

30
Rej



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**APLICACION DE LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS A LA
INDUSTRIA PETROLERA**

T E S I S

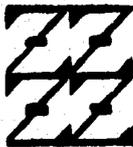
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A:

JOSE DE JESUS ORTIZ AGUILAR

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO HONRADO EN
SU INSTITUTO POLITÉCNICO

MEXICO, D.F.

1986

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE: ING. RAUL RAMON MORA HERNANDEZ
VOCAL : ING. ANDRES AQUINO CANCHOLA
SECRETARIO: ING. MARTHA FLORES BECERRIL
SUPLENTE : ING. JOSE BENJAMIN RANGEL GRANADOS
SUPLENTE : ING. MIGUEL ROJAS MENDOZA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

SUSTENTANTE:

JOSE DE JESUS ORTIZ AGUILAR

ASESOR:

ING. ANDRES AQUINO CANCHOLA

A MIS PADRES Y HERMANO

Con cariño, porque con su comprensión hicieron posible lograr esta meta

A CARMEN

Con amor por el apoyo que me brindó

A CLAUDIA ELISA

Lo más hermoso que me ha dado la vida

A MIS PROFESORES

**Por sus enseñanzas, dedicación
y valiosos consejos**

INDICE

PROLOGO

INTRODUCCION

CAPITULO I: GENERALIDADES

CAPITULO II: ETAPAS DE UN PROYECTO

- 1. Trabajos preliminares.**
- 2. Fases de un proyecto.**

CAPITULO III: TIPOS DE ORGANIZACION

- 1. Funcional**
- 2. Projectizada**
- 3. Matricial**

CAPITULO IV: FUNCIONES DE LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS

- 1.- Requisitos del cliente.**
- 2.- Contratos**
- 3.- Comunicación**
- 4.- Planeación**
- 5.- Dirección**
- 6.- Evaluación**
- 7.- Reprogramación**
- 8.- Coordinación.**
- 9.- Reporte**

CAPITULO V: DEFINICION DEL PROYECTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL.

- 1.- Bases de Diseño
- 2.- Requisitos del Proyecto
- 3.- Planeación del Proyecto
- 4.- Desarrollo del Proyecto
- 5.- Ingeniería Básica
- 6.- Ingeniería de Detalle
- 7.- Ingeniería de Procura
- 8.- Coordinación, Evaluación y Control
- 9.- Implementación
- 10.- Construcción
- 11.- Arranque y Ajuste

CAPITULO VI: PROGRAMACION DEL PROYECTO

- 1.- Información Requerida
- 2.- Información Generada
- 3.- Control de Documentos
- 4.- Calculo de Avance del Proyecto
- 5.- Diagramas

CAPITULO VII: RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE PROYECTOS

CAPITULO VIII: ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO EN LA PLANTA DE ALQUILACION DE LA REFINERIA DE CD. MADERO, TAMPS.

CAPITULO IX: PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE REQUERIDAS PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO EN LA PLANTA DE ALQUILACION DE LA REFINERIA DE CD. MADERO, TAMPS.

PROLOGO

El hombre es un ser activo que ha creado y destruido civilizaciones, ha desarrollado enormes complejos tecnológicos, ha utilizado los recursos naturales para su beneficio y ha causado profundas alteraciones en nuestro ecosistema. Vivimos en un época de cambios acelerados, imputables en gran parte a la evolución de la ciencia y tecnología. Un análisis adicional nos lleva a reconocer un factor primordial inherente a éstos logros: la habilidad humana para desarrollar y administrar las organizaciones sociales capaces de cumplir con determinados propósitos; de hecho, si la administración no hubiese avanzado en forma paralela a la ciencia, muchos de los grandes descubrimientos no habrían podido realizarse.

Ciertamente, la situación actual de nuestro país nos ha mantenido en la incertidumbre y se ha caracterizado por la inquietud provocada por la amenaza que representa la crisis económica y social. Los recientes ajustes económicos han afectado el desarrollo industrial, y en particular a la ampliación productiva petrolera en sus instalaciones de Refinación y Petroquímica, con el consecuente impacto en las industrias que dependen de los productos derivados del petróleo.

Por lo anterior, ha surgido la necesidad de formar y capacitar profesionales en el área de "Ingeniería de Proyectos", misma que se puede definir como una actividad interdisciplinaria mediante la cual se canalizan los esfuerzos de un grupo de trabajo con diferentes actividades y especialidades. Bajo estas circunstancias, es importante crear una entidad capaz de coordinar y dirigir dichos esfuerzos dentro de las limitaciones que prevalezcan, por lo que se puede concluir que en la actualidad el administrador de proyectos tiene la responsabilidad de vigilar que los recursos materiales y humanos se asignen adecuadamente, optimizándolos de manera que se cumpla con la premisa de obtener los resultados previstos en el menor tiempo, al menor costo y con la calidad deseada.

Estudios recientes han demostrado que las diferencias más notables entre las sociedades desarrolladas y en desarrollo, se localizan en las manifestaciones físicas de la tecnología. Sin embargo, existe evidencia creciente de que las capacidades para organizar y administrar son igualmente importantes. En este sentido, se debe tener presente que no es la falta de capital y tecnología lo que determina el grado de desarrollo de un país, sino que el factor limitante en éste proceso, es la carencia de administradores. Por tal motivo, es indispensable contar con los métodos administrativos que proporcionen la confianza que requiere el inversionista para asegurar y lograr los resultados esperados a través de los recursos que desea invertir. Por esta razón, la idea primordial de éste trabajo consiste en presentar una descripción y un análisis detallado

de las actividades involucradas en el desarrollo de Proyectos de Ingeniería de Plantas industriales. Para tal efecto, se revisarán principalmente los temas referentes a los métodos, técnicas, tipos, documentos, principios, herramientas y en general al material requerido para llevar a cabo dichas actividades. Con esto se pretende resumir y agrupar la información a manera de que se pueda integrar un documento útil y flexible que tenga aplicación práctica y que sea capaz de solucionar algunas de las necesidades administrativas, específicamente las relacionadas con la coordinación y control de proyectos, ya que es una necesidad que los administradores adquieran la capacidad y habilidad de manejar y aprovechar las técnicas de control que se han utilizado con mejores resultados; así, podrán contar con un conjunto de normas, procedimientos y conocimientos que les facilitará la toma de decisiones y les permitirá efectuar adecuadamente el desempeño de sus funciones, contribuyendo de ésta manera en mayor grado y eficiencia al desarrollo económico y social de país.

INTRODUCCION

Se dice que el desarrollo sostenido es el futuro más probable de la Humanidad, no solamente porque las condiciones actuales de nuestra industria así lo indiquen, sino porque de otra forma no existe futuro. Conforme a lo anterior, debemos hacer conciencia y entender que la economía internacional cambia vertiginosamente, teniendo un importante impacto en la industria nacional. Además, la crisis económica que prevalece en nuestro País, es otro factor que nos obliga a reflexionar y tomar las acciones que nos permitan participar activamente en la solución de los retos que debemos afrontar para asegurar un adecuado desarrollo económico y social, de tal manera que sea posible satisfacer con suficiencia y oportunidad las necesidades del presente, sin comprometer las capacidades y recursos de las próximas generaciones.

Por tal motivo, se ha requerido sostener una búsqueda constante de nuevas metodologías, enfocadas básicamente al abatimiento de los costos de producción, a la optimización de la calidad, al incremento de una actividad productiva eficiente y respetuosa del medio ambiente, así como al fortalecimiento de la investigación y el desarrollo. Es evidente que el único medio de alcanzar estos objetivos, es a través de la estructuración de un nuevo esquema económico que sea compatible con las tendencias nacionales de desarrollo, para lo cual, indudablemente se requerirá del apoyo y herramientas que nos ofrece la Administración de Proyectos, ya que es una actividad multidisciplinaria que cuenta con los elementos suficientes para optimizar la realización de proyectos industriales, en los que la ingeniería se debe desarrollar en el menor tiempo, menor costo y alta calidad, lo que redundará en un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales asignados.

La Administración de Proyectos se aplica durante todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto, es decir, desde la concepción intelectual hasta la puesta en marcha de una planta, por lo tanto, debido a la formación con la que cuenta el ingeniero Químico, se puede inferir que es el profesionista más apto para desarrollar la administración de un proyecto de ingeniería. Bajo esta consideración, el presente documento tiene como principal objetivo el de fungir como material de apoyo de carácter didáctico, donde será posible obtener la información actualizada que requieran consultar quienes participan en la ejecución de proyectos de plantas industriales, ya que se dan a conocer tanto los criterios como los lineamientos generales necesarios para el establecimiento de los sistemas de comunicación, planeación, organización y control que usualmente se emplean en la práctica, particularmente en el Instituto Mexicano del Petróleo, que es una organización con aproximadamente treinta años de experiencia y que cuenta con la mayor capacidad en América Latina para la realización de múltiples proyectos de ingeniería altamente rentables en nuestro País y en el extranjero. En virtud de que toda esta experiencia acumulada nos representa una fuente de información bastante completa, es conveniente poner al alcance de los interesados este material de apoyo, a fin de que lo aprovechen al máximo y puedan satisfacer en buena medida sus inquietudes respecto al tema en cuestión, ya que la asimilación y correcta aplicación de las técnicas expuestas, nos redituará ciertas garantías en la formación de ingenieros y consecuentemente en la Administración de Proyectos, lo cual finalmente se traducirá en

cuantiosos beneficios a favor de mejores expectativas para el desarrollo integral de nuestra sociedad.

Después de haber realizado una revisión exhaustiva sobre la información existente vinculada con el tema, así como de recopilar las experiencias del personal que ha intervenido directamente en el desarrollo de diversos proyectos, se ha organizado la presentación de este trabajo como se indica a continuación:

En primer término, se presentan algunas generalidades que le sirven al administrador de proyecto para facilitar sus funciones, posteriormente se describen los tipos de organización y algunas recomendaciones para organizar los grupos de proyecto. Asimismo, se indican los aspectos generales y cuestiones administrativas que se deben considerar en la etapa previa al inicio del proyecto. Respecto al desarrollo del mismo, se plantea de tal forma que permite hacer un desglose completo de las actividades que se realizarán y los documentos que se generarán durante la definición del alcance de los trabajos, así como en las etapas de programación, coordinación, evaluación y control. También se hace referencia de como se deberán establecer los canales de comunicación, y finalmente se lleva a cabo una breve descripción de las actividades involucradas en el procedimiento de adquisiciones y en los trámites de procura de equipo y materiales.

Adicionalmente, se explica brevemente cuales son las actividades y procedimientos a seguir para preparar una propuesta de ingeniería, así como el mecanismo y los lineamientos generales que se han establecido para atender las solicitudes referentes a la prestación de servicios de ingeniería.

Cabe hacer la aclaración, que se consideró la conveniencia de exponer todos estos términos y criterios de la manera más clara y sencilla posible, para lo cual se llegó a la conclusión de que la forma más apropiada de ejemplificar la aplicación práctica de estos conceptos administrativos, es a través del análisis y presentación de un caso de estudio en la Industria Petrolera. Conforme a lo anterior, se seleccionó el proyecto denominado "Implementación de un Sistema de Mitigación de Fugas de Acido Fluorhídrico en la Planta de Alquilación "MR" de la Refinería de Cd. Madero, Tamps.", debido a que representa un fácil acceso a casi la totalidad de la información y las variables que se pretenden manejar a lo largo de todas las etapas de un proyecto, además de que la información contenida y/o generada durante el desarrollo de dicho proyecto, nos brinda la oportunidad de identificar y reconocer los principios básicos sobre los que descansa la Administración de Proyectos.

I.- GENERALIDADES

La Administración de Proyectos se basa en un cuerpo de conocimientos generados por la experiencia práctica y la investigación científica. Su principal tarea consiste en integrar y coordinar los recursos de la organización (hombres, material, dinero, tiempo y espacio, por ejemplo) para el logro de los objetivos de la manera más efectiva y eficiente posible; esencialmente, la administración es el proceso mediante el cual se integran los recursos desorganizados y conflictivos en sistemas productivos o en una empresa útil. Además, un administrador hace que la gente con su trabajo y recursos físicos produzca al máximo, por lo que debe ser analítico y a la vez comprender la interrelación y la necesidad de sintetizar para llevar a cabo sus objetivos.

El diseño de una planta cualquiera que sea su tipo, significa el esfuerzo combinado de una serie de especialistas en diferentes ramas que tienen un objetivo común, que actúan bajo los lineamientos de un programa de proyecto previamente establecido y con el seguimiento de una serie de normas y especificaciones generales que aseguran la homogeneidad de criterios en el desarrollo de la ingeniería.

Un proyecto puede considerarse como una concepción de la planeación, que se establece para llevar a cabo una serie de actividades que permitan realizar o alcanzar un objetivo establecido a través del surgimiento de una necesidad. La ingeniería de proyecto es una actividad de tipo interdisciplinario, que tiene como objetivo optimizar la realización de proyectos industriales, en los que la ingeniería se debe desarrollar en el menor tiempo, al menor costo, alta calidad y el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales asignados para ello, es decir, es el paso de la concepción técnica inicial a una realidad física industrial. Para lograr todo esto, debe existir una entidad que sea la encargada de vigilar que los recursos se asignen de la mejor manera posible para cumplir con los objetivos propuestos; esta entidad cuya función dentro del proyecto consiste en administrar los recursos y coordinar las actividades, constituye el grupo de administración del proyecto, el cual siempre tendrá como responsable un "Jefe de Proyecto", "Gerente de Proyecto" o "Administrador de Proyecto".

Normalmente el Gerente de Proyecto deberá contar con la asistencia de un Coordinador General y un grupo de Ingenieros de Proyecto que le auxiliarán con su labor.

Para llevar a cabo una adecuada coordinación, el Jefe de Proyecto y su grupo de Ingenieros, deberán analizar e interpretar perfectamente las bases de diseño establecidas con el cliente, tener un profundo conocimiento, sin llegar a ser necesariamente unos expertos, de todas y cada una de las actividades que se van a desarrollar, de tal manera que este conocimiento les permita participar en algunas de ellas así como revisar y comentar los documentos generados por las diferentes especialidades.

Existen una serie de herramientas valiosas para efectuar las labores de coordinación, las cuales en la mayoría de los casos, no son elaboradas por el Ingeniero de Proyecto pero que debe conocer y manejar a la perfección. El uso de estas herramientas permitirá al Gerente de Proyecto la organización, coordinación y control del trabajo de un equipo de Ingenieros cuyas actividades se apegan a una compleja relación de dependencias interdisciplinarias. Ejemplos de estos documentos son: edición mensual del programa general del proyecto; lista de actividades críticas y semicríticas, programa de adquisición de equipo y materiales (por requisición), etc.

El control es otra función del Gerente de Proyecto íntimamente ligada con la coordinación, ya que es una necesidad, una tranquilidad y al mismo tiempo una ventaja, el hecho de lograr que el avance y el progreso del proyecto se desarrollen de acuerdo a los criterios previamente establecidos. Por lo consiguiente, se requiere efectuar una continua evaluación de lo logrado contra lo programado, lo cual nos permitirá llevar a cabo una planeación adecuada que represente la base para reducir a un mínimo los ajustes que se implementen al programa de trabajo (en duración, en fecha, en asignación de recursos, etc.), y aplicar las medidas o correcciones teóricas que se consideren pertinentes a fin de corregir las desviaciones encontradas. En la práctica, una coordinación apropiada concorde con los planes ajustados, rendirá los efectos deseados.

Para completar el panorama de lo que la coordinación de un proyecto involucra, cabe agregar que para conducir un proyecto al éxito se requiere mantener un contacto permanente con el cliente, contacto que significa comunicación en ambos sentidos: el Gerente de Proyecto genera una serie de reportes por medio de los cuales informa del estado de avance de la Ingeniería, del consumo de horas-hombre, del estado de adquisiciones, del estado de costos de Ingeniería y adquisiciones, facturas mensuales, así como un resumen de los problemas que se han enfrentado y las soluciones dictadas para resolverlos. Del mismo modo el cliente deberá mantener siempre informado al Gerente de Proyecto: de los cambios de planes (cambios que es casi inevitable surjan a lo largo de un proyecto, sobre todo si se trata de un diseño nuevo y va tomando forma a los ojos del cliente), modificaciones al alcance del trabajo encomendado, de los comentarios a la Ingeniería realizada, así como del estado de fabricación del equipo, de la entrega de materiales, de la fecha de inicio y del avance de la construcción de la planta.

De esta manera, el Gerente de Proyecto se convierte en el punto de enlace entre el cliente y todos los departamentos involucrados en el proyecto, por lo tanto, es responsable de hacer llegar la información a los diferentes grupos de su organización, todo ello tendiendo a mantener y respetar tanto los intereses como las preferencias del cliente, en lo que respecta a cumplir con el objetivo de que la planta sea terminada en una plazo conveniente y opere conforme a las especificaciones fijadas.

Los proyectos difieren en tamaño, complejidad y tecnología aplicada, sin embargo, todos tienen como meta común realizar un trabajo dentro del programa, el presupuesto y las especificaciones establecidas. En lo que concierne al trabajo del Gerente de Proyecto, la diferencia estriba principalmente en la complejidad técnica de las actividades a desarrollar, que va desde muy baja hasta muy alta. El énfasis que el Gerente de Proyecto pone en los aspectos tecnológicos de su trabajo, dependerá grandemente del contenido técnico y la complejidad del proyecto.

Si se hiciera una abstracción de este aspecto, podría afirmarse que hay un tronco común de teoría, principios y herramientas que deberían utilizarse en la administración de cualquier proyecto. Por lo tanto, aparte del estilo de administrar, hay todo un proceso de administración de proyectos el cual es aplicable a todo tipo de proyecto. Esto explica el porque un Gerente experimentado puede cambiar de trabajo y manejar con éxito proyectos completamente diferentes desde el punto de vista tecnológico, ya que le resulta más fácil adquirir los conocimientos sobre una nueva tecnología, que un especialista pueda convertirse en Gerente de Proyecto.

Pueden establecerse las siguientes áreas principales en el que hacer de un Gerente de Proyecto:

- Administrador.- El Gerente de Proyecto debe planear, implementar, integrar grupos, supervisar, controlar, procurar, comunicar y documentar.
- Líder.- El Gerente de Proyecto inicia el trabajo del equipo de proyecto, forma el equipo de proyecto, motiva a los integrantes del equipo, facilita la comunicación y conduce el ataque multidisciplinario de los problemas para realizar el proyecto.
- Integrador.- El Gerente de Proyecto es un integrador de los recursos humanos y de los sistemas y organización del proyecto. Responde por los esfuerzos multidisciplinarios involucrados en el proyecto.

Conforme con lo que un Gerente de Proyecto hace, deberá poseer un buen conocimiento de los siguientes renglones:

- Teoría, principios y práctica de la buena administración.
- Comprensión de las herramientas y técnicas útiles en planeación, supervisión y control.
- Pericia en la comunicación oral y escrita.
- Pericia como líder en la formación del grupo de proyecto y en su motivación.
- Métodos de adquisición gubernamental e industrial, incluyendo mercadeo, propuestas, contratos y negociaciones.

- Habilidad para visualizar y planear proyectos en enfoque global
- Métodos de control de proyecto.

Los diversos tipos de proyectos se pueden clasificar de acuerdo a los niveles de tecnología que se manejarán, a sus características y a las aplicaciones que demanda la realización del mismo. A continuación se describe un resumen de los principales criterios que se consideran para definir el tipo de proyecto:

TIPOS DE PROYECTO			
TIPO	CARACTERÍSTICAS	DIRECCION REQUERIDA	INCIDENCIA
Alta Tecnología	Muy grandes: Complejos y con altos requerimientos tecnológicos	Gerente de Proyecto especialista con amplia experiencia en las tecnologías manejadas. Alta participación en decisiones técnicas.	Baja: Aeroespacial, Militar, Computación.
Tecnología de Medio Nivel	De pequeños a muy grandes: Tecnologías convencionales	Gerente de Proyecto con experiencia técnica normal. Participación dividida igualmente en las decisiones técnicas y administrativas.	Alta: Proyectos mayores de investigación, Ingeniería y construcción
Tecnología de Bajo Nivel	De tamaño variable, con frecuencia pequeños. No requieren tecnologías de avanzada.	Gerente de Proyecto con formación esencialmente administrativa. Las decisiones técnicas se delegaran normalmente.	Alta: Proyectos convencionales para la industria, educación y obras urbanas.

II.- ETAPAS DE UN PROYECTO

Un proyecto tiene un periodo de vida finito y bien definido, que incluye en términos generales diversas fases, las cuales definen lo que es el periodo de vida de un proyecto, mismo que se inicia con su concepción y termina o expira con el logro de las metas originalmente planteadas. Para que esto se cumpla, es necesaria una perfecta coordinación del trabajo de las especialidades participantes y prevenir o corregir las desviaciones que pudieran presentarse a lo largo del proyecto.

II.1.- Trabajos Preliminares

Una vez que la entidad solicitante ha determinado la necesidad de una nueva instalación industrial o una ampliación de alguna ya existente, establecerá las bases de sus necesidades, el tipo de planta, un alcance aproximado deseado del proyecto y emitirá una solicitud de cotización a las firmas de Ingeniería que estén concursando, a fin de seleccionar la más conveniente para que desarrolle el proyecto.

Para esto, la firma de Ingeniería deberá preparar una propuesta con la mayor información posible en lo referente a los servicios que va a prestar, de acuerdo a las necesidades o alcance aproximado del proyecto, que pueda contemplar desde una instalación completa (desde su concepción hasta el arranque de la misma), desarrollos parciales, algún servicio, etc.

- **Objetivo.**- Los objetivos del proyecto es algo que se debe tener muy bien definido, ya que depende de la claridad de los objetivos, el buen planteamiento y organización que se haga del proyecto. Esto implica una mejor optimización de los recursos tanto materiales como humanos. Con la definición clara de estos objetivos, se puede comprometer y hacer participe a todos los integrantes de los distintos niveles de la estructura organizacional, evitando conflictos e incrementando la funcionalidad durante el desarrollo del proyecto. Así, tenemos que un establecimiento apropiado de los objetivos, debe estar fundamentado en el mejor manejo de los parámetros siguientes: costo, tiempo y funcionalidad.

- **Concepto.**- Esta es la etapa en que después de definir los objetivos, se deberá establecer la base tecnológica adecuada que permita llevar a cabo la consecución de los objetivos. Dependiendo del tipo de proyecto y de las necesidades del cliente, se establecen los objetivos y en base a éstos la tecnología disponible para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Es en esta etapa donde se especifica cómo se debe realizar el trabajo, de qué herramientas tecnológicas se dispone, si hay que desarrollarlo o existe una patente establecida, qué parámetros deberán establecerse, si se van a realizar pruebas de laboratorio, planta piloto o corridas en algún simulador por computadora, etc.

También deberá considerarse en esta etapa la alternativa de subcontratar alguna otra empresa que suministre un servicio requerido por el diseño del proyecto, y que la firma de Ingeniería no sea capaz de proporcionar, como es el caso de las actividades relacionadas con la construcción, etc.

- Factibilidad.- Los estudios de factibilidad permiten hacer un análisis técnico-económico del proyecto, para lo cual hay que tomar en cuenta los costos de producción constituidos por todos los gastos, tanto por los fijos como por los variables, desde la inversión inicial hasta los gastos de operación directos e indirectos, tomando en cuenta la utilidad esperada. Normalmente constituye un estudio previo a la organización detallada del proyecto, a menos que la entidad solicitante haya hecho su propio estudio previo de mercado; y por lo tanto sepa de antemano que el proyecto es rentable; se debe considerar la zona en que se va a instalar y las facilidades requeridas, ya que las conclusiones del estudio son muy sencillas a las variaciones de ubicación de la planta y a la tecnología del proceso disponible; es de gran ayuda para definir el tamaño o capacidad mínima de las instalaciones; permite decidir cuando se puede o debe cancelar un proyecto, modificarse, tomar soluciones alternas de cambio de proceso o mejora del preestablecido, así como en un momento determinado ampliar las decisiones restringidas. Esta actividad en sí puede constituir un proyecto y puede ser realizada como tal si el cliente únicamente desea saber la rentabilidad del proceso, de una ampliación, de una modernización a sus instalaciones, etc. Dependiendo de la profundidad del estudio, éste puede ir desde uno en etapa preliminar del ciclo de vida de un proyecto hasta un estudio definitivo en el que los datos a emplearse deban ser lo más preciso posible, a manera de poder optimizar todos los conceptos que son función de dicho estudio de factibilidad.

Un proyecto se inicia teóricamente antes de la firma del contrato. Las actividades del grupo de Ingeniería se inician con la preparación de la propuesta para concurso.

II.2.- Fase de Propuesta

Una vez que se recibe una invitación para cotizar, el departamento de Administración de Proyectos prepara una descripción de los requisitos para la propuesta y se designa un Gerente a cargo del desarrollo de la misma; asimismo, se seleccionan los individuos apropiados en las áreas de finanzas, procesamiento de datos, costos, programación, procura, construcción, proceso y servicios auxiliares, para apoyar la preparación de la propuesta. El líder requerido para este trabajo es un ingeniero de proyecto; él debe prever la cantidad y calidad de la Ingeniería requerida y dirigir la preparación de los estimados de horas-hombre y costos para la propuesta. También el ingeniero de proyecto debe trabajar cercanamente con el ingeniero de proceso, para asegurar que la información correcta se ha hecho llegar a todos los niveles de los grupos de Ingeniería que participan en la preparación de la propuesta.

Cuando la ingeniería para la propuesta esta completa, se incorpora con toda la información desarrollada y se turna al cliente. El trabajo requerido para preparar una propuesta es normalmente muy intenso y con frecuencia debe realizarse en un periodo breve de tiempo.

II.3.- Fase de Diseño de Proceso

Una vez que se firma el contrato, se selecciona un grupo de proyecto. La integración típica del grupo debe establecerse en función de los requerimientos y del alcance del proyecto. Conforme a lo anterior, es recomendable que se considere dentro de la plantilla, por lo menos a un ingeniero perteneciente a cada uno de los departamentos que mayor participación e injerencia tendrán a lo largo del proyecto. Por esta razón, se sugiere que la base del grupo se debe conformar por un Gerente de Proyecto, un Ingeniero de Costos, un Ingeniero de Programación, un Gerente de Proceso, un Gerente de Procure, residentes de construcción, un Gerente de ingeniería e ingenieros de Proyecto.

La primera actividad que se realiza consiste en una junta de arranque, en la cual los miembros del grupo reciben información introductoria sobre los términos del proyecto y el alcance del trabajo.

En este momento, se inicia el diseño de proceso. Además del grupo de diseño de proceso, hay otros grupos también activos; por ejemplo, se elaboran estimados de costos preliminares, el programa preliminar del proyecto, se definen los equipos críticos, y se establecen las filosofías de procura, construcción y operación.

En este momento, el ingeniero de proyecto este muy activo coordinando los requerimientos generales de los grupos de ingeniería con los requerimientos específicos del proceso. Es decir, se involucra en actividades relacionadas con:

1. Costos alternativos de diseño.
2. Posibilidades de diseño modular.
3. Materiales de Construcción.
4. Reglamentos gubernamentales.
5. Control de calidad.
6. Desarrollo de filosofías de control
7. Revisión de criterios de diseño específicos de la compañía, tales como tiempos de residencia, temperaturas de diseño, etc.
8. Información para el tratamiento de efluentes.
9. Revisión del tamaño de recipientes, para prever problemas de fabricación y transporte.
10. Estudios económicos para la definición de servicios (por ejemplo, enfriamiento con

- aire vs. enfriamiento con agua); selección de niveles de presión de vapor, etc.
11. Estudios de interrelación de la Unidad de Proceso con otras unidades de proceso o de servicios auxiliares.

Si las actividades anteriormente mencionadas se resuelven en la fase de diseño de proceso, minimizarán los arranques en falso o las revisiones durante las fases posteriores de la ingeniería.

Básicamente las responsabilidades del ingeniero de proyecto durante la fase de diseño de proceso, consisten en aplicar su conocimiento general de las políticas de la compañía, así como de sus procedimientos y estándares y verificar la solidez técnica del proceso. Esto le permitirá seleccionar las condiciones y requerimientos para el proceso, las cuales deberán ser compatibles con el equipo y los materiales de mayor disponibilidad. La fase de ingeniería de proceso termina con la emisión de documentos clave como son:

1. Diagrama de flujo de proceso.
2. Balance de materiales y energía.
3. Hoja de datos de equipo.
4. Descripción del proceso.

II.4.- Fase de Análisis y Planeación.

Como se dijo antes, en el proyecto ocurren muchas actividades en paralelo. Así, se controlan las horas hombre y los costos; se edita el programa detallado del proyecto; se obtienen cotizaciones y se emiten documentos de compra del equipo mayor; se reciben y revisan dibujos de fabricantes; se realizan estudios de secuencias de construcción y de erección de equipos y se inicia la preparación del manual de operación.

Las actividades de Ingeniería se inician formalmente. Se termina el diseño de cambiadores de calor, recipientes, bombas, compresores, calentadores a fuego directo y edificios y se concursan las partidas mayores.

Los diagramas de tubería e instrumentación se emiten para revisión interna y comentarios del cliente. La filosofía de control se traduce en instrumentos específicos que luego se concursan; se afina el plano de localización de equipo y se inicia la construcción de un modelo de diseño a escala, en caso de sea necesario.

En esta fase, la clave para un trabajo exitoso es el manejo de un apropiado flujo de información entre los grupos involucrados en el proyecto. Estos pueden estar concentrados en una sola área ("Task Force") o localizados en áreas departamentales ("Matricial").

El ingeniero de proyecto es el responsable de mantener el programa del proyecto y preservar las horas hombre autorizadas y el presupuesto definido. El debe verificar la calidad técnica de los resultados y estar pendiente de las actividades de los distintos grupos para resolver los problemas que se presenten.

Periódicamente los grupos de trabajo se reúnen en juntas para la revisión del estado del proyecto, donde se resuelven los problemas detectados. El problema más frecuente, es la falta de información generada por alguno de los grupos de Ingeniería, el cliente, o los proveedores de los equipos. En otras ocasiones, debe definirse como proceder con información preliminar o Incompleta; después será necesario verificar cuando se disponga de la información final.

El ingeniero de proyecto deberá estar alerta a los cambios de alcance definidos por el cliente o por los grupos de Ingeniería, de tal manera que fácilmente se encuentre en posición de cuantificar el volumen y magnitud de las actividades adicionales o fuera del alcance original. Asimismo, debe programar el trabajo "fuera de fase" para anexarlo al programa del proyecto y verificar el riesgo de errores o revisiones. Por otra parte, debe usar su capacidad técnica y administrativa para determinar cursos de acción y dirigir los esfuerzos de Ingeniería cuando se presentan opciones de acción; además usara su habilidad personal para manejar conflictos.

Al final de esta fase, se han editado para diseño los diagramas de tubería e Instrumentación, el plano de localización de equipo, se han emitido los documentos de compra de equipo mayor y esta lista la información para iniciar el diseño de detalle.

II.5.- Fase de Ingeniería de Diseño

En esta fase, todo el trabajo previo de Ingeniería sirve de base para la preparación de planos constructivos de la planta.

Los trabajos que se desarrollan en forma paralela durante esta fase incluyen actualización de los estimados de costos; actualización del programa del proyecto; seguimiento de las adquisiciones de equipo; desarrollo de procedimientos; compras preliminares de materiales; preparación de listas de equipo y herramientas especiales; recomendaciones sobre partes de repuesto; preparación de listas de catalizadores, reactivos y lubricantes; terminación de los estudios de erección de equipo; preparación del programa de entrenamiento para operadores y desarrollo del plan de asistencia técnica en la construcción.

Las actividades mayores durante la fase de ingeniería de diseño comprenden la preparación de planos de cimentaciones, diseño eléctrico, acero estructural, tubería de proceso y de servicios auxiliares y diagramas de alambrado. Aquí se presenta el mayor esfuerzo en el trabajo de dibujo. Se preparan asimismo, listas de materiales.

Se requiere una coordinación muy cercana entre las disciplinas de ingeniería civil y diseño de tuberías. La localización de cimentaciones, soportes de tubería y grapas se decide con la participación conjunta de estos grupos; además, se considera la localización de soportes de acero estructural, plataformas, escaleras y barandales. Una vez localizado el equipo, se traza la tubería proporcionando acceso a válvulas, instrumentos, etc. y se define la localización de cada manómetro, termómetro, termopozo, transmisor de flujo, etc.

Se preparan requisiciones de materiales para todas las partidas, tales como acero, aislamiento, cable, pintura, etc.; llevándose un control de las variaciones en estas partidas conforme evoluciona el diseño. Muchas partidas deben derivarse a partir de información preliminar debido a su tiempo de entrega prolongado; el adecuado control de este tipo de listas es una parte crítica de esta fase para evitar sobrantes o faltantes excesivos en el campo. El ingeniero de proyecto debe vigilar que no se realicen cambios innecesarios en esta etapa, ya que una simple "mejora" podría causar revisiones y trabajo intensivo en la fase previa. En este momento, se incrementan las actividades de procura al cambiar los vendedores sus programas de fabricación o presentarse problemas de sustitución de materiales.

Como resultado de esta fase, se emiten los documentos "aprobados para construcción", que son el producto final del trabajo multidisciplinario.

II.6.- Fase de Construcción y Arranque

Esta fase comprende renglones como acondicionamiento del terreno, instalaciones subterráneas, piloteado, cimentaciones, recepción de dibujos y documentos, recepción de equipo, instalación de equipo, tendido de tubería, instalación de instrumentos, pruebas y puesta en marcha de la unidad de proceso.

Otras actividades consisten en la realización de juntas para revisión del estado del proyecto en el sitio de la construcción, preparación de estimados de costo actualizados, revisión del programa, expedición de la entrega de equipo y materiales y sesiones de entrenamiento para el personal de operación.

Todos los problemas planteados por el campo deben recibir un trato prioritario, requiriéndose respuestas rápidas para que los efectos en el programa y los costos de construcción sean mínimos.

III.- ORGANIZACIÓN

Los individuos continuamente toman decisiones adaptativas con la finalidad de permanecer en un equilibrio dinámico con su medio, durante este proceso el flujo de información es esencial, ya que involucra el conocimiento del pasado, estimaciones a futuro y la retroalimentación periódica relacionada con la actividad actual.

Por esta razón, la tarea del administrador consiste en elegir e instrumentar este sistema de información-decisión para coordinar adecuadamente los esfuerzos realizados y mantener un equilibrio dinámico. A este sistema o estructura comúnmente se le conoce como organización, la que se puede definir como un sistema social estructurado u organizado para la consecución de un tipo particular de meta, y debido a que las técnicas de la administración se derivan de los diferentes tipos de organización, resulta indispensable seleccionar la forma de organización que mejor satisfaga nuestras necesidades para obtener la máxima efectividad. Entre los diversos factores que influyen en la elección de un determinado tipo de organización, podemos mencionar los siguientes: la disponibilidad de recursos humanos y materiales, las limitaciones presupuestales, la naturaleza del proceso, los lineamientos gubernamentales, los objetivos y el alcance, el comportamiento de los individuos bajo diferentes circunstancias, el interés por parte de todos los integrantes de la organización en lograr los resultados esperados, etc.

III.1.- Organización del Grupo de Proyecto

La selección de la forma de organización más apropiada para el desarrollo de un proyecto, es uno de los principales problemas a resolver por la administración del proyecto. Una vez efectuada la selección, debe darse a conocer ésta para ubicar las funciones de los integrantes del equipo de trabajo. En este caso no es suficiente publicar el organigrama del proyecto; sino que la máxima autoridad deba dirigir y ubicar al personal, de tal forma que los trabajos no sufran obstaculizaciones por falta de claridad en las líneas de comunicación y en los niveles jerárquicos. A continuación se describen los tipos de organización funcional, proyectizada y matricial:

III.2.- Organización Funcional

La forma de organización más aplicada hasta ahora es la estructura jerárquica básica o funcional, la cual consiste de una estructura piramidal estándar con alta gerencia en su vértice y gerencias media y baja que se extienden hacia la base de la estructura organizacional.

La organización se subdivide normalmente en diferentes unidades funcionales tales como las de investigación, ingeniería, contabilidad, administración, producción, etc. Esta estructura organizacional tuvo su base en teorías de administración tales como la especialización, relaciones de línea y autoridad, responsabilidad y amplitud de control. En la organización funcional se realiza un agrupamiento por equipos de disciplinas como las de ingeniería o finanzas, conforme a una doctrina de especialización. En este caso se considera más fácil dirigir especialistas si éstos forman grupos y si la cabeza o jefe del grupo tiene entrenamiento y experiencia en la disciplina en particular.

La fuerza de la organización funcional radica en la centralización de los recursos similares, por ejemplo; para un ingeniero joven y sin experiencia el departamento de ingeniería ofrece un arreglo cómodo y seguro con alternativas bien definidas para su carrera; además se presenta una situación de apoyo mutuo condicionado por la proximidad de los integrantes del grupo. La debilidad de la organización funcional aparece cuando se enfrenta al manejo de proyectos múltiples; el conflicto se centra sobre las prioridades relativas de los diferentes proyectos que compiten en la asignación de recursos para su desarrollo. También los departamentos funcionales basados en una especialidad técnica, a menudo ponen más énfasis en los detalles propios de dicha especialidad, más que en las metas propias del proyecto. La falta de motivación y la inercia en las actividades de la especialidad son también problemas que inciden en la debilidad de la organización.

III.3.- Organización Projectizada

La concepción organizacional opuesta a la organización funcional, es la organización de proyecto de propósito simple, vertical u organización projectizada. En este tipo de organización todos los recursos necesarios para el cumplimiento de un objetivo específico se separan de la estructura funcional regular y se establecen como una unidad autónoma encabezada por un Jefe de Proyecto. El Jefe de Proyecto recibe una autoridad considerable sobre el proyecto y puede adquirir los recursos necesarios para desarrollar el proyecto.

Todo el personal dentro del proyecto, está bajo la autoridad directa del Gerente de Proyecto, mientras permanezca en el mismo. Es así como, una organización mayor da lugar a una estructura temporal más pequeña de propósitos específicos. Cabe señalar que la estructura interna de la organización projectizada es funcional, es decir, el equipo de proyecto se divide en varias áreas funcionales.

Resulta importante resaltar que los conceptos que se manejan se refieren a la "organización del proyecto" y no a "la administración del proyecto", ya que pueden administrarse proyectos dentro de cualquiera de las variantes organizacionales.

Las ventajas de la organización proyectizada radica en la existencia de un propósito simple (un solo objetivo) y en la unidad de mando; se desarrolla un "espíritu de equipo" a través del entendimiento claro del enfoque del trabajo que se va a desarrollar sobre un objetivo único; se propicia la práctica de la comunicación directa, informal y libre de papeleo y trámites, entre las distintas especialidades integrantes del grupo. El Gerente de Proyecto tiene todos los recursos necesarios bajo su control directo. Sin embargo, no obstante todas sus ventajas, la organización proyectizada no constituye la solución perfecta para todos los problemas que pueden presentarse en la administración de proyectos. El crear una estructura nueva, visible y temporal, afecta a la organización regular. Puede presentarse también una duplicación de funciones y un uso ineficiente de los recursos; otro problema serio es la incertidumbre de los integrantes del grupo, sobre su futuro al terminarse el proyecto.

III.4.- Organización Matricial

La organización funcional se concibe con base en necesidades técnicas generales como la mercadotecnia o la ingeniería, mientras que la organización proyectizada se elabora con base en un propósito simple como la atención de un servicio, la construcción de una presa o la instalación de una fábrica para producir un nuevo producto. El problema en ambas estructuras es conseguir un balance apropiado entre los objetivos a largo plazo de los departamentos funcionales para formar técnicos expertos y los objetivos a corto plazo del proyecto.

La organización matricial es una estructura multidimensional que trata de optimizar las características de las estructuras funcional y proyectizada, combinando la estructura vertical estándar jerárquica o funcional con la estructura lateral superimpuesta manejada a través de un coordinador de proyecto. Los beneficios principales que ofrece este tipo de organización matricial son un balance apropiado de objetivos, coordinación a través de las líneas de los departamentos funcionales y la visibilidad de los objetivos del proyecto a través de la oficina de coordinación. La principal desventaja que presenta la organización matricial es la situación del personal de las áreas funcionales, que reporta verticalmente a su jefe de departamento y horizontalmente al coordinador del proyecto.

Con frecuencia el Gerente de Proyecto siente que su autoridad con respecto a los departamentos funcionales no es suficiente. Por su parte los jefes de departamento funcionales sienten que el Gerente de Proyecto interfiere en su área. La solución a este problema, es definir claramente la responsabilidad y autoridad de cada parte. El coordinador de proyecto debe definir qué es lo que se va a hacer y el jefe funcional definirá cómo se va a hacer.

No existe una estructura organizacional que se pueda considerar perfecta para administrar proyectos. La matricial, la de "Task Force" e inclusive la más simple que sería la departamental, presenta sus ventajas y desventajas.

La selección final depende de la consideración de los diferentes factores: la naturaleza de los trabajos, las necesidades de la empresa y las características de los proyectos; si sopesamos las diferencias críticas entre esos factores claves y los tipos estructurales administrativos que se pueden o desean llevar, en un momento dado nos permitirá establecer una matriz en la que esas diferencias ayudarán a decidir cuál estructura es la mejor para la situación bajo estudio.

IV.- FUNCIONES DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Una vez que el proyecto ha sido organizado y que se ha asignado personal que permita llevar a cabo en forma adecuada el desarrollo del mismo, estableceremos las funciones genéricas que se desarrollan durante la administración de un proyecto:

Requisitos o necesidades de la entidad que solicitó el servicio.

Comunicación con la entidad solicitante.

Planeación del Proyecto.

Dirección del Proyecto.

Ejecución del Proyecto.

Evaluación del Proyecto

Reprogramación.

Coordinación y Control del Proyecto

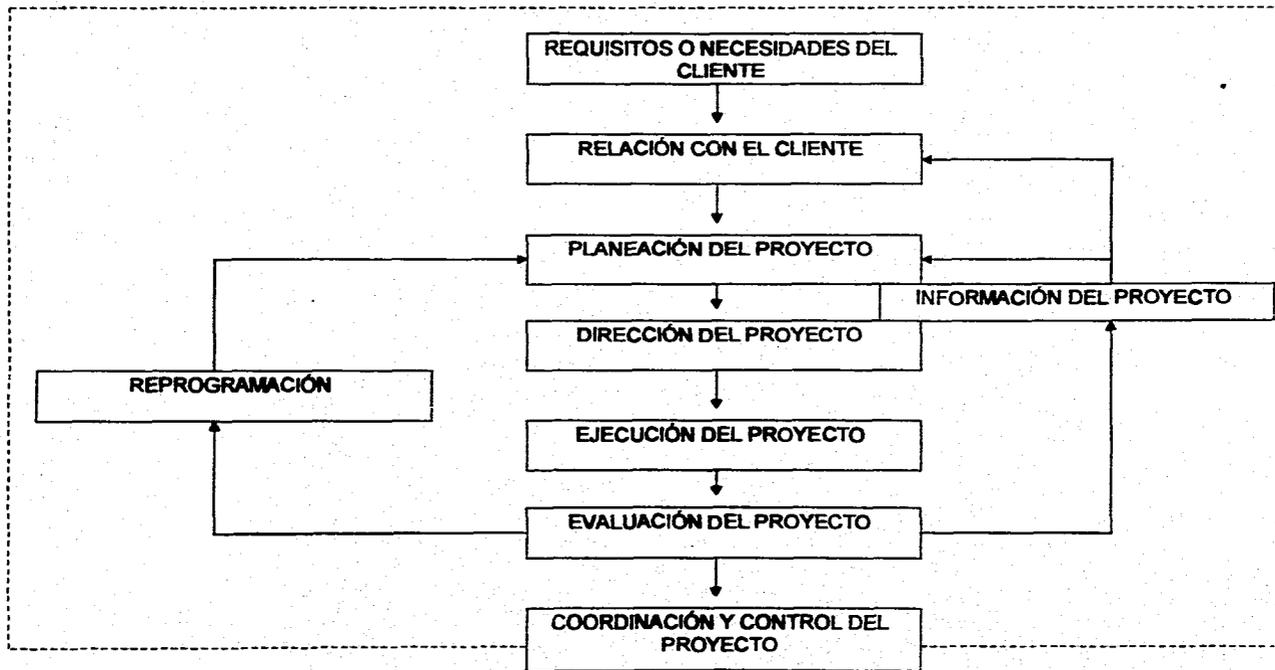
Reporte.

Lo anterior nos permite establecer el siguiente esquema de lo que es el proceso de la administración de proyectos. A continuación se discuten estas funciones considerando que tienen lugar secuencialmente y que ninguna actividad en un proyecto puede tener lugar antes que sus predecesores; así la dirección del proyecto no se inicia antes de que la planeación esté completa; aunque, por otra parte, una vez que el proyecto arranca, muchas actividades procederán en paralelo pero para diferentes partes del proyecto

IV.1.- Requisitos o necesidades de la entidad solicitante

El proyecto se genera y se emprende de acuerdo a las necesidades del cliente o quién contrata el servicio, con el que se firmará un contrato en el que se establecerá primordialmente cuáles son sus requerimientos y especificaciones, debiendo quedar claro cuál es el alcance del proyecto, así como las entregas y plazos para su desarrollo homogéneo, el costo del proyecto y su forma de pago, así como características definidas de la información requerida.

La clasificación de los diversos tipos de contratos que se indica a continuación, es con el propósito de contar con la información requerida para seleccionar el contrato que mejor se adapte a las características y condiciones que demanda el proyecto:



- a) **A Precio Alzado:** En éste se hace una evaluación de las horas-hombre y materiales por emplear y se cobra una cantidad fija. El precio cotizado es el que se pagará a la entrega de lo que se haya especificado.
- b) **A Precio Alzado con Bonificación:** En este tipo de contratos, además del precio cotizado incluye cláusulas de bonificación por entregas antes de tiempo, o bien cláusulas de penalización (multa) por retrasos.
- c) **De Tiempo y Costos:** En éste, lo que se cobra es el tiempo (horas-hombre), costo estimado con utilidades, así como todos los materiales empleados.
- d) **A Precio Fijo:** Este es el más rígido de los contratos, y es aquel en el que se acuerda que la compañía de Ingeniería desarrollará un proyecto por cierta cantidad presupuestada, de tal forma que si ésta se excede o resulta menor, la firma de Ingeniería absorberá el 100% de los faltantes o sobrantes. Solo se utiliza cuando han sido especificados cuidadosamente los servicios ofrecidos, ya que se basa en dibujos y especificaciones completamente definidos.
- e) **Contrato por Administración:** Es aquel en el que la firma de Ingeniería recibe el monto de todos sus gastos (Incluyendo la preparación de la propuesta, depreciación, administración, etc.) más un porcentaje de estos como retomo de la inversión. Este es el más flexible de todos los tipos de contratos, ya que se hace cuando no existe una completa especificación del trabajo, obligaciones y responsabilidades, debido a que los alcances no están definidos por el desconocimiento de la magnitud de los detalles de los servicios ofrecidos, como sería el caso de una planta que se va a diseñar por primera vez o una refinería completa en donde la definición de las actividades y la evaluación del proyecto hacen difícil acordar un contrato de tipo fijo.
- f) **Costos más cuotas fijas (overhead):** En este caso se cobran los costos reales de horas-hombre y materiales más una cantidad fija de utilidad (calculada en base a un porcentaje).

IV.2.- Comunicación con la entidad solicitante

Considerando el hecho de que cada proyecto tiene un cliente o alguna dependencia que solicitó el servicio, resulta esencial entender lo que realmente quiere y permitirle conocer lo que realmente va a obtener, cuando y como lo obtendrá y cuanto pagará por ello.

Las relaciones con el cliente se establecen a través de un representante del mismo, el cual normalmente se localizará durante el desarrollo del proyecto en la sede de la firma de Ingeniería, siendo el residente del cliente. El Jefe de Proyecto que es la persona con la suficiente autoridad y respaldo para efectuar las tomas de decisiones pertinentes al

buen desarrollo del proyecto, es el nexo con el residente del cliente; es quien coordina las actividades entre el cliente y las personas involucradas en el desarrollo del mismo, con objeto de que todas las partes comprendan qué tipo de restricciones habrá durante el curso del proyecto y los criterios que deberán utilizarse para elegir diversas alternativas que permitan administrarlo y lograr el éxito de alcanzar los objetivos perseguidos.

IV.3.- Planeación del Proyecto

La planeación se plantea en etapas sucesivas, pero en la práctica comprende interacciones constantes y retroalimentación hacia las fases iniciales, permitiendo no solamente observar ordenadamente el comportamiento de un proceso productivo, sino que además propicia una integración apropiada para tomar acciones correctivas. Planear implica definir con precisión cuáles son los objetivos del proyecto, cuál es el producto final requerido, cuáles son los criterios que se aplicarán en la toma de decisiones, qué restricciones limitan el proyecto incluyendo la disponibilidad de recursos, considerando que esta información se definirá en forma conjunta con el cliente. El gerente o jefe de proyecto es el responsable de la planeación, y como líder deberá involucrar en la planeación a quienes encabezarán las posiciones funcionales del equipo de proyecto. En general, una planeación oportuna y cuidadosa es esencial para el éxito de un proyecto, debido a que permite una integración armoniosa de las tareas del proyecto con la organización disponible para su ejecución.

IV.4.- Dirección del Proyecto

El gerente de proyecto deberá tener la autoridad para dirigir a todos los integrantes y organizaciones que forman parte del equipo de proyecto. El manejará los requerimientos de trabajo y programa de ejecución y manejo del presupuesto, así como la definición de los productos finales del proyecto; asimismo determinará las restricciones del mismo. Puede plantearse la dirección del proyecto como una extensión de la planeación, aun cuando es evidente que será necesario actualizar los planes para enfrentar los cambios que presenta la ejecución de los trabajos. El gerente de proyecto concentrará sus esfuerzos de dirección considerando que es el responsable de alcanzar los objetivos y cuando deben realizarse las actividades correspondientes; ya que el como se ejecutan las tareas es propio de la esfera funcional, a menos que por requerimientos especiales del proyecto deba asumir también esta responsabilidad.

IV.5.- Ejecución del Proyecto

La ejecución del proyecto se inicia después de que se ha definido el alcance en la etapa de planeación y la alta gerencia ha autorizado el desarrollo de las actividades. En este momento las diversas tareas han sido identificadas de modo que pueden asignarse a los

departamentos de la organización. El gerente de proyecto deberá tener completa autoridad sobre los departamentos que ejecutan tareas propias del proyecto, ya que es el responsable total del desempeño eficiente de estos grupos en todas las tareas.

IV.6.- Evaluación del Proyecto

La evaluación es el proceso continuo de estimar el progreso del proyecto. La palabra control se utiliza como sinónimo en ocasiones. La evaluación se refiere principalmente al progreso del proyecto para cumplir con sus objetivos. Teóricamente la evaluación consiste en comparar las condiciones existentes y los resultados actuales con los planes del proyecto. Cualquier desviación representa un posible problema que debe ser analizado, comprendido y resuelto. El gerente de proyecto deberá utilizar en la evaluación tanto los datos formales del sistema de control como la opinión de los miembros de su equipo. En esta fase resulta especialmente importante su facultad de liderazgo, ya que debe hacer un escrutinio considerando ambas opiniones y solamente entonces conformar su propia evaluación de la situación real del proyecto.

IV.7.- Reprogramación

Después de la fase de evaluación, el gerente de proyecto requiere normalmente efectuar cambios en el plan del proyecto, en los recursos, y aun en los conceptos y objetivos del proyecto. Un primer recurso para corregir desviaciones consiste en solicitar un mejor desempeño por parte del departamento ejecutor. Pero si simplemente no es posible efectuar los detalles del plan original, entonces deben elaborarse otros planes para satisfacer el plan original. También la reprogramación puede originarse debido a requerimientos del cliente que originalmente no estaban contemplados dentro del alcance, en cuyo caso cada cambio debe analizarse para determinar cuidadosamente su impacto sobre el plan de proyecto. El gerente de proyecto debe considerar que los cambios y las reprogramaciones son los retos mayores a los que se enfrentará para lograr un desarrollo exitoso del proyecto.

IV.8- Coordinación y Control del Proyecto

El gerente de proyecto y sus colaboradores son los directamente responsables de la coordinación y control del proyecto, mismos que dentro de la organización permitirán vigilar que se cumpla con los objetivos de acuerdo a lo programado, optimizando los recursos a fin de que el proyecto salga en el menor tiempo y al menor costo. Normalmente y en términos generales la selección final que se opte desde el punto de vista organizacional para administrar los proyectos, depende de las consideraciones de los diferentes factores de la naturaleza de los trabajos a desarrollar, las necesidades de la organización y las características propias de cada proyecto. Sin embargo, los puntos

básicos que deben contemplar la organización del trabajo, es la relación que éste debe guardar con los objetivos del mismo, por lo que podemos establecer que los puntos básicos deberán ser:

- a) Establecer la estructura de una organización en forma gráfica y bien definida mediante un organigrama.
- b) Definir claramente y en forma precisa las líneas de autoridad y de comunicación.
- c) Elaborar descripciones de cada puesto, donde se definan las atribuciones, relaciones, responsabilidades y autoridad.
- d) Hacer especificaciones de cada puesto, en las que se deberán fijar las cualidades requeridas del personal idóneo que deba ocupar el puesto.
- e) Seleccionar al personal competente e idóneo para cada puesto dentro de la organización.
- f) Procurar que los canales de comunicación dentro de la organización sean lo más fluidos y eficientes a fin de que no sean causas de entorpecimiento o de retraso en la función administrativa.

IV.9.- Reporte del Proyecto

El Gerente de Proyecto es el responsable de reportar el avance del proyecto al cliente y a las entidades que están colaborando en el desarrollo del mismo, ya que es indispensable que mantenga informados sobre el estado que guarda el proyecto a todos los involucrados e interesados en la ejecución del mismo.

Es importante que ambos tipos de reportes estén basados en la misma fuente de datos, y que tanto la extensión como la información contenida sea la adecuada para proporcionar una clara imagen de su estado.

El reporte del Gerente de Proyecto se basará en el sistema de control específico del proyecto, en los sistemas de información de la organización establecida, y en los reportes de los grupos funcionales. El reporte debe verse como una oportunidad constructiva que describa fielmente los logros alcanzados, además de proporcionar una comprensión y la visión completa que será de gran ayuda para resolver los posibles problemas y desviaciones que afecten el avance del proyecto.

V.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL

En esta etapa se establece de manera formal toda la información necesaria que servirá de retroalimentación para el desarrollo del proyecto, además de que se deben definir en forma clara y precisa los requisitos del cliente que dieron lugar a los trabajos preliminares. También se lleva a cabo la planeación de las actividades en forma específica y detallada para entrar de lleno a la etapa de desarrollo del proyecto, es decir, se establecen las bases técnicas que permitan cumplir con los requisitos del proyecto y por consiguiente planear las actividades necesarias para la consecución de las metas.

V.1.- Bases de Diseño

Las bases de diseño, son el documento en el que se establecen todas las características técnicas que definen los objetivos del proyecto. Este documento se genera a partir de un cuestionario preparado por el Jefe de Proyecto en común acuerdo con los especialistas que tendrán que intervenir en el desarrollo del proyecto. El cuestionario de bases de diseño deberá contener básicamente para proyectos de instalaciones industriales los siguientes puntos:

Nombre de la Planta.
Localización.
Función de la Planta.
Tipo de Proceso.
Capacidad, Rendimiento y Flexibilidad.
Especificaciones de las Alimentaciones de Proceso.
Especificaciones de los Productos.
Condiciones de Alimentaciones a la Planta.
Condiciones de los Productos.
Eliminaciones de los Desechos.
Instalaciones Requeridas de Almacenamiento.
Condiciones y Especificaciones de los Servicios Auxiliares.
Condiciones y Especificaciones de Sistemas de Seguridad.
Condiciones Climatológicas.
Datos de localización de la Planta.
Bases de Diseño Eléctrico.
Bases de Diseño para tubería.
Bases de Diseño Civil.
Bases de Diseño para Instrumentación.
Bases de Diseño de Equipo.
Normas, Códigos y Especificaciones.

Como se podrá observar la información contenida en los puntos anteriores de este cuestionario, dará origen a las bases de diseño para la etapa correspondiente al desarrollo del proyecto. En ellas se establecen las bases para cada uno de los departamentos funcionales, empezando por la parte correspondiente al proceso,

especificaciones y condiciones de las alimentaciones que darán los lineamientos técnicos durante el desarrollo del proyecto y posteriormente en su etapa constructiva.

V.2.- Requisitos del Proyecto

Ya que los requisitos del proyecto lo constituyen los requerimientos técnicos y de recursos para la elaboración de las actividades del proyecto, se puede establecer que las bases de diseño nos van a dar la pauta para la implementación de esos requisitos. Los requisitos técnicos los podemos clasificar en dos tipos: los requisitos generales y los requisitos específicos. Los requisitos generales conforman el acervo técnico con que cuenta normalmente la firma de ingeniería y los cuales se van a aplicar en el desarrollo del proyecto y constituyen las herramientas con la que se va a auxiliar al personal encargado del diseño y/o la adquisición del equipo necesario para la instalación industrial en desarrollo. De estos requisitos se seleccionan los que sean aplicables al tipo de proyecto, mismos que se pueden agrupar en especificaciones o prácticas y estándares de ingeniería.

Las especificaciones pueden ser: para compra o de adquisición de equipo y especificaciones constructivas. Las especificaciones generales se complementan con los requisitos específicos del proyecto y que como su nombre lo indica contienen la información propia y exclusiva al proyecto en desarrollo, siendo éstas las que gobiernan en caso de que exista duda o alguna discrepancia con las prácticas generales. A este conjunto de especificaciones generales con sus respectivos específicos del proyecto y en algunos casos enriquecidas con los estándares de Ingeniería, forman las especificaciones o las prácticas de Ingeniería del Proyecto.

Los estándares, son la filosofía de diseño con los que en un momento dado cuenta la empresa y dan la pauta técnica a seguir para poder cumplir con los requisitos particulares de diseño y construcción de la instalación industrial motivo del proyecto.

En cuanto a los requisitos de recursos para el desempeño del proyecto, estos se van a establecer a partir de:

- La junta de iniciación del proyecto.
- El documento que establezca el alcance del proyecto.
- La organización del proyecto.
- La programación del proyecto y
- La asignación del trabajo a los departamentos funcionales.

Con toda esta información complementada con las políticas de la empresa y la asignación de prioridades, se pueden establecer los requisitos reales de desempeño para la realización del proyecto.

V.3.- Planeación del Proyecto

La etapa de planeación del proyecto empieza tan pronto como el cliente ha establecido sus necesidades y el Jefe de Proyecto ha definido los objetivos del mismo, se ha efectuado la junta de arranque misma en la que el cliente da respuesta a la mayor parte de los datos solicitados en las bases de diseño, se establece el alcance del proyecto y el cliente ha aceptado el contrato para llevarse a cabo dicho proyecto.

Todos los documentos anteriormente descritos tienen como ya vimos una serie de trabajos preliminares en los presentados en la propuesta al cliente y que han permitido llegar a esta etapa.

El Jefe de Proyecto tan pronto tiene definidos los objetivos que se han establecido perfectamente en la junta de arranque y alcance del proyecto, requerimientos contractuales (entrega de información, fechas, claves para entrega de equipo crítico o etapas de acuerdo a las necesidades del cliente ya sean constructivas, etc.), limitaciones financieras y áreas de riesgo (como cláusulas de penalización, etc.) , convoca a una junta con las diferentes especialidades a donde se va a definir las actividades por realizar en cada departamento funcional y como consecuencia la responsabilidad de cada quién, se identifican las interrelaciones, se establecen los eventos en un programa preliminar y se calcula a partir de esa programación preliminar el estimado de horas-hombre (H-H).

Si la firma de Ingeniería va a llevar a cabo la procura del equipo, se establece en esta etapa el equipo que por tiempo de entrega o afectación a gran parte del diseño puede convertirse en una actividad crítica del proyecto, poniendo énfasis el Jefe de Proyecto por tener toda la información que le permita sacar la concurso antes este tipo de equipo. En caso de que la firma de Ingeniería no vaya a llevar a cabo la procura, deberá de cualquier manera preparar la información necesaria al cliente para que este pueda emitir el concurso correspondiente con la suficiente información para que el diseño se elabore a tiempo, o bien la entrega del equipo no vaya a ser causa de retraso en la construcción.

Dentro de los documentos que se generan en esta etapa de planeación, también se tiene el procedimiento de trabajo, documento que se establece para dejar asentado como va a ser el flujo de información o línea de comunicación entre el cliente y la firma de Ingeniería, para lo cual se establece un directorio con nombres de las personas y cargos, que por su importancia en una u otra forma tienen que ver con el desarrollo del proyecto, sin perder de vista que durante el desarrollo del mismo para la comunicación de todo lo que es la parte técnica y administrativa del proyecto, ésta se establece entre el Jefe de Proyecto por parte de la firma de Ingeniería y el Residente por parte del cliente.

El procedimiento de trabajo del proyecto, básicamente va a contener aparte del directorio establecido, los siguientes documentos:

Bases de Diseño.

Alcance del Proyecto.

Estimado de H-H (total o desglosado por especialidad).

Estimado del costo de la Planta.

Procedimiento de compras.

Cuadro de distribución de documentos.

Organigrama del grupo de proyecto (para establecer si la organización administrativa va a ser matricial, "Task", Departamental o alguna otra que se proponga de acuerdo a objetivos).

El procedimiento de trabajo puede contener todos esos documentos o algunos de ellos, e inclusive puede contener algunos más que se establezcan entre el cliente y la firma de ingeniería.

V.4.- Desarrollo del Proyecto.

El desarrollo del proyecto tal y como su nombre lo establece, implica llevar a cabo todas las actividades técnicas del proyecto por parte de los departamentos funcionales para la consecución de las metas fijadas por los objetivos del proyecto. En esta etapa el Jefe de Proyecto va a estar administrando en forma continua su proyecto, vigilando la buena marcha del mismo, coordinando actividades, evaluando y controlando para que se vayan cumpliendo objetivos de acuerdo a lo programado o en su defecto tomando medidas correctivas para cumplir con el programa.

El desarrollo del proyecto se puede dividir en diferentes etapas, según sea el tiempo de proyecto por desarrollar y el plan de ataque del mismo, sin embargo en proyectos de instalaciones industriales se puede establecer básicamente las siguientes etapas:

Desarrollo de la Ingeniería Básica.

Desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

Desarrollo de la Ingeniería de Procura.

Traslapándose la parte de desarrollo del proyecto con la de construcción, se tiene la etapa de implementación del proyecto en la que se da asesoría y supervisión en campo y se lleva a cabo ajustes y retroalimentación para afinar todos los detalles del proyecto. La actividad de coordinación, evaluación y control que es la parte administrativa del proyecto una relevante importancia, ya que es la etapa prácticamente medular de lo que es en sí el proyecto, es en esta etapa donde empieza a hacerse tangible la concepción que dio origen al proyecto y que generará la realización física del mismo.

V.5.- Ingeniería Básica

Esta etapa, normalmente es en la que se sustentan las etapas subsecuentes de diseño del equipo y adquisición del mismo, así como el manejo y operación de la instalación industrial. Durante el desarrollo de la Ingeniería Básica se pueden establecer las siguientes actividades:

- Identificación de las variables del proceso.
- Identificación o desarrollo del tipo de proceso y parámetros del mismo.
- Identificación y caracterización de las alimentaciones.
- Identificación y caracterización de los productos.
- Cantidades requeridas de productos.
- Cantidades disponibles de alimentaciones.
- Requerimientos de energía.
- Requerimientos de servicios auxiliares.
- Caracterización y dimensionamientos del equipo.
- Establecimiento de las filosofías de operación.
- Establecimiento de las filosofías de control.
- Arreglos y localización de equipos.
- Dimensionamiento de líneas.
- Diseño de sistemas de seguridad.
- Elaboración de Diagramas de flujo de proceso.
- Elaboración de Diagramas de Balance de servicios auxiliares.
- Diseño termodinámico de hornos y cambiadores de calor.
- Establecimiento de hojas de datos de equipo.
- Establecimiento de diagramas de tubería e instrumentación.
- Lista de equipos.
- Lista de líneas.
- Consumo y especificaciones de reactivos químicos.
- Requerimientos y caracterización de catalizadores.

Toda esta información generada, se recopila en un documento que constituye prácticamente el paquete de Ingeniería Básica y que recibe el nombre de "Libro de Procesos".

Los diagramas de tubería e instrumentación así como el plano de localización general de equipo, a un nivel preliminar pueden constituir parte de la información de Ingeniería Básica y considerarse ya en una edición más definida parte de la Ingeniería de Detalle.

V.6.- Ingeniería de Detalle

El desarrollo de la Ingeniería de Detalle en un proyecto, es lo que va a permitir elaborar el diseño de la construcción de la instalación industrial y sus servicios auxiliares, siendo en esta etapa a donde más interdisciplinaria se vuelve la actividad en el Desarrollo del Proyecto. Esta etapa comprende las siguientes actividades, que van a permitir generar la mayor parte de la información constructiva de la planta:

- Establecimiento de los estándares de diseño, entre los que quedan incluidas las normas y códigos oficiales así como los reglamentos particulares de la Empresa.
- Especificaciones de materiales.
- Especificaciones de equipo e instrumentos (si estos últimos no se consideraron dentro del paquete de ingeniería básica).
- Diseño mecánico de torres y recipientes.
- Diseño mecánico de reactores.
- Diseño mecánico de hornos y calentadores a fuego directo.
- Diseño mecánico de cambiadores de calor.
- Plano de localización general de equipos (en edición definitiva si es que el paquete de ingeniería básica únicamente se incluyó un plano en edición preliminar).
- Diagramas de tubería e instrumentación (en el mismo caso que el plano de localización general).
- Diseño Civil Concreto y emisión de los siguientes planos:
 - Clave de cimentaciones.
 - Cimentaciones de equipo.
 - Cimentaciones de estructuras.
 - Cimentaciones de edificios.
 - Cimentaciones de soportería de tuberías.
 - De registros de drenaje.
 - De parteaguas y niveles de pico terminado.
 - De pavimentos.
 - De movimientos de tierras.
 - De superestructuras de Edificios.
 - Soportería de tuberías.
- Diseño Civil Acero y emisión de Planos correspondientes a:
 - Soportería de tuberías (si esta es metálica)
 - Estructuras de edificios.
 - Estructuras de soportería de equipo.
 - Plataformas y escaleras (para equipo y para operación de válvulas en "racks" de tuberías o en batería de equipos).
 - Protección contra fuego en estructuras metálicas.

- Diseño eléctrico y emisión de planos de:

- Clasificación de áreas peligrosas.
- Diagramas unifilares.
- Distribución de fuerza.
- Arreglo de equipo eléctrico en cuartos de control
- Especificaciones de subestaciones.
- Alumbrado general de la planta.
- Alumbrado de equipo.
- Alumbrado de edificios.
- Cuadros de cédulas de tubería y alambado.
- Tierras y apartarrayos.
- Teléfonos y sonido.

- Diseño de tuberías, que comprende:

- Arreglos generales.
- Elaboración de plantas y elevaciones ó
- Elaboración de Maqueta constructiva.
- Orientación y elevación de boquillas de equipo.
- Elaboración de dibujos isométricos de tubería.
- Plano de entrada y salida en límites de batería.
- Análisis de esfuerzos en líneas.

- En la parte de ingeniería mecánica rotatoria se tienen las siguientes actividades:

- Arreglo de equipo mecánico en casa de compresores.
- Especificación de bombas.
- Especificación de compresores.
- Especificación de expansores.
- Especificación de turbinas.
- Especificación de Grúas.

- En la parte de la instrumentación para la planta en esta fase del proyecto se hacen las siguientes actividades:

- Diseño de tableros de control para el control de la planta y de tableros locales.
- Localización de Instrumentos de campo.
- Diagramas típicos de instalación de instrumentos.
- Índice de instrumentos.
- Diagrama de Instrumentación.

Para el desarrollo continuo y ordenado de estas actividades, es importante tomar en cuenta la necesidad que se debe tener el suministro oportuno de información externa como planos topográficos, estudios de mecánica de suelos y de resistividad eléctrica del terreno, así como dibujos certificados de los equipos.

V.7.- Ingeniería de Procura

La ingeniería de procura comprende la especificación del equipo y los materiales de las nuevas instalaciones, así como los trámites para su correspondiente adquisición. La generación de la documentación técnica se establece a partir de la información generada en la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle. Dependiendo de la organización que tenga la empresa, esta actividad se lleva a cabo en su totalidad por un departamento especializado o bien la generación de las requisiciones para concurso o de compra de materiales se genera por los diferentes departamentos funcionales y los trámites de adquisición que se llevan a cabo por otro departamento. Normalmente la actividad de procura tiene la siguiente secuencia:

- Preparación de la requisición o solicitud de cotización.
- Trámites de envío a proveedores.
- Elaboración de tabulaciones técnico-comerciales.
- Preparación y trámite de órdenes de compra.
- Expedición
- Inspección.
- Tráfico.

La elaboración de las tabulaciones técnico-comerciales y la inspección, son bastante importantes en el caso de equipos e instrumentos por los que debe involucrarse a personal técnico especializado. Como se estableció con anterioridad, la oportuna entrega de información de los fabricantes es vital para la retroalimentación en la Ingeniería de Detalle, por lo que es importante vigilar el cumplimiento del programa general del proyecto en el desarrollo de la actividad de procura, para evitar retrasos en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle y retrasos en la entrega del equipo y materiales durante la construcción.

Normalmente esta actividad la efectúa la firma de Ingeniería y el cliente se encarga del aspecto financiero y de autorización de las adquisiciones, sin embargo el cliente puede hacer todos los trámites de procura y la firma de Ingeniería solamente prepara las requisiciones para concurso, solamente que en este caso deberá haber una coordinación bastante eficiente con el cliente a fin de tener en forma oportuna la información del fabricante para efectos de la Ingeniería de Detalle.

V.8.- Coordinación, Evaluación y Control

Esta actividad que es la que representa la mayor parte de trabajo que desarrolla el Ingeniero de Proyecto y que constituye el mayor porcentaje de la actividad administrativa del Jefe de Proyecto; tiene vital importancia para el proyecto, ya que es precisamente en esta actividad en la que se sustenta: 1) El que todos los departamentos funcionales cuenten a tiempo con toda la información necesaria para la buena marcha del proyecto, 2) el que no haya interferencias que retrasen las actividades, 3) el cumplimiento de las fechas compromiso programadas de acuerdo al programa general del proyecto y 4) la prevención y/o acciones correctivas que permitan el logro de los objetivos dentro de lo programado y lo presupuestado.

Para efectos de la evaluación y control, el Jefe de Proyecto puede apoyarse en varias técnicas que le permitan mediante la recolección de datos e información que se genera a partir de actividades propias del proyecto llevar a cabo la evaluación, hacer el diagnóstico del avance y en base a esto tomar las acciones necesarias para seguir dirigiendo adecuadamente su proyecto.

Como se puede ver de lo anterior, los sistemas de información juegan un papel muy importante para efectos de la evaluación y el control de las actividades, otra forma de mantenerse informado es la comunicación directa, así el Jefe de Proyecto mantiene siempre una comunicación fluida con los Jefes de Departamento funcionales y Jefes de Grupo que le estén trabajando a su proyecto a fin de conocer el resultado alcanzado acerca del trabajo, desviaciones al plan trazado y problemas existentes o la anticipación de los mismos.

Todas las comunicaciones que para efecto de control se establecen en el desarrollo del proyecto, deberán siempre ser referidas al plan de trabajo trazado para el desarrollo de las actividades o al programa general del proyecto, debiendo aplicarse esto a todas las personas que trabajan para el proyecto, a las unidades organizacionales y funcionales afectadas.

Este tipo de comunicación es de gran ayuda, ya que todos los departamentos involucrados han tomado parte en el proceso de programación de las actividades y el establecimiento de descripción de las mismas. Para establecer este tipo de comunicación, el Jefe de Proyecto deberá acudir a los Jefes de Departamento Funcional inquiriendo acerca de los resultados parciales y/o finales de las actividades programadas o bien, convocar a juntas formales sobre todo cuando se trate de dar solución a:

- Conflictos de nivel departamental.
- Actividades de interrelaciones departamentales.
- Al establecimiento de criterios alternos de diseño.
- Posibles alteraciones al programa.

En el caso de alteraciones al programa, estas en un momento dado pueden ser solicitadas al Jefe de Proyecto por el Jefe de Departamento Funcional, cualquier miembro del grupo de proyecto, Jefes o Subjefes de grupos de trabajo y aunque para ello no efectúe alguna junta previa; pero nadie puede efectuar cambios que alteren el programa de trabajo sin la autorización previa dada por el Jefe de Proyecto, después que este estudie y evalúe alternativas y sus consecuencias al proceso de control del proyecto.

Las propuestas de cambio (órdenes de cambio) que modifiquen no solamente el programa de trabajo, si no que en un momento dado tengan consecuencias sobre los estimados de horas-hombres del proyecto, deberán ser incluidas en el reporte final del proyecto. Estos cambios muchas veces pueden tener su origen por modificaciones solicitadas por el cliente, más aún nadie podrá tomar acción sobre el cambio mientras el Jefe de Proyecto no lo haya autorizado, previa confirmación al cliente y autorización del mismo sobre las consecuencias en el costo y tiempo de acuerdo a lo establecido.

En síntesis, se puede establecer que la coordinación evaluación y control de proyecto es la actividad administrativa llevada a cabo por el Jefe de Proyecto y sus Ingenieros de proyecto, que permite la buena marcha del mismo y vigila mediante la recolección de datos y su evaluación correspondiente el cumplimiento de las actividades con respecto al programa general del proyecto, labor que permite tomar las medidas preventivas o correctivas para evitar al máximo las desviaciones y así cumplir con los compromisos pactados con el cliente.

V.9.- Implementación

La implementación del proyecto, constituye la relación física del mismo, lo cual será posible a partir de los resultados e información con que se cuente de los etapas de las etapas procedentes. Esta fase incluye la construcción, el arranque y el ajuste, la prueba de garantía y aceptación y la entrega en operación de la instalación Industrial que se proyectó.

La parte constructiva puede tener muchas variantes, pero en la mayoría de los casos se establece por contrato la supervisión y asistencia por parte de la firma de Ingeniería durante la construcción, mediante un residente en campo, mismo que es el enlace entre el jefe de proyecto y la entidad abocada a la construcción, además, se establece que sus funciones están enfocadas básicamente a proporcionar servicio de asesoría en campo para la resolución de dudas que surjan en la interpretación de los documentos de diseño y las prácticas constructivas, así como resolver omisiones originadas durante el desarrollo del proyecto por errores o una interpretación

V.10.- Construcción

Normalmente las actividades involucradas durante la construcción deben atenderse en su oportunidad por parte del ingeniero residente. Sin tratar de ser exhaustivos, se pueden mencionar las siguientes actividades constructivas, mismas que pueden tener sus variantes dependiendo del tipo de proyecto:

- Preparación del terreno, lo que en un momento determinado puede implicar movimientos de tierras y su compactación correspondiente
- Instalaciones de almacenes de equipo y materiales de la planta, de suministro o acondicionamiento de oficinas de campo y facilidades de recepción, carga y descarga
- Piloteado de equipo mayor y edificios
- Urbanización
- Excavación para instalaciones subterráneas de drenaje, distribución de fuerza, redes de tierras y apartarrayos, agua contra incendio y de enfriamiento, cimentación de equipos y registros de drenaje.

- Armado y colado de: pilotes, cimentaciones para equipo, edificios, estructuras, soportería, superestructura de edificios, marcos de soportería, registros de drenaje y ductos eléctricos.
- Prefabricado de tubería aérea y subterránea
- Aislamiento y tendido de tubería subterránea
- Tendido de tubería de drenaje
- Montaje de equipo
- Montaje de marcos de soportería
- Prefabricado y montaje de estructuras metálicas, tanques atmosféricos, plataformas y escaleras
- Colocación de protección contra fuego en estructuras metálicas, recipientes verticales y torres
- Armado de hornos y calentadores
- Colocación de refractarios en hornos y reactores
- Colocación de alumbrado en soportería de tubería, edificios y equipo
- Colocación de tierras y apartarrayos en equipos y edificios
- Colocación de aislamientos en equipo y tuberías
- Pintura de equipo
- Armado y colado de pavimentos
- Instalación de instrumentos de campo
- Instalación de instrumentos de edificio de control
- Instalación e interconexión de equipo eléctrico

V.11.- Arranque y Ajuste

Una vez que el equipo ha sido montado y se la ha efectuado la mecánica de piso, se somete a pruebas y mantenimiento. Tan pronto como se ha probado el equipo y las tuberías, se tiene lista la planta para las pruebas y el arranque. En las pruebas normalmente interviene personal del cliente de la gerencia operativa y personal encargado de la limpieza y mantenimiento del equipo, procurando que el residente se cerciore durante las pruebas que el equipo y las tuberías han cumplido con las especificaciones de prueba establecidas por la firma de Ingeniería.

Las fallas que normalmente se presentan se pueden resumir en las siguientes: mal funcionamiento del equipo rotatorio, fugas en equipos por fisuras en uniones al igual que las tuberías, errores de fabricación, ingeniería y/o construcción. Tan pronto se han corregido todas estas fallas y errores, y se tiene lista la planta en cuanto a limpieza y pruebas tanto de línea como de equipo, las instalaciones se dejan en manos del grupo de arranque, el cual generalmente está constituido por la gente que va a operar la planta y que ya está familiarizado con el proceso mediante el Libro de Proceso y el Manual de Operación, que es otro de los documentos que prepara la firma de ingeniería para fijar los lineamientos en cuanto al arranque, paro y condiciones especiales de operación que se deben tomar en cuenta para que la planta opere de acuerdo a las condiciones de diseño.

En base a lo anterior, por parte de la firma de ingeniería existe un grupo con experiencia en operación que junto con el grupo de arranque del cliente, va a asistir la puesta en marcha de la planta, siendo este grupo el que va a tomar nota de los resultados obtenidos para reportarlos al jefe de proyecto, con lo que se darán por asentados los últimos ajustes o modificaciones hechas durante la marcha a manera de dejar operando los equipos y en general las instalaciones dentro de las condiciones de diseño.

VI.- PROGRAMACION DEL PROYECTO

Se debe normalizar la elaboración de los documentos que se requieren para llevar a cabo una programación adecuada del proyecto, a fin de asegurar que éstos se desarrollen oportunamente en el periodo comprometido, con la calidad requerida, dentro del presupuesto establecido y optimizando la asignación de actividades y recursos.

Este procedimiento es aplicable en la elaboración de los siguientes documentos:

- Programa condensado del proyecto
- Programa ejecutivo del proyecto
- Programa de actividades del proyecto
- Estimado de recursos necesarios (H-H) para su ejecución
- Curva de avance del proyecto (planeación original y actualización mensual)
- Reporte para control (planeación original y actualización)
- Actividades críticas
- Fecha clave del proyecto
- Estado general del proyecto
- Reporte de consumo de H-H por actividad

1.- Información Requerida

Para la elaboración de los documentos anteriormente mencionados, es necesario obtener información de diferentes fuentes:

- Alcance del proyecto (1)
- Lista de equipo (2)
- Consumo de Horas-Hombre (3)
- Disponibilidad y asignación de recursos humanos en las diferentes especialidades participantes (4)
- Avance del proyecto (5)

- 1) Lo proporciona el Jefe de Proyecto
- 2) Se obtiene en el Departamento de Proceso (a través del Jefe de Proyecto).
- 3) Obtenidos del sistema de información, como resultado del procesamiento de reportes de tiempo.
- 4) Se obtiene en cada una de las especialidades participantes.
- 5) Lo proporcionan los especialistas avalados por la jefatura de proyecto.

2.- Información Generada

La información que se genera es:

- 2.1 Información general del proyecto
 - a) Programa condensado del proyecto
 - b) Programa ejecutivo del proyecto
 - c) Curva de avance del proyecto
 - d) Estado general del proyecto

- 2.2 Información general del proyecto y por especialidad
 - e) Programa de actividades
 - f) Diagrama de Gantt
 - g) Tabla de requerimientos de recursos por periodo
 - h) Histograma de recursos
 - i) Curva de avance del proyecto

- 2.3 Descripción de documentos generados

- a) Programa condensado:

Se edita en Rev.0, la elaboración de este documento es responsabilidad del Departamento de Programación, su revisión es función del Jefe de Proyecto y la aprobación es responsabilidad del Subdirector.

- b) Programa Ejecutivo:

Se edita en Rev.0, la elaboración de este documento es responsabilidad del Departamento de Programación, su revisión es función del Jefe de Proyecto y la aprobación para entrega al cliente es responsabilidad de la Gerencia de Proyecto.

- c) Curva de avance del proyecto:

La elaboración de este documento es responsabilidad del Departamento de Programación de Proyecto, la aprobación y distribución del documento es función del Jefe de Proyecto. La edición es paralela al programa de actividades del proyecto (una vez aprobado).

- d) Estado General del Proyecto:

La elaboración de este documento es responsabilidad del Departamento de Programación de Proyectos, la revisión y envío al cliente es función del Jefe de Proyecto y la aprobación es responsabilidad de la Gerencia de Proyectos. La edición es paralela al Programa de Actividades del proyecto (una vez aprobado).

e) Programa de Actividades del Proyecto (este programa es una edición interna):

Se edita en forma preliminar para la revisión y comentarios de las especialidades que participan en el proyecto y del Jefe de Proyecto, en función de los comentarios a la edición preliminar se genera la edición 0 del programa de Actividades del Proyecto. La elaboración de esta información es responsabilidad del Departamento de Programación, la revisión es función de los Jefes de Departamento de las especialidades involucradas, y la aprobación y distribución es responsabilidad del Jefe de Proyecto.

f) Diagrama de Gantt:

La elaboración de este documento es responsabilidad del Departamento de Programación, la aprobación y distribución es responsabilidad del Jefe de Proyecto.

g) Tabla de Requerimientos de Recursos por Periodo:

La elaboración de este documento es responsabilidad del Departamento de Programación, no requiere aprobación debido a que resulta del documento Programa de Actividades, se utiliza en la etapa de verificación y seguimiento del proyecto y como información adicional a la asignación de recursos, la distribución es responsabilidad del Departamento de Programación a solicitud del Jefe de Proyecto.

3.- Control de Documentos.

El control, la actualización y el resguardo de la documentación que se genera para una actividad determinada, es responsabilidad del Departamento correspondiente.

Para generar el Programa de Proyecto y los documentos que se derivan del mismo, previamente se debe verificar que se hayan cumplido los siguientes requisitos en su elaboración:

- a) Análisis y selección de actividades particulares del proyecto. Esta información se obtiene a partir de las bases de datos para la realización de proyectos de ingeniería de, y de acuerdo con el alcance específico del proyecto.
- b) Estimación de recursos requeridos por el proyecto para su cumplimiento.
- c) Revisión de las cargas de trabajo de las especialidades involucradas en el desarrollo del proyecto.
- d) Definición de la prioridad en la asignación de recursos para el proyecto.

4.- Calculo de Avance del Proyecto

Para estimar el avance se establece como parámetro base las horas-hombres asignadas a cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, las cuales divididas entre el total de las horas-hombres del proyecto, nos proporcionará el "Factor de peso por actividad". La aportación mensual de cada actividad al avance del proyecto, será igual al producto del "Factor de peso de la actividad", por el avance porcentual mensual de la misma.

El avance porcentual mensual de una actividad se cuantifica:

- En el caso de los dibujos y/o planos se utilizará la información del registro de control de dibujos.
- En el caso de una actividad, se basará en su avance físico y a su consumo de horas-hombre.

El avance mensual del proyecto (programado y real), será la sumatoria de los avances por actividad (programada y real), en el mes de evaluación.

Asimismo se generará la gráfica denominada "Curva de avance", la cual nos representa el desarrollo de las actividades del proyecto en función del tiempo. De acuerdo a las fechas de programación original se obtendrá la curva de avance programada y mensualmente conforme avance el proyecto se irá generando la "Curva de avance real". La comparación entre estas curvas, mostrará la desviación existente en la ejecución el proyecto con respecto a los límites establecidos.

5.- Diagramas

Con la finalidad de establecer los lineamientos, criterios y actividades que se llevaran a cabo durante la ejecución del proyecto, el diagrama de bloques y el diagrama de flujo de proceso son los documentos básicos en los que se apoya el jefe de proyecto para identificar y distribuir entre los diversos departamentos los trabajos a realizar. Debido a que estos diagramas representan la información básica del proceso, su contenido nos permitirá definir los alcances y programar la asignación de recursos que demanda el proyecto.

a.- Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques es la forma más simple pero menos descriptiva, de representar un proceso en general. Como su nombre lo indica, consiste en bloques que por lo general representan una sola operación unitaria en una planta o bien en toda una sección de la planta. Estos bloques están conectados por flechas que indican la secuencia del flujo.

Este diagrama normalmente se utiliza para enfatizar el concepto preliminar o básico del proceso sin mostrar detalles. Con cada bloque no se intenta describir el cómo se va llevando a cabo cada etapa, sino más bien qué etapas son las que intervienen para llegar a los productos deseados, a partir de las materias primas disponibles. El diagrama de bloques es usado principalmente para que el personal del Departamento de Proceso represente las diferentes alternativas del esquema de proceso para llegar a los productos deseados a partir de las materias primas disponibles, durante las etapas iniciales del estudio de un proceso.

b.- Diagrama de Flujo de Proceso

El diagrama de flujo de proceso es empleado por el ingeniero de proceso para trabajos de diseño, debe estar representado de tal manera que las operaciones y el flujo del proceso destaquen de inmediato. Esto se logra mostrando los equipos que intervienen en el proceso mediante símbolos convencionales en los que se indican solamente las corrientes principales de flujo, empleando líneas más gruesas para las líneas principales, e indicando temperaturas, presiones y flujos en cada equipo o etapa significativa del proceso. Además, se presentarán datos relevantes del diseño básico, como son la capacidad en servicio de cambiadores de calor, hornos, calentadores, datos de diseño de recipientes, etc.

En este tipo de diagrama solamente se ilustran los instrumentos que son esenciales para el control del proceso. Este diagrama se emplea en las fases iniciales del diseño de una planta, y es a partir de él que se desarrolla el diagrama de tubería e instrumentación, el cual constituye la fuente central de información para todos los grupos de diseño.

Como se ha mencionado, el diseño del proceso de una planta se inicia con la definición de varios esquemas en forma de bloques, los cuales constituyen las alternativas que plantea el ingeniero de proceso basándose, por un lado en los requerimientos del cliente expresados en el documento de Bases de Diseño y, por otro lado, tomando como referencia la información reportada en la literatura y los datos resultantes del trabajo de laboratorio cuando se trata de un proceso nuevo o se pretende mejorar alguno ya conocido.

Para llevar a cabo la evaluación de estos esquemas, el ingeniero de proceso debe echar mano de toda su experiencia y debe ser auxiliado por el ingeniero de proyecto, el cual, en última instancia, es quien mejor conoce de las necesidades del cliente por haber sostenido con este último las pláticas preliminares de definición del proyecto y durante la implementación de las Bases de Diseño. Además, debe aprovecharse de la experiencia que ha desarrollado en la visualización del proyecto global a partir de los esquemas de proceso. En la etapa de evaluación de alternativas deberá participar el ingeniero de sistemas, quien desarrolla el diagrama de tubería e instrumentación y puede colaborar con observaciones valiosas para el control y funcionalidad del proceso.

Cuando se tiene seleccionado el patrón de proceso a desarrollar, se procede al dimensionamiento preliminar del equipo y a determinar el número de cuerpos requeridos para cada función, para lo cual se deben tomar en cuenta factores como: seguridad de operación, facilidades de fabricación, instalación, operación y mantenimiento, así como espacio disponible para la planta.

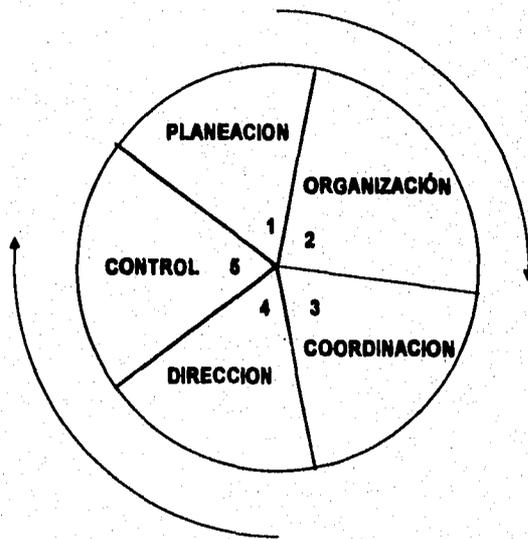
El siguiente paso consiste en asignar las claves de identificación al equipo por función, es decir, una clave para cada equipo sin importar el número de cuerpos requeridos. Por ejemplo, si se determinó que se necesitan 3 (tres) recipientes a presión para la separación de la carga de mezcla de crudo-gas a la planta, se asignará la clave EA-101 A, B y C a los mismos; las literales A, B y C indican que existirán tres equipos de idénticas características para efectuar la función especificada.

Una vez logrado lo anterior, se procede a dibujar el diagrama de flujo de proceso en forma preliminar en el formato establecido: empleando la simbología convencional; siguiendo el flujo principal de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo para presentar de manera más clara la información deseada; no existirá escala alguna en los equipos representados y la localización de entradas y salidas a los mismos será solamente esquemática; la instrumentación indicada en el diagrama será la mínima necesaria para el control del proceso.

VII.- RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE PROYECTO

A continuación se enlistan algunas de las actividades generales que desarrolla el Ingeniero de Proyecto:

1. REVISION DE DOCUMENTOS TECNICOS
2. REVISION DE DOCUMENTOS DE PROCURA
3. DISTRIBUCION DE DOCUMENTOS TECNICOS
4. DISTRIBUCION DE DOCUMENTOS DE PROCURA
5. SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DE ACTIVIDADES
6. ELABORACION Y ACTUALIZACION DEL REGISTRO DE DIBUJOS
7. ELABORACION Y ACTUALIZACION DEL CONTROL DE EQUIPO Y MATERIALES
8. ELABORACION DEL REPORTE DE AVANCE
9. REVISION Y CONTROL DEL CONSUMO DE HORAS-HOMBRE
10. REVISION Y CONTROL DE LOS GASTOS DEL PROYECTO
11. ELABORACION Y SEGUIMIENTO DE LA LISTA DE PENDIENTES
12. CLASIFICACION DE DOCUMENTOS TECNICOS Y SUPERVISION DE ARCHIVO
13. CLASIFICACION DE DOCUMENTOS DE PROCURA Y SUPERVISION DE ARCHIVO.
14. CONTROL DE CAMBIOS EN EL PROYECTO.
- 15.- ELABORACION DE ORDENES DE TRABAJO Y ORDENES DE CAMBIO
- 16.- ELABORACION DE PROPUESTAS DE INGENIERIA



VII.1.- Supervisión en Campo y su Procedimiento :

Dentro de las actividades que el Ingeniero de Proyecto, con el apoyo de las diversas especialidades y particularmente el Depto. de Operación y Servicios Técnicos, está la de supervisar la construcción de las plantas diseñadas por la firma de Ingeniería.

Para realizar esta tarea, se asigna personal al lugar de la obra con la finalidad de asesorar al cliente, revisar que lo construido cumpla con el diseño en cuanto a dibujos constructivos, estándares, especificaciones de la firma de Ingeniería e Información proporcionada por los proveedores de equipo y materiales. Asimismo, asesora al personal de las compañías constructoras para incrementar la calidad de su trabajo y reducir el riesgo de perturbaciones que afecten el tiempo de ejecución del mismo.

Por otra parte, tomando en consideración que el personal supervisor de construcción, es el enlace entre el cliente y la compañía de Ingeniería diseñadora, plantea y propone alternativas de solución a los problemas técnicos que se presentan, para que los especialistas de la firma de Ingeniería se aboquen a la solución de los mismos, obteniéndose de esta forma las ventajas que se indican a continuación :

- Contar con una instalación construida de acuerdo al diseño y especificaciones previamente determinadas.
- Asegurar que la mano de obra sea de mejor calidad.
- Corregir errores de diseño.
- Evitar errores de construcción.
- Corregir errores de fabricación.
- Alcanzar un conocimiento profundo de la planta y funcionamiento de los equipos, con el propósito de minimizar los posibles problemas que se puedan presentar durante las etapas de pruebas, arranque y operación.
- Reducir los costos que en general demanda la obra.
- Vigilar y coordinar el cumplimiento del programa de construcción.

Los aspectos que deben supervisarse durante la construcción de una instalación Industrial, se pueden tipificar en los siguientes :

- Tuberías aéreas y subterráneas.- En las plantas de proceso se tienen los siguientes tipos de tuberías: de proceso, de servicios, para arranque, drenajes y ductos eléctricos. Los circuitos de tubería y la red de tuberías subterráneas se desplazan a través de toda la planta, teniendo cada servicio un tendido o profundidad diferente, guardando las distancias y criterios que recomiendan las normas y estándares tales como : ANSI B.31, EXXON, API, LUMMUS, ASME, Proyecto, etc.

- **Cimentaciones.-** Hay dos tipos de cimentaciones de concreto reforzado : zapatas y pilotes. El uso de uno u otro lo da el resultado del estudio de la mecánica de suelos. En términos generales, se puede decir que se utilizan zapatas en subsuelos más o menos compactos, y pilotes en terrenos pantanosos. Para el montaje de equipo industrial se debe considerar que el armado de bases y pedestales esté de acuerdo al diseño ; que el calibre de las varillas y esfuerzos del cemento sean los especificados ; elevación de pedestales sobre NPT ; pemos de anclaje, diámetro, proyección y que su espaciado coincida con la base del equipo a montar. Se debe tener acceso para transportar el equipo y tratar de que el montaje se lleve a cabo antes de que se paviemente el área, de no ser posible, proteger el pavimento. En lo que respecta al montaje de equipo mecánico y eléctrico, además de las recomendaciones anteriores, se debe verificar que su cimentación esté aislada del piso donde se encuentra, ya que normalmente esta clase de equipo produce efectos vibratorios.
- **Construcción de torres y recipientes.-** Las limitaciones que se tienen en campo respecto al equipo requerido para la fabricación de torres y recipientes, tales como roladoras, soldadoras automáticas, etc., hace que esta actividad se concrete al amado de equipo que de taller se envía seccionado, y a la construcción de pequeños recipientes generalmente no sujetos a presión. Para realizar estos trabajos, el supervisor debe consultar los siguientes códigos : ASME-SEC. VIII. DIV. 1 "Recipientes a Presión" ; ASME-SEC IX "Calificación de Soldaduras" ; API-650 "Tanques soldados para almacenamiento de aceite", etc. Por norma, la supervisión de la colocación de los internos, se hace con un procedimiento y planos proporcionados por el fabricante para este propósito.
- **Soldaduras.-** Existen varias clases de soldaduras que pueden ser aplicadas, pero si se pretende obtener y asegurar los mejores resultados para un servicio en específico, entonces será conveniente que en primer lugar se consulten las siguientes normas : ASME-SEC. VIII "Recipientes a presión, División 1" ; ASME-Sec. IX "Calificación de soldaduras" ; ASME Code Sec. II. Parte C, etc.
- **Calentadores a fuego directo.-** De acuerdo a su servicio se clasifican en : precalentadores de carga a reactores, precalentadores de carga a columnas, rehedidores de columnas, hornos reactores, etc. Pueden ser verticales u horizontales, y para su fabricación en campo generalmente se utilizan piezas prefabricadas en taller. El acero estructural deberá ser prefabricado de tal manera que en campo se requiera del mínimo de soldaduras para su ensamble. Todas las piezas deberán estar debidamente marcadas para su fácil identificación. El material usado en la soldadura, deberá estar de acuerdo con el análisis del material a soldar, teniendo en cuenta que los procedimientos de soldadura para partes sujetas a presión, deberán ser de acuerdo a los requisitos y limitaciones de los códigos ANSI B31.3, ASME Secc. I, VIII y IX, y los estándares AWS. Para acero estructural se deberá cumplir con los requisitos del código AISC.
- **Instrumentos de control.-** Todos los instrumentos y componentes principales de los circuitos de instrumentación, deberán quedar accesibles desde el piso, plataformas o escaleras fijas, principalmente aquellos que requieren de calibración periódica. Los instrumentos nunca deberán instalarse sobre barandales, peldaños, etc., ni se instalarán debajo de posibles escurrimientos de fluidos. Asimismo, no deberán

dificultar o impedir los accesos a los demás equipos, y se localizarán en lugares bien visibles y de fácil acceso. Toda la tubería y accesorios de instrumentación en contacto directo con el proceso, deberán cumplir con la especificación del material de la tubería o equipo al cual están conectados.

- Soportería.
- Aislamiento y pintura.

VIII.- ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MITIGACIÓN DE FUGAS DE ACIDO FLUORHÍDRICO EN LA PLANTA DE ALQUILACIÓN DE LA REFINERÍA DE CD. MADERO, TAMPS.

La idea de presentar una breve descripción tanto de los conceptos como de las principales funciones administrativas, es con la intención de proporcionar un fácil acceso a la Información y conocimientos básicos que se requieren para la correcta ejecución de un proyecto de Ingeniería. Asimismo, con el propósito de vincular la teoría con la práctica, a continuación se desarrolla un Estudio Técnico para un proyecto en la Industria Petrolera. Es importante destacar que la estructura y el desglose de todas las actividades que se consideraron para la realización de este trabajo, se fundamentan en la Información reportada en la literatura sobre el tema y principalmente en las experiencias acumuladas y conocimientos adquiridos durante el tiempo que he laborado en el Área de Administración de Proyectos del Instituto Mexicano del Petróleo.

El hecho de aplicar las técnicas administrativas empleadas en dicho centro de trabajo, es con el propósito de reforzar las herramientas que se requieren para una mejor comprensión de las actividades a realizar, así como de reafirmar las estrategias y procedimientos que se deben implementar a fin de ejercer un control total sobre todas las actividades y posibles desviaciones que se presenten durante el transcurso de las etapas que conforman el ciclo de vida de cualquier tipo de proyecto.

**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MITIGACIÓN DE FUGAS DE ÁCIDO FLUORHÍDRICO MEDIANTE ESPREADO
CON AGUA EN LA PLANTA DE ALQUILACIÓN "MR" DE LA REFINERÍA
"FRANCISCO I. MADERO" EN CIUDAD MADERO, TAMPS.**

CONTENIDO

- 1. OBJETIVO**
- 2. ANTECEDENTES**
- 3. ALCANCE**
- 4. DESCRIPCIÓN DE TÉRMINOS**
- 5. GENERALIDADES**
- 6. SISTEMA DE MITIGACION**
- 7. EQUIPOS A PROTEGER**
- 8. CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES PARA MITIGACIÓN**
- 9. REFERENCIAS**
- 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. OBJETIVO

Determinar las características de las instalaciones mínimas requeridas para la mitigación de liberaciones accidentales de ácido fluorhídrico en la planta "MR" de la refinería "Francisco I. Madero" de Cd. Madero, Tamps. utilizando agua rociada finamente en forma de niebla en los equipos y áreas críticas como medio de absorción de los vapores de ácido.

2. ANTECEDENTES

Las liberaciones accidentales de ácido fluorhídrico (HF) pueden ocasionar la formación de nubes, inicialmente densas, altamente reactivas y corrosivas. Estas nubes contendrán, típicamente, una mezcla de vapor de HF, aerosol y gotas que pueden ser transportadas por el viento a distancias significativas antes de que alcancen niveles de concentración que no causen daños a las personas, según ha quedado demostrado en experimentos llevados a cabo para estudiar el comportamiento de la dispersión en la atmósfera de estas nubes de ácido.

Por las razones antes expuestas, se consideró la necesidad de desarrollar un Estudio Técnico, a fin de establecer los parámetros técnicos y de los costos de inversión que determinen la factibilidad de implementar de un sistema de mitigación de fugas de HF, para mejorar la seguridad del personal de la planta y de la refinería, así como evitar posibles afectaciones a la población civil y al medio ambiente.

3. ALCANCE

El estudio consiste en determinar cuales son las instalaciones y dispositivos fijos requeridos en la planta para detección, monitoreo y mitigación de fugas de ácido fluorhídrico, considerando que la mitigación de vapores de ácido se hará por medio de absorción con agua.

El estudio se basa en las prácticas recomendadas para la operación segura de plantas de alquilación con HF, y de una manera muy importante, en el reporte de resultados del estudio acerca de la efectividad de los sistemas de espray de agua para la mitigación del ácido fluorhídrico, editado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos de América.

El trabajo incluye:

1. La identificación de los equipos y/o áreas que requieren aspersión de agua.
2. La estimación de los requerimientos de agua para el caso más crítico.
3. El análisis de alternativas para la filtración del agua a utilizar para la mitigación del HF.
4. La descripción conceptual del sistema de mitigación compuesto por:
 - a) Sistemas de tuberías para aspersión directa a equipos,
 - b) Monitores contraincendio de alta capacidad,
 - c) Cortinas de agua alrededor del equipo crítico,
 - d) Sistema de drenajes,
 - e) Fosa de captación del agua ácida, una en el área de proceso y otra en el área de descarga de HF,
 - f) Sistema de detección de HF,
 - g) Circuito cerrado de TV y
 - h) Sistema de neutralización del agua ácida.
5. La revisión del sistema de drenaje actual y las recomendaciones para su acondicionamiento a las nuevas necesidades de servicio,
6. El análisis de alternativas para la neutralización del agua ácida.
7. La propuesta de adecuaciones dentro de la planta a la red de agua contraincendio actual, para satisfacer los nuevos requerimientos.

Se parte del hecho de que el agua para mitigación se suministrará a través de la red de agua contraincendio actual de la planta y que no se harán modificaciones por concepto de protección contra fuego por considerar que las instalaciones actuales son suficientes para contrarrestar este riesgo. El estudio también considera que la refinería se compromete a proveer hasta 8000 GPM de agua a la planta para el servicio combinado y simultáneo contraincendio-mitigación, con una presión de 220 psi, de tal manera que la

presión en el aspersor o monitor para mitigación más desfavorable sea al menos de 7 Kg/cm² man (100 psi). Cabe aclarar que no se está realizando el estudio hidráulico de la red de agua contraincendio para comprobar que se pueda cumplir con este flujo.

Asimismo, se estableció como base del estudio y para consideraciones de diseño, que la duración de un evento de fuga será de 20 minutos, incluyendo el caso de mayor riesgo.

Con el propósito de que los cambios en la red de agua contraincendio actual, derivados de la implementación del sistema de mitigación sean mínimos, el estudio contempla el análisis de lo instalado y su acondicionamiento para el nuevo servicio, para lo cual se plantean las recomendaciones a fin de adaptarse a lo existente y optimizar su funcionamiento procurando hacer únicamente las modificaciones estrictamente necesarias.

En el presente estudio, no se considera el análisis detallado, ni la implementación de un sistema de vaciado rápido de ácido fluorhídrico, el cual es un sistema complementario al sistema de mitigación por aspersión de agua, objeto del presente trabajo.

4. DESCRIPCIÓN DE TÉRMINOS

MONITOR.- Dispositivo con boquilla regulable, para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de niebla, con mecanismos que permita girar la posición de la boquilla 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal, con las facilidades para mantenerlo estable en la posición seleccionada.

RED DE AGUA PARA MITIGACIÓN.- Conjunto de dispositivos y tramos de tubería que, formando anillos o circuitos, sirven para conducir y distribuir el agua para la absorción de vapores de ácido fluorhídrico.

RIESGO MAYOR.- Instalación en donde se considera que en caso de fuga de ácido, inclusive asociada con fuego, se tendría la mayor demanda de agua, para mitigación y contraincendio, así como de recursos humanos y materiales.

ASPERSOR PARA MITIGACIÓN.- Dispositivo fijo mediante el cual se forma un rocío de agua con tamaño de partícula predeterminado (320 micrones) para propósito de absorción de vapores de ácido.

MITIGACIÓN.- Disminución de riesgo de un evento de accidente actuando en forma preventiva sobre la causa potencial para reducir la probabilidad de ocurrencia, o en forma protectora para reducir la magnitud del evento y/o la exposición de personas o de la propiedad. En este caso en particular, se refiere a la reducción de la magnitud, duración y consecuencias de la liberación accidental de ácido fluorhídrico.

SISTEMA DE MITIGACIÓN.- Equipo y/o procedimientos diseñados para responder ante un evento de accidente impidiendo la propagación y/o reduciendo las consecuencias del mismo.

5. GENERALIDADES

5.1 Acerca del Proceso de Alquilación con Ácido Fluorhídrico (HF).

La planta "MR" tiene como propósito producir una mezcla de hidrocarburos ligeros que sirven como combustible para automóvil e incluso para avión (gasavión). Para ello se emplea el proceso de alquilación de olefinas que utiliza ácido fluorhídrico como catalizador bajo el licenciamiento de tecnología de la Cia. Phillips Petroleum.

Durante la reacción, las olefinas tales como propileno, butenos o pentenos, se combinan con isobutano para formar un producto con temperatura de ebullición dentro del rango de las gasolinas. A este producto se le conoce como alquilado y representa un combustible de alta calidad dentro de la gama de productos de la refinería.

La carga a la planta está formada por una mezcla de butenos, también conocidos como butilenos, pequeñas cantidades de propeno (propileno) y pentenos (amilenos) que generalmente proceden de diversas plantas de la refinería, principalmente, de las plantas catalíticas (FCC). Parte del isobutano requerido para la reacción está contenido en la corriente de carga a la planta y el resto se suministra como isobutano fresco.

El ácido fluorhídrico que se utiliza como catalizador, se mantiene en estado líquido en recirculación constante dentro del sistema. Se mezcla con los hidrocarburos reactantes, participa en la reacción y se separa posteriormente de los productos y reactivos remanentes para retornar al punto de partida.

Durante la operación, el ácido se diluye con agua y su actividad se ve afectada también por los aceites solubles en el mismo (ASO = Acid Soluble Oil). Estos contaminantes son eliminados mediante fraccionamiento para restaurar la pureza del ácido. Sin embargo, una parte del ácido se pierde al formar fluoruros orgánicos, los cuales salen como componentes estables junto con el propano, butano y alquilado, de tal manera que es necesario reponer el ácido perdido.

Los costos del ácido y del isobutano representan una porción considerable dentro del total de gastos de operación de la unidad, por lo tanto, se trata de mantener estos gastos en un nivel aceptable minimizando las pérdidas y eficientando la operación.

Las corrientes de olefinas e isobutano de alimentación a la planta, se mezclan y se pasan por un sistema de secado con alumina para eliminarle la humedad. En seguida la corriente se envía hacia el sistema de reacción, en donde previamente se le une una corriente de isobutano recirculado desde el fondo de la torre despropanizadora y otra de isobutano y propano procedente del tanque acumulador de la torre desisobutanizadora. La mezcla resultante entra a un par de enfriadores de ácido a control de presión, a través de una boquilla especialmente diseñada para mezclarse con el ácido de recirculación. La mezcla reactante asciende a través de los tubos reactores verticales hasta el asentador de ácido en donde se separa el ácido de los productos de la reacción y de los reactivos remanentes para ser retomado a los enfriadores, mientras que los hidrocarburos continúan hasta una torre desisobutanizadora para su fraccionamiento.

Una parte de los fondos de esta columna se pasan a través de un calentador a fuego directo en donde se logra una vaporización del 50% para retornar a la torre con la energía necesaria para su operación. La otra parte de la corriente de fondos se envía hacia una columna desbutanizadora.

Por la parte superior de la columna desbutanizadora se obtiene butano que se envía a un tratamiento caústico para removerle las trazas de ácido que lleva asociadas antes de enviarlo fuera de la planta como producto. Por la parte inferior se extrae una corriente de donde se toma al refujo de esta columna y el resto se alimenta a una columna separadora de alquilado en donde se obtienen los dos productos principales de esta planta; el alquilado ligero y el alquilado pesado. El alquilado ligero se somete a un tratamiento, mediante lavado caústico, para la remoción de trazas de ácido y de ahí se envía a almacenamiento. El alquilado pesado se extrae por el fondo de esta columna y solo se enfría para mandarlo hacia almacenamiento.

Los vapores del domo de la columna desisobutanizadora se condensan totalmente. Una parte se retoma a la columna como refujo, otra se recircula a la entrada de los enfriadores de ácido. El resto del producto obtenido se envía a una columna despropanizadora.

Los vapores que salen por el domo de la torre despropanizadora se unen con los vapores de ácido procedentes de una columna agotadora de propano y juntos se condensan y reciben en un acumulador. El propano líquido obtenido, se introduce por la parte superior de la columna agotadora para separarle el ácido que lleva asociado. Por el fondo de esta, se obtiene una corriente de propano libre de ácido que se envía hacia un tratamiento caústico para removerle las trazas de ácido fluorhídrico que contenga antes de sacarlo como producto de la planta. Por el domo del agotador se obtienen vapores de ácido que se condensan y retornan directamente al asentador de ácido.

Del fondo de la columna despropanizadora se obtiene una corriente de isobutano y ácido que se divide en dos; una se retoma para mezclarse con la carga de isobutanos-olefinas fresca y la otra se envía hacia la torre regeneradora de ácido. Por el domo de esta torre se obtiene el ácido recuperado que se retoma al asentador para su reuso. Del fondo se extrae una corriente de hidrocarburos pesados denominados aceites solubles en ácido (ASO) que se envían a un incinerador.

5.2 Riesgos en las Plantas de Alquilación

Normalmente, la integridad de los equipos de proceso y la contención de los fluidos involucrados en el proceso no son un problema. Sin embargo, en ocasiones esos productos fugan como consecuencia del desgaste o deterioro de algunas partes de las tuberías o equipo, en cuyo caso el personal de operación y mantenimiento de la planta interviene eliminando esas pequeñas fugas, ya sea mediante ajustes o reparaciones. Los incidentes más serios suceden en forma inesperada. En estos casos se requiere una respuesta inmediata tomando las acciones que correspondan para prevenir la exposición del personal y del público.

En el caso específico de la planta que nos ocupa, existe el riesgo de fuego y explosión debido a la presencia de hidrocarburos ligeros, tales como gas combustible, propano, butanos y el producto alquilado, que es un componente importante de las gasolinas. Sin embargo, el ácido fluorhídrico ofrece un riesgo especial a considerar por su gran toxicidad y corrosividad. Por tal motivo, en la actualidad el licenciadore de esta tecnología de alquilación con HF, Phillips Petroleum Co., incorpora un sistema de vaciado de emergencia de ácido, como una medida inmediata de mitigación de una fuga cuantiosa de ácido, con lo cual se espera reducir el tiempo de fuga a menos de 10 minutos considerando que este sistema de emergencia, una vez activado, tarda de 6 a 7 minutos en vaciarse hacia un(os) tanque(s) colocado(s) expofeso.

5.3 Consideraciones de Seguridad en el Manejo de Ácido Fluorhídrico.

a) Características Principales.

El ácido fluorhídrico (HF) es un gas a condiciones ambientales aunque puede existir como líquido a temperaturas relativamente frías, es altamente corrosivo y su punto de ebullición es de aproximadamente 20°C. Se evapora rápidamente a presión atmosférica formando un vapor blanco parecido al vapor de agua el cual es muy evidente y tiene un olor distintivo, picante e irritante. El líquido y sus vapores son extremadamente peligrosos cuando se manejan inadecuadamente. El HF líquido reacciona inmediatamente al contacto con la piel causando serias quemaduras. Los vapores son muy irritantes a los ojos y membranas mucosas por lo que deben ser evitados. El ácido es muy soluble en agua y sus soluciones acuosas son aún más corrosivas que el producto anhidro, no es inflamable, pero existe el peligro de que reaccione con los metales presentes desprendiendo hidrógeno, el cual puede causar explosiones al mezclarse con el aire. En solución acuosa ataca al vidrio.

b) Efectos Fisiológicos.

1. El HF líquido es corrosivo y ataca a los tejidos de la piel y los ojos, produciendo rápidamente daños parecidos a las quemaduras. Los vapores de HF también son irritantes para la piel, ojos y tejidos pulmonares y pueden producir daños tan severos como los producidos por el ácido líquido.

2. La acción del HF al producir daños es triple: un efecto de deshidratación, un efecto corrosivo y un efecto tóxico específico del ion fluoruro.

3. Las quemaduras debido al HF líquido pueden ser inmediatas o retardadas, dependiendo de la concentración de ácido, pero en cualquiera de los dos casos, es muy dolorosa y se acompaña de una sensación de pulsaciones alrededor del área afectada.

4. Las quemaduras inmediatas son causadas por contacto con el ácido líquido anhidro y por soluciones acuosas de HF en concentraciones mayores al 20% en volumen (20% o más en volumen de HF en agua). El dolor y la formación de ampollas son inmediatas.

Los daños retardados son causados por el contacto con soluciones acuosas de HF en concentraciones menores al 20% en volumen. Estas bajas concentraciones son muy probables de encontrar en escamas o cascarillas formadas por el ácido, en los aceites solubles en ácido, en el agua que permanezca próxima a los equipos de servicio de ácido, en herramientas contaminadas, equipos y otros. La sensación de dolor y la formación de ampollas por el contacto pueden aparecer después de varias horas.

5. La inhalación de vapores de HF concentrados pueden producir irritaciones severas a los pulmones, las cuales pueden ser seguidas por una congestión retardada de los mismos.

5.4 Antecedentes de los Sistemas para la Mitigación de Fugas de HF:

a) Aspersión de Agua Mediante Monitores de Agua Contra incendio.

Los estudios llevados a cabo por el API en plantas de alquilación, demostraron la efectividad de los monitores de agua contra incendio para la mitigación de vapores de ácido. La eficiencia de remoción de vapores de ácido con monitores solo es un poco menor que la que se obtiene cuando se utilizan cortinas de agua formadas mediante boquillas aspersoras fijas.

No obstante, cuando se usen monitores para aplicar el agua de mitigación, se debe tomar en cuenta la posibilidad de daños a la unidad debido al impacto del chorro en caso de una activación rápida, el gran volumen que manejan y a la alta presión que desarrollan.

b) Sistemas de Aspersión Directa a Equipos Mediante Boquillas.

Los estudios teóricos y experimentales también han demostrado que los aspersores de agua colocados apropiadamente, pueden ser altamente efectivos en la mitigación de los efectos de liberaciones accidentales de HF, al igual que para el ácido de las unidades de alquilación. Al aplicar estos resultados al diseño actual de sistemas de mitigación, se requiere información acerca de los efectos del diseño de la boquilla, el tamaño de la gota de aspersión y del ángulo de aspersión, sobre la efectividad de remoción de HF.

En lo que se refiere al diseño final de los sistemas de mitigación, éste estará determinado por factores locales, tales como: el estudio de evaluación de riesgos, el impacto en el medio ambiente, el tamaño, tipo y localización de la unidad, red de agua contraincendio existente y el sistema de esparido.

6. SISTEMA DE MITIGACIÓN

El sistema de mitigación propuesto, tiene como propósito minimizar el riesgo de una fuga accidental de HF y reducir sus efectos en caso de que ocurra. El sistema comprende los siguientes aspectos básicos:

- 6.1) Detección de fugas
- 6.2) Monitoreo
- 6.3) Mitigación
- 6.4) Recolección del agua ácida
- 6.5) Neutralización

6.1 Detección de Fugas.

Por medio de instrumentos:

En el caso de un escape de HF al medio ambiente, la detección confiable y oportuna juega un papel importante en la mitigación de las consecuencias. La detección de fugas de ácido se hace por medio de detectores fijos localizados estratégicamente en todas las áreas en donde se maneja el HF. El sistema de detección propuesto y sus componentes específicos, considera su propósito particular, los detalles del proceso, la ubicación de la planta, la posible interferencia de otros compuestos químicos y las condiciones meteorológicas del lugar. Sin embargo, en la elección definitiva del sistema y sus componentes se debe considerar que algunos aspectos, tales como la variación de la temperatura ambiente y humedad relativa pueden afectar significativamente la operación de estos dispositivos y del sistema en general.

Por medio del personal:

Aunque no se pretende que el personal que labora en la planta sirva como detector en el sentido estricto, el adiestramiento que recibe acerca del manejo de las sustancias peligrosas existentes en la planta, le permitirá estar alerta y reconocer la presencia de vapores potencialmente peligrosos en el área, ya sea a través de la identificación de olores específicos o inusuales o por la observación. Esto puede indicar una situación peligrosa para tomar las acciones correctivas que correspondan de acuerdo a un plan de emergencia preestablecido.

6.2 Monitoreo.

Como un auxiliar en la identificación de fugas de HF, se utilizarán cámaras de televisión y monitores de video conectados en circuito cerrado, aprovechando que los vapores de este ácido son opacos y se pueden distinguir por este medio. Las cámaras estarán

enfocadas hacia los puntos más frecuentes de fuga y generarán una alarma cuando detecten un cambio repentino con respecto a la imagen que esta siendo enfocada. Serán operadas desde el cuarto de control y contarán con capacidad de giro y acercamiento que permitan cubrir los puntos más probables de fuga con suficiente detalle para detectar problemas.

6.3 Mitigación.

Tal y como se estableció en las bases del presente estudio, se utilizará la técnica de mitigación de vapores de HF por absorción con agua, aprovechando su gran solubilidad en este medio, para lo cual se utilizarán tres métodos de aspersión:

1. Mediante espreas dirigidas hacia los puntos más probables de fuga.
2. Usando monitores del tipo de agua contra incendio con chorro en forma de niebla.
3. Por medio de una cortina de agua colocada en la periferia de las áreas de mayor riesgo.

En el caso de presentarse fugas pequeñas en los puntos protegidos mediante aspersión directa, se activará manual o automáticamente la válvula de suministro de agua al sistema que corresponda para contrarrestar el efecto de la fuga. Si el agua no resultara suficiente para absorber la totalidad del ácido escapado o si el agua no cubriera la totalidad de la fuga, por la manera en que se presente la fuga o por efecto del viento, se utilizará un monitor para mitigación dirigiendo su chorro hacia el punto de fuga, de tal manera que el cono de agua formado cubra por completo los vapores escapados. Si la fuga resultara muy cuentiosa o cuando las condiciones en que se presente no permitan atrapar la totalidad de vapores por los métodos anteriores, se activará la cortina perimetral de agua del área afectada, propiciando una tercera barrera a los vapores fugados. De esta manera, el sistema de mitigación proporcionará la protección adecuada ante cada caso de fuga que se pueda presentar, incluyendo el más crítico considerado como base de este estudio.

El abastecimiento de agua para mitigación, se hará a partir de la red actual de agua contra incendio de la refinería, la cual deberá ser adaptada dentro de la planta para satisfacer los nuevos requerimientos de flujo de agua simultáneo para mitigación y contra incendio.

Las técnicas actuales de mitigación de HF en plantas de alquilación consideran las facilidades necesarias para la reducción de inventarios de ácido ante una situación de escape de la sección de reacción, que es donde se concentra la mayor cantidad de ácido en el proceso.

Al respecto, es importante señalar que la Planta de Alquilación "MR" fue diseñada en el año de 1959 y que desde entonces, Phillips Petroleum ha venido haciendo mejoras sustanciales a plantas nuevas o remodeladas con el propósito de hacerlas más seguras y rentables.

Desde el punto de vista de la seguridad, se han hecho cambios en los diseños tendientes a la reducción de riesgos de fugas cuantiosas de ácido tales como: sistemas de transferencia rápida de ácido hacia un tanque de almacenamiento diseñado e instalado para este fin. Generalmente, estos sistemas remueven todo el ácido por gravedad a través de tuberías de 4" de diámetro en aproximadamente 10 minutos. Aunque el grado de reducción de riesgo que puede ser alcanzado es específico para cada lugar, mediante esta técnica se pueden esperar reducciones de riesgos del orden del 90%, de acuerdo con un estudio preparado para una planta típica de alquilación de 15,000 BPD.

Para el caso particular que nos ocupa, se podría implementar un sistema de vaciado rápido, lo cual implicaría adicionar las tuberías y válvulas de bloqueo necesarias y colocar el tanque receptor de ácido por debajo del nivel del piso, a fin de lograr la transferencia de ácido por gravedad y no hacer mayores afectaciones a la operación de la planta. Esta alternativa es la más simple considerando que no implica mayores cambios a lo instalado. Sin embargo, si se tiene planeado hacer una remodelación o ampliación de capacidad de la planta, es altamente probable que resulte más rentable incorporar estas modificaciones a los cambios en el proceso propiciando un diseño más conveniente sin mayores repercusiones en lo económico. Se estima que unas modificaciones de esta naturaleza podrían costar alrededor de 3.5 millones de dólares, incluyendo las modificaciones al proceso y las adiciones relativas a la seguridad.

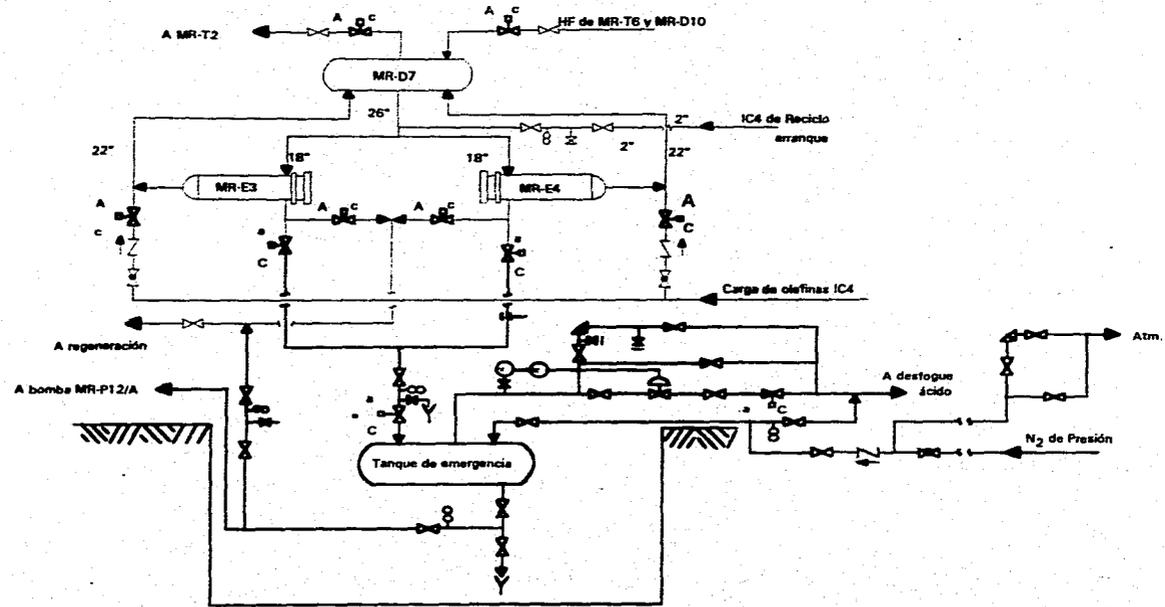
6.4 Recolección del Agua Ácida

El sistema de aspersión se complementará con un sistema de drenaje que permita el desalojo del agua ácida producto de la operación del sistema de aspersión en respuesta a un evento de fuga de HF. El estudio considera las facilidades necesarias para el desvío del agua ácida hacia la fosa de captación diseñada con este fin, para su posterior tratamiento de neutralización.

6.5 Neutralización.

La alternativa analizada en este estudio corresponde a la propuesta por el personal de la refinería que se refiere únicamente a la neutralización del agua ácida hasta obtener un pH entre 6 y 8, sin la remoción de fluoruros. Para dicho tratamiento, será necesario adicionar una fosa anexa a la fosa de captación de agua ácida en donde se llevará a cabo la reacción de neutralización utilizando solución al 5% de Hidróxido de Sodio, antes de enviarla al colector principal de agua pluvial de la refinería.

SISTEMA DE EMERGENCIA PARA VACIADO DE ACIDO



* Esta válvula cierra al alcanzar el nivel máximo en el tanque

— Existente
- - - Nuevo

Durante el vaciado, se deben parar las bombas:
MR-P1A
MR-P2
MR-P12/A

Cerrar válvulas de recirculación de IC4 del MR-D9 y fondos DC3

A: Abierta en operación normal
C: Cerrada en operación normal
a: Abierta durante el vaciado de emergencia
c: Cerrada durante el vaciado de emergencia

7. EQUIPOS A PROTEGER

Después de analizar las condiciones de operación de los equipos y tuberías del proceso, de considerar las cantidades y concentración de ácido contenido en cada uno de ellos y de identificar los puntos más probables de fuga de ácido, se determinó que los equipos principales que deben ser considerados en el diseño del sistema de mitigación son los que se muestran en la tabla No. 1.

Las tablas No. 2, 3 y 4 muestran información acerca de los arreglos de tubería, diámetros requeridos y la distribución de boquillas aspersoras en los diferentes equipos y áreas a proteger, ya sea por medio de aspersión directa a equipos (tabla No. 2) o mediante cortinas de agua (tablas No. 3 y 4). Los datos mostrados no son definitivos y tienen validez solo para propósitos del presente estudio técnico-económico, los cuales deberán ser ajustados en la etapa de Ingeniería Básica y de Detalle.

8. CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES PARA MITIGACION

8.1. Suministro de Agua para Mitigación.

El agua para el sistema de mitigación será tomada de la red de agua contraincendio existente. El presente estudio consideró hacer los mínimos cambios posibles a la red de tuberías actual de la planta, con motivo de la adición del sistema de mitigación; no obstante, será necesario hacer algunas adecuaciones dentro de la misma para poder satisfacer los nuevos requerimientos de flujo de agua y cumplir con la presión mínima requerida. También se consideró que la refinería puede suministrar hasta 8000 gpm a la planta, y se asume que esto solo sería posible hacerlo alimentando por dos puntos a la vez, en virtud de los diámetros de tubería de la red de agua contraincendio existente, de acuerdo con la información proporcionada para este trabajo. En la etapa de Ingeniería Básica y de Detalle, sería conveniente realizar la comprobación hidráulica de la red contraincendio para verificar que se podrá contar con este flujo.

Al considerar que la zona de reacción es el área en donde se puede presentar el caso más crítico de fuga de HF, se encontró que se requerirán hasta 5308 gpm de agua para la mitigación de vapores, mismos que se suministrarán a través del sistema de aspersión local (1304 gpm), un monitor de 2000 gpm y la cortina perimetral (2004 gpm) para garantizar la mayor eficiencia en la absorción del ácido. Adicionalmente, para el caso en que se llegara a presentar una situación de fuego en forma simultánea al escape de ácido, se ha previsto el uso de 2000 gpm para atacar este problema. Por lo tanto, el requerimiento máximo estimado asciende a 7308 gpm, los cuales deberán ser alimentados a través del anillo distribuidor de la planta, de tal manera que se asegure el flujo y presión requeridos en cada sistema. Esto implicará el abastecimiento simultáneo a la planta por dos puntos por lo menos.

TABLA No. 1

MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO PLANTA DE ALQUILACION REFINERIA MADERO, TAM.					
EQUIPOS QUE REQUIEREN PROTECCION CONTRA FUGAS DE HF					
LISTA DE EQUIPO	Conc. Peso	FORMA DE MITIGACION (ABSORCION CON AGUA)			
		Por Aspersión Directa	Por monitor C.I.	Por cortina	
TORRES					
MR-T-6	REGENERADORA DE ACIDO	52%	✓	✓	—
RECIPIENTES					
MR-D-1	ACUMULADOR DE ACIDO	90%	✓	✓	✓
MR-D-2	ACUMULADOR DE DESFOGUE ACIDO	variable	✓	✓	✓
MR-D-7	ASENTADOR DE ACIDO	55.6%	✓	✓	✓
MR-D-9	ACUMULADOR DE ISOBUTANO DE RECIRCULACION	2%	✓	✓	—
MR-D-10	ACUMULADOR DE PROPANO	8%	✓	✓	—
CAMBIADORES DE CALOR					
MR-E-3	ENFRIADOR DE ACIDO FLUORHIDRICO	90.16%	✓	✓	✓
MR-E-4	ENFRIADOR DE ACIDO FLUORHIDRICO	90.16%	✓	✓	✓
MR-E-7A,B	ENFRIADOR DE RECIRCULACION	0.6%	✓	✓	—
MR-E-8A-D	CONDENSADOR DE TORRE DESISOBUTANIZADORA	2%	✓	✓	—
MR-E-12	INTERCAMBIADOR CARGA VS FONDOS DESPROP.	1.11%	✓	✓	—
MR-E-15A,B	CONDENSADOR DE LA DESPROPANIZADORA	8%	✓	✓	—
MR-E-22A,B	CONDENSADOR DEL REGENERADOR DE ACIDO	52%	✓	✓	—
MR-E-24	VAPORIZADOR DE HF	52%	✓	✓	—
BOMBAS					
MR-P-8/A	RECIRCULACION DE MR-T-1	1.11%	✓	✓	—
MR-P-8/A/B	CARGA A DESPROPANIZADORA	1.11%	✓	✓	—
MR-P-9/A/B	REFLUJO DE MR-T-3, MR-T-4	2.3%	✓	✓	—
MR-P-12/A	ACIDO REGENERADO	80.3%	✓	✓	✓

Nota:

1. Los diámetros de tuberías y la distribución de boquillas de aspersión indicados en esta tabla son estimados para propósitos del estudio técnico-económico.

TABLA No. 2

MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO PLANTA DE ALQUILACION REFINERIA MADERO, TAM.										
ASPERSION DIRECTA A EQUIPOS										
SISTEMA	EQUIPO PROTEGIDO	TIPO DE ASPERSION	SUMINISTRO GENERAL		Ø DE RAMAL PRINCIPAL	CABEZAL (C) O ANILLO (A) DE DISTRIBUCION			NUMERO TOTAL DE BOQUILLAS	
			Ø DE TUBO	Ø DE VALVULA AUT./MAN.		NO.	Ø	NO. BOQ		
IA	D-1	LOCAL			3"	1° A	2"	6	10	
	D-2	LOCAL				2° A	2"	4		
						1° A	2"	10		
	P-12	TOTAL				2° A	2"	4		
						1° C	1"	2		
	P-12A	TOTAL			2"	1° C	1"	2	2	
TOTAL			4"	4 1/2"					28	
IA	D-7	TOTAL			6"	1° A	2"	12	36	
						2° A	2"	12		
						3° A	2"	12		
		TUBOS REACTORES	TOTAL				1° C	2"		6
						2° C	2"	6		
						3° C	2"	10		
	E-3	TOTAL			3"	1° A	2"	12	12	
	E-4	TOTAL			3"	1° A	2"	12	12	
TOTAL			8"	6 7/8"					82	
IB	T-6	LOCAL			2"	1° A	2"	4	4	
	E-24	LOCAL				1° C	2"	2		
						2° C	2"	2		
	E-22A	LOCAL				1° C	2"	2		
						2° C	2"	2		
	E-22B	LOCAL			2"	1° C	2"	2	4	
					2"	2° C	2"	2	4	
TOTAL			4"	3 1/2"					16	

TABLA No. 2 Continuación

MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO PLANTA DE ALQUILACION REFINERIA MADERO, TAM.									
ASPERSION DIRECTA A EQUIPOS									
SISTEMA	EQUIPO PROTEGIDO	TIPO DE ASPERSION	SUMINISTRO GENERAL		Ø DE RAMAL PRINCIPAL	CABEZAL (C) O ANILLO (A) DE DISTRIBUCION			NUMERO TOTAL DE BOQUILLAS
			Ø DE TUBO	Ø DE VALVULA AUT. MAN.		NO.	Ø	NO. BO Q	
IVA	P-5	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	P-6A	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	P-6	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	P-6A	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	P-6B	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	P-9	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	P-9A	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	P-9B	TOTAL			3"	1 C	1"	2	2
	TOTAL			4"	3 1/2"				
IVA	D-9	LOCAL			4"	1° A	2"	12	26
						2° A	2"	8	
						3° A	2"	6	
	E-7A	LOCAL			2 1/2"	1° A	2"	4	8
	E-7B	LOCAL			2 1/2"	2° A	2"	4	
	E-12	TOTAL			2"	1° C	2"	2	4
						2° C	2"	2	
	E-16A	LOCAL			2"	1° C	1"	2	4
						2° C	1"	2	
	E-16B	LOCAL			2"	1° C	1"	2	4
					2° C	1"	2		
D-10	TOTAL				6"	1° A	2"	10	30
						2° A	2"	10	
						3° A	2"	10	

TABLA No. 2 Continuación

MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO PLANTA DE ALQUILACION REFINERIA MADERO, TAM.

ASPERSION DIRECTA A EQUIPOS									
SISTEMA	EQUIPO PROTEGIDO	TIPO DE ASPERSION	SUMINISTRO GENERAL		Ø DE RAMAL PRINCIPAL	CABEZAL (C) O ANILLO (A) DE DISTRIBUCION			NUMERO TOTAL DE BOQUILLAS
			Ø DE TUBO	Ø DE VALVULA AUT./MAN.		NO.	Ø	NO. BOQ	
	E-SA	LOCAL			2½"	1º A	2"	4	8
	E-SB	LOCAL			2½"	1º A	2"	4	8
	E-SC	LOCAL			2½"	2º A	2"	4	8
	E-SD	LOCAL			2½"	1º A	2"	4	8
					2½"	2º A	2"	4	8
TOTAL			8"	8"/8"					116
GRAN TOTAL									288

NOTAS:

1. Las mismas consideraciones citadas en las notas de la tabla No. 4, son aplicables a los sistemas de aspersión directa referidos en esta tabla.
2. Los diámetros de tuberías indicados en esta tabla son estimados para propósitos del estudio técnico-económico.

TABLA No. 3

**MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO
PLANTA DE ALQUILACION
REFINERIA MADERO, TAM.**

ARREGLO DE TUBERIAS Y DISTRIBUCION DE BOQUILLAS DE ASPERSION									
ASPERSION POR CORTINA									
SISTEMA	EQUIPO PROTEGIDO	TIPO DE ASPERSION	SUMINISTRO GENERAL		Ø DE RAMAL PRINCIPAL	CABEZAL (C) O ANILLO (A) DE DISTRIBUCION			NUMERO TOTAL DE BOQUILLAS
			Ø DE TUBO	Ø DE VALVULA AUT./MAN.		NO.	Ø	NO. BOQ.	
I	D-2 D-1 P-12 P-12A	TOTAL	10"	5"10"	5"	1ª A	4"	62	62
						2ª A	4"	62	
						3ª A	4"	62	
						TOTAL			
II	D-7 TUBOS REACTORES E-3 E-4	TOTAL	10"	5"10"	5"	1ª A	4"	42	42
						2ª A	4"	42	
						3ª A	4"	42	
						TOTAL			
III	CARRO TANQUES	TOTAL	10"	5"10"	5"	1ª C	4"	33	33
						2ª C	4"	33	
						3ª C	4"	33	
						TOTAL			
TOTAL			5"	5"10"					99

Nota:

1. Los diámetros de tuberías y la distribución de boquillas de aspersion indicados en esta tabla son estimados para propósitos del estudio técnico-económico.

8.2. Presión de Suministro de Agua al Sistema.

La presión de suministro de agua a la planta, deberá ser suficiente para la operación adecuada de las espreas y monitores, considerando que se requiere asegurar una presión mínima de 100 psi en las boquillas de monitores y de 90 psi en las espreas del sistema de mitigación, para cubrir el riesgo mayor.

8.3. Flujo de Agua para Mitigación.

Los flujos de agua estimados para cada una de las áreas consideradas para mitigación se muestran en la tabla No. 5. Los flujos definitivos serán los que resulten de los arreglos de tuberías y la cantidad de aspersores y monitores de agua que se determinen en la ingeniería de detalle.

El gasto total de agua será el que resulte de sumar las cantidades necesarias para mitigar una fuga de ácido en el área más crítica, considerando el uso simultáneo de las boquillas de aspersión directa a equipo, un monitor de alta capacidad (2000 gpm) y la cortina de agua de esa área más el agua requerida para el combate de un incendio que se pueda presentar en forma simultánea.

Para propósitos de este estudio, se consideró que el escenario más crítico de fuga de ácido corresponde a un escape de líquido a razón de 60 gpm (227.3 Kg/min).

8.4 Sistema de Bombeo.

El sistema de bombeo de agua para el servicio de mitigación de ácido, debe proporcionar el agua en la cantidad y presión suficientes para cubrir el riesgo mayor que se ha estimado para cada una de las áreas.

Se considera que el sistema de bombeo actual de la refinería cuenta con la capacidad suficiente para suministrar el agua hacia la planta de alquilación en las cantidades requeridas para la mitigación.

El diseño de tuberías se apegará a lo establecido en las Normas de Pemex para el servicio de agua contra incendio.

8.5 Filtración

El agua para mitigación deberá estar libre de partículas sólidas que pudieran obstruir las espreas en el momento de poner en servicio el sistema.

Las boquillas del sistema de aspersión necesitan ser protegidas para evitar la entrada de partículas tales como arena, escoria, algas, invertebrados (insectos), etc. mediante un tamizado o filtrado adecuado del agua. Esto implica remover, cuando menos, las partículas con diámetros mayores al 50% del diámetro del orificio de paso de la boquilla.

TABLA No. 4

MITIGACION DE FUGAS DE ACIDO FLUORHIDRICO PLANTA DE ALQUILACION REFINERIA MADERO, TAM.	
FLUJOS DE AGUA PARA MITIGACION DE HF Y COMBATE DE INCENDIO	
ZONA DE ALMACENAMIENTO HF	GPM
Cortina (I)	2958
Sistema de Aspersión Directa (IA)	445
Monitor de alta capacidad	2000
Un monitor estandar	500
TOTAL	6903
ZONA DE REACCION	GPM
Cortina (II)	2004
Sistema de Aspersión directa (IIA)	1304
Un monitor de alta capacidad	2000
Agua contra incendio (Nota 1)	2000
TOTAL	7308
ZONA DE BOMBAS	GPM
Sistema de Aspersión directa (IIIA)	255
Un monitor de alta capacidad	2000
Un monitor estandar y dos mangueras C.I.	1000
TOTAL	3255
ZONA DE FRACCIONAMIENTO	GPM
Sistema de Aspersión directa (IVA)	1845
Un monitor de alta capacidad	2000
Tres monitores estandar y dos mangueras C.I.	2000
TOTAL	5845
ESTACION DE DESCARGA DE HF	GPM
Cortina (III)	1874
Un monitor de alta capacidad	2000
TOTAL	3874
ZONA DE REGENERACION DE HF	GPM
Sistema de Aspersión directa (IIB)	255
Dos monitores estandar C.I.	1000
TOTAL	1255

Notas:

1. Flujo estimado para el combate de un incendio simultaneo a la fuga de HF.
2. La determinación de flujos de agua para mitigación de HF y combate contra incendio son estimados para propósitos del estudio técnico-económico.

En este estudio se consideraron diferentes alternativas para el acondicionamiento del agua para mitigación proveniente de la Laguna de los Patos, la cual deberá ser debidamente filtrada para evitar que partículas de más de 1/16" de diámetro lleguen a las espreas del sistema de mitigación y las obstruyan haciéndolas inoperables en el momento de la emergencia.

El sistema de filtración recomendado, consiste de un filtro tipo canasta colocado a la descarga de las bombas de abastecimiento de agua contraincendio a la red de la refinería que serviría para filtrar el agua para el servicio de mitigación de HF e incluso el agua contraincendio para toda la refinería. El agua se almacenaría en un tanque con capacidad suficiente para la protección de los riesgos mencionados. Se estima que un tanque con capacidad de 30,000 Barriles sería suficiente para respaldar el suministro de agua para combatir, tanto el evento de fuga de HF como de incendio, o ambos a la vez.

El sistema de filtración propuesto por la refinería, consiste en instalar un filtro del tipo autolimpiable que maneje el flujo total requerido en el momento de la emergencia que corresponda al caso más crítico y es el que se tomó como referencia para el estudio económico.

8.6 Sistema de Detección y Monitoreo de Fugas de HF.

Filosofía de Operación.

El sistema de detección de HF, deberá proveer una cobertura para todas las áreas del proceso que contienen ácido, así como el área de almacenamiento y de descarga e informar oportunamente al personal en la planta y en el cuarto de control de un escape accidental de ácido y actuar automáticamente el sistema de mitigación.

Asimismo, simultáneamente con la señal de activación del sistema de mitigación, se enviará la señal de arranque de las bombas de suministro de agua y la de apertura y cierre de las válvulas del sistema de drenaje que desviarán el agua ácida hacia la fosa de captación para su posterior tratamiento.

Localización de Detectores de Ácido.

Se cubrirán todas las áreas de la planta donde se maneje ácido, el área de almacenamiento y la estación de descarga. La distancia entre un detector de ácido y una fuente potencial de fuga será la mínima posible para tener una respuesta rápida y alertar de inmediato al personal del área afectada.

Los detectores se localizarán de tal manera que cubran varios puntos probables de escape. Se instalarán alrededor del perímetro de los puntos más probables de fuga con una separación que depende de la estabilidad atmosférica y la velocidad del viento.

Se instalarán detectores en los siguientes puntos:

- Tomas de muestra
- Conexiones bridadas de los equipos y bombas que manejan ácido.
- Estación de descarga de ácido.
- Conexiones de instrumentos en contacto con el ácido.

Circuito Cerrado de TV

Se deberán instalar cámaras de televisión en las áreas consideradas como críticas por el contenido de ácido en los equipos, principalmente en: la estación de descarga de ácido, el área de almacenamiento de ácido y la sección de reacción y regeneración de ácido. Las cámaras deberán colocarse a una altura y distancia que permita observar todos los puntos probables de fuga ya mencionados, así como aquellos lugares en donde se lleven a cabo actividades rutinarias de medición de nivel de ácido, tomas de muestra, inspección y calibración local de instrumentos, relevo de bombas, etc.; para poder visualizar todos los puntos normalmente atendidos por el personal de la planta en donde puede originarse una emergencia.

El circuito cerrado de televisión, deberá ser diseñado para que las cámaras sean operadas desde el centro de control de la planta. Las cámaras contarán con soportes móviles que les permitan girar y con lentes adecuados para lograr acercamientos tales que permitan visualizar un escape de ácido con suficiente nitidez.

El sistema deberá contar con grabadoras de video para el registro de eventos y al menos dos monitores para la selección y visualización de imágenes.

8.9 Sistemas de Aspersión de Agua Directa a Tuberías y Equipo

Se deberán instalar sistemas fijos de aspersión de agua próximos a los puntos más probables de fuga en los equipos que manejan ácido, a saber:

Sellos de bombas
Cabezales de cambiadores de calor
Bridas de tuberías y equipos
Conexiones de drenaje de equipo

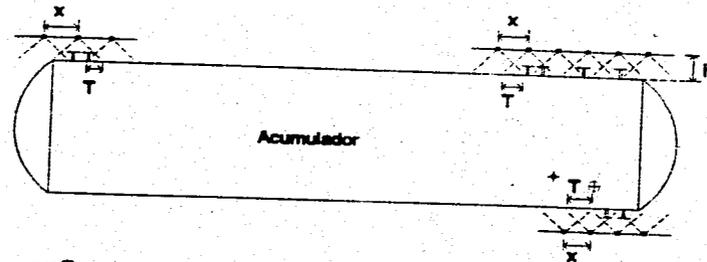
Los tubos reactores y las tuberías que retoman el ácido del asentador e los enfriadores de ácido deberán protegerse mediante estos sistemas fijos.

Localización de Espinas para Aspersión Directa.

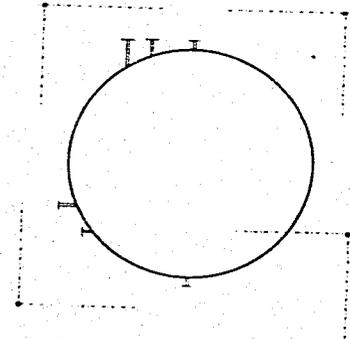
La distancia mínima de la boquilla aspersora a la superficie del equipo será de 0.76m.

ASPERSION DIRECTA A EQUIPOS

Vista lateral



Vista frontal



x = Espaciamento entre espreas, variable

T = Traslape 40%-50%

h = Altura variable (mínimo 0.75m)

Los arreglos de tubería y espreas en los tubos reactores y las bajantes de ácido deberán propiciar una niebla continua alrededor de dichos tubos.

Monitores para Mitigación

Los monitores contraincendio para el servicio de mitigación deberán ser de 2000 gpm de capacidad del tipo operados a control remoto, desde un punto seguro en la planta y desde el cuarto de control.

Los monitores deberán destinarse a la mitigación de ácido en puntos no protegidos por aspersión local, para alcanzar puntos altos y para formar una segunda barrera a los vapores que escapen a la aspersión de agua aplicada mediante los aspersores fijos.

Los monitores se colocarán en plataformas elevadas entre 10 y 20m sobre el nivel de piso de la planta y a una distancia apropiada de los puntos probables de fuga, de tal manera que se puedan alcanzar con un patrón de chorro de niebla ancha adecuada para la dilución y absorción del ácido.

Los monitores deberán estar conectados con tuberías de 10 pulg. al cabezal de suministro de agua para mitigación y contar con válvula de bloqueo.

El sistema de control de los monitores deberá contar con mecanismos que permitan girar la boquilla 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal y mantenerlo estable en la posición seleccionada e informar al cuarto de control. Para evitar accidentes al personal o daños a las instalaciones, la boquilla quedará en la posición de niebla ancha y la señal de posición será enviada al cuarto de control.

Cortinas de Agua.

La cortina de agua se formará mediante esprayado por medio de boquillas colocadas en cabezales horizontales y con arreglos geométricos que propicien una barrera continua en forma de niebla. Se utilizarán boquillas probadas para el servicio de mitigación de ácido fluorhídrico.

La cortina deberá ser actuada automáticamente, en respuesta a la señal generada por dos o más detectores de una misma área en donde se registren las concentraciones de disparo previamente establecidas o manualmente, por decisión del personal ante una situación de fuga detectada en forma visual, por el olor o como respuesta inmediata a la confirmación de fuga advertida por los detectores.

Drenaje de Agua Ácida en el Área de Proceso.

El drenaje de cada una de las áreas a proteger deberá ser acondicionado para manejar el total de agua derramada para la mitigación de ácido junto con el agua proveniente del

sistema contraincendio. El sistema de tuberías deberá estar provisto de un juego de válvulas de operación automática del tipo ON/OFF colocadas una a la entrada de la fosa (normalmente cerrada) y otra a la salida del colector principal de agua pluvial de la planta (normalmente abierta), con el objeto de poder desviar el agua ácida hacia la fosa de captación cuando se presente un evento de fuga de ácido.

Las válvulas antes mencionadas estarán posicionadas normalmente para dejar pasar el agua de lluvia hacia el sistema de recolección de la refinería y bloqueando la entrada a la fosa de captación. En caso de presentarse la contingencia de fuga de HF, las válvulas actuarán por medio de la señal proveniente de los detectores de ácido, que activan el sistema de mitigación, bloqueando el paso del agua ácida hacia la red de drenaje de la refinería y permitiendo el acceso hacia la fosa.

El diámetro estimado para el drenaje pluvial de cada una de las secciones protegidas por el sistema de aspersión de agua para mitigación, fueron determinados considerando que deben tener la capacidad de manejar el gasto máximo de agua utilizada en la mitigación por fuga de HF, más el gasto de agua contraincendio, si se requiere usarla simultáneamente. En este caso se consideraron 7308 GPM durante 20 minutos.

Drenaje de Agua Ácida en el Área de Descarga de HF

Se deberá contar con un sistema de drenaje para la captación de agua ácida en el área de descarga de HF, considerando criterios similares a los tomados para el diseño del drenaje de agua para el área de proceso. El sistema deberá descargar hacia una fosa de captación de agua ácida diseñada para este fin y contará con una bomba para enviar el agua ácida a neutralización en la fosa del área de proceso.

Drenaje Ácido.

En virtud de que actualmente la planta no cuenta con un sistema de drenaje químico, se hace notar la necesidad y conveniencia de instalar un drenaje que conduzca los derrames del área ácida que se generan durante la operación normal de la planta y cuando los equipos que manejan ácido salgan a mantenimiento. Las corrientes ácidas se deben recibir en una fosa, en donde se llevará a cabo el tratamiento para su neutralización. Una vez hecha la neutralización, el producto se podrá enviar hacia el colector de drenajes de la refinería.

El drenaje químico constará de una trinchera en la cual se alojará una tubería de PVC que recolectará los derrames, así como los drenes de los equipos de servicio ácido y de los tratadores caústicos.

Los puntos de descarga más importantes son:

Torre Desbutanizadora	MR-T-2
Intercambiador carga/fondos Despropanizadora.	MR-E-12
Enfriadores de HF	MR-E-3/4
Torre Regeneradora de Ácido	MR-T-6
Acumulador de Ácido	MR-D-1
Asentador de Ácido	MR-D-7
Tratador Caústico de Butano	MR-D-13
Tratador Caústico de Propano	MR-D-12
Acumulador	MR-D-19

Fosas de Captación de Agua Ácida.

a) En el Área de Proceso

El sistema de mitigación se complementa con una fosa con capacidad suficiente para recibir toda el agua utilizada en la mitigación de HF, tomando en cuenta el caso más crítico. El volumen de agua a captar es el volumen máximo de agua que se utilizará en la mitigación de fuga por HF más el volumen de agua proveniente del sistema contraincendio, si se llegase a presentar un incidente por fuego de forma simultánea, durante el tiempo que dure el control de la fuga de ácido.

La duración del evento de fuga de ácido considerado para fines de diseño fue de 20 minutos, independientemente de que el evento de fuego dure más tiempo. Esto significa que una vez controlada la fuga de ácido y el fuego continúe, deberá bloquearse la válvula colocada a la entrada de la fosa y abrir la que se encuentra en la línea de salida al colector principal para enviar el agua fuera de la planta.

b) En el Área de Descarga de HF

En virtud de que el área de descarga de HF está muy alejada de la planta y que no es factible conectar la tubería de drenaje de esa área con la fosa de captación en el área de proceso, se deberá contar con una fosa de captación de ácido fluorhídrico en el área de descarga de HF con las dimensiones necesarias para captar el volumen de agua proveniente del sistema de mitigación en esa área.

Localización de las Fosas de Captación

La fosa de captación del área de proceso, deberá ser localizada lo más cerca posible al cabezal principal de salida de agua pluvial de la planta en cuestión, considerando: que el envío de agua hacia la fosa debe ser por gravedad, por lo tanto, es importante tomar en cuenta el nivel de arrastre de las tuberías para evitar una fosa muy profunda.

De igual manera, la fosa del área de descarga de ácido deberá localizarse en un lugar apropiado para captar el agua ácida en forma inmediata y en un lugar seguro.

Medición de pH.

El monitoreo del pH en la fosa después de controlar el siniestro se hará manualmente para obtener un valor representativo y con este tomar la acción correspondiente.

Neutralización de Agua Ácida

Al aplicar el rociado de agua sobre los vapores de HF que escapan de alguna tubería o equipo, forman una solución de ácido fluorhídrico que se colecta a través del drenaje pluvial y recibe en la fosa de captación para ser neutralizada en caso necesario. Una vez que haya concluido el evento de fuga y se concrete la captación del agua ácida, se requiere llevar a cabo una prueba de acidez, y en función de esto, se decide si se envía a neutralización o se permite el su salida al sistema de efluentes. Si la acidez de la solución es tal que su pH está entre 6 y 8, no se requiere tratamiento posterior y se envía hacia el colector de drenajes fuera de la planta; en caso contrario, se requiere neutralizar.

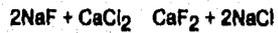
La neutralización se lleva a cabo poniéndola en contacto con una solución de sosa cáustica al 5 % para propiciar la siguiente reacción:



Ya que Pémex considera que no hay inconveniente en enviar los fluoruros al sistema de tratamiento de efluentes, solo se incluyó una sección de tratamiento para llevar a cabo esta reacción que genera sales solubles. Conviene señalar que esta sal soluble (fluoruro de sodio) puede llegar a generar problemas ambientales si la descarga final de aguas residuales llegara a contener una concentración mayor de 50 ppm. En los diseños actuales de plantas de alquilación licenciadas por la Cia. Phillips Petroleum, se incluye un sistema de tratamiento para la remoción de fluoruro de sodio hasta una concentración máxima que va de 15 a 30 ppm, como fluor, en la corriente de agua que sale de la planta.

Por otra parte, a pesar de que la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-003-ECOL/93, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de refinación y petroquímica, no especifica ningún límite para fluoruros, puede llegar el momento en que la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos, a través de la Comisión Nacional del Agua, fije alguna condición particular de descarga que especifique algún límite para fluoruros, como es el caso actual para otro tipo de industrias a las que se les señala un contenido máximo de 15 ppm de fluoruros en sus aguas residuales.

Por lo tanto, consideramos importante remarcar la conveniencia de hacer la separación de estas sales dentro del sistema de tratamiento de neutralización, para lo cual se requeriría precipitarlas como sólidos. Para ello se requiere una reacción adicional utilizando solución de cloruro de calcio al 29 % como se indica a continuación:



Lo anterior implica el diseño de una fosa especial para la reacción y remoción de los sólidos separados, la cual quedó fuera de este estudio.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

9. REFERENCIAS

- API 750 "Management of Process Hazards", first edition, January 1990.
- API 751 "Safe Operation of Hydrofluoric Acid Alkylation Units", first edition, June 1992.
- API 2031 "Combustible Gas Detector Systems and Environmental and Operational Factors Influencing Their Performance", first edition, January 1991.
- API 2030 "Guidelines for Application of Water Spray System for Fire Protection in the Petroleum Industry"
- NO.01.0.26 Requisitos Generales para el Proyecto, Construcción y Equipamiento de las Redes de Agua Contraincendio. sep., 1990.
- Effectiveness of Water Spray Mitigation Systems for Accidental Releases of Hydrogen Fluoride (Volume I Detailed Report): Jun. 89
U.S. Department of Energy
OAK Ridge, TN.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

e) Conclusiones

- 1. La implementación del sistema de mitigación de fugas de ácido mediante aspersión de agua en la planta de alquilación es altamente recomendable para abatir los efectos potenciales de daños al personal y en caso extremo, a la población circunvecina.**
- 2. El sistema de mitigación puede abastecerse de agua de la red contraincendio actual incorporando algunas modificaciones necesarias para su buen funcionamiento.**
- 3. En apego a los datos proporcionados por la refinería, el estudio indica que no se requiere adicionar más equipo de bombeo de agua para mitigación ni sustituirlo.**
- 4. El sistema de mitigación de fugas de HF requerido en la planta comprende la aspersión directa de agua mediante sistemas fijos, monitores del tipo de agua contraincendio y cortinas de niebla, complementado con un sistema de drenajes para la recolección de agua ácida y una fosa de captación y neutralización.**
- 5. El área de descarga de ácido deberá ser protegida contra fugas mediante aspersión de agua, a través de monitores contraincendio y una cortina de niebla, complementado con las facilidades para la recolección de agua ácida y su envío a neutralización.**
- 6.- El presente estudio técnico-económico para el sistema de mitigación de fugas de HF, no incluye el análisis detallado del sistema de vaciado rápido de ácido en caso de un percance, el cual complementa al sistema de mitigación, al aumentar considerablemente el grado de seguridad de una planta de alquilación, ya que no está considerado dentro del alcance cotizado.**

b) Recomendaciones

1. El diseño del sistema de mitigación deberá apegarse a los criterios y conceptos aquí indicados a fin de asegurar la mayor eficiencia, aunque esto pudiera suponer una mayor inversión respecto a lo esperado.
2. Dentro del concepto de mitigación, es altamente recomendable incorporar a la planta un sistema de vaciado de ácido en caso de emergencia por fuga, como se hace en los diseños actuales, considerando la alternativa de adiccionario a la planta como está actualmente o dentro del alcance de una remodelación que se tenga contemplada y mediante un análisis económico detallado determinar la opción más viable.
3. Implementar, en la refinería, un sistema de filtración del agua para el servicio contraincendio-mitigación que considere la filtración previa (mediante filtros tipo canasta), almacenamiento y distribución a través de la red actual, con lo cual se eliminaría el problema actual de obstrucción de boquillas en los sistemas de aspersión de toda la refinería, en lugar de hacerlo en forma exclusiva para la planta de alquilación utilizando filtros autolimpiables, los cuales por sí solos no eliminan la posibilidad de taponamiento súbito por arrastre de material sedimentado en las tuberías durante el evento de emergencia. Esto significaría dejar fuera de servicio el sistema de mitigación en el momento en que más se requiere.
4. Actualizar el sistema de detección de ácido y de explosividad de la planta incorporando los detectores instalados al nuevo sistema propuesto, aprovechando sus ventajas por los adelantos tecnológicos.
5. Complementar la neutralización del agua ácida hasta formar fluoruros insolubles para poder removerlos antes de incorporar el agua neutralizada al colector general de aguas de la refinería.
6. Implementar un sistema de drenaje ácido en la planta con su respectiva fosa de captación y neutralización.

PROPUESTA QUE PRESENTA EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO A PEMEX-REFINACIÓN, CON OBJETO DE DESARROLLAR LA INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MITIGACIÓN DE FUGAS DE ÁCIDO FLUORHÍDRICO EN LA PLANTA DE ALQUILACIÓN "MR" DE LA REFINERÍA "FRANCISCO I. MADERO" EN CD. MADERO, TAMPS.

CONTENIDO

- ANTECEDENTES
- OBJETIVO
- ALCANCE
- ACTIVIDADES PRINCIPALES
- COSTO DE LOS SERVICIOS
- VIGENCIA DE LA OFERTA
- PROGRAMA EJECUTIVO

ANTECEDENTES

Se elabora la presente cotización con el propósito de estimar las actividades y los recursos que se requieren durante el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle para instalar un sistema de mitigación de fugas de ácido fluorhídrico, mediante la aspersión de agua en la Planta de Alquilación de la Refinería de Cd. Madero, Tamps.

Lo anterior obedece a que las autoridades de la Refinería proyectan incrementar la seguridad del personal que labora en la planta y evitar posibles afectaciones a la población civil y al medio ambiente. Por lo tanto, con la intención de satisfacer plenamente las necesidades de la unidad, se procedió a definir el alcance de los servicios solicitados, basándose principalmente en los criterios de diseño y parámetros técnicos de los sistemas más recientes de mitigación de vapores de "HF" utilizados en plantas industriales, los resultados obtenidos en el Estudio Técnico desarrollado con anterioridad para la misma planta y los lineamientos establecidos por PEMEX para optimizar la funcionalidad del sistema.

OBJETIVO

Estimar las actividades de Ingeniería involucradas en el desarrollo de la Ingeniería básica y de detalle, a fin de instalar un sistema de mitigación de fugas de ácido fluorhídrico mediante aspersión con agua, en la planta de Alquilación "MR" de la Refinería "Francisco I. Madero" en Cd. Madero, Tamps.

ALCANCE

La propuesta se estructuró de tal manera que se presentan las principales actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle que se requieren para garantizar la correcta implementación de un sistema de mitigación de fugas de ácido fluorhídrico mediante aspersión con agua, en la planta de Alquilación "MR" de la Refinería "Francisco I. Madero" en Cd. Madero, Tamps., incluyendo las correspondientes a la procura de equipo y materiales. En base a lo anterior, se procedió a definir el alcance de la propuesta de acuerdo a los criterios de diseño y lineamientos establecidos por PEMEX-Refinación para la ejecución del proyecto, contemplándose fundamentalmente la realización de diversos trabajos que por su relevancia se consideran necesarios para especificar adecuadamente todos los componentes del sistema, lograr un óptimo diseño del mismo, satisfacer plenamente los requerimientos de la Unidad, cumplir con las normas de seguridad vigentes para el personal y la preservación del medio ambiente.

Una vez concluida la ingeniería básica del sistema, se programará una visita a la Refinería para llevar a cabo una presentación preliminar de resultados, con objeto de validar y/o adecuar el diseño obtenido. Por lo tanto, las actividades a desarrollar y el alcance de los trabajos considerados en la ingeniería de detalle, estarán sujetos a posteriores revisiones o ajustes, dependiendo del diseño definitivo de la ingeniería básica.

ACTIVIDADES PRINCIPALES

Con el propósito de presentar una visión más amplia de la magnitud del trabajo y del grado de participación de cada especialidad, a continuación se indica el tipo de actividades de Ingeniería que se realizarán y el estimado de H-H que se requieren ejercer para el desarrollo de la Ingeniería básica y de detalle:

INGENIERÍA BÁSICA:

Diseño de Proceso

Revisión de bases de diseño
Revisión del diagrama de flujo de proceso
Participación en la elaboración de la filosofía operacional del sistema de neutralización de agua ácida
Especificación de la fosa de captación de agua ácida
Elaboración de la lista de equipo principal
Cálculo de requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos

Subtotal: 290

Ingeniería de Sistemas

Actualización del PLG
Elaboración de DTI'S (2)
Elaboración de la lista de líneas
Revisión hidráulica del sistema de drenaje
Elaboración de hojas de datos de bombas
Elaboración de hojas de datos de instrumentos de flujo
Elaboración de hojas de datos y especificación de válvulas de relevo

Subtotal: 450

Ingeniería de Control

Elaboración del índice de instrumentos
Elaboración de diagramas de instrumentación
Elaboración de la base de datos del P.L.C.
Elaboración de la especificación del P.L.C.
Elaboración de hojas de datos y especificación de instrumentos
de seguridad (detectores)
Elaboración de hojas de datos y especificación de instrumentos
Elaboración del diseño y especificación del circuito cerrado de T.V.

Subtotal: 800

Operación y Servicios Técnicos

Desarrollo de la Ingeniería Básica y filosofías de operación

Subtotal: 1200

Coordinación de Proyectos

Coordinación de las actividades involucradas durante la
etapa de diseño del proyecto.

Subtotal: 220

Programación de Proyectos

Programación y control de actividades durante la etapa de diseño.

Subtotal: 80

TOTAL INGENIERÍA BÁSICA: 3,040

INGENIERÍA DE DETALLE:

Ingeniería de Sistemas

Elaboración de requisición de válvulas de relevo.
Elaboración de tabulación técnica de válvulas
Revisión de dibujos de fabricante de válvulas
Revisión hidráulica del sistema de mitigación y espreado

Subtotal: 350

Ingeniería de Control

Elaboración de requisición del P.L.C.
Elaboración de requisición del circuito cerrado de T.V.
Elaboración de requisiciones de instrumentos.
Elaboración de la tabulación técnica del P.L.C., circuito cerrado de T.V. e instrumentos
Revisión de dibujos de fabricante del P.L.C., circuito cerrado de T.V. e instrumentos.
Elaboración de requisiciones de materiales.
Desarrollo de la ingeniería de alambrado eléctrico de instrumentos
Elaboración de dibujos típicos de instalación
Volumen de obra

Subtotal: 1150

Ingeniería Mecánica

Bombas :
- Especificación y elaboración de requisición
- Tabulación técnica
- Revisión de dibujos de fabricante
Volumen de obra

Subtotal: 280

Ingeniería Eléctrica

Revisión al diagrama unifilar
Revisión del plano de distribución de fuerza
Desarrollo de la ingeniería para la alimentación eléctrica
de las bombas nuevas
Revisión de tableros en CCM
Elaboración de requisiciones de materiales eléctricos
Volumen de obra

Subtotal: 520

Operación y Servicios Técnicos

Sistema de seguridad y protección contra incendio (monitores) :
- Especificación y elaboración de requisición
- Elaboración de la tabulación técnica
- Revisión de dibujos de fabricante
Boquillas de aspersión:
- Especificación y elaboración de requisición
- Elaboración de la tabulación técnica
- Revisión de dibujos de fabricante
Desarrollo de las bases de usuario y complemento a la ingeniería
básica del sistema de mitigación de fugas de "HF".
Elaboración del manual de operación
Asistencia técnica en campo durante las pruebas y puesta
en servicio
Revisión de los documentos de ingeniería de detalle
Volumen de obra

Subtotal: 1350

Ingeniería de Tuberías

Diseño de tubería subterránea
Desarrollo de estudios de tubería
Diseño de tuberías en plantas y elevaciones
Elaboración de isométricos para fabricación
Elaboración de requisiciones de materiales

Integración:
- Planos de tuberías
- Isométricos
- Lista de materiales
Volumen de obra

Subtotal: 1730

Análisis de Esfuerzos

Diseño de soportes y guías para tuberías
Diseño de soportes y guías para tuberías en equipos
Revisión isométricos de tubería
Elaboración de isométricos apoyados
Volumen de obra

Subtotal: 430

Civil Concreto

Diseño civil de la fosa de captación de agua ácida
Revisión de drenajes
Diseño de la cimentación de bombas
Elaboración de la lista de materiales
Volumen de obra

Subtotal: 750

Civil Acero

Diseño de estructuras especiales
Volumen de obra

Subtotal: 450

Control de Información de Fabricante

Recepción de dibujos de fabricante de:

- Bombas
- Boquillas de aspersión
- Sistema protección contra incendio (monitores)
- Instrumentos de seguridad (detectores)
- Instrumentación general
- Válvulas de relevo, de presión y de prevención de golpe de ariete
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas de diluvio
- Circuito cerrado de T.V.
- P.L.C.

Integración de los Libros de Proyecto

Subtotal: 380

Tramitación de Equipo y Materiales

Tramitación de requisiciones de:

- Bombas
- Boquillas de aspersión
- Sistema de protección contra incendio (monitores)
- Instrumentos de seguridad (detectores)
- Instrumentación general
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas de relevo
- Válvulas de diluvio
- Circuito cerrado de T.V.
- Material de tuberías
- Material eléctrico
- Material de instrumentos
- P.L.C.

Subtotal: 370

Coordinación de Proyectos

Coordinación del proyecto durante el desarrollo de las actividades involucradas en la ingeniería de procura y de detalle.

Subtotal: 800

Programación de Proyectos

**Evaluación del monto estimado de equipos y materiales
Programación y control de las actividades involucradas en la ingeniería de
detalle.**

Subtotal: 400

TOTAL INGENIERÍA DE DETALLE: 8,960

PROGRAMA EJECUTIVO

El presente programa se puede modificar en función de los ajustes que demande el desarrollo del proyecto.

PROGRAMA DETALLADO

El presente programa se puede modificar en función de los ajustes que se implementen durante el desarrollo del Proyecto.

PROPUESTA PARA DESARROLLAR LA INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE DE UN SISTEMA DE MITIGACION DE FUGAS DE HF DE LA PLANTA DE ALQUILACION MR. DE LA REFINERIA DE CD. MADERO, TAMP.

Nc	ACTIVIDAD	DIAS	INICIO	FIN	1996						1997	
					Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	
1	INGENIERIA BASICA	.47 d	01/Jul/96	03/Sep/96								
2	DISEÑO DE PROCESO	.23 d	01/Jul/96	31/Jul/96								
3	REVISION DE BASES DE DISEÑO	3 d	01/Jul/96	03/Jul/96								
4	REVISION DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	5 d	04/Jul/96	09/Jul/96								
5	PARTICIPACION EN ELAB. FILOSOFIA OPERACIONAL	10 d	04/Jul/96	17/Jul/96								
6	ESPECIFICACION DE LA FOSA DE CAPTACION DE AGUA ACIDA	5 d	11/Jul/96	17/Jul/96								
7	ELABORACION DE LA LISTA DE EQUIPO PRINCIPAL	3 d	11/Jul/96	15/Jul/96								
8	CALCULO DE REQUERIMIENTOS SERV AUX Y AGENTES Q-IM	10 d	16/Jul/96	31/Jul/96								
9	INGENIERIA DE SISTEMAS	.26 d	04/Jul/96	08/Aug/96								
10	ACTUALIZACION DE PLC	5 d	04/Jul/96	09/Jul/96								
11	ELABORACION DE DTS (C)	10 d	11/Jul/96	21/Jul/96								
12	ELABORACION DE LA LISTA DE LINEAS	3 d	25/Jul/96	28/Jul/96								
13	REVISION HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE	5 d	25/Jul/96	31/Jul/96								
14	ELAB. DE HOJAS DE DATOS DE BOMBAS	3 d	01/Aug/96	04/Aug/96								
15	ELABORACION DE H.D. INSTRUMENTOS DE FLUJO	3 d	01/Aug/96	04/Aug/96								
16	ELAB. H.D. Y ESPECIFICACION VALVULAS DE FLUJO	3 d	05/Aug/96	08/Aug/96								
17	INGENIERIA DE CONTROL	.28 d	30/Jul/96	03/Sep/96								
18	ELABORACION DEL INDICE DE INSTRUMENTOS	5 d	30/Jul/96	05/Aug/96								
19	ELABORACION DE DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION	10 d	05/Aug/96	16/Aug/96								
20	ELABORACION DE BASE DE DATOS DEL P.L.C	8 d	26/Aug/96	15/Aug/96								
21	ELABORACION DE LA ESPECIFICACION DEL P.L.C	5 d	16/Aug/96	22/Aug/96								
22	ELABORACION DE H.D. Y ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS DE SEQ	5 d	26/Aug/96	31/Aug/96								
23	ELABORACION H.D. Y ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS	5 d	26/Aug/96	31/Aug/96								
24	ELABORACION DEL DISEÑO Y ESPECIFICACION CIRCUITO CERRADO TL	8 d	27/Aug/96	05/Sep/96								
25	OPERACION Y SERVICIOS TECNICOS	.15 d	18/Jul/96	07/Aug/96								
26	FILOSOFIA DE OPERACION	15 d	18/Jul/96	02/Aug/96								
27	INGENIERIA DE DETALLE	.133 d	01/Jul/96	01/Jan/97								
28	INGENIERIA DE SISTEMAS	.30 d	09/Aug/96	18/Sep/96								

PROPUESTA PARA DESARROLLAR LA INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE DE UN SISTEMA DE MITIGACION DE FUGAS DE HF DE LA PLANTA DE ALQUILACION MR. DE LA REFINERIA DE CD. MADERO, TAMPS.

Nº	ACTIVIDAD	DIAS	INICIO	FIN	1996						1997	
					Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	
29	ELABORACION DE REQUISICION DE VALVULAS DE RELEVÓ	5.00 d	09 Aug 96	15 Aug 96		■						
30	ELABORACION DE TABULACION TECNICA DE VALVULAS	7.00 d	16 Aug 96	23 Aug 96		■						
31	REVISION DE DIBUJOS DE FABRICANTE DE VALVULAS	8.00 d	10 Sep 96	18 Sep 96			■					
32	REVISION H. DRAULICA SIST. MITIGACION Y ESPREADO	15.00 d	15 Aug 96	01 Sep 96		■	■					
33	INGENIERIA DE CONTROL	91.00 d	06 Aug 96	10 Dec 96		■	■	■	■	■	■	
34	ELABORACION DE REQUISICION DE P.L.C.	5.00 d	23 Aug 96	29 Aug 96		■						
35	ELABORACION DE REQUISICION DE CIRCUITO CERRADO DE TV	4.00 d	30 Aug 96	03 Sep 96		■						
36	ELABORACION DE REQUISICION DE INSTRUMENTOS	5.00 d	08 Aug 96	12 Aug 96		■						
37	ELABORACION YAS TECNICA DEL P.L.C. DE C.C. DE TV. E INSTRUMENTOS	24.00 d	26 Sep 96	10 Oct 96			■	■				
38	REVISION DE TAB. DEL P.L.C. C.C. DE TV. E INSTRUMENTOS	39.00 d	24 Oct 96	02 Dec 96				■	■			
39	ELABORACION DE DIBUJOS TÍPICOS DE INSTALACION	7.00 d	11 Oct 96	21 Oct 96				■				
40	VOLUMEN DE OBRA	7.00 d	02 Dec 96	10 Dec 96						■		
41	INGENIERIA MECANICA	35.00 d	06 Aug 96	23 Sep 96		■	■	■				
42	ESPECIFICACION Y ELABORACION DE REQUISICION DE BOMBAS (2)	13.00 d	26 Aug 96	10 Aug 96		■						
43	TABULACION TECNICA DE BOMBAS (2)	5.00 d	20 Aug 96	25 Aug 96		■						
44	REVISION DE DIBUJOS DE FABRICANTE	5.00 d	10 Sep 96	16 Sep 96			■					
45	VOLUMEN DE OBRA	5.00 d	17 Sep 96	22 Sep 96			■					
46	INGENIERIA ELECTRICA	45.00 d	20 Aug 96	21 Oct 96		■	■	■	■			
47	REVISION AL DIAGRAMA UNIFILAR	5.00 d	20 Aug 96	26 Aug 96		■						
48	REVISION DEL PLANO DE DISTRIBUCION DE FUERZA	15.00 d	27 Aug 96	02 Sep 96		■						
49	DESARROLLO DE LA LINA PARA LA ALIMENT. ELECT. DE BOMBAS	13.00 d	10 Sep 96	23 Sep 96			■					
50	REVISION DE TABLEROS DE CCM	13.00 d	24 Sep 96	07 Oct 96			■					
51	ELABORACION DE REQUISICION DE MATERIALES ELECTRICOS	5.00 d	04 Oct 96	10 Oct 96				■				
52	VOLUMEN DE OBRA	5.00 d	14 Oct 96	21 Oct 96				■				
53	OPERACION Y SERVICIOS TECNICOS	105.00 d	08 Aug 96	01 Jan 97		■	■	■	■	■	■	■
54	SIST. DE SPQ Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS (MONITORES)	2.00 d	08 Aug 96	11 Sep 96		■						
55	ESPECIFICACION Y ELABORACION DE REQUISICION	5.00 d	08 Aug 96	14 Aug 96		■						
56	ELABORACION DE LA TABULACION TECNICA	5.00 d	15 Aug 96	21 Aug 96		■						

PROPUESTA PARA DESARROLLAR LA INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE DE UN SISTEMA DE MITIGACION DE FUGAS DE HF DE LA PLANTA DE ALQUILACION MR. DE LA REFINERIA DE CD. MADERO, TAMP.

Nc	ACTIVIDAD	DIAS	INICIO	FIN	1996						1997	
					Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	
57	REVISION DE DIBUJOS DE FABRICANTE	5.00 d	07 Sep 96	11 Sep 96			■					
58	BOQUILLAS DE ASPERSION	25.00 d	12 Sep 96	18 Oct 96			■	■				
59	ESPECIFICACION Y ELABORACION DE REQUISICION	5.00 d	12 Sep 96	18 Sep 96			■					
60	ELABORACION DE TABULACION TECNICA	5.00 d	14 Sep 96	20 Sep 96			■					
61	REVISION DE DIBUJOS DE FABRICANTE	5.00 d	16 Oct 96	21 Oct 96				■				
62	DESARROLLO DE BASES DE USUARIO Y COMPLEM. DE ING. SIST. MITIG.	15.00 d	12 Sep 96	27 Oct 96			■	■				
63	ELABORACION DEL MANUAL DE OPERACION	10.00 d	07 Oct 96	18 Oct 96				■				
64	ASISTENCIA TECNICA EN CAMPO	10.00 d	14 Sep 96	01 Jan 97							■	
65	REVISION DE DOCUMENTOS DE PISO DETALLE	45.00 d	26 Sep 96	07 Nov 96			■	■	■			
66	VOLUMEN DE OBRA	10.00 d	28 Nov 96	21 Nov 96								
67	INGENIERIA DE TUBERIAS	51.00 d	06 Sep 96	15 Nov 96			■	■	■	■		
68	DISENO DE TUBERIAS SUBTERRANEA	5.00 d	21 Sep 96	27 Sep 96			■					
69	DESARROLLO DE ESTUDIOS DE TUBERIA	15.00 d	24 Sep 96	26 Sep 96			■					
70	DISENO DE TUBERIAS EN PLANTAS Y ELEVACIONES	10.00 d	27 Sep 96	10 Oct 96				■				
71	ELABORACION DE ISOMETRICOS PARA FABRICACION	10.00 d	11 Oct 96	24 Oct 96				■				
72	ELABORACION DE REQUISICIONES DE MATERIALES	5.00 d	25 Oct 96	31 Oct 96				■				
73	INTEGRACION	16.00 d	11 Oct 96	01 Nov 96				■	■			
74	PLUNDS DE TUBERIA	6.00 d	11 Oct 96	18 Oct 96				■				
75	ISOMETRICOS	4.00 d	21 Oct 96	29 Oct 96				■				
76	LISTA DE MATERIALES	4.00 d	29 Oct 96	01 Nov 96				■				
77	VOLUMEN DE OBRA	10.00 d	04 Nov 96	15 Nov 96					■			
78	ANALISIS DE ESFUERZOS	36.00 d	11 Oct 96	29 Nov 96				■	■	■		
79	DISENO DE SOPORTES Y GUAS PARA TUBERIAS	10.00 d	11 Oct 96	24 Oct 96				■				
80	DISENO DE SOPORTES Y GUAS PARA TUB. EN EQUIPO	10.00 d	11 Oct 96	24 Oct 96				■				
81	REVISION DE ISOMETRICOS CUENTA T	5.00 d	22 Oct 96	01 Nov 96				■				
82	ELABORACION DE ISOMETRICOS CUENTA T	9.00 d	12 Nov 96	19 Nov 96					■			
83	VOLUMEN DE OBRA	5.00 d	28 Nov 96	29 Nov 96						■		
84	CIVIL CONCRETO	56.00 d	01 Aug 96	17 Oct 96	■	■	■	■	■			

COSTO DE LOS SERVICIOS

El costo total estimado de los servicios, objeto de la presente propuesta, referidos al alcance descrito es de:

Ingeniería Básica:	N\$ 415,300.00
Ingeniería de Detalle:	N\$1'088,600.00 (*)

El importe total de la propuesta arriba indicado, no incluye el I.V.A., ni gastos reembolsables, como son aquellos por concepto de comunicaciones, procesamiento electrónico, transportación y viáticos. Los cargos generados serán por administración, emitiéndose la facturación correspondiente en forma mensual.

- (*) El presupuesto indicado para la Ingeniería de detalle, es un estimado preliminar que estará sujeto a una posterior revisión o ajuste, dependiendo del diseño definitivo de la Ingeniería básica.

VIGENCIA DE LA OFERTA

Los términos económicos de la propuesta y los alcances de trabajo contenidos en ella, se mantendrán firmes por un período de sesenta días calendario a partir de la recepción oficial de este documento por parte del Cliente.

Después del vencimiento de esta vigencia, la propuesta se podrá actualizar mediante una solicitud por escrito del Cliente.

XI.- CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se pretenden conjuntar los principales conceptos sobre los que descansa la Administración de Proyectos. Para tal efecto, se llevó a cabo una recopilación de los principios teóricos, las experiencias adquiridas y las técnicas que comúnmente se emplean en la práctica, particularmente en el Instituto Mexicano del Petróleo. La idea de vincular la teoría con la experiencia, es con la finalidad de que se complementen entre sí, ya que el objetivo de este trabajo consiste en proporcionar las herramientas, conocimientos y los criterios requeridos para dar soluciones a los actuales problemas administrativos.

Después de revisar y analizar la información relacionada con el tema, podemos concluir que el presente documento se puede utilizar como material didáctico de apoyo de fácil acceso a la información que requieran consultar quienes participan en el desarrollo de proyectos de plantas industriales. Sin embargo, es importante mencionar que los resultados del análisis efectuado, también nos sirven para percataarnos de que es necesario alcanzar un mejor nivel cultural y académico que nos permita evolucionar dentro del contexto económico y social, de tal manera que sea posible satisfacer con suficiencia y oportunidad las necesidades del presente, sin comprometer las capacidades y recursos del futuro.

Por otra parte, la principal preocupación del sector industrial consiste en mantenernos a un nivel competitivo dentro de la economía internacional, y es precisamente por esta razón que debemos colaborar de alguna forma en la actualización e incorporación de nuevas estrategias y metodologías al proceso administrativo, ya que como se puede observar en la información contenida en este trabajo, es evidente que aún se maneja tanto en la práctica como en la literatura, técnicas obsoletas que no ayudan a resolver las diversas situaciones que se derivan de los avances tecnológicos.

Conforme a lo anterior, resulta obvio el hecho de fomentar la innovación de procedimientos y la formación de profesionistas con la capacidad de mejorar y desarrollar técnicas que nos proporcionen la opción de seleccionar alternativas que hagan factible el desarrollo de proyectos industriales, además de que nos permitan optimizar y modernizar las tecnologías de nuestros centros productivos, a fin de operar plantas más limpias, seguras y eficientes, tal y como lo han venido haciendo los países industrializados.

Finalmente, debido a que no existen problemas con el suministro de materia prima ni con la capacidad instalada de unidades de alquilación para abastecer gasolina dentro de especificación, además de que las innovaciones tecnológicas cada vez hacen al proceso más seguro y rentable, podemos concluir que es factible conservar en buen estado las Plantas de Alquilación mediante la instalación de un adecuado sistema de mitigación de fugas de ácido fluorhídrico, ya que con este sistema de seguridad estamos garantizando la correcta operación de la planta y previniendo posibles accidentes que tengan repercusión dentro de las instalaciones y en la población civil.

BIBLIOGRAFIA

- Organización de Empresas Industriales
Spriegel William R., Lansburgh
Editorial Continental.
México 1982. 686pp
- Ingeniería Económica
De Gammo E. Paul
R. Canada John R.
Editorial CECSA
México 1982. 642pp
- Elementos de Ingeniería Sistemas Industriales
Raymond N. Blair, C. Wilson Whitston
Editorial Prentice/Hall Internacional
España 1973. 291pp
- Administración en las Organizaciones (Un Enfoque de Sistemas)
Kast Fremont E., Rosenzweig James E.
Editorial Mc Graw Hill
México 1979. 699pp
- Iniciación al Método del Camino Crítico
Montaño Agustín
Editorial Trillas
México 1985. 231pp
- Macro-Economía
Dornbusch Rudiger, Fischer Stanley
Editorial Mc Graw Hill
España 1985. 770pp
- Fundamentos de Administración Financiera
Philippatos George C.
Editorial Mc Graw Hill
México 1979. 518pp
- Sistemas de Producción (Planeación, Análisis y Control)
Riggs James L.
Editorial Limusa
México 1982. 683pp
- Administración Integral
Laris Casillas Francisco Javier
Editorial Continental
México 1981. 316pp
- IMIQ Julio 1984: Vol. 7, pag. 47