripción de los módulos de :

Manejo de sólidos, acondicionamiento del lugar, edificios industriales y servicios auxiliares.

Se sigue básicamente el mismo criterio descrito anteriormente. (Figura 14).

Esta técnica para usarla con la suficiente confianza se requiere de cuidadosos análisis de plantas del mismo tipo.

FIGURA 14

MÓDULO DE MANEJO DE SÓLIDOS			
Elemento de costo	% de equipo	Factor de relación	Factor modular
Equipo L.A.B. (E)	100.0		
Tubería	1.5		
Concreto	8.5		
Acero	0.5		
Eléctrico	16.0		
Pintura	0.5		
<hr/>			
Material directo (M)	127.0	0.27	1.27
Labor directa (L)	34.3		0.34
<hr/>			
Total directos (M+L)	161.3	0.90	1.61
Total indirectos	30.8	0.10	
Ingeniería	16.0		
<hr/>			
Módulo simple	208.1	0.18	2.08
Contingencias y utilidad *	37.5		
<hr/>			
Módulo total	245.6		2.46

\* Valor supuesto, equivalente al 18% del costo total.

Kenneth M. Guthrie  
 Process Plant Estimating Evaluation and Control  
 Craftman 1974

### 3.4 PROCEDIMIENTO PARA LA INTEGRACION DEL COSTO DE CONS-- TRUCCION.

La explicación y ejemplo que se dá a continuación, ha--  
cen un planteamiento del proceso a seguir en la inte--  
gración del estimado del costo para la construcción -  
de una planta industrial, aplicando el método de deta--  
lle.

Se muestra el procedimiento de integración de los con--  
ceptos involucrados, esto es, costos directos, indi--  
rectos, imprevistos, utilidad e impuestos.

El objetivo principal aquí propuesto consiste en plan--  
tear todas las causas que afectan los costos y con --  
ellas tratar de evitar que no se omitan cargos.

La exposición del procedimiento se dá en una forma --  
sencilla que facilite su comprensión, así como su ---  
aplicación práctica para todos aquellos interesados -  
en la materia.

En el ejemplo se manejan conceptos como los que se in--  
dican a continuación :

**Precio Unitario.**

Es la remuneración o pago en moneda que el contratante  
deberá cubrir al contratista por unidad de obra y  
por concepto de obra que se ejecute.

**Unidad de Obra.**

Unidad de medición señalada en las especificaciones -  
para cuantificar el concepto de trabajo para fines de  
medición y pagos.

**Conceptos de Trabajo.**

Conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así co--  
mo materiales, que el contratista emplea en la reali--

zación de la obra de acuerdo a planos y especificaciones, dividido convencionalmente para fines de medición y pago.

El precio unitario como unidad está compuesta por diversos cargos reunidos en cuatro grandes divisiones - como se muestra :

- \* Cargo Directo
- \* Cargo Indirecto
- \* Utilidad

#### Cargos Directos.

Son los que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, equipo, herramienta e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Los análisis detallados de costos directos permiten - determinar los porcentajes de participación de cada - uno de los cargos que afectan directamente, el resultado final del costo directo.

Los porcentajes aproximados por cargos directos en -- análisis de precios unitarios para trabajos de cons-- trucción de plantas industriales son :

#### - Obra Civil

Material	40 - 55%
Labor	30 - 40%
Equipo construcción	10 - 15%
Herramienta	2 - 4%

#### - Obra Electromecánica

Material o equipo	60 - 70%
Labor	10 - 20%
Equipo construcción	15 - 25%
Herramienta	3 - 8%

### Cargo Directo por Mano de Obra.

Los cargos por mano de obra son los resultantes de -- prorratar el pago de salarios al personal individual o por cuadrilla que interviene única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las unidades de producción (rendimiento que dicho personal realice en un tiempo determinado).

Los factores y porcentajes que afectan el salario base para convertirlo en salario real puede ser entre otros :

- \* Vacaciones
- \* Días de asueto por costumbre
- \* Días de asueto oficiales
- \* Cuotas patronal I.M.S.S.
- \* Viáticos
- \* 1% remuneraciones recibidas
- \* Días de lluvia
- \* 5% Infonavit
- \* etc.

### Cargo Directo por Materiales.

Las erogaciones que efectúa el contratista para adquirir los materiales necesarios para la ejecución del Concepto de Obra, determinan el cargo directo por materiales.

### Cargo Directo por Equipo de Construcción.

Lo determinan los cargos fijos, los de consumo y los de operación por un tiempo determinado y dividido por el rendimiento efectivo que dicho equipo realice en el mismo tiempo determinado de costo.

Los cargos fijos se refieren a los siguientes conceptos :

- \* Mantenimiento
- \* Almacenaje
- \* Depreciación

- \* Inversión
- \* Seguros

Los cargos por consumo son :

- \* Combustible
- \* Lubricantes
- \* Grasa y varios
- \* Llantas

Los cargos por operación son :

- \* Operador del equipo
- \* Ayudantes de operación

Cargos directos por herramienta de mano.

El cargo por herramienta de mano, corresponde al consumo o desgaste de la herramienta utilizada en la ejecución de los conceptos de obra y se determina en función de un porcentaje de la mano de obra. Dicho porcentaje se determina con estadísticas.

Cargos indirectos.

Los cargos indirectos son todos aquellos no considerados en los cargos directos, se dividen en gastos de oficina central y gastos de oficina de campo.

Los conceptos que integran los gastos de oficina central son básicamente :

- \* Gastos de oficina
- \* Servicios
- \* Honorarios, sueldos, prestaciones
- \* Depreciación, mantenimiento, rentas
- \* Finanzas y financiamiento

Los conceptos que integran los gastos de oficina de campo son :

- \* Depreciación, mantenimiento, renta
- \* Servicios
- \* Gastos de oficina

- \* Honorarios, sueldos, prestaciones
- \* Fletes y acarreo
- \* Trabajos previos y auxiliares

A continuación se enlistan los gastos generales más -  
frecuentes que deberán tomarse en consideración para  
integrar el cargo indirecto :

	Admón. Central	Admón. de Obra
	X De posible aplicación - No aplicable	
<b>Honorarios, sueldos y prestaciones.</b>		
Personal directivo	-	-
Personal técnico	X	X
Personal administrativo	X	X
Personal en tránsito	-	X
Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remu- neraciones pagadas	X	X
Pasajes y viáticos	X	X
Consultores y asesores	X	-
Estudios e investigaciones	X	-
<b>Depreciación, mantenimiento y rentas.</b>		
Edificios y locales	X	X
Campamentos	-	X
Talleres	-	X
Bodegas	-	X
Instalaciones generales	-	X
Muebles y enseres	X	X
<b>Servicios.</b>		
Depreciación o renta y operación de vehículos	X	X

	Admón. Central	Admón. de Obra
	X De posible aplicación	
	- No aplicable	
Laboratorio de campo	-	X
Fletes y acarreos.		
De campamentos	-	X
De equipo de construcción	-	X
De plantas y elementos para ins_ talaciones	-	X
De mobiliario	-	X
Gastos de oficina.		
Papelería y útiles de escrito-- rio	X	X
Correos, teléfonos, telégrafos, radio	-	X
Situación de fondos	-	X
Copias y duplicados	X	X
Luz, gas y otros consumos	X	X
Gastos de concursos	X	-
Fianzas y financiamientos.		
Primas por fianzas	X	-
Intereses por financiamiento	X	-
Trabajos previos y auxiliares.		
Construcción y conservación de caminos de acceso	-	X
Montajes y desmantelamientos de equipo, cuando así proceda.	-	X

### Contingencias o Imprevistos.

Para el cálculo de esta partida se toma en cuenta la exactitud de la información proporcionada para elaborar el estimado de costo, esto es, los volúmenes de obra, los costos de materiales, la mano de obra, los subcontratos e indirectos. Por ejemplo, si la información recibida, se estima que sea del orden de 85-95%, la diferencia 5-15%, se considera como contingencia, es decir debe asegurarse que la información sea 100% completa.

### Utilidad.

Finalmente la ganancia que espera una organización constructora como resultado del cumplimiento de un contrato por la realización de un proyecto, se supone fácil su determinación de cargo y en sí lo es, pues es el resultado de considerar un porcentaje de ganancia sobre los cargos directos e indirectos.

Sin embargo, la determinación de ese factor de porcentaje resulta generalmente complejo por la serie de consideraciones que hay que tomar en cuenta, como por ejemplo :

- \* Impuestos
- \* Contingencias
- \* Escalación, etc.

Cuando los análisis no han sido hechos correctamente pensando en todos los factores de influencia, el porcentaje de utilidad real tenderá a disminuir, pudiendo llegar a rebasar el punto de equilibrio de no pérdidas, no ganancias y convertirse en un factor de pérdida para la empresa.

Utilidad real es aquella que después de deducir todos los cargos aplicables sobre la utilidad total, permanecen como un remanente de beneficio para la empresa.

3.5 EJEMPLO  
DATOS DE OCTUBRE, 1982.

Una vez mencionados aquellos conceptos que intervienen en la preparación del estimado de costo, queda por último hacer una exposición de los pasos tomados para obtener el costo para la construcción de la planta.

La exposición que se da, para la integración del costo de construcción es en el orden que se indica a continuación:

### 3.5.1. Integración del costo de construcción.

Se presenta un cuadro en donde se resumen todos -- aquellos conceptos involucrados en la estimación -- del costo para la construcción, en esta se incluye:

Costo directo.  
 Costo indirecto.  
 Imprevistos.  
 Honorarios y gastos-generales  
 Impuestos.

### 3.5.2. Resumen del costo directo total.

Se da un resumen de todas aquellas disciplinas que forman parte del alcance de los trabajos a desarrollar.

### 3.5.3. Obtención del costo directo por disciplina.

Para cada una de las disciplinas se da un resumen del costo directo obtenido y se muestra un ejemplo del cálculo de alguna de sus áreas o servicio.

El ejemplo muestra en detalle todas aquellas partidas que definen el alcance de trabajo en cada una de las disciplinas.

El ejemplo da una exposición de lo siguiente :

Descripción de conceptos.  
 Cantidad y unidad de cada concepto.  
 Horas-Hombre por unidad y totales.  
 Costos unitarios de labor y material.

Costos totales de labor, material, fletes y sub---  
contratos.

Un valor total que integra todas las partidas anteriores.

#### 3.5.4. Cálculo de la mano de obra para obra civil y elec- tromecánica.

Se muestra el procedimiento para obtener el costo  
directo de la Hora-Hombre para personal obrero, se  
explica la integración de sueldos y prestaciones.

#### 3.5.5. Cálculo del costo indirecto.

Se da un resumen del cálculo del costo indirecto -  
en este se muestran todas aquellas partidas que in  
tegran este concepto, se muestran algunos renglo-  
nes de gastos indirectos calculados.

3.5.1. INTEGRACION DEL COSTO DE CONSTRUCCION

	(MILES DE PESOS)
COSTO DIRECTO	\$ 2273'614
FLETES	<u>22'248</u>
Sub-total:	2295'862
COSTO INDIRECTO	<u>108'103</u>
Sub-total:	2403'965
IMPREVISTO 6%	<u>144'238</u>
Sub-total:	2548'203
HONORARIO Y O. H. 11%	<u>280'302</u>
Sub-total:	2828'505
IMPUESTOS 4.45%	<u>131'730</u>
TOTAL :	\$ 2960'235 =====

\* El costo total es por dos unidades.

3.5.2. RESUMEN DEL COSTO DIRECTO TOTAL

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L													
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	H. Y E.	SUBCONTRATOS	TOTAL									
RESUMEN COSTO DIRECTO TOTAL : ( MILES DE PESOS )																					
OBRA CIVIL :										16'	818	24	397	2	415		12'	855	126	477	
EQUIPO MECANICO										55'	576	1527	372				3'	000	585	948	
AIRE ACONDICIONADO																	16'	806	16	400	
TUBERIAS										11'	024	118	270				7	08	130	682	
ELECTRICO										17'	665	274	029				8	88	292	922	
INSTRUMENTACION										3'	060	52	117						55	122	
AISLAMIENTO																	14'	772	14	772	
SISTEMA CONTRA INCENDIO											375	3	411				3'	083	6	369	
PARTES DE REPUESTO																		44	141	44	141
TOTAL:										165'	250	3044	737	2	415		121'	212	273	514	

126

### 3.5.3. OBTENCION DEL COSTO DIRECTO POR DISCIPLINA



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				PER UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	H. y E	SUBCONTRATOS	
<b>CIMENTACION CALDERAS</b>												
M. y E.												
Concreto en cimentación f'c=250 Kg/cm <sup>2</sup>												
a) Losa de cimentación	115.5	m <sup>3</sup>		148.75		166.46	49.70	30,276	5,571	17,181	427,494	481,122
b) Dados	25.6	m <sup>3</sup>		148.75		166.16	49.70	6,821	1,257	3,808	94,752	106,638
c) Plantilla f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup> de 5 cms. de espesor	260.5	m <sup>2</sup>		1.50		93.03	117.05	13,814	30,492	414		44,720
Cimbra de contacto en cimentación												
a) Losa de cimentación	47.0	m <sup>2</sup>		7.76		256.78	151.55	12,069	7,452	362		19,883
b) Dados	260.0	m <sup>2</sup>		7.76		256.78	151.55	66,763	41,823	2,002		109,588
Acero de refuerzo f'y=4200 Kg/cm <sup>3</sup>												
a) Losa de cimentación	17.013	Kg.		0.30		16.15	25.49	17,682	133,561	5,104		151,347
b) Dados	6.641	Kg.		0.30		16.15	25.49	37,464	94,683	1,107		133,254
Anclas tipo "B", acero A-367, diametro 32 mm. proy.=150 mm. rosca = 120 mm. con 2 tuercas c/u												
	16.0	un.		11.26		85.33	1047.00	6,165	16,574	185		23,924
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS DEL AREA 02</b>												
Trazo y nivelación												
	1800	m <sup>2</sup>		0.42		14.41	1.05	25,272	1,840	756		27,868
Excavación a máquina de material tipo "B", medido en banco entre 0 y 2.00 m. de profundidad.												
	3600	m <sup>3</sup>		86.00		25.51		91,836		64,660		156,496
								463,734	632,107	35,509	522,266	1,633,616



DESCRIPCION	CANTIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL	
			POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	H. y E.	SUBCONTRATOS		
CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA DE COORDINIZADORES CALENTADORES DE AIRE								126,223	226,446	16,940	118,764	552,173
CIMENTACION CHIMENEAS								1,177,391	2,400,699	77,728	9,148,038	12,904,856
CIMENTACION VENTILADORES DE TIRO INDUCIDO								53,773	88,896	7,035	142,868	292,672
CIMENTACION VENTILADORES DE TIRO FUERZA								38,616	66,057	4,332	83,648	192,653
CIMENTACION TANQUES DE PURGAS CONTINUAS Y MISCELANEAS								3,056	3,470	232	3,761	10,499
CIMENTACIONES DE TANQUES DE QUIMICOS								8,355	10,101	841	15,546	34,841
CIMENTACION BOMBAS PARA TANQUES DE QUIMICOS								21,066	37,446	1,586	23,318	69,716
CIMENTACION DE PLATAFORMAS								508,231	874,407	43,853	755,055	2,181,546
LOSA DE PISO CALDERAS								356,065	824,843	48,794	959,648	1,689,450
								2,295,079	4,032,565	95,341	11,320,586	17,943,571
TOTAL AREA OZ								3,138,964	6,145,065	63,105	11,842,832	21,989,986

131



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.	PESO TOTAL TON.	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
TURBOGENERADORES												
TURBINAS Y REDUCTORES	2	ton.	140		17,855			3,233,270	58,731,840			590,544,110
SISTEMA COMPLETO CONDENSACION	2	ton.	65		7,331			1,327,463	incluido			1,327,463
SISTEMA CALENTAMIENTO ALIMENTAC.	2	ton.	15		1,882			346,835	incluido			346,835
DEARFADORES ( el costo del aceite se incluye en el precio de la caldera )			39		1,931			359,774	incluido			359,774
SISTEMA COMPLETO DE CONTROL DE ACEITE Y LUBRICACION	2	ton.	10		2,576			466,466	incluido			466,466
BOMBAS Y MOTOR PARA CONDENSACION	2	ton.	4		534			167,432	incluido			167,432
BOMBAS Y MOTOR AGUA ALIMENTACION A CALDERAS	6	ton.	15		4,853			806,935	10,362,186			51,259,131
TURBINAS AUXILIARES PARA BOMBAS	3	ton.	1		1,109			215,264				215,264
TORRE DE ENFRIAMIENTO	1	ton.	15		9,556			1,793,069	13,102,850			14,895,919
BOMBAS Y MOTOR TORRE ENFRIAMIENTO			6		1,140			268,010	49,534,293			49,742,303
GRUA VIAJERA	1	ton.	80		7,143			1,291,586	15,925,060			17,216,646
								10,240,122	6,235,869			720,471,581

153











DESCRIPCION	CANTIDAD	PESO TOTAL	HORAS HONORE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL	
			POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS		
RESUMEN COSTO AIRE ACONDICIONADO												
SISTEMA DE VENTILACION CUARTO DE TABLEROS 13.8 K.V.												746,880
SISTEMA DE VENTILACION PASOS Y VESTIBULOS												142,360
SISTEMA DE VENTILACION CUARTO CARGADORES Y BATERIAS												75,400
SISTEMA DE VENTILACION AREA COMPRESORES Y BOMBAS												939,560
SISTEMA DE VENTILACION CUARTO TABLEROS 4.16 K.V.												261,574
SISTEMA DE VENTILACION CUARTO DE TRANSFORMADORES												391,680
SISTEMA DE VENTILACION CUARTO DE TABLEROS 4.8 K.V.												239,680
SISTEMA DE VENTILACION AREA DE CONDENSADORES Y TURBINAS												11,127,355
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CONTROL DE ENERGIA Y CHASCO DE CORRIENTE												2,434,025
												5,806,014
												16,306,014

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL	
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS		
SISTEMA DE VENTILACION CUARTO DE TABLEROS 13.8 K.V.													
VENTILADOR CENTRIFUGO CON CAPACIDAD DE 10914 CFM V. 1.0"XG, MARCA ARMEE, TIPO A, CLASE I, ARREGLO 9, TAMAÑO 36 1/2, MOTOR TEFC DE 5 H.P. 1750 RPM (440V.3F 60Hz), ROTACION CCW Y DESCARGA UB	1	ca.										260,000	260,000
DIFUSORES DE AIRE, MARCA TITUS, MOD. TDC-4A TAMAÑO 21 X 21	2	ca.										14,000	14,000
TDC-4C TAMAÑO 12 X 36 CON CONTROL	4	ca.										26,160	26,160
PERSIANA DE GRAVEDAD DE ALUMINIO MARCA TITUS TAMAÑO 12" X 83"	1	ca.										20,600	20,600
FILTROS METALICOS LAVABLES, MARCA AMERICAN AIR FILTER, TAMAÑO 24" X 24" X 2" CON MARCO "PORTA FILTROS" Y ELEMENTOS DE TRANSICION DE LAMINA GALVANIZADA. - CAL. 18, TIPO IV-2	6	ca.										46,200	46,200
LAMINA GALVANIZADA NUEVA PARA LA CONSTRUCCION DE DUCTOS CAL. 24	511	sq.										97,380	97,380
CAL. 22	221	sq.										40,140	40,140
												504,480	504,480

148



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS MONEDAS		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL		
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS			
RESUMEN COSTO DE TUBERIAS														
AIRE DE INSTRUMENTOS					784			34,422	96,167					131,089
AGUA DE EXPERIMENTOS, AIRE DE SERVICIOS, AGUA CRUDA, AGUA SUAVIZADA					3,886			637,636	3,616,818					4,254,454
AGUA DE SERVICIOS					1,430			297,913	2,694,388					2,992,301
AGUA DE CIRCULACION					4,865			1,618,615	22,147,155		252,150			24,018,120
AGUA DE ALIMENTACION A CALDERA, CONDENSADOR Y VAPOUR AUXILIAR					10,119			1,925,246	10,020,114					12,545,360
COMBUSTIBLES					1,211			182,422	1,059,854					1,242,276
VAPOUR - RECALENTADO FRIO Y VAPOUR DE EXTRACCION					18,024			1,067,216	14,556,452					17,033,668
FUEGOS CONTINUOS, AGUA DE ALIMENTACION A CALDERAS					170			24,178	156,301					180,479
VAPOUR PRINCIPAL					14,834			1,053,529	12,741,930					14,795,459
ACIDO SULFURICO					1,241			18,282	50,267					71,149
BIOSOLINA					1,241			111,731	181,678					297,409
								9,447,929	74,749,313		252,150			84,449,392



DESCRIPCION	CANTIDAD	UN.	PESO		HORAS		HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
			TOTAL	UN. P. UN.	TOTAL	UN. P. UN.	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	CONTRATOS			
TUBERIA ACMA SERVICIOS															
TUBO DE ACERO ASTM-A-53 Gr. A o B.S/ COST. CED. 89 EXT. PORS. DE															
1" Ø	5	m	1.25	5.00	105.25	261.17			934	1.365					2,334
1 1/2" Ø	15	m	1.21	18.15	215.21	435.41			3,228	6,231					9,459
2" Ø	15	m	1.41	21.15	225.00	338.17			3,435	8,638					12,073
IGUAL PERO S/COSTURA CED.40. EXT. DIS.															
DE : 6" Ø	110	m	2.20	242.00	405.00	2,120.00			44,627	343,082					387,709
8" Ø	50	m	2.00	100.00	200.00	380.00			20,076	261,492					281,568
DE CED. 20 DE 24" Ø	50	m	2.81	140.50	175.00	627.00			31,393	944,760					976,153
VALVULAS DE CERRIERTA 1500 RPS. STAMP FIG. 431 BR DE 1" Ø	4	PCS	0.90	3.60	16.00	64.00			655	5,120					5,775
2" Ø	2	PCS	1.54	3.08	20.00	40.00			477	4,426					4,903
VALVULAS DE CIERRE 1500 RPS. STAMP FIG. 14 1/2 P. LE 2" Ø	1	PCS	1.30	1.30	17.00	17.00			234	11,209					11,443
VALVULAS DE COMP. DE 125# HERREROS C. P. STOCKHOLM FIG. G-623 6" Ø	7	PCS	4.04	28.28	80.00	560.00			6,026	120,490					126,516
8" Ø	2	PCS	6.36	12.72	20.00	40.00			2,191	67,644					69,835
VALVULAS DE GLOBO DE 125# HERREROS C. P. STOCKHOLM FIG. G-513 6" Ø	3	PCS	4.04	12.12	80.00	240.00			1,722	177,205					178,927
VALVULAS DE SITUACION 125# HERREROS C. P. STOCKHOLM FIG. G-513 6" Ø	1	PCS	1.01	1.01	20.00	20.00			191	145,040					145,231
									1,227,234	27,166,021					28,393,255

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
BRIDAS DE 150# ROSC. C.P. AC. ASTM A181 Gr. I. DE: 1 1/2" Ø	2	BR		1.01	3.62	2,193	1,342		644	2,684		3,328
BRIDAS DE CUELLO SOLD. C.R. DE AC. ASTM A181 Gr. 1 150# 6" Ø	26	BR		4.02	12,532	5,729	1,817	22,290	124,982			147,272
8" Ø	10	BR		5.99	5,990	106,334	7,634	16,654	76,140			86,904
ENPAQUES DE ASB. COMP. 1/16" ESP. GAR- LOCK 900 o SIMILAR												
P/BRIDA DE: 8" Ø	12	BR		0.60	7.20	10,672	57.30	1,201	1,889			1,070
P/BRIDA DE: 6" Ø	22	BR		0.43	11.10	7,628	18.30	1,958	3,089			5,077
P/BRIDA DE: 1 1/2" Ø	2	BR		0.40	0.80	2,114	25.30	142	51			263
TORNILLOS P/MAQUINA CAREZA CUADRADA ACE RO ASTM A-307 Gr B. CON UNA TUERCA HEX. DE:												
1/8" X 2 1/4" LONG.	8	BR		160.			30.50		316			316
3/4" X 3 1/4" LONG.	112	BR		160.			49.90		5,591			5,591
3/4" X 3 1/4" LONG.	96	BR		160.			42.20		4,069			4,069
TRAMPA TERMODINAMICA 300# DE: 1" Ø SARCO TD-N-52 1" Ø	2	BR		3.22	6.44	7,271	7,410	1,145	14,880			16,025
CONEXIONES 300# ROSC. NICKRO MALLEABLE ASTM A-197												
CODOS 90° DE 1" Ø	2	BR		1.02	1.01	24,361	265.41	327	523			611
DE 1 1/2" Ø	4	BR		1.16	4.64	20,604	152.52	425	610			1,835
DE 2" Ø	15	BR		1.34	6.30	11,874	260.80	1,192	3,740			5,016
								49,416	239,425			279,913

145

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL	
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS		
TES DE : 1" Ø	2	EDA		1.38	2.76	245.05	383.51		491		773		1,264
2" Ø	2	EDA		2.01	4.02	357.50	1,493.56		715		3,171		3,886
TUERCA UNION DE 1" Ø	8	EDA		1.39	11.04	245.05	1,773.00		1,964		14,200		16,164
CÓPLES ROSC. 3 000 # DE ASTM A-125													
DE : 1" Ø	2	EDA		0.92	1.84	163.53	635.00		327		1,270		1,597
CONEXIONES SOLDABLES DE ASTM-A-234 Gr.													
WPA O WEP CED. IGUAL AL TUBO													
CORROS 90° DE: 6" Ø	27	EDA		9.21	248.67	163.00	3,523.50		44,220		144,707		168,925
DE: 8" Ø	10	EDA		12.0	120.00	213.00	2,130.00		21,343		98,901		120,244
TES DE: 6" Ø	6	EDA		12.02	72.12	245.00	1,470.00		14,748		59,616		74,364
DE: 8" Ø	2	EDA		17.03	34.06	319.00	638.00		6,380		16,305		20,685
									90,212		338,943		429,155
TOTAL AGUA DE SERVICIOS :									257,933		2,684,389		2,942,322

DESCRIPCION	CANTIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL						
			PER UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS							
RESUMEN COSTO ELECTRICO																	
EQUIPOS ELECTRICOS								1 927, 831	223 4323	331							229 251 362
FUERZA : AREA 01								2 093, 480	15 211	976			43 387				15 349 343
AREA 02								800, 415	3 929	892			29, 258				4 767 565
AREA 03								2 264, 770	7 388	587			90, 699				9 744 656
ALUMBRADO AREA 01								1 278, 028	4 991	255			45, 199				6 317 882
AREA 02								657, 881	2 206	322			91, 549				3 035 254
AREA 03								472, 545	1 825	632			151, 405				2 849 502
TIERRAS Y PARARRAYOS AREA 01								424, 137	1 408	444			15, 196				1 927 277
AREA 02								299, 262	899	335			2, 656				1 209 243
AREA 03								146, 714	474	739			15, 196				636 649
MATERIAL ELECTRICO CONTROL								1 338, 036	7 624	204							9 162 240
BARRAS CONDUCTORAS PARA GRUAS								475, 25	250	000							725 125
EQUIPO SISTEMA DE INTERCOMUNICACION								138, 03	433	700							571 803
MATERIAL ELECTRICO PARA EL SISTEMA DE INTERCOMUNICACION								151, 936	150	219							304 155
MATERIAL ELECTRICO PARA INSTRUMENTACION								1 927, 831	6 551	794							11 179 578
TOTAL								2 605, 037	174 829	430			488, 345				292 922 512

147

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO -- (POR DENTRO Y POR FUERA) POR INMERSION EN CALIENTE, SERVICIO PESADO DE 19mm Ø (3/4") EN TRAMOS DE 3m. CON ROSCA Y COPE, MARCA BUFALO O SIMILAR	585	tramo		2.65		479.65	355.05	280,595	207,880			488,475
IGUAL AL ANTERIOR, PERO DE 25mm Ø	91	tramo		2.87		519.47	493.85	47,272	44,895			92,167
IGUAL AL ANTERIOR, PERO DE 38mm Ø ( 1 1/2" )	102	tramo		3.37		609.37	803.45	111,015	146,301			257,316
IGUAL AL ANTERIOR, PERO DE 63mm Ø ( 2 1/2" )	8	tramo		4.0		724.80	1825.65	5,792	14,821			20,613
IGUAL AL ANTERIOR, PERO DE 101mm Ø ( 4" )	23	tramo		5.61	1	915.41	3399.25	23,154	78,160			101,314
MONITOR PARA TUBO CONDUIT DE 63 mm Ø ( 2 1/2" )	5	pie					65.80		325			325
IGUAL AL ANTERIOR, PERO DE 101mm Ø ( 4" )	3	pie					112.80		336			336
COUDO CONDUIT 90° DE FIERRO GALVANIZADO (POR DENTRO Y POR FUERA) POR INMERSION EN CALIENTE, SERVICIO PESADO DE 63mm Ø ( 2 1/2" ) MARCA BUFALO O SIMILAR	5	pie		1.48		262.80	352.73	1,339	1,764			3,103
								469,867	391,482			861,349

841



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				PARA UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
CONECTOR RECTO PARA TUBO FLEXIBLE DE 101 mm.Ø (4"), CAT. LT-400, MCA. C.H. DQEX	8	pie		0.54		97	745,86	782	46,449			47,231
ABRAZADERA TIPO "U" DE VARILLA DE 9.5 mm.Ø (3/8") PARA TUBO CONDUIT DE 63 mm.Ø (2 1/2"), FIG. R-120 MCA. RAMSET O SIMILAR	3	pie					53,13		150			150
ABRAZADERA TIPO "U" DE VARILLA DE 9.5 mm.Ø (3/8") PARA TUBO CONDUIT DE 101 mm.Ø (4") FIG. R-120, MOD. RAMSET O SIMILAR	8	pie		0.56		101	36,52	811	419			1,230
CONDUIT SERIE OVALADA DE ALUMINIO DE 63 mm.Ø (2 1/2") CON TAPA Y EMENQUE DE NEOPRENO CAT. No. LED 7700, MCA. - C. H. DQEX	3	pie		2.37		4,897	3,101,00	1,207	9,504			10,711
CONDUIT SERIE OVALADA TIPO "L" DE 19 mm.Ø (3/4"), CAT. L-27, MCA. C.H. DLHEX	19	pie		0.80		44	60,14	2,751	2,763			5,514
CONDUIT SERIE OVALADA TIPO "C" DE 19 mm.Ø (3/4"), CAT. C-27, MCA. C. H. DQHEX	19	pie		0.80		44	86,11	2,751	2,189			4,940
ABRAZADERA PARA CHORLA PARA TUBO CONDUIT DE 63mm.Ø (2 1/2") CAT. LCC7,												
								0,382	61,474			69,856

150







DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
TERMINAL COMO HUT 1-A/01-100 RANCHEN	18	lza		6.00		080.00	1,415.00	18,548	25,470			45,018
ARRANCADOR MANUAL PARA MOTOR FRACCIONARIO DE 0.25 H.P. CLASE 2510, 130 V. 60Hz, 2A CON ELEMENTO TERMICO No. AI. 16, EN CAJA HEMA 4, CAT. No. FN-2P, MARCA SQUARE"D	12	lza		4.92		890.50	50,030.00	10,686	600,360			611,046
CIAROLA "T" HORIZONTAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 30.48 cm. (12") DE ANCHO Y UN RADIO DE 60.96 cm. (24"), CAT. T-32, MCA. C.H. DOMEX	1	lza		2.17		392.77	6,822.00	393	6,823			7,216
TAPA "T" DE FIERRO GALVANIZADO PARA CIAROLA DE 30.48 cm. (12") DE ANCHO, MARCA C. H. DOMEX	1	lza		0.70		120.70	2,100.00	127	2,100			2,227
SOPORTE TIPO TRAPEZIO DE ACERO AL. CNT. CON GALVANIZADO PARA AJUSTAR VARILLA DE 12.7 mm. Ø (1/2") CAT. No. 2 FIG. R-252, MCA. RAMSET	10	lza		0.25		45.25	134.95	453	1,346			1,799
VARILLA BOSCADA DE ACERO GALVANIZADO DE 12.7 mm. Ø (1/2") EN TRUNO 3 mt. Ø. FIG. R-146, MARCA RAMSET BARRENANZA AUTOTALAMBRANTE PARA TRUNO 12.7 mm. Ø (1/2") N.º. 5-1.3, MARCA RAMSET	22	lza		0.90		102.00	345.00	3,584	7,590			11,174
								34,741	643,689			678,430

154

DESCRIPCION	CANTIDAD	UN. D. M.	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
TORNILLO CABEZA HEXAGONAL GALVANIZADO DE 12.7 mm. Ø ( 1/2" ) DE 38 mm. - ( 1 1/2" ), DE LARGO	31	pza		0.06		10.86	4.00	337	124			461
JUEGO ARANDELA PLANA Y PRESION GALVANIZADA DE 12.7 mm. Ø (1/2")	31	pza		0.07		12.67	5.22	391	162			555
TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA PARA -- TORNILLO DE 12.7 mm. Ø (1/2")	61	pza		0.07		12.67	3.32	773	221			994
CANAL PROFUNDO HORIZONTAL DE ACERO -- GALVANIZADO PARA SOPORTAR CHAROLA -- 60.95 mm (24") DE ANCHO, CAT. CVT-7, MARCA C. H. DOMEX	14	pza		1.82		329.42	469.10	4,612	6,552			11,164
CANAL POCO PROFUNDO HORIZONTAL DE -- ACERO GALVANIZADO PARA SOPORTAR CHAROLA 30.48 mm. (12") DE ANCHO, CAT. CPV-3 MARCA C. H. DOMEX	10	pza		0.80		144.00	244.80	1,448	2,442			3,890
CANAL LIVIANO DE ACERO AL CARBON GALVANIZADO DE 101 mm. (4") EN TRAMOS -- DE 3 mts.	241.2	Kg.			121.30						29,250	29,250
CINTA AISLANTE DE VINILO PARA 600 V. 80°C, DE 19 mm. (3/4") DE ANCHO EN ROLLOS DE 20 mts. CAT. No. 33 MARCA SCOTCH 3M	14	rollo					104.09	1,456				1,456
								2,263	10,952		29,258	42,214

155

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL	
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS		
PLACA DE ACERO AL CARBON DE 200 X 200 X 6.35 mm.	14	PZA	2.50			452.50	0.5170	6,335	11,090				18,315
CONTACTO 3/4, 4H, 60M, 60HZ, CON TALLA ROSCADA, CAT. ARE-6005 Y CLAVIJA DPI-6185, MARCA C. H. DOMEX	4	PZA	6.27			134.07	11.31420	5,274	41,321				47,495
REPOCCION FISHING TIEP "RE" DE 38 mm. Ø (1 1/2") A 25 mm. Ø (1"), CAT. - RE-51, MARCA C. H. DOMEX	5	PZA	0.25			45.25	76.25	226	381				607
								12,235	54,182				66,417
TOTAL FUERZA AREA 02								808,415	1,029,492			29,250	4,767,565

156

DESCRIPCION	CANTIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL		
			POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS			
RESUMEN COSTO INSTRUMENTACION													
TURBO-ALTERNADOR CONDENSADO								124,390	2'515,595				7'639,985
AGUA DE ALIMENTACION								303,102	3'280,492				3'583,594
TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA DESM . Y DOSIFICACION QUIMICOS								75,727	1'550,430				1'626,157
TORRE DE ENFRIAMIENTO AGUA DE CIRCULACION								94,081	2'339,962				2'434,043
ESTACION REDUCTORA DE PRESION Y TEMPERATURA								121,693	953,086				1'074,779
CALDERA								533,617	21'832,842				22'366,459
COMPRESORES								8,156	187,413				195,569
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE Y DIESEL PARA ENCENDIDO								143,763	2'618,410				2'762,173
MATERIALES PARA INSTALACION DE INSTRUMENTOS								2'450,304	12'030,352				14'480,656
TOTAL								3'859,913	53'310,582				57'170,495

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
INDICADOR DE PRESION MONTAJE LOCAL. TAMANO CARATULA 4 1/2" Ø CAJA DE FENOL ELEMENTO BOURDON, MAT. ELEMENTO MOVIMIENTO Y CONEXION DE AC. INOX. TAMANO CONEXION 1/2" Ø NPT INFERIOR CON AMORTIGUADOR DE PULSACIONES, MOD. 4512705 4L 0-7 41R05, MCA. SOREX O SIMILAR	8	EDA		5.50	44.0	28,927.75		8,157	191,422			199,579
INTERRUPTOR DE PRESION DIFERENCIAL CONEX. PROCESO DE 1/2" Ø NPT INTERRUPTOR FORMA TEOLO - 2 TIROS CANTIDAD UNO CAJA NEMA 4, CAT. STATIC "O" RING O SIMILAR	2	EDA		7.50	15.0	18,005.00		2,781	26,010			20,791
TERMOMETRO BIMETALICO TIPO PLANO - MAT. VASTAGO AC. INOX. LONG. VASTAGO 4" TAMANO CARATULA 5" Ø TIPO ANGULO CONEXION 1/2" Ø NPT CON TERMOMETRO DE AC. INOX. CONEXION A PROCESO DE 3/4" Ø NPT HACHO, MOD. 50E 160B040, MCA. SOREX AFNORGET O SIMILAR	2	EDA		5.50	11.0	7,220.00		2,039	14,580			16,619
TRANSMISION DE PRESION TIPO ELECTRONICO SERIAL 4 20 g. A ELEMENTO DE PRESION TIPO CAPSULA MAT. AC. INDICABLE TAMANO CONEXION A PROCESO												

12,977

232,012

244,989

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
DE 1/2" Ø NPT, CAJA NEMA 4 MOD. E11G4, CAT. FOXBORO O SIMILAR	2	SEA		18.0	36.0		99,600	6,674	199,932			206,606
TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL TIPO ELECTRONICO, SEÑAL 4-20 MA ELEMENTO -- DIAFRAGMA MAT. AC. INOX. CUERPO AC. AL CARRO CAJA NEMA 4 CONEXION A PROCESO DE 1/2" Ø NPT CON MANIFOLD. (SOLAMENTE 2L. MOD. E-11G4, MCA. FOXBORO O SIMILAR	4	SEA		18.0	72.0		99,600	13,347	499,864			413,211
TRANSMISOR DE TEMPERATURA TIPO ELECTRONICO SEÑAL 4-20 MA EN CAJA NEMA 4 CON BULBO, MOD. ET, MCA. BILLY	2	SEA		26.0	52.0		620,000	9,640	81,380			91,020
LEULO DE RESISTENCIA (RTO) ELEMENTO Y TAMBORO ENSEMBLADO CON CONEXION A -- PROCESO DE 1/2" Ø NPT CON TRES CAPEL CONDUCTORES. MAT. DEL ELEMENTO DE PLATINO, MATERIAL DEL TAMBORO AC. INOX.												
MOD. SERIE 8920 FIG. No. 2, MCA. CENTIS & NORTHRUP O SIMILAR	8	SEA		6.5	52.0		261,000	9,640	101,520			111,160
ELEMENTO PRIMARIO DE FUSO TIPO PLACA DE COPRICO TAMBO 6" Ø MATERIAL AC. INOX. CON BUNDA HERMA-GRIFICIOS, MCA. FOXBORO O SIMILAR	2	SEA		33.0	66.0		82,000	12,215	204,598			216,813
								51,536	987,394			1,038,930

159

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMERE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				PER UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
VALVULA DE CONTROL MODULANTE TIPO GLOBO TAM. CUERPO 6" Ø MAT. AC. AL CARBON												
BRIDA 300# R.F. BONETE NORMAL ENPAQUES												
TEFLON INTERIORES AC. INOX. CARACTERIS												
TICA ACTUADOR DE DIAFRAGMA 3-15 PSI PO												
SICIONADOR ELECTRONEUMATICO SEÑAL EN--												
TRADA 4-20 mA, SALIDA 3-15 PSI MOD. --												
667-ED, MCA, FISHER O SIMILAR	2	EDA		16.5	33.0		1,074.22	6,118	1,015,394			1,021,562
IGUAL AL ANTERIOR EXCEPTO TAMAÑO CUERPO 3" Ø SIN POSICIONADOR PERO CON VALVULA SOLENOIDE 3 VIAS MOD. 667-ED, MCA.												
FISHER O SIMILAR	2	EDA		11.0	22.0		2,207.15	4,378	441,190			445,568
IGUAL AL ANTERIOR EXCEPTO TAMAÑO CUERPO 2" Ø SIN POSICIONADOR PERO CON VALVULA SOLENOIDE 3 VIAS MOD. 667-ED, MCA.												
FISHER O SIMILAR	2	EDA		11.0	22.0		1,431.35	4,378	148,767			152,845
IGUAL AL ANTERIOR EXCEPTO TAMAÑO CUERPO 1" Ø SIN POSICIONADOR PERO CON VALVULA SOLENOIDE 3 VIAS MOD. 667-ED, MCA.												
FISHER O SIMILAR	2	EDA		11.0	22.0		228.74	4,378	240,548			244,626
INDICADOR TIPO ELECTRONICO SEÑAL 4-20 mA, MOD. 62H, MARCA FOXBORD O SIMILAR	1	EDA		18.0	144.0			26,695				26,695
SISTEMA UEX	1	EDA		80.0	80.0			14,830	4,250,000			4,264,830
								59,877	6,296,189			6,356,066

TOTAL TURBO-ALTERNADOR COND.

124,390 7,515,595

7,639,985



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
TUBERIA DE ACERO AL CARBON ASTM-A-53 GRADO B. CED. 40, EXTREMOS BISELADOS CON COSTURA												
6" DIAMETRO (TUBERIA ENTERRADA) S/C	192	m.		2.28	437.76	405.58	1,126.20	77,860	600,230			678,090
4" DIAMETRO (TUBERIA ENTERRADA) C/C	180	m.		1.77	318.60	314.81	1,008.42	56,666	195,917			252,583
2 1/2" DIAMETRO (TUBERIA ENTERRADA) C/C	228	m.		1.30	296.40	231.22	508.33	52,718	129,593			182,311
TUERCA DE ACERO AL CARBON ASTM A-53 Gr. B. CED. 80 EXTREMOS ROSCADOS SIN COSTURA												
2" DIAMETRO	30	m.		1.31	39.30	237.00	932.60	6,990	28,578			35,568
CONEXION DE ACERO AL CARBON SOLDABLE A TUBE ASTM A-234 Gr. WPB CED. DEL TUBO Codos de 90°												
4" DIAMETRO	8	pie		6.32	50.56	1,124.00	2,180.00	8,993	17,260			26,253
2 1/2" DIAMETRO	15	pie		4.57	68.55	817.00	1,174.50	12,192	17,518			29,710
TE RECTA												
6" DIAMETRO	9	pie		13.82	124.38	2,458.00	9,916.00	22,122	89,424			111,546
2 1/2" DIAMETRO	12	pie		6.86	82.32	1,220.00	2,243.00	14,641	38,586			53,227
REMANENCIA CON ENTUBICA												
6" x 4"	7	pie		9.21	64.47	1,311.00	3,212.40	11,467	27,567			39,034
								263,549	1,144,093			1,407,642

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.	PESO TOTAL	MCPAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
2 1/2" X 2"	12	PCS		4.57	54.84	412.80	1,911.30	9,754	117,048			126,802
NIPLES DE 2 1/2" Ø X 4" CON UN EXTREMO PARA SOLDAR Y EL OTRO ROSCADO A-53 GR. B.	18	PCS		4.57	82.26	812.82	33.18	14,531	1,497			16,129
CONEXION ROSCADA DE NILERO MALLEABLE ASTM A-197												
CODO DE 90° 2" DIAMETRO	12	PCS		1.34	16.68	221.28	759.54	2,860	34,320			37,180
TAPON CACHUCHA DE ACERO FORJADO ASTM A-234 GR WPB CED. 4G, SOLDABLE A TOPE 4" DIAMETRO	10	PCS		3.91	39.10	535.20	1,143.50	5,354	35,540			40,894
BRIDA CIEGA 150# P.P. DE ACERO AL CARBON ASTM A-181 GR. I 6" Ø	1	PCS		4.26	4.26	759.90	1,449.00	756	1,340			2,100
BRIDA DE CUELLO (6N) 150# ACERO AL CARBON ASTM A-181 GR I SOLD. 6" DIAMETRO	6	PCS		4.02	24.12	657.24	4,897.80	5,144	28,842			33,986
BRIDA DESLIZABLE (S.O.) 150# DE ACERO AL CARBON ASTM A-181 GR I SOLDABLE 6" DIAMETRO	2	PCS		6.85	13.70	1,079.00	3,016.00	9,684	87,356			97,040
EMPAQUE DE ASBESTO COMPRESOR 1/4" DE ESPESOR PARA BRIDA 150# CARBON 6" O EQUIVALENTE 6" DIAMETRO	10	PCS		0.63	6.30	26.40	1,000.00	1,320	2,330			3,650
								49,560	307,381			356,941

103

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL		
				PAR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS			
TORNILLO DE CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL ACERO AL CARBON ASTM A-307 GR. B. CON RONDANA 3/4" Ø X 3 3/4"	110	pieza		ins.			64.40		7,684					7,684
VALVULA DE COMPUERTA CON POSTE INDICADOR BONETE ERIDADO 200# P.R. CUERPO DE HIERRO E INTELIGIOS DE BRONCE MARCA - WALWORTH MOD. W879# O SIMILAR. 6" DIA METRO	2	pieza	5.93	11.86	354.71	2,360.00		2,109	158,738					160,847
VALVULA DE COMPUERTA, TOCA DE HIERRO VASTAGO SALIENTE BONETE ERIDADO, DISCO DE CUNA SOLIDA, 150# ESCADA, MARCA WALWORTH MOD. W787 O SIMILAR. 2 1/2" DIAMETRO	16	pieza	1.52	24.32	170.15	415.00		4,326	664,376					669,302
TAJON CACHUCHA DE BRONCE DE 2 1/2" Ø CON CADENA MARCA W. KIDDE O SIMILAR. 2 1/2" DIAMETRO	18	pieza	0.76	13.68	125.17	550.00		2,413	9,900					12,313
ADAPTADOR DE BRONCE MACHO NPT A MACHO 2 1/2" DIAMETRO X 2 1/2" Ø	10	pieza	1.52	15.20	220.55	2,100.00		2,764	21,000					23,764
GABINETE CON CARPETE DE LAMINA NEGRA #20 DE 75 X 80 X 30 cm. PARA MANGUERA DE 2 1/2" Ø X 30 cm. DE LONG. FUERTA DE VIDRIO, BISAGRAS Y BROCHE DE SEGURIDAD	1	pieza	6.60	49.80	2.16	4,010.00		8,532	112,000					120,532
								20,109	973,598					993,697

164

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L				TOTAL
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS	
MANGUERA DE POLIESTER Y NEOPRENO MARCA RORUST, MOD. ESPECIAL O SIMILAR. 2 1/2" Ø X 30 m. LONG.	6	ca		2.0	12.0	350.72	10.20	2.040	82.840			84.880
1 1/2" Ø X 15 m. LONG.	10	ca		1.5	15.0	260.79	6.25	2.608	62.550			65.150
GABINETE INTEGRAL DE LAMINA NEGRA #20 DE 50 X 75 X 21 cm. PARA MANGUERA DE 1 1/2" Ø X 15 mt. LONG. PUERTA DE VIDRIO, BISAGRAS Y BROCHE DE SEGURIDAD	10	ca		6.0	60.0	1062.10	7.32	10.622	73.500			84.122
ADAPTADOR REDUCTOR DE BRONCE DE 2" X 1 1/2" PARA MANGUERA MACH (POLCA NPE EN UN EXTREMO Y MSHT EN EL OTRO, MARCA GALINSA O SIMILAR	12	ca		1.34	16.08	216.33	2.12	2.160	24.000			26.160
VALVULA DE GLOBO ANGULAR DE BRONCE 125# VASTAGO FIJO ASIENTO REMOVIBLE, MARCA W. KIDDE O EQUIVALENTE. 2" DIAMETRO	10	ca		1.34	13.40	216.33	4.92	2.393	49.500			51.893
LLAVE UNIVERSAL PARA COFLE :												
1 1/2" Ø	10	ca		1.0	10.00	172.80	4.00	1.728	4.000			5.728
2 1/2" Ø	8	ca		1.0	8.00	172.80	4.00	1.321	3.200			5.321
CHIFLON DE 3 FASOS CHORO DIRECTO CORTINA-NEELINA, DE BOMBA FULIDO, MARCA GALINSA, MOD. MM.								24.101	809.010			833.111

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PESO TOTAL	HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO		T O T A L						TOTAL	
				POR UNIDAD	TOTAL	LABOR	MATERIAL	LABOR	MATERIAL	FLETES	SUBCONTRATOS				
1 1/2" DIAMETRO	10	pza		2.0	20.0	355.72	11,910.00	3,557	119,000						122,557
2 1/2" DIAMETRO	8	pza		2.0	16.0	355.72	14,300.00	2,846	114,800						117,646
CINTA PLASTICA DE POLIETILENO AUTO- ADHESIVA MARCA POLI-TON Y ENVOLTURA FEL- PA KRAFPALICA PARA TUBERIA ENTERRADA															
6" Ø	192	mt.			(200)								30,400		30,400
4" Ø	180	mt.			(250)								45,000		45,000
EXTINGUIDOR DE BIXIDO DE CARBONO CON CARBUCHO DE 20 LBS, CON MANOMETRO Y TUBOS DE DESCARGA, MARCA GALINSA O SI- MILAR	18	pza		3.0	54.0	513.88	14,000.00	9,604	252,000						261,604
SISTEMA DE HALON 1301 TIPO INUNDACION INCLUYENDO ACCESORIOS Y DETECTORES	1	lote											3,000,000		3,000,000
EXTINGUIDOR DE BIXIDO DE CARBONO SO- BRE RUFPAS, DE 100 LBS., CON MANGUERA Y DISPOSITIVOS DE DESCARGA, MARCA GA- LINSO O SIMILAR	2	pza		4.0	8.0	711.44	99,315.00	1,423	198,780						200,203
								17,430	684,580				3,000,400		3,785,410
TOTAL SISTEMA CONTRA INCENDIO								375,479	3,411,462				3,000,400		6,786,941

100

3.5.4. CALCULO DE LA MANO DE OBRA PARA OBRA CIVIL Y ELECTROMECANICA

CALCULO DE MANO DE OBRA (Costo Hora-Hombre)

DESCRIPCION

OBRA CIVIL	A	B	C	D	E	F	G	H
Sobrestante	850.00	1.6836	1,431.06	300.00	1.5171	455.13	1,886.19	251.49
Cabo	750.00	1.6836	1,262.70	250.00	1.5171	379.28	1,641.98	218.93
Oficial especialista	650.00	1.6836	1,094.34	250.00	1.5171	379.28	1,473.62	196.48
Albañil	585.00	1.6836	984.91	150.00	1.5171	227.57	1,212.48	161.66
Fierrero	585.00	1.6836	984.91	150.00	1.5171	227.57	1,212.48	161.66
Carpintero	585.00	1.6836	984.91	150.00	1.5171	227.57	1,212.48	161.66
Ayudante	450.00	1.6836	757.62	-----	1.5171	-----	757.62	101.02
Peón	446.00	1.6836	750.89	-----	1.5171	-----	750.89	100.12

- A. Salario diario fijado por el tabulador \$/día.
- B. Factor de prestaciones para salario diario.
- C. Salario diario total incluyendo prestaciones.
- D. Viático diario fijado por el tabulador según la zona \$/día.
- E. Factor de prestaciones para viático diario.
- F. Viático incluyendo parte proporcional pago de prestaciones.
- G. Salario real por día.
- H. Salario por hora.

$$H = \frac{G}{\text{Horas normales día}}$$

Base de cálculo :	Horas normales/día	7.5
	Horas normales/semana	45.0
	Horas extras/semana	0.0
	Domingos	52.0

CALCULO MANO DE OBRA (Costo Hora-Hombre)

CATEGORIA	CANTIDAD	\$/HORA	TOTAL
Excavaciones y limpieza		(Cuadrilla No. 1)	
Sobrestante	0.1	251.49	\$ 25.15
Cabo	1.0	218.93	218.93
Peones	<u>20.0</u>	100.12	<u>2,002.40</u>
	21.1		\$2,246.48

$$\text{Costo Cuadrilla No. 1} = \frac{2,246.48}{21.1} = \$ 106.47$$

Albañilería		(Cuadrilla No. 2)	
Sobrestante	0.01	251.49	2.51
Cabo	0.10	218.93	21.89
Albañil	1.00	161.66	161.66
Peón	<u>1.00</u>	100.12	<u>100.12</u>
	2.11		286.18

$$\text{Costo Cuadrilla No. 2} = \frac{286.18}{2.11} = \$ 135.63$$

Acero de refuerzo		(Cuadrilla No. 3)	
Sobrestante	0.20	251.49	50.30
Cabo	0.50	218.93	109.47
Fierrero	1.00	161.66	161.66
Ayudante	2.00	101.02	202.04
Peones	<u>4.00</u>	100.12	<u>400.48</u>
	7.70		923.95

Costo Cuadrilla No. 3 =  $\frac{923.95}{7.70} = \$ 119.99$

Colados concreto

(Cuadrilla No. 4)

Sobrestante	0.10	251.49	25.15
Cabo	1.00	218.93	218.93
Albañil	2.00	161.66	323.32
Ayudante	2.00	101.02	202.04
Peón	10.00	100.12	1,001.20
	<u>15.10</u>		<u>1,770.64</u>

Costo Cuadrilla No. 4 =  $\frac{1,770.64}{15.10} = \$ 117.26$

Cimbra

(Cuadrilla No. 5)

Sobrestante	0.01	251.49	2.51
Cabo	0.10	218.93	21.89
Carpintero	1.00	161.66	161.66
Ayudante	1.00	101.02	101.02
	<u>2.11</u>		<u>287.08</u>

Costo Cuadrilla No. 5 =  $\frac{287.08}{2.11} = \$ 136.06$

Especiales

(Cuadrilla No. 6)

Sobrestante	0.01	251.49	2.51
Cabo	0.10	218.93	21.89
Oficial especial	1.00	196.48	196.48
Ayudante	1.00	101.02	101.02
	<u>2.11</u>		<u>321.90</u>

Costo Cuadrilla No. 6 =  $\frac{321.90}{2.11} = \$ 152.56$

Fabricación de concreto

(Cuadrilla No. 7)

Sobrestante	0.04	251.49	10.06
Cabo	0.40	218.93	87.57
Peón	<u>7.00</u>	100.12	<u>700.84</u>
	7.44		789.47

Costo Cuadrilla No. 7 =  $\frac{798.47}{7.44}$  = \$ 107.32

**CALCULO DE MANO DE OBRA (Costo Hora-Hombre)**

**DESCRIPCION**

<b>OBRA ELECTROMECHANICA</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
Sobrestante	1,100.00	1.6836	1,851.96	350.00	1.5171	530.99	2,382.95	317.73
Cabo	950.00	1.6836	1,599.42	300.00	1.5171	455.13	2,054.55	273.94
Soldador especialista	1,000.00	1.6836	1,683.60	300.00	1.5171	455.13	2,138.73	285.16
Oficial especialista	850.00	1.6836	1,431.06	300.00	1.5171	455.13	1,886.19	251.49
Maniobrista especialista	850.00	1.6836	1,431.06	300.00	1.5171	455.13	1,886.19	251.49
Oficial de primera	700.00	1.6836	1,178.52	300.00	1.5171	455.13	1,633.65	217.82
Oficial de segunda	600.00	1.6836	1,010.16	150.00	1.5171	227.57	1,237.73	165.03
Ayudante	500.00	1.6836	841.80	150.00	1.5171	227.57	1,069.37	142.58
Peón	400.00	1.6836	673.44	-----	1.5171	-----	750.89	100.12

- A. Salario diario fijado por el tabulador \$/día.
- B. Factor prestaciones para salario diario.
- C. Salario diario total incluyendo prestaciones.
- D. Viático diario fijado por el tabulador según la zona \$/día.
- E. Factor prestaciones para viático diario.
- F. Viático incluyendo parte proporcional pago de prestaciones.
- G. Salario real por día.
- H. Salario por hora.

$$H = \frac{C + F}{\text{Horas normales día}}$$

Base de cálculo :	Horas normales/día	7.5
	Horas normales/semana	45.0
	Horas extras/semana	0.0
	Domingos	52.0

CALCULO MANO DE OBRA (Costo Hora-Hombre)

CUADRILLA PARA MONTAJE DE EQUIPO

CATEGORIA	CANTIDAD	\$/HORA	TOTAL
Sobrestante	0.5	317.73	\$ 158.86
Cabo	1.0	273.94	273.94
Mecánico especialista	2.0	251.49	502.98
Maniobrista especialista	1.0	251.49	251.49
Mecánico de primera	6.0	217.02	1,306.92
Tubero de primera	2.0	217.02	435.64
Ayudante	11.0	142.58	1,568.38
Peón	3.0	100.12	300.36
	<u>26.5</u>		<u>\$4,798.58</u>

Costo de la Hora-Hombre Cuadrilla = \$4,798.58

Costo de la Hora-Hombre promedio =  $\$4,798.58 / 26.5 = \$181.08$

CALCULO MANO DE OBRA (Costo Hora-Hombre)

CUADRILLA PARA MONTAJE DE TUBERIAS

CATEGORIA	CANTIDAD	\$/HORA	TOTAL
Sobrestante	0.5	317.73	\$ 158.86
Cabo	1.0	273.94	273.94
Soldador especialista	1.0	285.16	285.16
Tubero especialista	1.0	251.49	251.49
Soldador de primera	1.0	217.82	217.82
Tubero de primera	3.0	217.82	653.46
Pailero de primera	1.0	217.82	217.82
Soldador de segunda	1.0	165.03	165.03
Tubero de segunda	2.0	165.03	330.06
Ayudante	10.0	142.58	1,425.80
Peón	2.0	100.12	200.24
	<u>23.5</u>		<u>\$4,179.68</u>

Costo de la Hora-Hombre Cuadrilla = \$4,179.68

Costo de la Hora-Hombre promedio =  $\$4,179.68/23.5=\$177.86$

CALCULO MANO DE OBRA (Costo Hora-Hombre)

CUADRILLA ELECTRICA

CATEGORIA	CANTIDAD	\$/HORA	TOTAL
Sobrestante	0.5	317.73	\$ 158.86
Cabo	1.0	273.94	273.94
Eléctrico especial	2.0	251.49	502.98
Eléctrico de primera	4.0	217.82	871.28
Pailero de primera	1.0	217.82	217.82
Eléctrico de segunda	4.0	165.03	660.12
Ayudante	<u>11.0</u>	142.58	<u>1,568.38</u>
	23.5		\$4,253.38

Costo de la Hora-Hombre Cuadrilla = \$4,253.38

Costo de la Hora-Hombre promedio = \$4,253.38/23.5=\$181.00

CALCULO MANO DE OBRA (Costo Hora-Hombre)

CUADRILLA DE INSTRUMENTACION

CATEGORIA	CANTIDAD	\$/HORA	TOTAL
Sobrestante	0.5	317.73	\$ 158.86
Cabo	1.0	273.94	273.94
Instrumentista especial	1.0	251.49	251.49
Instrumentista de primera	4.0	217.82	871.28
Pailero de primera	1.0	217.82	217.82
Instrumentista de segunda	2.0	165.03	330.06
Ayudante	8.0	142.58	1,140.64
	<u>17.5</u>		<u>\$3,244.09</u>

Costo de la Hora-Hombre Cuadrilla = \$3,244.09

Costo de la Hora-Hombre promedio = \$3,244.09/17.5=\$185.38

DESGLOSE E INTEGRACION DE FACTORES DE SALARIO REAL

A.- DIAS PAGADOS AL AÑO :

A1.- Año Calendario :	Año Civil .....	365.00 días
	Año Bisiesto .....	0.25 días
A2.- Aguinaldo .....		15.00 días
A3.- Prima vacacional (0.25 X <u>6.00</u> días por vacaciones) .....		1.50 días
A4.- Otros .....		<u>0.00</u> días
	Suma A .....	<u>381.75</u> días

B.- DIAS NO LABORABLES AL AÑO :

B1.- Domingos .....		52.00 días
B2.- Días festivos por ley :		
1 de enero .....	1.00 día	
5 de febrero .....	1.00 día	
21 de marzo .....	1.00 día	
1 de mayo .....	1.00 día	
16 de septiembre .....	1.00 día	
20 de noviembre .....	1.00 día	
1 de diciembre cada 6 años .....	0.17 día	
25 de diciembre .....	1.00 día	
B3.- Días festivos por tradición :		
3 de mayo .....	1.00 día	
2 de noviembre .....	1.00 día	
12 de diciembre .....	0.50 día	
24 de diciembre .....	0.50 día	
31 de diciembre .....	0.50 día	
sindicato .....	<u>1.00</u> día	

	Subtotal ....	11.67		<u>63.67 días</u>
B4.-	Vacaciones .....			6.00 días
B5.-	Por enfermedad .....			3.00 días
B6.-	Por mal tiempo .....			<u>3.00 días</u>
	Suma B .....			<u>75.67 días</u>

C.- DIAS EFECTIVOS LABORABLES AL AÑO :

Año calendario (A1)	-	Días no laborables (B)		
365.25		75.67	=	<u>289.58 días</u>

D.- FACTORES DE PERCEPCIONES :

D1.- Percepción total :	$\frac{A}{C}$	=	$\frac{301.75}{289.58}$	=	<u>1.3182</u>
D2.- Percepción por - Cuota diaria :	$\frac{A1}{C}$	=	$\frac{365.25}{289.58}$	=	<u>1.2613</u>

E.- FACTORES DE SALARIO REAL :

Factor de percepción total :			Salario Mínimo	Salario Sup.Mín.
	(D1)	<u>1.3182</u>	<u>1.3182</u>	<u>1.3182</u>
I.M.S.S.				
a) Salario Mínimo	0.198975	X	(D1) <u>0.2595</u>	
b) Salario Sup. Mín.	0.159375	X	(D1)	<u>0.2100</u>
Guarderías 1 %	0.016000	X	(D2) <u>0.0126</u>	<u>0.0126</u>

Servicios Médicos o riesgos profesionales cuando no existe I.M. S.S. (8%)	0.080000	X	(D1)	_____	_____
Impuesto s/remuneraciones pagadas (1%)	0.010000	X	(D1)	<u>0.0131</u>	<u>0.0131</u>
Impuesto Estatal s/marino de obra.	0.0	X	(D1)	_____	_____
Subtotal :				<u>1.6034</u>	<u>1.5539</u>
Inforavit (5%)	0.050000	X	Subt.	<u>0.0802</u>	<u>0.0777</u>
FACTOR DE SALARIO REAL/SAL. MINIMO				<u>1.6836</u>	
FACTOR DE SALARIO REAL/SAL. SUP. MIN.					<u>1.6316</u>

DESCGLOSE E INTEGRACION DE FACTORES PARA VIATICOS REALES

A.- DIAS PAGADOS AL AÑO :		
A1.- Año calendario :	Año Civil .....	365.00 días
	Año Bisiesto .....	0.25 días
B.- DIAS NO LABORALES AL AÑO :		
B1.- Domingos .....		52.00 días
B2.- Días festivos por ley :		
1 de enero .....	1.00 día	
5 de febrero .....	1.00 día	
21 de marzo .....	1.00 día	
1 de mayo .....	1.00 día	
15 de septiembre .....	1.00 día	
20 de noviembre .....	1.00 día	
1 de diciembre de cada 6 años .....	0.17 día	
25 de diciembre .....	<u>1.00 día</u>	
	Subtotal :	7.17 días
Sindicato .....	1.00 día	
3 de mayo .....	1.00 día	
2 de noviembre .....	1.00 día	
12 de diciembre .....	0.50 día	
24 de diciembre .....	0.50 día	
31 de diciembre .....	<u>0.50 día</u>	
		<u>63.67 días</u>
B3.- Por enfermedad .....		<u>1.00 días</u>
B4.- Por mal tiempo .....		<u>3.00 días</u>
	Suma B .....	<u>69.67 días</u>

C.- DIAS EFECTIVOS LABORABLES AL AÑO :

Año calendario (A1)	-	Días no laborables (B)	=	<u>          </u>
365.25	-	69.67	=	<u>295.58</u>

D.- FACTOR DE PERCEPCIONES :

D1.- Percepción total :  $\frac{A}{C} = \frac{365.25}{295.58} = \underline{1.2357}$

E.- FACTORES DE SALARIO REAL :

Factor de percepción total			(D1)	<u>1.2357</u>
I.M.S.S.				
a) Salario Sup. Mín.	0.159375	X	(D1)	<u>0.1969</u>
Impuesto sobre remuneraciones pagadas (1%)	0.010000	X	(D1)	<u>0.1023</u>
FACTOR SALARIO REAL/ SAL. SUP. MIN.				<u>1.4449</u>
Infonavit	0.050000			<u>1.5171</u>

### 3.5.5. CALCULO DEL COSTO INDIRECTO



DESCRIPCION	M E S E S												TOTAL	COSTOS UNITARIOS			T O T A L			TOTAL					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	17	18		LABOR	MATERIAL	SUB CONTRATOS	LABOR	MATERIAL
PERSONAL TECNICO																									
SUBSINTENDENTE O RESIDENTE																		21	90,000	15,840	105,840				2'222,640
JEFE DE INGENIEROS																		17	59,800	12,720	71,520				1'215,840
JEFE DE OFICINA																		19	51,600	12,720	64,320				1'157,760
JEFE DE AREA CIVIL																		14	44,300	18,240	62,540				875,560
JEFE DE AREA MECANICA																		26	44,300	18,240	62,540				1'626,640
JEFE DE AREA ELECTRICA																		24	44,300	18,240	62,540				1'540,960
JEFE DE AREA INSTRUMENTACION																		5	44,300	18,240	62,540				302,800
TOPOGRAFO																		14	31,600	15,840	46,840				658,760
CADENERO																		20	29,600	15,840	43,840				1'272,560
TOTAL																									11'546,240
PERSONAL ADMINISTRATIVO																									
JEFE ADMINISTRATIVO																		21	90,700	12,720	69,420				1'457,920
CONTRADOR																		18	32,700	21,960	54,660				975,600
JEFE DE PERSONAL																		17	33,200	18,240	51,440				1'090,240
FORMULISTA DE RAYAS																		42	29,000	15,840	35,840				1'598,280
SECRETARIAS																		44	10,000	5,000	25,000				1'100,000
CONTRADOR DE TIEMPO																		36	29,600	15,840	35,840				1'361,360
TOTAL																									7'609,400





DESCRIPCION	M E S E S																	TOTAL	COSTOS UNITARIOS			T O T A L			TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18	LABOR	MATERIAL	SUB CONTRATO	LABOR	MATERIAL	
RENTA EQUIPO Y MAQUINARIA																		27			14,300				1'161,150
AUTOMOVIL																		18			19,900				349,200
CAMIONETA PICK-UP 1 1/2 TON.																		20			23,600				472,000
CAMIONETA COMBI																		32			82,350				2'635,200
AUTOBUS																		2			48,600				97,200
EQUIPO RELEVO DE ESFUERZO																		4			177,500				710,000
EQUIPO RADIOGRAFIAS																		2			747,200				1'494,400
GRUA DE ORUGAS 150 TONS.																		9			345,200				2'761,600
GRUA 50 TONS.																		12			228,300				2'739,600
GRUA HIDRAULICA 18 TONS.																		290			3,900				1'131,000
MAQUINA SOLDAR ELECTRICA																		70			23,000				1'610,000
EQUIPO P/SOLDAR CON ARGON																		20			76,600				1'520,000
CAMION HIAB 6 TON.																		20			7,400				148,000
BOMBA AUTOCEBANTE 4"																		13			70,200				974,000
BOMBA AUTOCEBANTE 3" 250 RCM																		8			185,600				1'484,000
CAMION PLATAFORMA 50 TONS.																					(LOPE)				500,000
ANDAMIOS COLGANTES MUEBLES																									3'339,720
EQUIPO LIGERO Y MENOR 34 M. O.	0,00																								
TOTAL																									22'669,320





CAPITULO IV. PRESENTACION DEL COSTO TOTAL OBTENIDO  
DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION

## 4.1 RESUMEN Y ALCANCE DE TRABAJO CUBIERTO EN EL COSTO.

<u>CONCEPTO</u>	<u>COSTO TOTAL</u>
. Servicios de Ingeniería de Detalle	\$ 54'477,000.00
. Servicios de Construcción :	
- Obra Civil	175'324,000.00
- Obra Electromecánica, incluye Suministro de Equipo y Materiales	<u>2784'911,000.00</u>
	\$ 3014'712,000.00

El alcance de los trabajos y cargos cubiertos en el costo arriba indicado, incluye en forma enunciativa lo siguiente :

a) Para los servicios de Ingeniería de Detalle, el alcance de trabajo incluye la realización de los conceptos que se indican a continuación :

- . Civil y Arquitectónico
- . Proceso
- . Aire Acondicionado
- . Sistema Contra Incendio
- . Tuberías
- . Eléctrico
- . Instrumentación
- . Compras Técnicas de Equipos y Materiales
- . Inspección y Expedición
- . Programación y Control de Costos

El desglose en detalle de cada concepto se muestra en capítulo II, inciso 2.4.

b) Los cargos para los servicios de Construcción, necesarios para la realización de la obra civil y -- electromecánica incluye lo siguiente :

- . Suministro de todos los materiales permanentes - de la obra civil.
- . Suministro de todos los equipos y materiales -- electromecánicos permanentes que se incorporen a la obra.
- . Sueldos de personal Técnico-Administrativo, asignado a la obra, prestaciones sociales tanto legales como de la empresa, viáticos, gastos de viaje, etc.
- . Salarios, prestaciones, viáticos y gastos de -- transportación de todo el personal obrero.
- . Costo de los subcontratos que se otorguen.
- . Todos los materiales de consumo y herramientas - reemplazables.
- . Renta de equipo y herramienta de construcción.
- . Instalaciones temporales, su mantenimiento y gastos de operación, tales como papelería, teléfonos, equipo y mobiliario de oficina, etc.
- . Costo de pólizas de seguro y fianzas.
- . Costo de asesores o expertos requeridos durante la construcción, pruebas y arranque de la planta.
- . Fletes de equipos, materiales y accesorios.
- . Costo de impuestos que se apliquen.
- . Costo de reparación, corrección o sustitución de materiales o de trabajos efectuados durante la - construcción de la planta.
- . Honorarios causados por los trabajos considerados.
- . Cualquier otro gasto no cubierto por las partidas anteriores y necesario para la realización - de las obras.

El estimado del costo de un proyecto industrial como se dijo antes, puede presentarse de acuerdo a - costumbres establecidas por las necesidades de un

determinado ramo industrial, organización o sistemas de trabajo y formas especiales en que se obtenga la información para su procesamiento.

Una forma usual de transmitir al cliente el costo por los trabajos en cuestión, podría ser como se muestra en este ejercicio, o bien, hacerse un desglose tan completo como sea necesario.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES

- a) Se ha enunciado en forma general la información necesaria que se requiere para proceder a elaborar un estimado de costo.
- b) Por considerarse que cubre los objetivos de este trabajo se tomó como marco de referencia un estudio elaborado para una planta de fuerza ( 140 Ton/Hr. por -- unidad, de vapor sobrecalentado a 500°C y 67 Kg/cm<sup>2</sup> ), presentado en octubre de 1982.
- c) Por la importancia que tiene en la toma de decisiones para la contratación de trabajos de ingeniería y construcción, es recomendable conocer el contenido básico de los diferentes tipos de contratos manejados en esta área, por ello se mencionan brevemente algunas características, ventajas, desventajas y aplicaciones.
- d) Las personas involucradas en trabajos de estimación - de costos de ingeniería, regularmente deben conocer - el significado y contenido de lo que es la tecnología, ingeniería básica e ingeniería de detalle; por esta - razón en el capítulo II, se hace una exposición de es- tos términos, se dan los alcances de trabajo que de- ben considerarse y se exponen dos procedimientos para evaluar el costo de la ingeniería, siendo básicamente:
1. Sistema de factores que dan el costo de la ingenie- ría en función de algún otro costo.
  2. Sistemas de evaluación directa del trabajo a desa- rrollar.
- e) En el capítulo III, se describieron los diversos ti- pos de estimados, estableciendo sus características y exactitud, así mismo se indicaron técnicas y/o métodos para estimar el costo de construcción.

Se muestra también el procedimiento para la integración del costo y se presenta al final del capítulo un ejemplo del procedimiento de cálculo.

- f) Por último en el capítulo IV se da una presentación - del valor total obtenido para ingeniería y construcción, se muestra su resumen y alcance del trabajo cubierto.

### RECOMENDACIONES

Como se ha indicado al principio de este trabajo, se deberá seguir un orden establecido en la preparación de -- los estimados que redundará en un ahorro de tiempo y costo, ya que de esta forma se disminuirán las horas empleadas en la revisión y aprobación del estimado.

Se debe determinar con cuidado el uso que se le dará al estimado para aplicar la técnica más adecuada.

La técnica de estimación que se seleccione debe :

- . Aplicarse sistemáticamente utilizando información con-fiable.
- . Ser flexible en sus aplicaciones.
- . Proporcionar la exactitud requerida.

Se debe tener presente que el grado de exactitud de un - estimado, depende de la información de que se disponga, el tiempo y presupuesto con que se cuente para su prepa-ración.

Siendo el factor humano, uno de los más importantes para el buen resultado de los presupuestos, es deseable que - la o las personas que se encarguen del cálculo de los -- mismos, reúna todas o la mayoría de las siguientes condi-ciones :

- . Educación matemática científica de ingeniería, en la - especialidad en que se formulará el presupuesto.
- . Experiencia en construcción.
- . Experiencia en diseño.

- . Habilidad para leer y entender planos y especificaciones.
- . Conocimiento de los procedimientos de cuantificación - de volúmenes de obra en planos.
- . Conocimiento de las disposiciones legales, tales como:
  - Ley Federal del Trabajo
  - Reglamento del I.M.S.S.
  - Impuestos y su aplicación
- . Idea respecto a finanzas.
- . Conocimiento de los procedimientos de la empresa, para la cual presta sus servicios.

BIBLIOGRAFIA

- Peters and Timmeraus.  
Plant Desing and Economics for Chemical  
Engineers, Mc. Graw Hill 1980.
  
- Bauman H. Carl.  
Fundamentals of cost Engineering in the Chemical  
Industry Reinholds 1964.
  
- Popper Herbert.  
Modern Cost Engineering Techniques.  
Mc. Graw Hill 1970.
  
- Rase and Barrow.  
Project Engineering of Process Plants.  
John Wiley 1964.
  
- Brosnan D. F.  
CE Cost File No. 32. Estimating Engineering  
Drafting Cost.  
Chemical Engineering May 30, 1960.
  
- Chilton C.  
Cost Engineering in the Process Industries  
Mc. Graw Hill 1960.

- Guthrie Kenneth M.  
Process Plant Estimating Evaluation and Control  
Crafstman 1974.
  
- Manual de Proyectos, Bufete Industrial  
Mayo 1981.
  
- Costos de Ingeniería y Construcción en México  
( Ponencias de Bufete Industrial )  
Fernández E., Pérez B. A., Guzmán R.

**ANEXO**

Los formatos aquí presentados son una extensión en la explificación de alcances de trabajo para ingeniería básica y de detalle.

Los aspectos incluidos en los formatos son totalmente -- enunciativos pero no limitativos. En cada caso de ser necesario se complementan o amplían con explicaciones, listas de exclusiones y todo aquello que se considere necesario para la completa definición de los trabajos.

En cada uno de los formatos se enlistan diferentes actividades que pueden o no desarrollarse dentro del proyecto dependiendo del alcance solicitado, se indicará con una marca quien será el responsable de cada actividad.

Por ejemplo para un proyecto de ingeniería de detalle, los diagramas de tubería e instrumentación pueden ser desarrollados por el licenciador o el cliente y revisados y complementados por la firma de ingeniería, por lo que la actividad estará dentro del alcance, sin embargo, con el fin de especificar la interfase del trabajo a desarrollar por la firma de ingeniería y el desarrollado por el cliente o el licenciador, se puede hacer referencia al formato 01, en el cual se indicará la información que deberán contener como mínimo los diagramas que suministra el cliente.

En la parte inferior de cada anexo se cuenta con espacio para indicar o aclarar cualquier aspecto no considerado.

Los formatos 01, y los 02 al 08 se emplean para efectuar alcances de trabajo de ingeniería básica y de detalle -- respectivamente complementando con los diferentes anexos enlistados con el fin de hacer más claro el alcance de trabajo.

Para aquellos casos en los que el alcance comprenda únicamente ingeniería de detalle y la ingeniería básica sea suministrada por el cliente o un licenciador, es recomendable incluir la sección de ingeniería básica para indicarle al cliente la información que se está considerando dentro del paquete de ingeniería básica que servirá como base para el desarrollo de la ingeniería de detalle, de-

biéndosele advertir que de no ser así el estimado de Horas-Hombre se verá afectado.

En cada formato se indica el tipo de equipos o actividad que contempla, debiéndose indicar cantidad o servicio según se requiera.

En la sección que comprende especificación de equipo en los formatos de ingeniería básica y de detalle, se debe hacer referencia a los números de los formatos que apliquen.

Para la sección de isométricos de tubería, en el formato 04, se deberá completar la descripción respecto a diámetros de tubería que se están considerando.

Dentro del alcance del departamento civil, se deberá indicar en el formato 05, la cantidad de concursos que se analizarán para los que se preparará un paquete de información asimismo en lo que respecta a edificios se hará referencia al formato 27 y se preparará uno por cada edificio y se hará mención si el alcance de trabajo contempla el desarrollo básico de la distribución de interiores (en caso de que se aplique), o si el cliente deberá indicar la distribución básica.

Todos los formatos tienen un renglón para indicar el -- área de la planta en cuestión, para el caso de que se -- pretenda cotizar separadamente un proyecto o complejo industrial que comprenda varias plantas o áreas. En estos casos los anexos podrán repetirse cuantas veces se considere necesario.

Este procedimiento pretende además de facilitar la descripción del alcance de trabajo, servir como una guía -- que le permita al coordinador del estimado revisar si -- las actividades necesarias han sido consideradas dentro de los estimados individuales de cada departamento y también para detectar si algún departamento está considerando actividades extras a las solicitadas, lo cual repercute en la cantidad de horas a cotizar.

AREA .....

ALCANCE DE INGENIERIA BASICA

FORMATO No. 01

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	PEF.
<p>BASES DE DISEÑO</p> <p>a) Elaboración cuestionario b) Respuestas al cuestionario</p> <p>ESPECIFICACIONES Y NORMAS</p> <p>Aplicables</p> <p>DIAGRAMA DE FLUJO</p> <p>a) Proceso b) Servicios</p> <p>DESCRIPCION DEL PROCESO</p> <p>BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA</p> <p>a) Proceso b) Servicios</p> <p>LISTA DE EQUIPO</p> <p>LISTA DE MOTORES</p> <p>DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION</p> <p>a) Equipo de proceso b) Equipo de servicios c) Equipo paquete d) Diag. de distribución de servicios</p> <p>ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA (Preliminar)</p> <p>ARREGLOS DE EQUIPO (Preliminar)</p> <p>DIAGRAMA DE CLASIFICACION DE AREAS ELECTRICAS</p> <p>DIAGRAMAS DE AREAS DE FUEGO</p> <p>DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL (Preliminar)</p> <p>RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA Y SERVICIOS GENERALES</p>					

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
PLANOS DE TABLERO (Preliminar) DIAGRAMAS LOGICOS DE CONTROL DATOS DE PROCESO PARA INSTRUMENTOS ESPECIFICACIONES DE EQUIPO E INS-- TRUMENTOS INDICE DE LINEAS INDICE DE INSTRUMENTOS LIBROS DE PROYECTO					

AREA .....

ALCANCE DE INGENIERIA DE DETALLE

FORMATO No. 02

DEPARTAMENTO : PROCESO

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
<p>BASES DE DISEÑO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Elaboración de cuestionario</li> <li>b) Respuestas a cuestionario</li> </ul> <p>ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES</p> <p>DIAGRAMA DE FLUJO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Proceso</li> <li>b) Servicios</li> </ul> <p>DESCRIPCION DEL PROCESO</p> <p>BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Proceso</li> <li>b) Servicios</li> </ul> <p>LISTA DE EQUIPO</p> <p>LISTA DE MOTORES</p> <p>DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Equipo de proceso</li> <li>b) Equipo de servicios</li> <li>c) Equipo paquete</li> <li>d) Diag. de distribución de servicios</li> </ul> <p>RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA Y SERVICIOS GENERALES</p> <p>DIAGRAMA DE AREAS DE FUEGO</p> <p>DIAGRAMA DE CLASIFICACION DE AREAS ELECTRICAS</p> <p>ESPECIFICACION DE EQUIPO</p> <p>MANUALES DE OPERACION Y ARRANQUE</p> <p>LIBROS DE PROYECTO</p>					

AREA .....

ALCANCE DE INGENIERIA DE DETALLE

FORMATO No. 03

DEPARTAMENTO : INSTRUMENTACION

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
* ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES INDICE DE INSTRUMENTOS a) Preliminar b) Final ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS DIAGRAMAS LOGICOS DE CONTROL PLANOS ESQUEMATICOS ELECTRICOS PLANOS DE RUTAS Y SEÑALES DIAGRAMAS DE LAZOS TÍPICOS DE INSTALACION DE INSTRUMENTOS PLANOS DE TAQUERO a) Preliminares b) Finales ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS LIBROS DE PROYECTO					

AREA .....

ALCANCE DE INGENIERIA DE DETALLE

FORMATO No. 04

DEPARTAMENTO : TUBERIAS

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
<p>ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES</p> <p>ARREGLOS DE QUIPO</p> <p>a) Preliminar b) Final</p> <p>INDICE DE LINEAS</p> <p>a) Preliminar b) Final</p> <p>ELABORACION DE MODELO</p> <p>ARREGLOS DE TUBERIA</p> <p>a) En planta (para equipo en modelo) b) Planta y elevación (equipo no incluido en modelo)</p> <p>ISOMETRICOS DE TUBERIA</p> <p>a) Para líneas de <math>\frac{1}{2}</math> y mayores b) Para menores de <math>\frac{1}{2}</math> y material especial</p> <p>LISTAS DE MATERIALES DE TUBERIA, VALVULAS Y ACCESORIOS</p> <p>ANALISIS DE FLEXIBILIDAD DE TUBERIAS</p> <p>LIBROS DE PROYECTO</p>					

AREA .....

ALCANCE INGENIERIA DE DETALLE

FORMATO No. 05

DEPARTAMENTO : CIVIL

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
<p>ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES</p> <p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO</p> <p>a) Planta b) Areas exteriores c) Acueducto d) Espuela de ferrocarril e) Drenaje</p> <p>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</p> <p>ARREGLO GENERAL DE AREAS</p> <p>SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUA DE LLEUVIA</p> <p>DISEÑO ESPUELA DE FERROCARRIL</p> <p>DISEÑO DE TERRACERIAS</p> <p>DISEÑO DE AREAS PAVIMENTADAS</p> <p>DISEÑO DE PINAJES Y TUBERIAS INTEGRADAS</p> <p>DISEÑO DE CIMENTACIONES DE EQUIPO Y ESTRUCTURAS</p> <p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PLATAFORMAS Y SOPORTES DE TUBERIA</p> <p>DISEÑO CIVIL Y ARQUITECTONICO DE EDIFICIOS</p> <p>PREPARACION DE INFORMACION PARA CONCURSOS ( Man )</p> <p>EVALUACION DE PROYECTOS DE ( ) CONCURSOS</p> <p>PREPARACION DE DOCUMENTOS PARA TRAMITES OFICIALES</p> <p>OBTENCION DE PERMISOS</p> <p>VOLUMENES DE OBRAS</p> <p>LISTAS DE MATERIALES</p> <p>LIBROS DE PROYECTO</p>					

AREA .....

ALCANCE DE INGENIERIA DE DETALLE

FORMATO No. 06

DEPARTAMENTO : MECANICO

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	GIROS	NO APLICA	REF.
<p>ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES                      RECIPIENTES A PRESION                      RECIPIENTES ATMOSFERICOS                      REACTORES                      CAMBIADORES DE CALOR                      SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCEN--                      DIO                      EQUIPO PARA MANEJO DE MATERIALES                      EQUIPO PARA TALLER DE MANTENIMIENTO                      SISTEMA DE PESADO                      SISTEMAS DE VENTILACION                      SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO</p>					

AREA .....

ALCANCE DE INGENIERIA DE DETALLE

FORMATO No. 07

DEPARTAMENTO : ELECTRICO

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES ESPECIFICACION DE EQUIPOS DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL a) Preliminar b) Final DIAGRAMA UNIFILAR POR CCM a) Preliminar b) Final DIAGRAMA DE DISTRIBUCION GENERAL DE FUERZA SISTEMA GENERAL DE TIERRAS Y APARTARAYOS DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE FUERZA Y CONTROL DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE ALMENERA DE Y CONTACTOS PLANOS DE SIMBOLOS, CURSOS DE CABLES Y DETALLES DE MONTAJE DISTRIBUCION GENERAL DE FUERZA ENTRE PLANTAS ALUMBRADO EXTERIOR SISTEMAS DE INTERCOMUNICACION LISTA DE MATERIALES (CABLES Y CONDUIT) ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCIONES PLANTA DE GENERACION ELECTRICA GENERADOR DE EMERGENCIA SISTEMA DE CARGO EN INTERFERENCIAS AREAS EXTERIORES LIBROS DE PROYECTO					

AREA .....

ALCANCE DE INGENIERIA DE DETALLE  
GENERAL

FORMATO No. 03

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
<p><b>PROGRAMACION DE PROYECTO</b></p> <p>a) Ingeniería b) Procuración c) Construcción d) Actualización de programa</p> <p>Mensualmente Bimestralmente Trimestralmente</p> <p><b>INSPECCION Y EJECUCION</b></p> <p>a) Equipo mayor b) Equipo menor c) Materiales de rutina</p> <p><b>CONTROL DE COSTOS</b></p> <p>a) Estimado preliminar obra b) Actualización del estimado preliminar</p> <p>Mensualmente Bimestralmente Trimestralmente</p> <p>c) Reportes comparativos de estimado</p> <p>Mensualmente Bimestralmente Trimestralmente</p>					

AREA .....

ACTIVIDAD: ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES

FORMATO No. 09

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	PRIMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	REF.
1. Recipientes a presión 2. Recipientes atmosféricos 3. Tuberías 4. Instrumentos 5. Aislamiento 6. Recubrimientos 7. Motores 8. Instalación eléctrica 9. Bombas 10. Cambiadores de calor 11. Compresores proceso 12. Compresores aire 13. Diseño y construcción civil 14. Equipo misceláneo 15. Equipo especial (indicar)					

AREA .....

## ACTIVIDAD : DIAGRAMA DE TUBERIA &amp; INSTRUMENTACION

FORMATO No. 10

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formato</li> <li>2. Simbología instrumentos, válvulas y accesorios de tubería.</li> <li>3. Procedimiento de designación de tuberías</li> <li>4. Dimensionamiento de líneas mayores (principales de proceso)</li> <li>5. Dimensionamiento de líneas menores (principales de proceso)</li> <li>6. Dimensionamiento de líneas de -- servicios</li> <li>7. Diagrama preliminar mostrando -- equipo, tubería e instrumenta-- ción básica</li> <li>8. Complemento del diagrama con detalles</li> <li>9. Revisión de diagramas para incor-- porar información de proveedores</li> </ol> <p>Diagrama de tubería e instrumen-- tación para:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Equipo de proceso</li> <li>b) Equipo de servicios</li> <li>c) Equipos paquete</li> </ol>					

AREA .....

## ACTIVIDAD: ESPECIFICACION DE RECIPIENTES

FORMATO No. 11

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE*	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dimensiones, Diámetro y número de boquillas, materiales de construcción.</li> <li>2. Dibujo mecánico del recipiente.</li> <li>3. Diseño mecánico.</li> <li>4. Localización de boquillas.</li> <li>5. Elaboración de requisición para certificación.</li> <li>6. Evaluación técnico-económica de - ofertas y recomendación de compra.</li> <li>7. Aprobación de compra.</li> <li>8. Colocación de orden de compra, revisión y aprobación de información de proveedor.</li> <li>9. Localización de anclas.</li> <li>10. Diseño de cimentación con dibujos de detalle</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD: ESPECIFICACION DE COLUMNAS DE DESTILACION, ABSORCIEN Y REACTORES

FORMATO No. 12

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dimensiones, Diámetro y número de boquillas, materiales de construcción.</li> <li>2. Tipo y Detalles de Internos</li> <li>3. Diseño de Internos</li> <li>4. Diseño de Soportes de Internos</li> <li>5. Dibujo Mecánico del Recipiente</li> <li>6. Diseño Mecánico</li> <li>7. Localización y Orientación Boqui-llas</li> <li>8. Elaboración de Requisiciones para Cotización</li> <li>9. Evaluación Técnico Económica de -- Ofertas y Recomendación Técnica</li> <li>10. Aprobación de Compra</li> <li>11. Colocación de Orden de Compra Revisión y Aprobación de Información - de Proveedores.</li> <li>12. Localización de Anclaje</li> <li>13. Diseño de Cimentación con Dibujo - de Detalle</li> <li>14. Diseño de Plataformas y Soportes</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD: ESPECIFICACION DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

FORMATO No. 13

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de Datos con condiciones de operación características principales y materiales de construcción</li> <li>2. Diseño Térmico</li> <li>3. Diseño Mecánico</li> <li>4. Dibujo Mecánico con localización y diámetro de boquillas</li> <li>5. Dibujos de detalles</li> <li>6. Localización de soportes y anclas</li> <li>7. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>8. Evaluación técnica económica de ofertas y recomendación técnica</li> <li>9. Aprobación de compra</li> <li>10. Colocación de orden de compra</li> <li>11. Revisión y aprobación de información de Proveedores</li> <li>12. Diseño de cimentación con dibujos de detalle</li> <li>13. Diseño de Plataformas y Soportes</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD: ESPECIFICACION DE BOMBAS Y COMPRESORES

FORMATO No. 14

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de Datos con condiciones de operación y metalúrgica básica</li> <li>2. Cálculo</li> <li>3. Detalles de Construcción</li> <li>4. Definición de Accionador</li> <li>5. Elaboración Diagrama de T &amp; I</li> <li>6. Elaboración de Requisición para especificación</li> <li>7. Evaluación Técnico-Económica de Ofertas (3) y Recomendación</li> <li>8. Aprobación de Compra</li> <li>9. Colocación de Orden de Compra</li> <li>10. Revisión y Aprobación de Información de Provedores</li> <li>11. Dibujos Dimensionales</li> <li>12. Localización de Anclas</li> <li>13. Diseño de Cimentación con Dibujos de Detalle</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE SISTEMA DE REFRIGERACION

FORMATO No. 15

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición del tipo de sistema</li> <li>2. Hoja de datos con condiciones, -- oper, materiales y característi-- cas de construcción</li> <li>3. Especificación de equipo y accese rios auxiliares</li> <li>4. Elaboración de requisición para - cotización</li> <li>5. Evaluación Técnico-Económica, de ofertas (3) con recomendación tén- nica</li> <li>6. Aprobación de compra</li> <li>7. Colocación de orden de compra</li> <li>8. Diagrama de tubería e instrumenta- ción</li> <li>9. Revisión y aprobación de informa- ción de proveedores</li> <li>10. Diseño mecánico del equipo</li> <li>11. Orientación de boquillas y arreglo de tuberías</li> <li>12. Arreglo de equipo y localización - anclas</li> <li>13. Diseño de cimentación</li> <li>14. Diseño de plataformas y soportes</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD ESPECIFICACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

FORMATO No. 16

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de agua cruda</li> <li>2. Calidades y flujos de agua requeridas               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Proceso</li> <li>b) Servicios</li> </ol> </li> <li>3. Especificación de la planta</li> <li>4. Hojas de datos de equipo</li> <li>5. Elaboración de requisición para especificación</li> <li>6. Evaluación Técnica económica de ofertas (3) y recomendación técnica</li> <li>7. Aprobación de compra</li> <li>8. Colocación de orden de compra</li> <li>9. Elaboración de diagrama de tubería e instrumentación</li> <li>10. Revisión de información de proveedores y aprobación de lista</li> <li>11. Diseño mecánico de recipientes</li> <li>12. Orientación de boquillas y arreglo de tuberías</li> <li>13. Arreglo de equipo</li> <li>14. Diseño de cimentaciones</li> <li>15. Diseño de plataformas y techos</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE EQUIPO DE TRATAMIENTO AGUA A CALDERAS

FORMATO No. 17

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de datos de equipo con capacidades, condiciones de oper, materiales y características de construcción</li> <li>2. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>3. Evaluación técnico-económica de ofertas (3) y recomendación técnica</li> <li>4. Aprobación de compra</li> <li>5. Colocación de orden de compra</li> <li>6. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>7. Diseño mecánico del equipo</li> <li>8. Orientación de boquillas y arreglo de tuberías</li> <li>9. Localización de anclajes</li> <li>10. Diseño de cimentación</li> <li>11. Diseño de plataformas y soportes</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE CALDERAS

FORMATO No. 18

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición de condiciones oper               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Precisión y temperatura</li> <li>b) Capacidad</li> <li>c) Combustible</li> </ol> </li> <li>2. Especificación de equipo con accesorios, materiales y características de construcción</li> <li>3. Hojas de datos de equipo y accesorios</li> <li>4. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>5. Evaluación técnico-económica de ofertas (3) y recomendación técnica</li> <li>6. Aprobación de compra</li> <li>7. Colocación de orden de compra</li> <li>8. Diagrama de tubería e instrumentación</li> <li>9. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>10. Diseño mecánico del equipo</li> <li>11. Arreglo de equipo y localización de anclas</li> <li>12. Diseño de cimentación</li> <li>13. Diseño de plataformas y soportes</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD: ESPECIFICACION DE TORRES DE ENFRIAMIENTO

FORMATO No. 19

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición de materiales de construcción y tipo</li> <li>2. Hoja de datos con condiciones de operación</li> <li>3. Especificación de equipo y accesorios</li> <li>4. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>5. Evaluación técnico-económica de ofertas (3) y recomendación técnica</li> <li>6. Aprobación de compra</li> <li>7. Colocación de orden de compra</li> <li>8. Diseño técnico</li> <li>9. Diseño estructural</li> <li>10. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>11. Arreglo de equipo y localización de anclas</li> <li>12. Diseño de cimentación de torre</li> <li>13. Diseño de cimentación de bombas</li> <li>14. Diseño de plataformas</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE HORNOS DE FUEGO DIRECTO

FORMATO No. 20

DESCRIPCION	RESPONSABILIDAD DE FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición del tipo</li> <li>2. Hoja de datos con condiciones de operación metalúrgica y características de construcción</li> <li>3. Especificación de equipo y accesorios</li> <li>4. Elaboración de especificación para cotización</li> <li>5. Evaluación técnica-económica de esfuerzos (3) y recomendación</li> <li>6. Aprobación de compra</li> <li>7. Colocación de orden de compra</li> <li>8. Diseño térmico</li> <li>9. Diseño mecánico y estructural</li> <li>10. Diagrama de tubería e instrumentación</li> <li>11. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>12. Arreglo de equipo y localización de tuberías</li> <li>13. Diseño de cimentación</li> <li>14. Diseño de plataformas y capotes</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE SISTEMAS DE VACIO

FORMATO No. 21

DESCRIPCION	RESPONSABILIDAD DE FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de datos con condiciones de operación, metalúrgica y características de construcción</li> <li>2. Especificación de equipo y accesorios</li> <li>3. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>4. Evaluación técnica-económica de ofertas (3) y recomendación</li> <li>5. Aprobación de compra</li> <li>6. Colocación de orden de compra</li> <li>7. Diseño de equipo mecánico</li> <li>8. Diseño de recipientes</li> <li>9. Diagrama de tubería e instrumentación</li> <li>10. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>11. Arreglo de equipo, localización de quillas, arreglo tuberías y localización de anclas</li> <li>12. Diseño de cimentación</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD: ESPECIFICACION DE EQUIPO ESPECIAL

FORMATO No. 22

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Especificación preliminar indic. condiciones de operación y características principales</li> <li>2. Complemento hoja de datos y especificación indicando accesorios y requer. especiales</li> <li>3. Diseño del sistema</li> <li>4. Diseño mecánico</li> <li>5. Diagrama de tubería e instrumentación</li> <li>6. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>7. Evaluación técnico-económico de ofertas (3) y recomendación</li> <li>8. Aprobación de compra</li> <li>9. Colocación de orden de compra</li> <li>10. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>11. Arreglo de equipo y localización de anclas</li> <li>12. Arreglo de tuberías</li> <li>13. Diseño de cimentación.</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE EQUIPO MISCELANEO

FORMATO No. 23

DESCRIPCION	RESPONSABILIDAD DE FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de datos o especificación -- preliminar indic. condiciones de operación y características principales</li> <li>2. Complemento hoja de datos o especificación</li> <li>3. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>4. Evaluación técnico-económica de ofertas (3) y recomendación</li> <li>5. Aprobación de compra</li> <li>6. Colocación de orden de compra</li> <li>7. Diseño mecánico</li> <li>8. Diseño de soportes</li> <li>9. Diseño de cimentación</li> <li>10. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS

FORMATO No. 24

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de datos con condiciones de operación</li> <li>2. Cálculo preliminar</li> <li>3. Tipo, características y vendedor recomendado</li> <li>4. Revisión de datos de proceso</li> <li>5. Chequeo del cálculo y selección</li> <li>6. Complemento o revisión de hojas de datos</li> <li>7. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>8. Evaluación técnica-económica de ofertas (3) y recomendación</li> <li>9. Aprobación de compra</li> <li>10. Elaboración de orden compra</li> <li>11. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS

FORMATO No. 25

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de datos indicando                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Condiciones de operación</li> <li>b) Rango del instrumento</li> <li>c) Características especiales</li> <li>d) Materiales de construcción</li> <li>e) Vendedor recomendado</li> </ol> </li> <li>2. Cálculo ( donde aplique )</li> <li>3. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>4. Evaluación técnico-económica de oferta (3) y recomendación</li> <li>5. Aprobación de compra</li> <li>6. Colocación de orden de compra</li> <li>7. Revisión de información de proveedores</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS

FORMATO No. 26

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoja de datos indicando :               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Condiciones de operación</li> <li>b) Tipo de señal</li> <li>c) Rango del instrumento</li> <li>d) Materiales de construcción</li> <li>e) Características especiales</li> <li>f) Vendor recomendado</li> </ol> </li> <li>2. Revisión y complemento de hojas de datos</li> <li>3. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>4. Evaluación técnico-económica de -- ofertas (3) y recomendación</li> <li>5. Aprobación de compra</li> <li>6. Colocación de orden de compra</li> <li>7. Revisión de información de proveedores</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : EDIFICIOS

FORMATO No. 27

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
1. Niveles ( ) 2. Area construida/ nivel 3. Tipo de estructura a) Concreto b) Acero 4. Diseño estructural a) Estático b) Dinámico 5. Arquitectura a) Distribución interior b) Estudio de fachada ( 2 Alternativas max. ) 6. Servicios incluidos en contrato a) Aire Acondicionado b) Ventilación c) Escaleras d) Elevadores e) Alumbrado f) Oficinas g) Laboratorio h) Sanitarios i) Drenajes j) Plomería k) Muros 1. Celoso 2. Lámina l) Pisos 1. Rejilla 2. Concreto m) Otros ( especificar )				

AREA .....

## ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE EQUIPO

FORMATO No. 28

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCIÓN	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad, voltaje y tipo de accionador</li> <li>2. Hoja de datos y especificación, indicando características y accesorios requeridos</li> <li>3. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>4. Evaluación técnico-económica de ofertas (3) y recomendación</li> <li>5. Aprobación de compra</li> <li>6. Selección de orden de compra</li> <li>7. Arreglo de planta y localización de anclas</li> <li>8. Diagrama de fuerza e instrumentación</li> <li>9. Arreglo de tuberías</li> <li>10. Revisión de aprobación de información de proveedores</li> <li>11. Cálculo de materiales</li> </ol>				

AREA .....

## ACTIVIDAD : ESPECIFICACION DE SUBESTACIONES

FORMATO No. 29

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carga, tensión</li> <li>2. Especificación de equipo</li> <li>3. Preparación de requisición para cotización</li> <li>4. Evaluación técnico-económica de ofertas y recomendación</li> <li>5. Aprobación de compra</li> <li>6. Colocación de orden de compra</li> <li>7. Revisión y aprobación de especificación de proveedores</li> <li>8. Arreglo de equipo</li> <li>9. Diseño de cimentación</li> </ol> <p><b>EQUIPO INCLUIDO</b></p> <p>Transformador de alta tensión  Transformador de media tensión  Transformador de baja tensión  Tablero de control y protección  Tablero de distribución de alta tensión  Tablero de distribución de media tensión  Tablero de distribución de baja tensión  Banco de baterías y cargadores  CCM media tensión  CCM baja tensión  Bus ductos alta tensión  Bus ductos de media tensión  Equipo de medición  Sistema de corriente a tierra pable</p>				

AREA .....

ACTIVIDAD : VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO

FORMATO No. 30

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición de requerimientos y localización</li> <li>2. Cálculo del sistema</li> <li>3. Elaboración de especificación y hoja de datos</li> <li>4. Arreglo de equipo y red de distribución</li> <li>5. Dibujos de detalle</li> <li>6. Dibujos de instalación</li> <li>7. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>8. Evaluación técnica-cuántica de --- ofertas (3) y recomendación</li> <li>9. Aprobación de compra</li> <li>10. Colocación de orden de compra</li> <li>11. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>12. Detalles de montaje</li> <li>13. Cierre de sustentación</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : PROTECCION CONTRA INCENDIO

FORMATO No. 31

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de sistema requerido               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Monitores</li> <li>b) Resistores</li> <li>c) Especial (especificar)</li> </ol> </li> <li>2. Arreglo general de planta y arreglo de equipo para diseño del sistema</li> <li>3. Distribución de alarmas, detectores y extinguidores</li> <li>4. Distribución de monitores y resistores</li> <li>5. Distribución de sistema especial</li> <li>6. Distribución de red de agua contra incendios</li> <li>7. Diagrama de tubería e instrumentación</li> <li>8. Arreglo del sistema de bombas</li> <li>9. Especificación de equipo y accesorios</li> <li>10. Elaboración de especificación para cotización</li> <li>11. Evaluación técnico-económica, de presupuestos (B) y recomendación</li> <li>12. Aprobación de equipos</li> <li>13. Colocación de orden de compra</li> <li>14. Revisión de información de proveedores</li> <li>15. Elaboración de detalles de montaje</li> <li>16. Bucle de simulaciones de equipo y accesorios</li> </ol>				

AREA .....

ACTIVIDAD : MANEJO DE MATERIALES

FORMATO No. 32

RESPONSABILIDAD DE DESCRIPCION	FIRMA DE INGENIERIA	CLIENTE	OTROS	NO APLICA
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Especificación indicando capacidad y características de construcción</li> <li>2. Arreglo de equipo</li> <li>3. Diseño del sistema</li> <li>4. Diseño mecánico</li> <li>5. Elaboración de requisición para cotización</li> <li>6. Evaluación técnico-económica de ofertas (3) y recomendación</li> <li>7. Aprobación de compra</li> <li>8. Colocación de orden de compra</li> <li>9. Revisión y aprobación de información de proveedores</li> <li>10. Dibujos de detalle</li> <li>11. Dibujos de instalación</li> <li>12. Diseño de soporte</li> <li>13. Diseño de cimentación</li> </ol>				