C A P I T U L O I I

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO

DE PLANTA INDUSTRIAL

CAPITULO II

FASES DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE PLANTA INDUSTRIAL

El proceso de desarrollo de un proyecto de instalación industrial, implica llevar a cabo en su totalidad las siguientes fases:

- Fase de preinversión.
- Fase de inversión.
- Fase operativa.

Estas fases se dividen en etapas de acuerdo al tipo de proyecto por desarrollar y no se puede definir un desarrollo único debido a las variadísimas actividades industriales que van desde aquellas para las plantas en pequeña escala que producen un artículo hasta las que constituyen los grandes complejos que producen numerosos artículos. Por lo tanto, la secuencia de eventos que se describen a continuación puede tener variaciones.

2.1 Fase de preinversión.

Esta fase comprende las siguientes etapas, que ayudan a los posibles inversionistas a tomar decisiones y proporcionan el punto de partida para la ejecución de proyectos:

- Identificación de oportunidades.
- Selección y definición preliminares del proyecto.
- Formulación del estudio de viabilidad.
- Evaluación final y decisión de invertir.

2.1.1 Identificación de oportunidades de inversión.

En esta etapa debe establecerse el objetivo que se pretende alcanzar:

adicionar un equipo, modificar una parte de alguna planta existente, elaborar un producto nuevo, satisfacer una necesidad, utilizar ciertos recursos, etc. En la búsqueda de ideas de inversión, debe tenerse en consideración que el producto o servicio:

- Satisfaga una necesidad existente y no atendida.
- Sirva a un mercado donde la demanda excede al suministro.
- Pueda competir exitosamente con productos similares existentes, debido a innovaciones en el diseño, mejoras en la especificación, bajo costo, mejor calidad, precio más bajo, etc.

Estos criterios pueden servir como guía en la búsqueda de ideas de inversión. La identificación de estas ideas puede realizarse desde dos enfoques básicos:

- Identificar una necesidad y a continuación el producto que la satisfaga; o
- Seleccionar una idea de producto y a continuación determinar la magnitud de la necesidad.

A. Identificación de necesidades.

La necesidad puede ser aquella que está siendo atendida de manera ineficiente a un alto costo; en este caso, la solución es un producto de menor costo y producible en mayor cantidad. La otra necesidad puede ser aquella que existiendo, no ha sido atendida; en este caso, la satisfacción de tal necesidad implica un diseño y desarrollo que dé como resultado un producto con las características propias de esa necesidad. Algunas fuentes de ideas son:

- Estudio de las industrias existentes, con objeto de obtener: necesidades no satisfechas por la industria local, mercado servido inadecuadamente, necesidad de soporte.
- Estudio de los insumos y subproductos de industrias existentes. La necesidad puede presentarse cuando:
  - Los materiales o insumos son obtenidos de lugares distantes a altos costos;
  - Los subproductos de las industrias son susceptibles de uso directo o de procesamiento y uso posterior.
- Análisis de las tendencias o indicadores de la población que den por resultado la detección de necesidades en cuanto a gustos.

- Análisis de los cambios sociales. La moda y la evolución social puede marcar la pauta en cuestión de demandas.
- Estudio de las tendencias económicas.
- Estudio de los planes de desarrollo. La consulta de organismos del gobierno de Fomento Industrial proporciona un medio de identificacación de necesidades y deficiencias de acuerdo al desarrollo industrial. Entre algunos de estos organismos pueden mencionarse:
  - Programa de Apoyo Integral a la Industria Pequeña y Mediana (PAI);
  - Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña (FOGAIN);
  - Fondo Nacional de Fomento Industrial (FOMIN);
  - Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP);
  - Fideicomiso de Conjuntos, Parques, Ciudades Industriales y Centros Comerciales (FIDEIN).

B. Selección de Ideas de Productos.

La selección de productos puede realizarse mediante:

- Investigación sobre materias primas locales susceptibles de explotación.
- Examinación de la sustitución de importaciones.
- Estudio de las habilidades de los habitantes de la localidad.
- Estudio de avances científicos y tecnológicos.
- Asistencia a ferias o exposiciones industriales, científicas y tecnológicas. Estas ofrecen productos o servicios, materias primas e incluso pueden encontrarse estudios cortos de ideas de inversión (perfiles de inversión) que ofrecen excelentes oportunidades de inversión en la industria.

C. Depuración del listado de oportunidades.

Cuando ya se tiene toda una lista de oportunidades potenciales de inversión, y para eliminar aquellas que tengan menor oportunidad de éxito, se puede seguir un proceso de dos etapas. En la primera, las ideas se eliminan sobre una base "pasa/no pasa" sometiendo a cada una de las ideas a cuestiones tales como:

- Existen monopolios, oligopolios, escasés que hagan razonable la - producción?.
- El capital requerido es excesivo?.
- Existen factores que limiten el mercadeo favorable del producto?.
- Es el producto incompatible con la industria existente?.
- Es el proyecto incompatible con las disposiciones legales, políticas y/o restricciones nacionales?.

En la segunda etapa, se seleccionan las mejores ideas para análisis posterior. Este se basa en la examinación de factores subjetivamente evaluados para jerarquizar las ideas de inversión. Esta jerarquización se realiza asociando una escala a cada factor con la que se califica la idea. Finalmente se totaliza el puntaje para cada idea y se seleccionan las de mayor puntaje. Debe tenerse en cuenta que si uno de los principales factores tiene un valor bajo en la calificación, tal vez deba rechazarse la idea, o en su defecto, tener más en consideración ese factor.

Dentro de esta selección debe considerarse:

- El tamaño de mercado de inmediato disponible, que debe suministrar una perspectiva del volumen de ventas que pueda soportar la operación. Algunos factores que afectan las ventas son:
  - Tamaño de mercado (clientes potenciales);
  - Relación del producto con la necesidad;
  - Poder y extensión de dominio de los competidores;
  - Relación de calidad y precio comparado con productos competitivos;
  - Disponibilidad de sistemas de distribución y venta;
  - Esfuerzo requerido para vender.
- El crecimiento potencial del mercado, teniendo en cuenta:
  - Proyección del incremento en el número de clientes potenciales;
  - Proyección del incremento de la necesidad;
  - Incremento en la aceptación;
  - Tendencias en la economía, las políticas y la sociedad (favorables para incrementar el consumo).
- Los costos de producción y distribución deben permitir una utili-

dad aceptable, cuando el producto sea competitivo en precio. Por ejemplo: costos de materias primas, costos de mano de obra, costos de distribución, costos de venta, costos de servicios y garantías.

- El análisis de riesgos que puedan existir en el futuro, tales como:
  - Estabilidad de mercados;
  - Importaciones competitivas;
  - Tamaño y potencial de competidores;
  - Calidad y confiabilidad del producto;
  - Reglamentos y controles;
  - Demanda pronosticable, etc.

2.1.2 Selección y definición preliminares del proyecto (estudio de previabilidad).

A. Objetivos.

Antes de llevar a cabo la asignación de fondos para la realización del estudio de viabilidad que permita adoptar una decisión definitiva respecto del proyecto, se debe hacer un estudio preliminar de la idea del proyecto que permita:

- Esclarecer dudas acerca de los aspectos económicos del proyecto.
- Determinar si la oportunidad de inversión es lo suficientemente prometedora como para proseguir con los aspectos comerciales más profundos del proyecto.
- Determinar si algún aspecto del proyecto es crítico para su viabilidad.

B. Estructura.

El estudio de previabilidad puede incluír algunos o todos los elementos que componen el estudio de viabilidad detallado. En este caso, el estudio preliminar examina de una manera general y desde el punto de vista económico las alternativas de:

- Mercado y capacidad de la planta: oferta, demanda, tendencias, nivel de ventas, precios de venta, técnicas de comercialización, programa de producción y capacidad de la planta.
- Insumos materiales: características, disponibilidad, etc.

- Diseño técnico del proyecto: tecnologías y equipos existentes.
- Gastos generales: de fabricación, administrativos, financieros.
- Mano de obra: operarios, técnicos, administrativos. Disponibilidad, calificación y costo de los mismos.
- Análisis financiero: estimados de costo de inversión, financiamiento propuesto, costos de producción, programas de erogaciones.
- Análisis de posibles problemas y riesgos esperados.

C. Fuentes de información para su realización.

Ya que la información de un estudio de previabilidad no posee la profundidad de un estudio detallado, esta puede obtenerse de manera general de los siguientes medios:

- Entrevistas con clientes o futuros compradores.
- Consultando asociaciones comerciales e industriales.
- Foros sobre comercio e industria.
- Revistas técnicas, financieras, estadísticas, etc.
- Directorios, censos industriales, informes bancarios, publicaciones de asociaciones y cámaras industriales y de comercio, indicadores económicos, etc.

2.1.3 Formulación del estudio de viabilidad.

Una vez realizado el estudio de prefactibilidad y si se tienen aún perspectivas promisorias, se prosigue el estudio pero ahora en una forma más específica para el bien o servicio en cuestión.

A. Objetivos.

El estudio de viabilidad o de factibilidad técnico-económica se desarrolla con la finalidad de determinar la conveniencia técnica, económica y comercial que den la base para facilitar la toma de decisión de invertir en un proyecto industrial. El estudio de viabilidad debe dar por resultado un proyecto con características determinadas, tales como: capacidad de producción definida, la utilización de una o varias tecnologías en relación con los materiales e insumos específicos, costo de inversión y producción identificados, así como rendimientos e ingresos por ventas en relación con la inversión en un -

tiempo determinado.

El alcanzar estos objetivos implica una serie de informaciones y análisis de diversas variantes de los elementos que componen el proyecto con la finalidad de minimizar los costos de inversión y producción y maximizar su rentabilidad. Sin embargo, si el proyecto es no viable en todas las alternativas estudiadas, la no viabilidad del mismo debe ser la conclusión del estudio.

B. Elementos que componen un estudio de viabilidad.

La realización del estudio de viabilidad puede abarcar las siguientes premisas, pero sin limitarse, apegándose a los intereses y objetivos del proyecto:

- Resumen del estudio, objetivos, conclusiones y las recomendaciones del mismo respecto del proyecto.
- Antecedentes del proyecto, indicando:
  - Orientación del proyecto: satisfacción de necesidades o materias primas, interno, de exportación, etc.;
  - Políticas económicas, industriales y sociales que favorecen la realización del proyecto;
  - Costo del estudio.
- Mercado y capacidad de la planta, incluyendo:
  - Estudios de la oferta, la demanda y el mercado;
  - Pronósticos de venta, comercialización de productos y subproductos, así como sus usos y análisis de precios;
  - Programa de producción en volumen y valor;
  - Capacidad de la planta.
- Materiales e insumos, indicando:
  - Características;
  - Requerimentos;
  - Descripción de la disponibilidad de los mismos;
  - Criterios de selección;
  - Costos anuales de insumos y materiales.
- Ubicación de la planta:
  - Descripción y localización de los sitios posibles en mapas;
  - Descripción detallada y justificación de la selección de la ubicación óptima;

- Descripción de las condiciones locales de la ubicación;
- Repercusiones al medio ambiente, social y economicamente;
- Cálculos de los gastos de erección de la planta;
- Localización de consumidores y productores, así como su radio de acción.

- Ingeniería de proyecto:
  - Descripción del alcance del proyecto;
  - Planes y programas de ejecución de la ingeniería;
  - Diagramas preliminares de localización general de equipos, obras civiles, de proceso, servicios auxiliares, etc.
  - Descripción detallada de la tecnología seleccionada, así como sus costos;
  - Selección y descripción del equipo de proceso, equipo de servicios auxiliares, piezas de repuesto, etc.;
  - Estimado de costo de equipo;
  - Selección, justificación y descripción de la obra de ingeniería civil;
  - Estimado del costo de la obra civil.
- Mano de obra, indicando:
  - Tipo y tamaño y clasificación de la fuerza de trabajo;
  - Tipo y tamaño y clasificación del personal administrativo y técnico requerido;
  - Estimado del costo de la mano de obra, personal administrativo y personal técnico.
- Planeación de la ejecución del proyecto:
  - Secuencia de las actividades de la ejecución
    - i) Construcción de la planta e instalación de equipo;
    - ii) Iniciación de la producción y período de pruebas;
  - Estimado del costo de la ejecución del proyecto;
- Evaluación financiera y económica, conteniendo:
  - Costos totales de inversión. Es conveniente incluír datos sobre las principales inversiones en moneda nacional y en divisas extranjeras sobre: terrenos, obras de ingeniería civil, tecnología y equipo, costos de producción, capital de explotación, que en conjunto proporcionan los costos de inversión totales.

- Financiación del proyecto (si la hay):
  - Fuentes;
  - Costos y repercusiones en el proyecto;
  - Políticas y requisitos.
- Costos totales (anuales) de producción (a la capacidad normal viable del proyecto):

  Costos de fabricación
  +Gastos generales de administración
  +Gastos de las ventas y la distribución
  = Costo de las operaciones
  + Costos financieros
  + Depreciación
  = Costos totales de producción.
- Evaluación financiera:
  - Valor actual neto;
  - Tasa interna de rendimiento;
  - Período de reembolso;
  - Tasa de rendimiento sencilla;
  - Análisis de sensibilidad.
- Evaluación de la propuesta del proyecto desde el punto de vista socio económico;

- Conclusiones:
  - Principales ventajas del proyecto;
  - Principales desventajas del proyecto.
- Perspectivas de realización del proyecto.

C. Obtención de datos para el estudio de viabilidad.

El llevar a cabo un estudio de viabilidad es una tarea ardua y en ocasiones costosa, por lo que se debe tener mucho cuidado en la selección y toma de datos que sirvan para elaborar el estudio. Por lo general, esta investigación se realiza para algunos aspectos del proyecto, aunque no todos, y que comprenden:

- Estudio de mercado.
- Estudios técnicos sobre:

. Materias primas;
. Ensayos de laboratorio y planta piloto;
. Estudios sobre economía de escala;
. Estudios de selección de equipos.

Los estimados de los costos de inversión se pueden hacer en base a:

- Las especificaciones y cantidades.
- Cálculo de costos basados en especificaciones y cantidades utilizados para proyectos similares.
- Utilización de costos unitarios derivados de proyectos operativamente comparables.

Estos estimados deben ajustarse teniendo en cuenta:

- Tasas anuales de inflación.
- Variación de los tipos de cambio.
- Diferencias en condiciones locales.
- Acceso al lugar de construcción.

En lo que se refiere al material y la mano de obra, los datos pueden obtenerse de la localidad, teniendo en cuenta la legislación laboral, productividad de la mano de obra local, aptitudes de los operarios y del personal administrativo y técnico, etc.

Algunas otras fuentes de información para el estudio de viabilidad son los datos publicados por asociaciones industriales, fabricantes de equipo, bancos de desarrollo, etc. Para estos casos, es recomendable utilizar la información con precaución prestando atención a la fecha en que fueron obtenidos y editados, tamaño de la planta, lugar de origen de los datos (nacional o extranjero), así como factores de conversión técnicos y económicos aplicados.

D. Análisis de Mercado.

El análisis de mercado implica una búsqueda y análisis de datos que pueden ser usados para identificar, seleccionar, describir y cuantificar el mercado del bien o servicio. Este análisis por lo general debe contener:

- Una descripción breve del mercado incluyendo el área del mismo, medios y tarifas de transportación existentes, canales de distribu--

ción y prácticas comerciales generales.

- Análisis de la demanda pasada, presente y proyecciones de la futura incluyendo la determinación de la cantidad y valor del consumo, así como la identificación de los principales consumidores del producto.
- Análisis del comportamiento global del producto en el mercado que incluya información sobre competitividad del producto, precio de venta, calidad, productos sustitutos y complementarios.
- Competitividad en capacidad y calidad de producción de otros fabricantes.
- Capital requerido en términos de producto terminado para asegurar un suministro satisfactorio del producto.
- Pronóstico de gastos de mercadeo y promoción del producto.

Los resultados del análisis de mercado deben proporcionar un producto con proyecciones realistas en base a datos confiables que hagan posible:

- Que los futuros inversionistas estén dispuestos a soportar el proyecto en base a la existencia de un mercado potencial que hará posible la venta de la producción de la planta, y por lo tanto, una recuperación de la inversión.
- Que los técnicos puedan seleccionar el proceso y las condiciones de operación, establecer la capacidad de la planta industrial, así como diseñar o adquirir los equipos más apropiados para el caso, todo ello en base a los pronósticos de ventas y las especificaciones del producto.
- Que se cuente con los datos necesarios para efectuar estimaciones económicas en base al nivel de aprovechamiento de la planta, capacidad de operación inicial, utilidades probables, etc.

La realización del análisis de mercado se puede llevar a cabo en varias etapas como sigue:

- Definir los objetivos del estudio:
  - Selección del producto y sus características;
  - Reconocimiento del tamaño del mercado;
  - Clasificación de los consumidores;
  - Establecimiento de puntos o sitios de comercialización;

- Identificación de otros productores (competencia), así como sus productos, características, precios, etc.;
- Nivel esperado de ventas , etc.

- Planear el estudio de mercado:
  - Selección del área de mercado;
  - Determinación del tamaño y composición de la muestra;
  - Diseño de formatos y metodología para la investigación de campo;
  - Programa de ejecución del estudio.
- Contratación y capacitación de los investigadores de campo.
- Escrutinio y análisis de los datos recopilados.
- Interpretación de la información reunida.
- Reporte final del estudio respecto de los objetivos.

E. Análisis técnico.

El análisis técnico hace posible establecer todas las consideraciones técnicas que hacen factible el proyecto, suministrando además una base más real para el estimado de costos. En este estudio se debe incorporar:

- Descripción del producto, incluyendo especificaciones de sus propiedades físicas, químicas, mecánicas, organolépticas, así como sus usos.
- Descripción del proceso de elaboración seleccionado, mostrando diagramas de flujo de procesos alternativos considerados y las justificaciones para tomar el seleccionado. Su objetivo consiste en la obtención de un proceso económico que justifique la inversión de capital en la planta.
- Determinación del tamaño de la planta y programas de producción, dentro del cual se incluya el volumen esperado para un período determinado.
- Selección de la maquinaria y el equipo, incluyendo especificaciones, equipo que va a ser comprado, cotizaciones preliminares de proveedores, términos de pago y análisis comparativo, confiabilidad, calidad, disponibilidad de partes de repuesto, garantías .
- Diseño del arreglo general del equipo e instalaciones, así como

estimados de los costos de acondicionamiento del terreno, levantamiento de estructura e instalación (inversión fija).

- Estudio de la disponibilidad de materias primas y servicios auxiliares, incluyendo una descripción de las propiedades físicas y químicas de éstos, cantidades requeridas, costos vigentes y a futuro, localización de fuentes de suministro y continuidad de éstas.
- Identificación del sitio de ubicación de la planta y evaluación de su conveniencia en términos de la distancia a las fuentes de materias primas y mercados.
- Estimado de las necesidades de mano de obra, desglose detallado de la mano de obra directa e indirecta y de la supervisión requerida para la elaboración del producto.
- Determinación de los tipos y cantidad de desechos, descripción de métodos de tratamiento y eliminación de éstos, así como sus costos.
- Estimado de los costos y gastos de producción.
- Estimado de los costos y gastos de arranque y operación normal.

Para llevar a cabo el análisis técnico y teniendo en cuenta los puntos anteriores, se pueden seguir los pasos siguientes:

- Estudio de las alternativas tecnológicas que puedan conducir al producto deseado.
- Estudio de los efectos laterales de cada alternativa tanto técnico como económicamente así como las consideraciones políticas, metas y restricciones nacionales y del inversionista que tengan efecto sobre el proyecto, desechando aquellas que no cumplan con los objetivos previstos.
- Estimado del costo de las alternativas remanentes, eliminando las que resulten en costos sumamente altos.
- Realización de investigaciones de laboratorio y planta piloto para confirmar la factibilidad técnica de las alternativas tecnológicas.
- Realización de un análisis técnico detallado para cada alternativa prometedora, conteniendo:
  - Un estimado de los requerimientos de insumos;
  - Un programa de producción;
  - Detalle del proceso de producción;
  - Equipo y accesorios seleccionados;

- Procedimiento y equipo utilizado para manejo de materiales, productos, desechos, etc.

- Estimado de los requerimientos de mano de obra total.
- Estimado de los requerimientos necesarios para llevar a cabo la producción (insumos, materiales, servicios auxiliares, etc.).
- Programación de la producción.
- Determinación de las necesidades de edificios.
- Diseño de diagramas preliminares de localización general de edificios, equipos, servicios, etc.
- Selección de los sitios más favorables para ubicación de la instalación industrial.
- Estimados de costos de:
  - Inversión fija;
  - Costos y gastos de fabricación;
  - Costos y gastos de operación.

F. Análisis Financiero.

El análisis financiero del proyecto tiene como finalidad la de evaluar a éste en términos de las varias medidas de rentabilidad y de presentar un estimado de los requerimentos de financiamiento, de tal forma que se establezcan las bases para tomar la decisión de invertir en la planta industrial. Este análisis integra los costos estimados en los análisis de mercado y técnico en varios documentos o estados financieros entre los que se cuentan el Balance General y el Estado de Pérdidas y Ganancias. En ocasiones se hace necesario el disponer de mayor información en la cual basar la decisión de invertir; para estos casos puede efectuarse un análisis de sensibilidad y/o un análisis de riesgos sobre factores clave como los son: precio de venta, volumen de producción, costos de manufactura e inversión, entre otros.

Dentro del análisis financiero se debe incluír lo siguiente:

- Estados de costo de todo el proyecto, requerimientos iniciales de capital y aplicación de recursos respecto de la vida del proyecto.
- Proyecciones financieras para períodos de tiempo futuros, incluyendo hojas de balance, estados de pérdidas y ganancias, así como pro-

gramas de ventas, inventarios, compras, gastos, elementos de costos de producción, de ventas, administrativos y gastos financieros que sirvan de soporte para tales proyecciones.

- Cálculo del flujo de caja para el proyecto, por lo menos para los primeros cinco años de vida de la planta, acompañado de un cálculo que muestre la recuperación neta (utilidad) sobre la inversión.
- Tabulación detallada de los costos anuales de ventas.
- Desglose detallado de otros gastos de operación como son: administración, mercadeo, servicios técnicos, regalías, investigación y desarrollo, etc.
- Análisis financiero mostrando el retorno sobre la inversión, punto de equilibrio de operación y análisis de precios.
- En caso necesario, un análisis de sensibilidad para indentificar aquellos factores que tienen un impacto mayor en la rentabilidad, o posiblemente un análisis de riesgos.
- Influencia de impuestos y exenciones.
- Cuando se trata de proyectos de gran inversión, un análisis de costos y beneficios sociales (factibilidad/plausibilidad).
- Período o tiempo de pago del proyecto, es decir, el tiempo que requiere el flujo de caja para recuperar la inversión original.

Para llevar a cabo el proceso del análisis financiero es necesario:

- Preparar o disponer un plan o presupuesto de ventas, el cual es consecuencia del análisis de mercado, que muestre:
  - Las proyecciones de ventas esperadas;
  - Los compromisos de recursos por concepto de publicidad, promoción, y gastos de ventas;
  - Ingresos por ventas;
  - Costos de promoción y publicidad;
  - Gastos de venta y distribución.
- Disponer de un plan de fabricación o manufactura.
- Desarrollar un plan de gastos generales y administrativos que contenga todas aquellas erogaciones distintas a los gastos de venta, distribución y manufactura, como resultado de la operación de la planta. Estos gastos son los relacionados con el suministro de servicios administrativos (sueldos), legales, secretariales, financie-

ros, comunicaciones, viáticos, entrenamiento, investigación y desarrollo, impuestos, seguros, etc.

- Estimar el costo total del proyecto, que es básicamente un resumen de información de los planes de venta, de manufactura y de gastos generales y administrativos. La inversión total del proyecto está integrada por:
  - Inversión fija (equipos y accesorios, edificios y estructuras, terrenos e instalación);
  - Capital de trabajo (materiales e insumos, inventarios de productos terminados e intermedios, pago de salarios para la operación inicial de la planta, cuentas por cobrar, efectivo disponible para imprevistos);
  - Costos de iniciación del proyecto (formación de la compañía, estudios e investigaciones de mercado y técnicas, honorarios legales, de consultoría, gastos para obtención de financiamiento, patentes, licencias, etc.).
- Estimar los requerimentos de financiamiento:
  - Cuantía del financiamiento;
  - Tipo de financiamiento;
  - Fuente de fondos.
- Preparar un programa de inversión de recursos propios y de financiamiento, así como de la amortización de los créditos recibidos junto con el pago de intereses de los mismos. Es conveniente presentar un desglose de las fuentes y destino de los recursos, a saber:
  - Origen de los recursos:
    - a). Fuente internas: capital social, utilidades y reservas;
    - b). Fuentes externas:
      - i). Corto plazo: proveedores, acreedores y bancos.
      - ii). Largo plazo: préstamos hipotecarios.
  - Destino de los recursos:
    - a). Inversión fija:
      - i). Activos tangibles (terrenos, obra civil, maquinaria y equipo);
      - ii). Activos no tangibles (preinversión, ingeniería, imprevistos).

b). Capital de trabajo: inventarios, cuentas por cobrar, efectivo.

Este desglose es utilizado para:

- Determinar la cantidad de efectivo necesario para iniciar las actividades de la empresa;
- Planear el programa del fondo de préstamos;
- Asegurar la disponibilidad de recursos efectivos para satisfacer el pago de deudas a su vencimiento.

- Preparar estados proforma de Pérdidas y Ganancias que muestren los resultados económicos esperados para un período determinado de operación. En general, se puede preparar este documento en base a lo siguiente:

Ventas netas = volumen de ventas x precio de venta - devoluciones y descuentos.

Costo de lo vendido = Costos de manufactura del volumen total de producción + Incremento o reducción en el valor de los inventarios de productos.

Utilidad bruta por ventas = Ventas netas - Costo de lo vendido

Utilidad de operación = Utilidad bruta por ventas - Costos derivados de las ventas - Gastos administrativos - Gastos financieros por pago de intereses de los créditos recibidos.

Utilidad antes de impuestos (o utilidad gravable) = Utilidad de operación + Rendimientos financieros de valores de la empresa.

Utilidad Neta = Utilidad Gravable - Impuestos - Participación de utilidades.

La preparación de este documento es conveniente presentarla para cada mes o cada trimestre durante el primer año de operación, y proyecciones anuales para los próximos 5 años por lo menos.

- También, dentro del análisis financiero, es necesario preparar Balances Generales que reflejarán la situación financiera que resul

tará al final de los períodos anuales de la operación prevista de la planta. Es recomendable presentar balances proyectados para - los primeros cinco años de operación por lo menos, y mensuales pa- el primer año. Los balances generales contienen los rubros que - constituyen por un lado, los activos de la empresa (propiedades y derechos que se adquirirán al realizar el proyecto), y por otro, - los pasivos de la misma (obligaciones que se contraerán). También se presentan los rubros que dan origen al capital contable (que representa la participación directa de los socios en la empresa).

En general se consideran:

Activos de la empresa:

a). Activo circulante : efectivo en caja y bancos, cuentas por cobrar, valor de inventarios.

b). Activo fijo: terrenos, edificios, maquinaria y equipo, equipo de transporte y oficina.

c). Activo diferido: pagos de carácter anticipado como son rentas- pagadas por adelantado, primas de seguros, etc.

Pasivos de la empresa:

a). Pasivo circulante: créditos bancarios a corto plazo, créditos de proveedores de insumos, amortizaciones de créditos a largo plazo, previsión de impuestos.

b). Pasivo fijo: deudas contraídas con instituciones bancarias o - financieras y proveedores de maquinaria y equipo con motivo de la adquisición de activos fijos, y cuyo período de amortización o vencimiento sea superior a un año.

Capital contable: constituído por las aportaciones efectivas de los socios (capital social), más las reservas legales para contingencias o reinversión, mas el superávit o déficit resultado de los ejercicios anteriores.

- Presentar un análisis de relaciones financieras que permitan juzgar la autofinanciación y rentabilidad del proyecto. Los valores obtenidos en estas relaciones financieras se comparan con valores tipo encontrados en lasindustrias y giros existentes similares. Dentro de las relaciones de uso más frecuente se encuentran:

• Relación Deuda a largo plazo-Capital Social. Es un indicador -

del riesgo financiero al que debe enfrentarse el nuevo proyecto, comparando fondos propios con fondos tomados en préstamo;

- Relación corriente. Es una medida de la liquidez, que consiste en dividir los activos corrientes por los pasivos corrientes. Es un indicador aproximado de la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones corrientes;
- Rendimiento de las operaciones y Rentabilidad. Consiste en expresar las utilidades netas como un porcentaje de las ventas;
- Generación de dinero en efectivo. Es igual a las utilidades netas mas depreciación mas amortización.

- Evaluar económicamente al proyecto. Esto tiene como objetivo presentar una rentabilidad atractiva que justifique la inversión de recursos en el proyecto. La evaluación económica puede llevarse a cabo mediante métodos que pueden o no considerar el efecto del tiempo en las inversiones. Entre los métodos más empleados se encuentran los siguientes:
  - Método de la Tasa de Rendimiento Sencilla. Este método permite calcular una rentabilidad promedio que se calcula dividiendo la utilidad anual promedio entre la inversión fija total del proyecto, o bien entre la inversión fija promedio de ese período. Tiene la desventaja de no tomar en cuenta el ritmo de generación de utilidades ni el hecho de que la inversión va siendo recuperada a través de las depreciaciones correspondientes.
  - Método del Flujo de Efectivo Excedente. Conocido también como método del Valor Actual Neto (o Valor Presente Neto). Toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo como el ritmo de generación de entradas y salidas en efectivo, lo que permite comparar diversas alternativas de inversión. Se define como el valor obtenido actualizando separadamente para cada año la diferencia entre todas las entradas y salidas de efectivo que se suceden durante la vida de un proyecto, a una tasa de interés fija o tasa de descuento predeterminada. Esta diferencia se actualiza hasta el momento en que se supone se ha de iniciar la ejecución del proyecto. Los valores actualizados que se obtienen para los años de vida del proyecto, se suman para obtener el Valor Actual Neto

del proyecto (VAN).
Si el VAN es positivo, la rentabilidad de la inversión está por sobre la tasa de actualización de rechazo; si es cero, la rentabilidad será igual a la tasa de rechazo. En ambos casos, el proyecto es aceptable. Si el VAN es negativo, se concluye que el flujo de efectivo no será suficiente para permitir la recuperación de la inversión en el período considerado y cubrir al mismo tiempo un interés igual a la rentabilidad mínima prefijada, por lo que el proyecto debe descartarse.
La tasa de actualización (o nivel de rechazo) debe ser igual a la tasa de interés actual sobre préstamos a largo plazo en el mercado de capitales o a la tasa de interés pagada por el prestatario. El período de actualización debe ser igual a la duración del proyecto.
Este método solo determina un valor indicativo de si un proyecto ofrece posibilidades de alcanzar dicha rentabilidad mínima, pero no precisa cual es la rentabilidad que puede esperarse del mismo.

Método de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR).
La tasa interna de rendimiento es la tasa a la cual el valor actual de los ingresos de efectivo es igual al valor actual de las salidas de efectivo. Este método es parecido al del VAN pero en vez de actualizar las corrientes de liquidez a una tasa de rechazo predeterminada, se pueden probar varias tasas de actualización hasta que se encuentre la tasa a la cual el VAN es cero. Esta tasa es la Tasa Interna de Rendimiento, y representa la rentabilidad exacta del proyecto.
La propuesta de inversión se puede aceptar si la TIR es mayor que la tasa de rechazo, la cual es la tasa de inversión aceptable más baja para el capital invertido. Si se comparan diversas variantes, se debe escoger la que tenga la TIR más alta siempre que esta sea mayor que la tasa de rechazo.

Período de Amortización (o Tiempo de pago del proyecto).
Es el período necesario para recuperar la inversión original mediante las utilidades obtenidas por el proyecto; "utilidades" o flujo de caja se define como las utilidades netas después de pa-

gados los impuestos, y sumados los costos financieros y la depreciación.

Este período de amortización se calcula mediante la siguiente relación:

$$\sum_{p'=0}^{p'=TPP} FCA = CFT - S$$

donde p' = Año en particular

TPP = Tiempo de pago del proyecto

FCA = Flujo de caja anual

CFT = Costo Fijo Total

S = Valor de rescate

La relación anterior significa que el período de amortización del proyecto equivale al tiempo requerido paraque los flujos de caja acumulados a partir del arranque de la planta sean iguales a la inversión en capital fijo depreciable.

Su mayor ventaja es la facilidad con que puede obtenerse. Sus deficiencias son que no tiene en cuenta que pasará cuando el proyecto se haya pagado a sí mismo, es decir, cuando haya alcanzado el punto de equilibrio, y en que no mide la rentabilidad del proyecto, pues solo se ocupa de su liquidez.

El método se basa en la premisa de que cuanto menor sea el período de amortización, mejor será el proyecto.

Como se mencionó anteriormente, hay ocasiones en que es necesario conducir un análisis un poco más profundo sobre aspectos particulares del proyecto que permitan tomar la decisión de invertir. Ya que los pronósticos de la demanda, la producción y las ventas pueden no ser exactos debido a incertidumbres del futuro, y asimismo, no siempre son correctos los supuestos sobre las estimaciones de los costos de producción y de inversión, los precios o la duración del proyecto, es necesario realizar un análisis de incertidumbre que permita identificar los elementos que puedan tener una influencia decisiva sobre la rentabilidad del proyecto.

Algunas causas de incertidumbre más comunes son la inflación, las modificaciones en la tecnología, las estimaciones erróneas de la capacidad normal y el período de construcción y prueba de funcionamiento.

El análisis de incertidumbre se puede realizar en tres etapas: análisis de umbral de rentabilidad, análisis de sensibilidad y análisis de riesgo o probabilidad. Sin embargo, ya que este análisis requiere de considerables cálculos y por lo tanto de tiempo y costo, es conveniente realizar un examen del proyecto que indique si se requiere de éste análisis. A continuación se describen brevemente estos tipos de análisis:

- Análisis de Umbral de Rentabilidad.

  Este análisis permite determinar el punto en el que los ingresos provenientes de las ventas coinciden con los costos de producción, es decir, el umbral de rentabilidad. El umbral de rentabilidad se puede definir también en términos de unidades físicas producidas o del nivel de utilización de la capacidad. Determina la condición mínima bajo la cual la empresa puede mantenerse operando.

- Análisis de Sensibilidad.

  Con ayuda de éste análisis es posible mostrar cómo la rentabilidad del proyecto se modifica cuando se asignan diferentes valores a variables tales como precios de venta unitarios, costos unitarios, volumen de ventas, etc. Con este cálculo se puede determinar la importancia relativa que cada una de las variables tiene en la rentabilidad del proyecto. El análisis de sensibilidad se usa con frecuencia cuando se considera posible introducir mejoras modificando algunas variables.

- Análisis de riesgo o probabilidad.

  En este análisis se procura no solo pronosticar variables a partir de estimaciones optimistas y/o pesimistas, sino también determinar la probabilidad de que se den cada uno de los valores de la variable considerada.

  El análisis de riesgo difiere del análisis de sensibilidad en que el primero suministra un índice de la probabilidad de que un evento, como el cambio en el precio del producto, tome lugar; mientras que con el análisis de sensibilidad se especifican exclusivamente las consecuencias de tal evento. Sin embargo, las variables consideradas en ambos análisis son las mismas.

G. Evaluación Socio - Económica del Proyecto.

En la evaluación de los proyectos tomando en cuenta los objetivos del inversionista, se analizan los costos y beneficios directos del proyecto. Desde el punto de vista social, adicionalmente a éstos, se toma en cuenta los costos y beneficios indirectos del proyecto.
Cuando se elige un proyecto con preferencia a otro, la selección toma en consideración las consecuencias que el proyecto tendrá en el producto nacional, la balanza de pagos del país, en la generación de oportunidades de empleo, en la elevación del nivel técnico y cultural que induce en la mano de obra de la localidad donde se realiza, en su aportación al desarrollo industrial, en la distribución del ingreso, y en general en todos aquellos aspectos en los que pueda repercutir la realización del proyecto.
El análisis de beneficios y costos sociales tiene la finalidad de ver si esas consecuencias, evaluadas conjuntamente, son convenientes a los objetivos de la planificación local y nacional.

2.1.4 Evaluación final y decisión de invertir.

Una vez realizados los estudios en la etapa de análisis, se tienen las bases conforme a las cuales debe decidirse bajo que condiciones se implementará el proyecto. La elaboración y presentación de una propuesta de inversión o solicitud de empréstito, es requisito indispensable para la aprobación de todas las inversiones que se lleven a cabo en la empresa.

A. Integración de la Propuesta de Inversión.

Dentro de los objetivos que se deben considerar al elaborar la propuesta de inversión están los siguientes:

- Presentar la información para la justificación y aprobación del proyecto;
- Presentar de una manera objetiva la viabilidad y riesgos involucrados en el proyecto, a fin de que se pueda tomar la decisión más adecuada acerca de la inversión;
- Convencer a los inversionistas e instituciones de crédito de que el proyecto es una inversión deseable.

Una propuesta de inversión debe contener por lo general:

- Información general sobre el producto, historial de la compañía, naturaleza de la industria, tipo de organización así como cualidades del cuerpo administrativo existente o propuesto.
- Descripción del proyecto, el cual generalmente consiste en extractos del estudio de viabilidad, incluyendo información sobre mercado, producción, métodos de elaboración seleccionado, indicación detallada de costo de equipo y gastos de operación, así como documentos financieros.
- Información general tales como garantías ofrecidas a la institución que otorgue el crédito, acciones conducentes a la implementación del proyecto, personal técnico seleccionado o propuesto, etc.

B. Trámites requeridos para el inicio de operaciones.

Cuando una empresa pretende iniciar operaciones, requiere de realizar una serie de trámites que varían de acuerdo con el tipo de negocio a realizar. Entre ellos se mencionan los siguientes:

- Elección y registro de la forma jurídica de organización de la empresa de acuerdo al tipo y complejidad de la misma, magnitud de los recursos financieros requeridos y forma de administración.
- Registro Federal de Causantes, como un medio de control por parte del Gobierno Federal de identificación de los contribuyentes y de sus actividades.
- Registros y Libros contables. Estos registros son obligatorios y básicos para la mayoría de las empresas, tanto para efectos fiscales, de contabilidad, asiento de operaciones, así como para el cumplimiento de obligaciones de expedición de documentos que acrediten las ventas y otras operaciones que se efectúen.
- Registro IMSS para el cumplimiento de las obligaciones impuestas por la Ley del Seguro Social.
- Registro Sanitario, para la obtención de la Licencia Sanitaria necesaria para llevar a cabo las actividades correspondientes; etc.

2.2 Fase de Inversión.

Dentro de la fase de inversión puede encontrarse una gran variedad de actividades dependiendo de la naturaleza del proyecto de que se trate. Sin embargo, cuando el proyecto contempla la implementación de una planta industrial que comprende la construcción e instalación de maquinaria o equipo, la fase de inversión o de ejecución del proyecto puede abarcar las siguientes etapas:

- Negociación y celebración de contratos.
- Ingeniería de proyecto:
  - Desarrollo de la ingeniería básica;
  - Desarrollo de la ingeniería de detalle;
  - Desarrollo de la ingeniería de procura.
- Construcción de instalación y montaje de equipo.
- Pruebas y arranque de la instalación industrial.

En el transcurso de la fase de inversión se implican una serie de obligaciones del tipo financiero cuantiosas, por lo que cualquier modificación a los planes originales del proyecto, llevan inevitablemente a mayores cos

tos de inversión y pueden afectar la rentabilidad del proyecto. A continuación se presenta una breve descripción de las etapas que comprenden la fase de inversión.

2.2.1 Negociación y celebración de contratos.

Esta etapa comprende la firma de contratos entre el inversionista por una parte, e instituciones de financiamiento, consultores, firmas de ingeniería, contratistas, abastecedores de equipo y de insumos materiales y servicios, propietarios de patentes y licencias, asesores, etc., por la otra. La firma de tales contratos o convenios tiene por objeto definir y establecer los alcances y obligaciones jurídico-contractuales de todos los aspectos relacionados con el proyecto, como son: de financiamiento, construcción, asistencia técnica, arranque, etc.

El proceso de negociación y celebración de contratos incluye:

- Búsqueda y selección de un posible cedente de tecnología.
- Preparación de la oferta y demanda de suministro de tecnología.
- Negociación de los términos y condiciones de la transacción de transferencia de tecnología.
- Determinación de los contratos que deben celebrarse.

A. Búsqueda y selección de un posible cedente de tecnología.

La búsqueda de la tecnología apropiada para el proyecto que pretende realizarse puede hacerse mediante varias alternativas, como las siguientes, y su selección puede ser resultado de una búsqueda intensiva o de simple contacto. Así, pueden consultarse:

- Asociaciones industriales;
- Bancos e instituciones financieras a través de sus departamentos especializados;
- Dependencias oficiales de promoción tecnológica e industrial;
- Institutos y centros de investigación científica y tecnológica;
- Firmas de ingeniería y consultoría, tanto nacionales como extranjeras;
- Registro Nacional de Transferencia de Tecnología;
- Ferias y exposiciones industriales y comerciales;
- Revistas y periódicos especializados, técnicos, boletines, etc.

B. Preparación de la Oferta y Demanda de suministro de Tecnología.

Una vez que se ha indentificado el o los medios de adquirir la tecnología, el paso que sigue es la preparación de la oferta y demanda de tecnología mediante el contacto entre las partes interesadas. La cantidad de información que se proporciona a través de estos contactos varía de acuerdo a la naturaleza de la tecnología y circunstancias particulares del proyecto. Típicamente, las demandas y ofertas de tecnología contienen lo siguiente:

- Identificación del presunto cedente y eventual adquiriente.
- Descripción resumida de la tecnología ofrecida/solicitada:
  - Capacidad por unidad de tiempo, así como factor de operación (no. de días por año, horas/día u horas/semana de trabajo propuestas);
  - Especificaciones mínimas de productos y subproductos;
  - Instalaciones y áreas requeridas;
  - Requerimentos de servicios auxiliares o disponibilidad de ellos;
  - Descripción del tipo y características del proceso;
  - Instrumentación y control del proceso;
  - Características generales del equipo requerido;
  - Desechos industriales y su tratamiento.
- Información económica del proceso.
- Tipo de mano de obra requerida.
- Tipo de asistencia técnica ofrecida y requerida;
- Alcance del licenciamiento del proceso.
- Territorio de la licencia y condiciones de explotación.
- Costo de la licencia y forma de pago.
- Referencias a patentes existentes e indicaciones de sus posibilidades de utilización.
- Potencial de adaptación.
- Evaluación de la tecnología ofrecida contra alguna alternativa o de competencia.

La oferta debe incluír además toda la información requerida por el cliente precisamente en la forma solicitada por el mismo, incluyendo básicamente: sección de precios, alcance de los trabajos y programa de ejecución.

En la presentación de una oferta es necesario considerar que lo que se está proponiendo a un cliente es, no solo la ejecución de un proyecto en particular, sino que simultaneamente se ofrece toda una experiencia y respaldo por parte del licenciador.

Una vez que se ha recibido tal información, el eventual adquiriente realiza entonces la evaluación de la tecnología en un tiempo razonable de acuerdo a la información recibida en la oferta, para así decidir sobre la adquisición de la misma. Cuando se trata de proyectos que requieren el licenciamiento de tecnologías provenientes del extranjero, es conveniente revisar la Ley sobre Transferencia de Tecnología pues es el documento que regula las operaciones en esta materia.

C. Negociación de los términos y condiciones de la transferencia de tecnología.

Cuando las partes involucradas muestran el mutuo acuerdo de seguir adelante con la transacción, una en proporcionar y la otra en recibir la tecnología seleccionada, solo resta negociar los términos y condiciones bajo las cuales será llevada a cabo la transferencia, antes de la firma del contrato correspondiente para el inicio de los trabajos técnicos del proyecto.

Generalmente, las negociaciones y preparación de los documentos legales puede tomar de 6 a 12 meses, siendo en ocasiones necesario un tiempo mayor. En este período se requiere de una estrecha comunicación entre las partes, con objeto de establecer de mutuo acuerdo y conveniencia los aspectos jurídicos, comerciales, financieros y técnicos, así como establecer una definición clara de lo que se está adquiriendo y de las restricciones que pueden imponerse en su uso.

Cada contrato de tecnología tiene sus características, propias de las necesidades del licenciatario (o adquiriente de la tecnología), así como de las dimensiones de la tecnología de la que es objeto el contrato. En este contexto, una estructura general de un contrato de este tipo incluye los puntos que se mencionan a continuación:

- Declaraciones de las partes contratantes.
- Definiciones usadas en el contrato (licenciatario, proceso, planta, período de pruebas, etc.).

- Objeto del contrato:
  - Definir el tipo (licencia de patente, concesión para el uso de una marca, suministro de conocimientos técnicos, ingeniería básica, ingeniería de detalle, asistencia técnica, asistencia en compras, servicios administrativos, etc.);
  - Anotar generalidades del proceso y/o productos;
  - Definir el alcance del contrato (extensión de los servicios y concesión de derechos).
- Asistencia técnica. Cuando se conviene, se establece en qué condiciones se prestará, su duración y su alcance.
- Contraprestaciones. Aquí se describe la forma de pago, programa de pagos y los términos y condiciones en que se efectuarán dichos pagos.
- Confidencialidad o secrecía de la información transferida. Es decir, el tiempo durante el cual la información proporcionada debe mantenerse en confidencialidad por parte del licenciatario y usarse exclusivamente para los fines estipulados en el objeto del contrato. La ley mexicana del Registro Nacional de Transferencia de Tecnología indica que esta obligación no debe regir por más de diez años.
- Vigencia. Determina el tiempo durante el cual el licenciatario puede usar los conocimientos técnicos y asistencia técnica del licenciador.
- Legislación. En este punto se establece cuál será la jurisdicción que interpretará y juzgará los efectos de la aplicación del contrato en casos de controversia.
- Indemnizaciones. Estipula el tipo de indemnización, así como perjuicios, reclamaciones, responsabilidades y demandas por actos u omisiones imputables a las partes.
- Terminación y Cancelación. Aquí se establecen las diferentes formas de terminación o cancelación del contrato.

Cuando de trata de contratos internacionales de transferencia de tecnología, éstos incluyen además:

- Especificación del territorio de manufactura y venta.
- La moneda que se utilizará para determinar las obligaciones de contraprestaciones y el tipo de cambio.

- Definición de la función que le corresponde al gobierno o gobiernos en la conclusión de la licencia o contrato, así como los ordenamientos legales necesarios para la aprobación del contrato.
- Fecha en que la licencia o contrato entrará en vigor.

En la negociación y celebración de contratos, es conveniente hacer una revisión del tiempo y esfuerzo utilizados en el desarrollo y refinación de los mismos, procurando que las cláusulas queden perfectamente bien definidas, ya que de lo contrario surgirán discusiones y discrepancias entre las partes, que repercutirán en el buen desarrollo del proyecto y en un incremento de los costos del mismo.

D. Determinación de los Contratos que deben celebrarse.

La transacción de transferencia de tecnología puede estar regida y reflejada en un documento legal que incorpore la licencia de propiedad industrial o el contrato de transferencia de tecnología, o bien encontrarse en una serie de documentos legales relacionados que incorporen distintos aspectos del proyecto, cuando la transferencia de tecnología es compleja. Dentro de algunos tipos de contratos que pueden celebrarse separadamente se encuentran:

- Servicios de Llave en mano (Turnkey).
  En este tipo de contrato se suministran al cliente todos los servicios requeridos por un proyecto de planta industrial, por lo que puede considerarse el contrato paquete más completo. Aquí se incluye ingeniería básica, diseño detallado, procura de materiales y equipo, construcción, arranque y asistenciatécnica.
- Diseño de Ingeniería.
  En este tipo de contrato se suministra toda la ingeniería, especificaciones, dibujos de arreglo de equipo de la planta y dibujos de diseño.
- Servicios de Procura.
  Estos servicios incluyen solicitudes de cotización, preparación de tabulaciones, negociaciones con los proveedores, preparación de órdenes de compra, expeditación de embarques, obtención de instrucciones de embarque y permisos requeridos, así como inspección de

los equipos cuando se encuentran ya terminados y listos para embarcarlos.

- Servicios de Construcción y Supervisión.

  Los servicios proporcionados bajo esta forma de arreglo engloban la construcción completa del proyecto incluyendo la procura de materiales. Generalmente al contratarse en esta forma, se proporciona también supervisión en la construcción.

- Administración de Proyecto.

  Un contrato típico de administración incluye coordinación de la ingeniería, diseño, actividades de procura y asistencia, así como supervisión en la construcción. Por lo general, este tipo de contrato va a la par con los de diseño y construcción.

- Mantenimiento.

  Como su nombre lo indica, consiste en la contratación de servicios de limpieza y mantenimiento de las unidades de operación de la planta, y si así se requiere, de maquinaria y equipo pequeño.

La contratación en ingeniería, como se ha visto, puede abarcar cualquiera de los tipos de contratos presentados, realizándose en ocasiones contratos consecutivos o simultáneos según la conveniencia de las partes contratantes. Los contratos en ingeniería pueden ser tan amplios o cortos como se desee, pero para evitar que sea tan amplio que resulte difícil manejarlo y consultarlo, o tan corto que deje de contener muchas difiniciones básicas, es importante tratar de establecer contratos tipo a los que únicamente sea necesario cambiar información específica, y así contar con un contrato suficientemente claro y preciso. El clausulado que puede sugerirse para un contrato de ingeniería es el siguiente, apegándose a las definiciones que se vieron en el apartado C de esta sección:

INDICE DE CLAUSULAS

DECLARACIONES
1.0 OBJETO Y MATERIA DEL CONTRATO
2.0 DEFINICION DE TERMINOS Y EXPRESIONES
3.0 OBLIGACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA
4.0 OBLIGACIONES A CARGO DEL CLIENTE
5.0 TIEMPO EXTRA
6.0 PRECIOS
7.0 FORMA DE PAGO
8.0 CONTABILIDAD
9.0 CAMBIOS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
10.0 RELACION DEL CONTRATISTA CON SUS EMPLEADOS
11.0 GARANTIAS
12.0 PROPIEDAD DE LA INFORMACION TECNICA
13.0 TRASPASO DE OBLIGACIONES
14.0 SUBCONTRATACION
15.0 CONTROVERSIAS
16.0 INICIACION Y TIEMPO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS
17.0 PERSONALIDAD Y DOMICILIOS

A N E X O S

Los anexos que llevan los contratos de ingeniería pueden ser muy variados, pero en términos generales se acostumbra incluír:

- Breve descripción de la unidad (o servicio).
- Bases de diseño.
- Procedimientos Generales de Trabajo.
- Definición de gastos directos.
- Definición de gastos de transporte y viáticos.
- Tabulador de salarios por zonas y categorías (cuando el contrato es por administración).
- Prácticas de ingeniería aplicables.

Tipos de Contratos.

Los tipos de contratos son generalmente clasificados en función de la forma de reembolso. Por lo tanto, la selección de un tipo de contrato para un proyecto en particular debe hacerse con mucho cuidado. Las formas de contratación más comunes en ingeniería son:

- Por Administración con porcentaje.

  Este contrato es reembolsable sobre la base de todos los costos directos incurridos mas un porcentaje de éstos. El porcentaje incluye los gastos generales tales como de ventas, administrativos, depreciación de edificios y costos por servicios, y un retorno sobre la inversión del contratista en la empresa. Bajo los términos de este tipo de contrato, el cliente puede tomar la decisión de intervenir en todos los aspectos del desarrollo del proyecto. Las desventajas que presenta residen en que el contratista tiene poco incentivo para controlar costos y por tanto sus gastos totales serán equivalentes al costo total del proyecto. Es por esta razón que el cliente se reserva el derecho para tener acceso a los reportes de costos del contratista como una medida de control. Este tipo de contrato es aconsejable cuando se desea iniciar un proyecto sin conocer en detalle las características de éste, pues es de fácil negociación entre las partes.

- Por Administración con honorarios fijos.

  Este tipo de contrato involucra una modificación al tipo anterior y que consiste en el hecho de que los honorarios son fijados al inicio del trabajo. Respecto al costo final del proyecto, permanece fijo corriendo el riesgo el contratista de ver disminuídas sus utilidades. Se considera que este tipo de contrato es el más conveniente, pues representa una garantía para el cliente en cuanto a que éste va a pagar una cantidad fija de honorarios al contratista, teniendo éste que hacer un esfuerzo por cuidar su eficiencia en relación al desarrollo de los trabajos.

- A Precio fijo o Suma Global (Lump Sum).

  Es aquel en el cual se acuerda un precio único global por un trabajo específico perfectamente determinado en su alcance. El pago en este

tipo de contrato se puede realizar ya sea como pago efectivo en el momento de la transacción o repartido durante un cierto período. - Si existieran cambios en el diseño después de elaborarse el contrato, se requerirá un ajuste al precio global (lump sum) de mutuo - acuerdo. Con el fin de evitar desacuerdos, el cliente debe aprobar todas las adiciones en manos del contratista.

La ventaja del contrato a precio fijo es el de conocer el precio - total de los trabajos incluídos en el alcance del contrato; como - desventaja evidente es que una vez fijados el alcance de los trabajos y el precio de los mismos, cualquier cambio representará un costo extra. Este tipo de contrato puede ser aconsejable para proyectos en los que la parte contratada tenga mucha experiencia.

2.2.2 Ingeniería de Proyecto.

Es en esta etapa donde propiamente se inician los trabajos técnicos y durante la cual se definen en detalle el proceso, equipos y servicios así como - la operación de la planta. La ingeniería de proyecto puede ser desarrollada por la empresa interesada en producir el producto cuando se tiene la capacidad para ello, o bien puede ser encargada a una firma de ingeniería, o adquirirla en un paquete tecnológico.

Previamente al inicio de actividades de ingeniería de proyecto es necesario establecer las "Bases de Diseño" del mismo, documento que tiene como - finalidad establecer las bases sobre las cuales se desarrollarán los trabajos, y que debe incluír información sobre:

- Función de la planta y tipo de proceso utilizado.
- Capacidad, rendimiento y flexibilidad.
- Especificaciones de materia prima y productos.
- Condiciones de recepción de materias primas y entrega de productos.
- Sistemas de eliminación de desechos.
- Especificación de los servicios auxiliares disponibles o por generar.
- Especificación de los sistemas de seguridad.
- Localización de la planta.
- Bases de diseño eléctrico, de tubería, civil acero, civil concreto, ins-

trumentación y para equipos.

- Códigos y normas de diseño que se utilizarán.
- Características del lugar de ubicación.
- Características climatológicas y meteorológicas de la ubicación.

La ingeniería de proyecto puede realizarse en las siguientes etapas:

A. Desarrollo de la ingeniería básica.
B. Desarrollo de la ingeniería de detalle.
C. Desarrollo de la ingeniería de procura.

A. Desarrollo de la Ingeniería Básica.

La ingeniería básica del proyecto se refiere a saber cómo se elabora un producto (know-how) y puede obtenerse por dos medios básicamente:

- Cuando se trata de un proceso del dominio público, se puede contratar con una firma de ingeniería.
- Cuando se trata de procesos que requieren del pago de regalías por el uso de determinada patente, normalmente se acude a licenciadores, nacionales o extranjeros.

La selección de un proceso que requiere adquirirse en el extranjero, se efectúa en base a un Concurso Internacional. Si las condiciones comerciales son atractivas, tratándose de un proceso en el cual se cuente con buena experiencia, la selección es fácil. En cambio, cuando no existen tales condiciones o se trata de la fabricación de un producto nuevo, la selección se lleva a cabo haciendo en base a las ofertas obtenidas, un estudio técnico-económico para determinar la inversión inicial, los gastos de operación y las conveniencias de cada caso, siendo el factor más importante para la selección del proceso, la confiabilidad de operación de la unidad. Para constatar las ventajas técnicas, se efectúa una investigación directa por medio de visitas a unidades similares en operación que el licenciador haya vendido.

El paquete de ingeniería básica debe quedar integrado con la siguiente información:

- Bases de diseño preparadas por la firma de ingeniería o licenciador.
- Descripción detallada del proceso.

- Diagramas de flujo del proceso donde se identifique corrientes y equipo de proceso y donde se incluyan balances de materia y energía y condiciones de operación: presión, temperatura, flujo, etc.
- Información complementaria para diseño de tuberías y especificaciones de instrumentos tales como flujos, temperaturas, presiones, etc., mínimos, normales y máximos, así como ciertas propiedades físicas de las corrientes.
- Lista de equipo básico con dimensionamiento preliminar.
- Plano de localización general de equipo.
- Hojas de datos de proceso y dimensiones generales de los equipos convencionales de la planta, y en el caso de equipos críticos de operación en la planta, especificaciones detalladas y dibujos si se requieren para la fabricación de éstos, como en el caso de reactores.
- Consumos estimados de servicios auxiliares.
- Consumo y especificaciones de reactivos químicos y catalizadores.
- Guía o manual de operación preliminar.

Durante el desarrollo de la ingeniería básica, normalmente el cliente envía un representante denominado residente a las oficinas o sede del licenciador, quien sirve de coordinador entre el cliente y el contratista, y quien verifica que la información suministrada por el licenciador sea clara y completa para el desarrollo posterior de la Ingeniería de Detalle.

B. Desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

La ingeniería de detalle se puede definir como la parte de la ingeniería de proyecto en la cual se desarrollan las especificaciones de los equipos, se elaboran los dibujos y documentos de ingeniería con los cuales es posible adquirir o construír los equipos y materiales requeridos para llevar a cabo la construcción de la planta y las instalaciones auxiliares requeridas, fundamentada en el paquete de Ingeniería Básica del proceso.

El desarrollo de la ingeniería de detalle de un proyecto es lo que va permitir elaborar el diseño de la construcción de la instalación indus-

ingenieros de diversas especialidades, y entre estos se pueden mencionar a los ingenieros químicos, mecánicos, civiles, eléctricos, industriales, etc.

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

Una norma es una serie de reglas, conceptos y procedimientos que establecen en base a los códigos, los requisitos mínimos de calidad de los elementos que integran un proyecto, definiendo a la vez cómo alcanzar y comprobar la calidad establecida como requisito mínimo. Los códigos son normas a nivel nacional que han establecido los países altamente desarrollados; también definen los requisitos mínimos de calidad de equipo y materiales, establecen los procedimientos de pruebas de calidad, clasifican los diferentes materiales de construcción por sus características físicas y químicas, definen y clasifican los diferentes tipos de equipo por su diseño, establecen en cada caso las ecuaciones y factores de seguridad que se deben considerar para el diseño de equipos o elementos de construcción. Los códigos se revisan constantemente y son modificados de acuerdo a la experiencia obtenida o a las investigaciones efectuadas, modificándose las ecuaciones, factores de seguridad o bien incluyendo o restringiendo el uso de algunos materiales. Los códigos son establecidos por los gobiernos, por los institutos de ingenieros o por las asociaciones de fabricantes de equipo y materiales en los diferentes países.

Algunos de los códigos más empleados son:

- API: American Petroleum Institute.
- ASME: American Society of Mechanical Engineers.
- TEMA: Tubular Exchanger Manufactures Association.
- NEMA: National Electrical Manufactures Association.
- UBC: Uniform Building Code.
- ASTM: American Society for Testing Materials.
- ANSI: American National Standard Institute.
- NFPA: National Fire Protection Association.

Los estándares son parte de las normas, los cuales se refieren a dibujos típicos de partes del proyecto, tales como detalles de instalaciones de instrumentos, separaciones entre diversos equipos, dibujos de plataformas o escaleras, etc. Cabe mencionar que la calidad y número de estándares está en razón directa de la experiencia y calidad de la firma de ingeniería.

Con el paquete de ingeniería básica del proceso, normas de diseño y dentro de la ingeniería de detalle es posible definir la siguiente información:

- Especificaciones del proyecto.
- Diagrama de flujo de proceso.
- Determinación de las características del equipo.
- Diagrama de tubería e instrumentos y diagramas de servicios auxiliares.
- Plano de localización general del equipo.

Especificaciones del proyecto. Las especificaciones son las normas donde se establecen las condiciones específicas para el proyecto de que se trate; en otras palabras, es una adaptación de las normas a los requerimientos específicos del proyecto. Para llevar a cabo tal adaptación es necesario hacer referencia a las bases de diseño donde se establecen los datos del lugar, leyes locales, preferencias del cliente y la disponibilidad de equipos y materiales en el mercado nacional.

Diagrama de flujo de proceso. Los diagramas de flujo de proceso se utilizan para mostrar la secuencia seguida en el proceso, las operaciones unitarias que en el se efectúan, y las cantidades de materia y energía que se transfieren. Generalmente el diagrama se elabora en la fase de ingeniería básica del proyecto.

El diagrama de flujo de proceso es el mejor medio de transmisión de datos de ingeniería en forma completa y precisa, debido a que es una representación gráfica de todo el sistema en la que se describe el proceso, se proporcionan datos de entradas y salidas de materias y se dá la información de los equipos que lo constituyen.

Los siguientes criterios deben tomarse en cuenta cuando se elabora un diagrama de flujo de proceso:

a. El diagrama de flujo únicamente debe contener el equipo de proceso y mostrar la interrelación de éstos equipos de acuerdo a la secuencia del flujo de materia.

b. Es importante generar diferentes alternativas de dibujos de modo que se eliminen al máximo los cruces entre las líneas y se minimicen los cambios de dirección de éstas. El no tener un buen diagrama desde un principio origina que los diagramas subsecuentes, que son más detallados, se compliquen en forma exagerada.

c. Es importante utilizar la simbología adecuada para los equipos de proceso en base a algún estándar, o bien, que sea lo suficientemente general como para que sean fácilmente reconocidos los equipos. Una de las formas de identificación consiste en señalar al equipo con una clave que esté formada por dos letras y un número. Las letras indicarán el tipo de equipo y el número dá la secuencia del equipo en la planta, dentro de un mismo tipo de equipo. Este número podrá indicar con un dígito la sección de la planta en la que se encontrará localizado. De esta forma, el décimo recipiente a presión localizado en la segunda sección de la planta tendrá la clave FA-210.

A continuación se proporciona la clave de identificación de equipo para una planta de proceso:

CLAVE	N O M B R E
BA	Calentadores a fuego directo
DA	Torres (empacadas, platos, absorbedores)
DC	Reactores
EA	Cambiadores de calor
EB	Serpentín
EC	Soloaires
EE	Eyectores de vacío
FA	Recipientes a presión
FB	Tanque de almacenamiento
FC	Separadores ciclónicos
FD	Filtro
FE	Fosas y depósitos

CLAVE	N O M B R E
GA	Bombas
GB	Compresores
GC	Expansores
GD	Agitadores

d. La información de la corriente de proceso identificada en el diagrama se presenta en un cuadro de balance conteniendo: número de corriente, flujo, propiedades físicas, presión y temperatura.

e. Unicamente se deben mostrar los controles básicos del proceso. El tipo de control se indicará de acuerdo a una simbología estándar.

Determinación de las características del equipo. En base a las especificaciones del proyecto, el diagrama de flujo de proceso y las bases de diseño, el departamento funcional de ingeniería de detalle inicia la determinación de las características del equipo crítico en la operación de la unidad; en el caso de que el paquete de ingeniería básica sea adquirido a un licenciador, se le exige a éste los dibujos y especificaciones correspondientes.

En el caso de recipientes, columnas de fraccionamiento, absorbedores, acumuladores, etc., se deben proporcionar las dimensiones de los equipos, materiales de construcción, tipo y clase de materiales y número de platos o características y altura de empaque. También se determinan los espesores del cuerpo y tapas del recipiente, tamaño, tipo, núro y orientación de boquillas, soporte de recipientes, de platos, especificación de los requerimientos de relevado de esfuerzo y radiografiado de soldaduras.

Cuando se trata con equipos de transferencia de calor se debe determinar: la carga térmica, las características físicas de las corrientes manejadas, los materiales de construcción requeridos, temperaturas de entrada y salida de las corrientes, caída de presión permisible, factor de ensuciamiento, tipo y longitud del cambiador, arreglo de tubos, espesor de tubo, coeficiente total de transferencia de calor y la superficie requerida para intercambio térmico de acuerdo con el diseño mecánico de la unidad.

Para los equipos de bombeo debe proporcionarse cuando menos la siguien

te información: gasto volumétrico a manejar, material de construcción y tipo de bomba o compresor, presión de operación, NPSH disponible, la eficiencia de la bomba; se especificará la potencia y tipo de accionador, dando las características de la corriente eléctrica, especificación de sello mecánico, tipo de acoplamiento, velocidad crítica, diámetro de impulsor, etc. El vendedor al cotizar debe proporcionar la eficiencia, el NPSH requerido de la bomba, las curvas de operación, las revoluciones por minuto de la unidad, y la información mecánica básica.

Diagramas de tubería e instrumentos y diagramas de servicios auxiliares. Los diagramas de tubería e instrumentos también conocidos como diagramas mecánicos muestran en mayor detalle la planta en forma diagramática, pero no indican balances ni condiciones de operación. Un diagrama de tubería e instrumentación debe contener:

- Todos los equipos de proceso incluyendo los relevos e indicando las características fundamentales de estos.
- Todos los instrumentos de control desde el primario hasta válvulas y alarmas.
- Todas las tuberías del proceso y válvulas, indicando el diámetro y la especificación correspondiente. De las tuberías de servicios auxiliares sólo se muestra la parte que está íntimamente relacionada con el proceso.

Los diagramas de servicios auxiliares deben contener todos los detalles que se muestran en un diagrama de tubería e instrumentos indicando además todo el equipo de servicios auxiliares y el de proceso que produce o consume tales servicios.

La parte eléctrica, no obstante es parte de los servicios auxiliares, se presenta por medio de diagramas especiales denominados diagramas unifilares, donde con simbología adecuada en base a algún estándar, se indican los transformadores, los interruptores, los centros de distribución y los centros de control de motores, indicando ciclaje, los voltajes y amperajes en varios puntos del sistema.

Plano de localización general de equipo. Este tipo de plano es un dibujo de la unidad en planta, en el cual se encuentran perfectamente localizados todos y cada uno de los equipos que conforman el proceso, estructuras y edificios que componen la planta.

En los planos de localización general de equipo se limita el área de la unidad por líneas claramente definidas y que constituyen los llamados "límites de batería" de la unidad.

La orientación en estos planos se indica marcando sobre el dibujo el norte geográfico y el norte de construcción, los cuales pocas veces coinciden. Para simplificar dentro de la planta la localización de los equipos, se toma la esquina inferior izquierda como cero-cero y se desarrolla un sistema de coordenadas interno.

La dirección de los vientos es un factor importante que debe tomarse en cuenta cuando se establece el plano de localización general, ya que de esta manera es posible conocer hacia donde pueden ser enviados los vapores por el viento cuando existe una fuga o simplemente en el caso de venteos, para lo cual debe disponerse de la velocidad de los vientos, la dirección y el porcentaje por año que sopla en cada una de las direcciones o simplemente conocer cuáles son los vientos dominantes.

Para continuar con el trabajo comprendido en la Ingeniería de Detalle es necesario la agrupación de otras distintas ramas o campos profesionales conocidos como departamentos funcionales, entre los que se encuentran los siguientes:

- Ingeniería de Diseño Mecánico de Recipientes.
- Ingeniería de Diseño de Equipo de Transferencia de Calor.
- Ingeniería de Sistemas.
- Ingeniería de Control.
- Ingeniería de Diseño Mecánico de Equipo Dinámico.
- Ingeniería de Diseño de Tuberías.
- Ingeniería de Análisis de Esfuerzos.
- Diseño Arquitectónico.
- Ingeniería de Diseño Civil.
- Ingeniería de Diseño Eléctrico.

Ingeniería de Diseño Mecánico de Recipientes.

A partir de la información contenida en las hojas de datos de proceso y de dimensiones generales que proporciona la Ingeniería Básica, esta especialidad desarrolla la siguiente información de recipientes a pre-

sión, torres, recipientes atmosféricos, filtros, reactores, etc., la cual será utilizada para su adquisición y para que las demás especialidades de la Ingeniería de Detalle continúen con su trabajo:

- Espesores del cuerpo y tapas del recipiente.
- Tamaño, tipo, número y orientación de boquillas.
- Diseño de faldones de torres y soportes de recipientes horizontales.
- Tipo y características de soportes de platos y empaques.
- Arreglo y especificación de tubería y dispositivos internos.
- Tipo y características de soportes de aislamiento.
- Especificación de los requerimientos de relevado de esfuerzos y radiografiado de soldaduras.
- Dibujos detallados de equipo mostrando las especificaciones técnicas.

Ingeniería de Diseño de Equipo de Transferencia de Calor.

Esta es realizada por los fabricantes del equipo y en algunos casos, por las firmas de ingeniería. A partir de la información proporcionada en la Ingeniería Básica (condiciones del proceso, carga térmica, propiedades físicas de las corrientes manejadas y materiales de construcción requeridos), este grupo debe efectuar el diseño termodinámico y mecánico-estructural de los equipos cuya función es efectuar la transferencia de calor requerida en el proceso. Las actividades básicas serán:

- Diseño termodinámico y mecánico estructural de cambiadores de calor comprendiendo la generación de:
  - Hojas de datos mostrando: condiciones de diseño, arreglo de envolventes o bancos, dimensiones, área de intercambio, tipo de equipo, materiales, características de boquillas, carga térmica intercambiada, etc.
  - Esquemas de predimensionamiento del equipo, dimensiones generales del equipo, pesos, etc.
  - Dibujos mecánicos de distribución del equipo con sus especificaciones.
  - Requerimientos de servicios auxiliares: vapor, agua, energía eléctrica.

Ingeniería de Sistemas.

Esta especialidad se caracteriza por iniciar sus actividades dentro de la ingeniería básica y conducirlas casi al final del proyecto debido a que parte de su trabajo se efectúa con información proporcionada por los fabricantes de equipo. La información básica desarrollada es:

- Plano de localización general de equipo, estructuras y edificios, en los que se indique: identificación, dimensiones y representación, disposición y separación, coordenadas a línea de centro de equipo o ejes de columnas de edificios y estructuras, límites de batería de la planta, orientación, dirección y frecuencia de vientos, dimensión y localización de soportes de tubería, áreas de mantenimiento.
- Diagramas mecánicos de tubería e instrumentación para las corrientes de proceso, servicios auxiliares y desfogues, debiendo mostrar lo siguiente: identificación de las corrientes del equipo, interconexiones entre equipos, todos los instrumentos desde el elemento primario hasta los elementos finales de control, dispositivos de seguridad, elevaciones de equipo y niveles de los fluídos dentro de éstos, drenes, venteos, accionadores de equipo mecánico, arreglos de tubería, válvulas y accesorios etc.
- Lista de líneas de proceso, servicios auxiliares y desfogues, identificación de las líneas de interconexión, origen y destino de las mismas, identificación de la especificación de materiales y accesorios, condiciones físicas de operación y prueba, tipo y espesor de aislamiento, etc.
- Hojas de datos y especificaciones del servicio de equipo e instumentos, tales como: bombas centrífugas, recipientes de servicios auxiliares, válvulas de seguridad, discos de ruptura, etc.

Ingeniería de Control.

Dentro de la información generada por esta especialidad se encuentra:

- Hojas de datos de instrumentos, donde se especifican las características que deberán tener los elementos primarios, controladores y finales de control de presión, nivel, temperatura, flujo, velocidad, de propiedades físicas, etc.
- Plano de localización generalde instrumentos mostrando sobre un pla

no de localización las coordenadas y clave de todos los instrumentos por instalar.

- Indice de instrumentos en donde se enlistan todos los componentes de los diferentes circuitos de control, sus claves de identificación, su servicio, el número de diagrama de control y de tubería e instrumentos que le corresponde, órden de compra que les ampara, etc.
- Diagramas de instrumentación que muestran, para cualquier circuito o sistema de control, los instrumentos de campo y de tablero de control, así como su identificación.
- Dibujos típicos de instalación, mostrando en isométrico la instalación típica de instrumentos y la especificación y lista de materiales requeridos.
- Planos del tablero principal de instrumentos, indicando las dimensiones del mismo, arreglo y distribución de instrumentos controladores, alarmas, etc., y estructura del gabinete.
- Diagramas de tableros locales, señalando forma y dimensiones, instrumentación local a instalar, etc.
- Diagramas de interconexiones eléctricas y alambrado de tableros de control de instrumentos, mostrando calibres, materiales y arreglos del alambrado.
- Plano de suministro de aire y conducción de señal neumática de instrumentos, identificando y especificando la trayectoria de suministro.

Ingeniería de Diseño Mecánico de Equipo Dinámico.

Esta disciplina efectúa su trabajo a partir de la información de proceso y servicio requerido mostrada en las hojas de datos de equipo dinámico. Sus actividades fundamentales son:

- Especificar para su adquisición, desde el punto de vista mecánico, el equipo dinámico: bombas, compresores, accionadores, sopladores, grúas, transportadores, sistemas de aire acondicionado, equipos especiales (por ejemplo para secado de aire de instrumentos), etc.
- Evaluaciones técnico-económicas de propuestas de equipo mecánico.
- Revisar y aprobar dibujos de fabricantes del equipo mecánico.
- Revisar y aprobar las pruebas de funcionamiento de estos equipos.
- Proponer dibujos de arreglo y colocación del equipo mecánico mayor -

de la planta, proporcionando: dimensiones generales del equipo, elevación del mismo, claros requeridos de operación y mantenimiento, arreglo y disposición del equipo auxiliar.

Ingeniería de Diseño de Tuberías.

Esta disciplina se encarga de determinar la colocación y trayectorias de los diversos sistemas de tubería y sus accesorios de acuerdo con los requerimientos del proceso, necesidades de operación y mantenimiento. Dentro del diseño de tuberías se tienen dos actividades importantes: preparación de dibujos de plantas y elevaciones y en base a éstos desarrollar los dibujos isométricos, y la construcción de maquetas de la planta a rigurosa escala, pudiéndose también obtener los isométricos a partir de éstas.

Las principales actividades y documentos generados por Tuberías son:

- Plano clave de tubería o de maqueta.
- Estudios de plataformas y escaleras para su diseño civil y estudios de arreglo de tubería: aérea, subterránea, sobre marcos de soporte, en edificios, etc.
- Orientación y localización de boquillas en equipos.
- Planos de plantas y elevaciones de tubería, mostrando a escala todos los arreglos, localización de instrumentos y accesorios.
- Maqueta constructiva mostrando equipos, edificios, soportería, tubería y accesorios, plataformas y escaleras, ubicación de drenajes y límites de batería, localización de alumbrado e instrumentos, así como identificación de todo lo mostrado.
- Dibujos isométricos de tubería requeridos para fabricación de las mismas mostrando: diámetro, número, especificación y trayectoria de cada línea, instrumentación y accesorios sobre ésta, elevaciones y coordenadas del trazo y lista de materiales requerido para su fabricación y montaje.
- Planos de tubería subterránea, dando: identificación y especificación de los tipos de drenaje de la planta, localización de registros y trayectorias de tubería, localización de hidrantes, etc.
- Dibujos de sistema contra incendio, indicando su especificación y localización, equipo y área de protección.

- Plano de resumen de notas generales de tubería referentes al diseño, construcción, montaje y operación de la misma.

Ingeniería de Análisis de Esfuerzos.

El análisis de esfuerzos consiste en determinar si el diseño propuesto de tuberías es correcto estructuralmente, ya que la tubería que trabaja a altas o bajas temperaturas debe absorber los esfuerzos ocasionados por las dilataciones por variación de temperatura. Los sistemas de tubería no deben transmitir esfuerzos a los equipos.

Las actividades e información principales de esta especialidad son:

- Análisis de esfuerzos en tuberías por temperatura, presión y peso propio.
- Estudios de colocación de juntas de expansión, localización y dimensionamiento de curvas de tubería, y especificación de resortes y soportes de tubería para su adquisición.
- Dibujos de detalles y especificación de apoyos, guías y grapas de tubería en recipientes, edificios y marcos soporte.
- Dibujos isométricos para localización de estos elementos.

Diseño Arquitectónico.

Este grupo es el encargado de elaborar los diseños de cuartos, casa o edificios que se requieran para la planta y para aquellos procesos o equipos que así lo requieran. La información básica que genera esta especialidad es la siguiente:

- Anteproyectos arquitectónicos de edificios: administrativos, de control de proceso, de máquinas, de almacenamiento, de talleres, etc.
- Dibujos definitivos de plantas y fachadas arquitectónicas.
- Isométrico, arreglo y especificación de las instalaciones hidráulica y sanitaria.
- Localización de equipo y ductos de aire acondicionado de edificios.
- Detalles constructivos y tablas de especificación de materiales, acabados y equipo o materiales de ambientación.
- Listas de materiales de herrería y carpintería, así como sus especificaciones.

Ingeniería de Diseño Civil.

El trabajo de esta especialidad depende en gran parte de las demás especialidades, basando su labor en las bases y especificaciones de diseño civil del proyecto. Desde el punto de vista de trabajo, esta especialidad puede subdividirse en civil concreto y civil acero, siendo las actividades e información desarrollada por cada una de ellas la siguiente:

Ingeniería Civil Concreto:

- Solicitud del estudio de mecánica de suelos a fin de orientar sobre el tipo de cimentaciones a usar.
- Plano clave de cimentaciones, mostrando la forma en planta, localización y dimensiones generales de todas las cimentaciones.
- Cálculo, diseño y dibujo de cimentaciones de equipo de proceso, edificios, estructuras y soportería de tubería.
- Cálculo, diseño y dibujos de estructuras de concreto para edificios y soportería de tubería.
- Diagramas de apoyos de escaleras, dibujos de pavimentos y niveles de piso terminado.
- Volúmenes de obra de todas las instalaciones por efectuar.

Ingeniería Civil Acero:

- Cálculo, diseño y dibujo de edificios y estructuras de acero, así como especificación de materiales y cantidades de obra.
- Dibujos de plataformas y escaleras de edificios, puentes de tubería y equipo vertical y horizontal, mostrando arreglos, dimensiones, especificación de materiales y cantidades de obra.
- Escaleras y barandales en equipo atmosférico, tanques de almacenamiento, etc.
- Dibujos de localización y especificación de grapas en recipientes verticales y horizontales.
- Dibujos de apoyos especiales de tubería.

Ingeniería de Diseño Eléctrico.

Este grupo inicia sus actividades al contar con el plano de localización general de equipo y edificios, obteniendo de otros gru-

pos de diseño las necesidades de motores eléctricos, resistencias calefactoras, cargas para instrumentos, etc., y calcular la carga para el alumbrado y comunicaciones. La información que genera esta especialidad es la siguiente:

- Especificaciones de ingeniería para el diseño de instalaciones eléctricas industriales y adquisición de equipo eléctrico.
- Diagrama unifilar, identificando y especificando los alimentadores, los niveles de tensión, las cargas, los circuitos, las protecciones, los instrumentos de control eléctrico, y el equipo de subestación.
- Dibujos de arreglo de equipo eléctrico en la subestación y cuarto de control de motores.
- Dibujos del sistema general de distribución de fuerza, mostrando: - localización y nomenclatura del equipo eléctrico, recorrido de ductos, número de circuitos para fuerza y control, así como posibilidades de instalaciones futuras.
- Especificación de cédula de conductores y tubería indicando: identificación del equipo eléctrico, cargas, tensión, número de circuitos, longitud y calibre del alimentador, diámetro de ductos, y número de compra que ampara el material correspondiente.
- Dibujos de la red del sistema general de tierras y apartarrayos.
- Dibujos de alumbrado de patios, equipo, edificios y plataformas.
- Cuadro de balances de cargas y especificación de tableros.
- Diagramas y circuitos de control eléctrico para los equipos que lo requieran.
- Dibujos de alimentación eléctrica a instrumentos.
- Coordinación de protecciones, mostrando la calibración de interruptores y secuencia de la protección.
- Especificación del equipo de la subestación eléctrica para su adquisición.

C. Desarrollo de la Ingeniería de Procura.

La adquisición de los componentes de una planta está dividida en dos grandes grupos, que son el de los equipos y el de los materiales. - Esta división obedece al hecho de que los equipos son determinantes en el proceso, pues el funcionamiento de ellos depende el alcanzar - las condiciones de operación y por lo tanto, los rendimientos que de la unidad se esperan; siendo así, la adquisición de los equipos se - convierte en un problema técnico-económico más que en un aspecto comercial, y si a esto adicionamos que los equipos son por lo general piezas de diseño complejo y de fabricación especial, se encuentra -- que estos deben ser seleccionados por personal especializado de los grupos de ingeniería.

La adquisición de materiales tiene otro tipo de problemas, que se refieren principalmente al control de ellos dentro del proyecto, debido a que las condiciones de material adquirido hay que estarlas vigilando durante la adquisición y entrega, ya que son muy numerosos.

La adquisición de equipos y materiales denominada con frecuencia Procura, está dividida en cuatro fases principales:

- Compra de equipo y materiales.
- Expeditación.
- Inspección.
- Tráfico y embarque.

Compra de equipo y materiales.

Sus actividades básicas son las siguientes:

. Solicitud de cotización, la cual está formada por los documentos siguientes:

a. Lista de proveedores que podrán concursar, hecha de común acuerdo entre la firma de ingeniería y el cliente, en base a un cacatálogo de fabricantes del equipo o material en cuestión, y en donde se describe para cada uno de ellos: productos, tamaño y - modelos, así como las facilidades de que dispone en cuanto a maquinaria, ingeniería, cantidad de personal, etc. En esta lista se fija el día de cierre de concurso, o sea, la fecha límite en que el proveedor debe presentar su cotización.

b. Requisición de materiales o equipo, en la que se describe claramente lo que se desea adquirir dando las especificaciones necesarias, indicando además: número de partida de material o equipo, cantidad solicitada, referencia a los dibujos y especificaciones de ingeniería de diseño, número de proyecto, nombre y sitio de la obra, destino final.

c. Dibujos y especificaciones de los equipos y materiales descritos en la solicitud de cotización. Estos serán proporcionados por los grupos de diseño.

d. Términos y condiciones generales de compra. Este es un impreso donde debe aparecer: condiciones de pago y de posibles anticipos o financiamiento, lugar de entrega de equipo o materiales y tipo de embarque requerido, cantidad de dibujos e instructivos necesarios para revisión y aprobación o aprobados y certificados; asimismo, cualquier condición que pueda influír en el costo de los equipos o materiales a cotizar.

. Preparación de tablas comparativas de las características técnicas y económicas de cada cotizante. La evaluación económica debe considerar los siguientes conceptos de costo, con el propósito de hacer una correcta evaluación:

a. Precio total en la moneda cotizada.

b. Precio equivalente en pesos mexicanos.

c. Costo de empaques y fletes a puerto de entrada o al lugar de la obra.

d. Ajuste al precio por escalación, desviaciones y omisiones de parte del proveedor, así como por condiciones de pago si estas son diferentes a las estipuladas en la solicitud de cotización.

e. Costo de operación a valor presente a 8 años (vida útil promedio), basado en los precios de los servicios auxiliares dados en las bases de diseño.

f. Tiempos de entrega.

g. Se debe indicar si se aplica y está aceptado por parte del proveedor, el financiamiento en caso de existir.

Analizando la información que se establece en la tabulación técnica,

se puede decidir cuál de los fabricantes presenta mayor ventaja técnica y se apega más al equipo solicitado; posteriormente, con la evaluación económica se podrá tomar la decisión más conveniente para el cliente.

. Preparación de documentos de compra del equipo que cumple técnicamente y representa la mejor alternativa económica, y que son: cartas o télex de intento, que es un compromiso formal con el proveedor para que inicie los trabajos de ingeniería y colocación de subórdenes a proveedores que le suministrarán los insumos que requiere para la fabricación del equipo o materiales. Posteriormente se elabora el pedido que sustituye a la carta de intento.

Expeditación.

Esta actividad principia al colocarse la órden de compra a un proveedor y termina hasta que el material ha sido entregado en la obra. El grupo que desarrolla la expeditación debe vigilar que la fabricación se desarrolle de acuerdo al programa previamente establecido. Esta etapa comprende: expeditación de dibujos preliminares del vendedor comprometidos en su entrega por las fechas límite indicadas en la órden de compra; expeditación de dibujos finales certificados preparados por el fabricante después de recibir los comentarios hechos en los dibujos preliminares; obtención de programas de órdenes secundarias de fabricantes de equipo para fines de adquisición de materiales; obtención de programas detallados de fabricación; notificar al vendedor de los cambios a especificaciones de ingeniería y programas o entrega de equipo y materiales.

Inspección.

Esta actividad debe estar en manos de un grupo de ingenieros con conocimientos profundos en códigos, normas, especificaciones y procedimientos de fabricación en las diferentes clases de equipo. La función de este grupo es que el fabricante cumpla con los requerimientos mínimos de calidad que se establecen en los documentos de ingeniería, para lo cual se requiere que:

. Asegure que el equipo o el material cumpla con los requerimientos de la órden de compra, las especificaciones, los dibujos, etc..

- Asegure que el equipo o el material satisfacerá el servicio para el cual se requiere.
- Asegure que las pruebas de calidad y comportamiento sean conducidos satisfactoriamente.
- Asegure que los aspectos de seguridad señalados por las especificaciones, normas y códigos son estrictamente observados.
- Investigue los errores, fallas u omisiones de pruebas, diseño, etc.
- Investigue y expedite el progreso de los procesos de manufactura.

Tráfico y Embarque.

El grupo encargado de esta actividad debe hacer los arreglos legales y supervisar el embarque y traslado al sitio de la obra de los equipos y materiales una vez aceptados éstos por el equipo de inspección.

Tres son las áreas de actividades más relevantes de esta etapa:

- Aspectos legales y políticas relativas a la importación.
- Rutas y medios de transportación.
- Embalaje, el cual deberá proporcionar las condiciones de solidez suficiente para prevenir daños o pérdidas de partes o piezas durante su embarque, transporte, manejo y almacenamiento en el sitio de la obra.

2.2.3 Construcción de Instalaciones y Montaje de Equipo.

La etapa de construcción y montaje es la que comprende la mayor erogación de recursos monetarios dentro de la fase de inversión, así como también la que hace mayor utilización de recurso humanos y materiales. La realización completa de esta etapa comprende la integración de dos fases importantes que engloban las actividades propias de construcción y que se describen a continuación:

A. Actividades Administrativas (Planeación).

En el caso general, el programa de construcción se haya determinado usualmente por la entrega de materiales y equipo al sitio de la obra, más que por la disponibilidad de los dibujos de construcción.
Dentro de algunos problemas que afectan la programación de la construcción se encuentran:

- Estado de desarrollo del proyecto.
- Capacidad limitada de la compañía contratista.
- Localización de la planta. Cuando ésta se construye en sitios alejados a los centros de fabricación de equipo y materiales, y por lo tanto, la escasa mano de obra local, trae como consecuencia el alargamiento de los programas.
- El tipo de instalación industrial. Las unidades que poseen aspectos complejos en su tecnología requieren mayores tiempos de construcción.
- Tardía o nula asignación de recursos financieros.
- La calidad de la ingeniería.
- Control de calidad de los equipos y materiales.
- Mal cumplimiento de los programas de ingeniería, así como de los programas de abastecimiento de materiales.
- Capacidad del grupo supervisor de la construcción en los aspectos técnicos para poder exigir el apego a las especificaciones y dibujos correspondientes.

Además de estos problemas técnicos y administrativos, en la construcción repercuten las omisiones, errores y atrasos en las actividades que le anteceden, por lo que se convierte en una necesidad primordial la coordinación adecuada de los grupos de ingeniería y el suministro de materiales con la construcción.

El aspecto administrativo de la construcción comprende lo siguiente:

- Almacén, con todos sus controles; tráfico, entrega y activaciones.
- Volúmenes de obra, llevando al día los datos específicos para el avance y control de pagos.
- Medición y control de calidad de la construcción; materiales utilizados en la construcción.
- Seguridad industrial, vigilando que todos los obreros y equipos observen las normas de seguridad y protección requeridas.
- Suministro de elementos básicos para construír la planta, proporcionados por:
  - Grupos de ingeniería, como son: diagramas de tubería e instrumentación; dibujos de topografía; plantas del terreno y localización general de equipos y edificios; dibujos y especificaciones de construcción; instructivos de los proveedores sobre instalación; listas de materiales; servicios de apoyo de diseño para campo; presupuesto y programa global del proyecto.
  - Grupo de compras, como son: requisiciones de materiales y órdenes de compra de equipo; reportes de expeditación e instrucciones de embarque; equipo mayor y menor; materiales e instrumentos así como reporte de inspección.
  - Oficina matriz de la constructora, como es: documentos y alcance de la obra de los subcontratos; negociación de los subcontratos, órdenes de trabajo suplementarias, obtención de las aprobaciones y permisos para la construcción, asesoramiento, consulta, coordición de la obra en campo con la ingeniería y adquisición, datos de costo de construcción.

Los aspectos técnicos de la supervisión deben ser cubiertos por grupos de ingenieros especialistas en actividades específicas de la construcción: civil, electricidad, tubería, instrumentación, mecánica de equipo estático, mecánica de equipo dinámico, montaje de equipo y maniobras.

B. Actividades de Campo (Construcción).

Las actividades de construcción son muy numerosas y diversas, pero pueden agruparse en grupos afines, como los siguientes:

- Reconocimiento y estudios sobre el terreno.
- Excavaciones y movimientos de tierras.
- Construcción de cimentaciones e instalación de servicios subterráneos.
- Erección de estructuras.
- Montaje de equipo de proceso.

Reconocimiento y estudios sobre el terreno.

El conocimiento de las características particulares del terreno y del subsuelo del lugar de la ubicación de la obra es importante desde el inicio de la ingeniería de detalle, ya que estos puntos pueden tener repercusión en la forma de realizar la obra, y por lo general, las circunstancias no previstas dan lugar a dificultades y gastos suplementarios, que en ocasiones son cuantiosos. El reconocimiento del terreno tiene por objeto:

. Apreciar la superficie y dimensiones del lugar.
. Realizar una detallada nivelación del terreno.
. Conocer las particularidades: tipo de subsuelo, tipo de roca, etc.
. Conocer los cursos superficiales de agua.
. Observar posibles inestabilidades del subsuelo: señales de corrimientos de tierras, grutas, pendientes modificadas, etc.
. Observar su exposición con respecto a vientos dominantes.

Los estudios topográficos del sitio se especifican en planos a fin de determinar los costos de nivelación y saneamiento del terreno, fijar los niveles y coordenadas de referencia del complejo, y determinar las cantidades, clases y arreglos de excavaciones y rellenos.

La exploración del subsuelo en toda el área que recibirá las cargas de las cimentaciones es importante para determinar la estabilidad y capacidad de carga del suelo, revelar detalles de estratificación, agrietamientos y filtraciones de agua que afecten la resistencia del terreno.

Las pruebas generales permiten la clasificación del suelo, lo que permitirá conocer el comportamiento cualitativo del mismo. Las pruebas específicas tienen por objeto medir en forma mas o menos directa y

cuantificar el efecto que determinadas propiedades del suelo tengan - para la obra. Entre estas se encuentran la prueba de consolidación, que permite medir la deformación del terreno mediante la aplicación - de cargas controladas y obtener datos para el cálculo de los asenta-- mientos y cimentaciones, así como estimar su duración; las pruebas de compresión axial y esfuerzo cortante miden la resistencia del suelo y ayudan a determinar la capacidad última de carga en un cimiento; la - prueba de permeabilidad mide la cantidad de filtración de agua, e indica la velocidad del movimiento de humedad dentro del suelo.

Excavaciones y movimiento de tierras.

Una vez que se han trazado los linderos de la planta y fijado los puntos de referencia, se procede a la excavación y movimiento de tierras con objeto de desmontar el terreno y dejar al descubierto una capa de terreno resistente sobre la cual hacer el desplante de cimentaciones. Cuando existen zonas de poca resistencia se procede a la remoción de esas tierras para el rellenado posterior con algún otro tipo de tierra, o bien con materiales apropiados. Posteriormente se procede a la consolidación del terreno cuya finalidad es la de proporcionar una placa uniforme sobre la cual realizar el zanjeado y disponer de los espacios destinados a los pilotes o soportes de las cimentaciones.

Construcción de cimentaciones e instalación de servicios subterráneos.

Las cimentaciones son los elementos utilizados para la transmisión de cargas de las partes estructurales de un edificio al terreno. De a-- cuerdo con la forma y distribución de las cargas, las cimentaciones - pueden ser:

- Profundas, que son aquellas en las cuales, por ser muy grande el - peso de la construcción y no poder resistirlo las capas superficiales, se ve en la necesidad de apoyarse en capas más profundas y - más resistentes. Entre este tipo se encuentra la cimentación por pilotes o columnas.

- Superficiales, que son aquellas que se apoyan en las capas superficiales del terreno, por tener éstas la suficiente capacidad de carga para soportar las construcciones así apoyadas. Dentro de este tipo se encuentra la cimentación por zapata aislada con cimenta--

ción ligada para muros de carga, la zapata corrida y las losas - corridas.

Las instalaciones subterráneas se llevan a cabo una vez que las cimentaciones profundas se encuentran avanzadas o terminadas, y se tiene al menos el trazo de lo que serán las cimentaciones superficiales. Estas instalaciones comprenden:

- Tubería para drenaje pluvial, sanitario y químico, tanto de proceso como de servicios auxiliares:
  a. Drenaje de aguas pluviales, de lavado y del sistema contra - incendio.
  b. Drenaje de proceso o aceitoso o de aguas sucias, que incluye goteos y derrames de equipo de proceso.
  c. Drenaje sanitario conducido a la red sanitaria.
  d. Drenaje químico o de materiales corrosivos, el cual se conduce a un sistema de recuperación y neutralización.
- Conductos para instalaciones eléctricas.
- Registros para válvulas del sistema de drenaje, cárcamos de bombas, fosas sépticas y de aguas jabonosas.
- Registros eléctricos, etc.

Erección de estructuras.

Las edificaciones de plantas industriales pueden quedar comprendidas entre las siguientes:

- Edificios y estructuras de proceso.
- Edificios para servicios auxiliares, subestación de fuerza, talleres y bodegas.
- Laboratorios de control de calidad y desarrollo.
- Edificios administrativos para alojar oficinas, comedores, servicio médico, etc.
- Servicios sanitarios y de aseo de personal.

El procedimiento constructivo clásico puede resumirse en lo siguiente:

- Levantamiento de muros de carga y divisorios.
- Armado, cimbrado y colado de columnas.
- Cimbrado y armado de losas.

- Colocación de instalaciones ocultas eléctrica y sanitaria.
- Colado de losas.
- Descimbrado.
- Colocación de instalaciones descubiertas a nivel de piso, techo y muros: eléctrica, sanitaria, de servicios auxiliares, ductos de aire, lámparas, etc.
- Colocación de herrería en puertas y ventanas, cancelería y plafón.
- Colocación de accesorios y acabado.

Montaje de equipo de proceso.

Después que han quedado montadas las estructura de apoyo, empieza la instalación del equipo principal, iniciando con el equipo pesado seguido el equipo menor asociado. A continuación se inicia el montaje de la tubería aérea, continuándose durante todo el período de construcción. Cuando se termina su instalación, se lava con agua o ácido y se prueba a presión, se limpia, se pinta y se aisla. La protección anticorrosiva del tubo depende de las condiciones del proceso.

La instalación y prueba del equipo mecánico es supervisado por lo general por personal de la compañía fabricante y se realiza conforme a lo señalado en los manuales de instalación, operación y mantenimiento que él mismo proporciona.

Una vez que el equipo y tubería principal se encuentran colocados, se instala el equipo menor. Los accesorios frágiles como instrumentos, aparatos eléctricos y tuberías pequeñas se instalan también en las etapas finales para disminuír la posibilidad de daño.

Por último, se terminan pisos, escalera, alumbrado, acabado de tuberías y finalmente la pintura del equipo que la requiera, armazones, patios y ornamentación.

2.2.4 Pruebas y arranque de la instalación industrial.

A. Fuentes de problemas que se manifiestan durante las pruebas y arranque.

El arranque o puesta en marcha de una nueva planta de proceso, representa la culminación de las etapas de investigación, evaluación, dise

ño y construcción, y es en esta etapa donde surgen los errores y omisiones originados en la ingeniería, fabricación de equipos y materiales, y de la construcción, así como los propios del arranque. Los problemas surgidos durante la prueba y puesta en marcha de los equipos, encuentran frecuentemente su origen en las siguientes causas:

- Ingeniería inadecuada: pobre diseño, aplicación y especificación inapropiada, tecnología poco conocida o poco probada, selección inadecuada del proveedor.
- Fabricación: calidad pobre de materiales y componentes, ensamble inapropiado, falta de limpieza, tolerancias mal especificadas o cumplidas, materiales inapropiados.
- Mal manejo durante el embarque, la descarga, montaje y movimiento en la planta.
- Instalación: desalineamientos, limpieza deficiente, mal ensamble de internos, daños no corregidos, trabajo inapropiado de sistemas auxiliares.
- Deterioro y maltrato durante el almacenamiento.
- Mala operación de las unidades.
- Manejo inadecuado en el incio del proyecto (planeación) y durante la ejecución de la ingeniería de proyecto.

Para disminuír los problemas en el arranque, independientemente de las medidas que deben tomarse en cada actividad durante su desarrollo, debe tomarse otra serie de medidas tendientes a detectar los errores y omisiones con la mayor anticipación al arranque. Estas medidas son:

- Nombramiento con suficiente tiempo del personal de pruebas y arranque de operación y de mantenimiento de la planta.
- Estudio de la información del proyecto por parte de los grupos mencionados.
- El grupo de prueba y arranque debe permanecer en la obra desde el inicio del montaje del equipo e iniciar las pruebas de éstos.
- La entrega de los equipos de la planta, del grupo de construcción al de arranque, debe hacerse cuando la construcción lo permita, pero el grupo de construcción debe estar presente para asistir al de operación.

- La entrega de refacciones por parte de construcción y la revisión y ordenamiento de ellas por el personal de mantenimiento, deben hacerse con anticipación a la puesta en marcha.
- La relación de modificaciones y cambios a la planta, debe minimizarse por parte del grupo de operación y ésta debe autorizarse con un mínimo de seis meses antes de la fecha de arranque, para que el grupo de construcción pueda llevarlas a cabo.
- Las pruebas y puesta en marcha de los equipos deben efectuarse de acuerdo con las indicaciones de los instructivos de fábricante.

Una de las herramientas principales del grupo de pruebas y arranque es el Manual de Operación de la Planta y el Manual de Datos de Fabricante, información generada por la compañía de ingeniería o el licenciador, si la planta fué adquirida como paquete de ingeniería básica.

El Manual de Datos de Fabricante contiene la información ordenada y debidamente clasificada que a lo largo del proyecto se recibió de los fabricantes de equipo, la cual fué revisada y aprobada por el administrador de proyecto.

El Manual de Operación de la Planta puede contener las siguientes secciones:

. Descripción general. Esta sección contiene las especificaciones de la carga, de los productos y subproductos de la planta, y una descripción detallada del proceso y de los equipos involucrados.
. Condiciones de operación y control. En esta sección se describen los efectos que en la operación de los diferentes equipos tienen las variables del proceso; se describen los dispositivos especiales de control y operación de la planta y sus acciones.
. Preparación de la unidad para el arranque. Se describen todos los procedimientos a los que se deben sujetar los equipos y los sistemas de la planta antes del arranque.
. Arranque de la planta. Se detalla el procedimiento de arranque de la planta.
. Paro normal de la planta. Se describe el procedimiento de paro programado de la unidad, incluyendo la limpieza e inspección de los equipos y sistemas y la preparación para el mantenimiento.

- Paro de emergencia. Aquí se dá el procedimiento de paro en caso de falla de servicios auxiliares (agua, vapor, energía eléctrica), incendio o falla mecánica de equipo.
- Medidas de seguridad. Se describe el equipo y sistemas de seguridad así como las medidas de seguridad para el manejo de productos inflamables y tóxicos.
- Diagramas de flujo, planos y dibujos. Contiene una copia de los diagramas de flujo de proceso y de diagramas de tubería e instrumentos más importantes desde el punto de vista operacional.
- Pruebas y control de laboratorio. Contiene los procedimientos de análisis y pruebas de laboratorio requeridos para el control y operación normal de la planta.
- Apéndice. En esta sección se incluyen propiedades físicas de los productos químicos de las corrientes que se manejan en la planta.

B. Pruebas preliminares al arranque.

Las pruebas son aquellas actividades que se llevan a cabo previamente al inicio del arranque de cualquier planta industrial, y tienen por objeto probar las líneas, equipos, la instrumentación y el equipo mecánico antes de ponerse en servicio, para que cumplan con lo especificado en el diseño, y de tal forma que los defectos que se detecten en esta operación sean reparados con anticipación a la puesta en marcha.

Dentro de las actividades que se realizan en esta etapa se encuentran:

- Lavado, que debe proporcionarse a todas las líneas y equipos de la planta con objeto de eliminar los residuos que quedaron durante la construcción.
- Limpieza de equipos y líneas especiales. Esta limpieza química es con el fin de eliminar aceites, grasas, óxidos, etc, dejados en los equipos y líneas.
- Pruebas hidrostáticas y neumáticas.
- Inspección de la instrumentación. Comprende la verificación de toda la instrumentación, circuitos completos, montaje y calibración.
- Inspección del Sistema eléctrico. Consiste en la inspección y com

probación de líneas de conducción, subestaciones, transformadores y centros de control eléctrico.

- Verificación y pruebas de garantía de equipo mecánico (turbinas, motores, bombas, compresores, etc.), tanques de almacenamiento, equipo a fuego directo, reactores, etc.

C. Planeación del arranque.

El arranque de la planta está considerado como la etapa culminante y más importante de la fase de inversión de un proyecto industrial; por lo tanto, es necesario constituír una organización competente denominada "Grupo de Arranque" que se encargue de realizar dicha tarea.

Es de gran importancia planear la acción completa del Grupo de Arranque, definiendo cada unos de sus objetivos y las funciones de cada especialista. Dentro de los planes y programas a considerar están:

- Programa de arranque. Debe comprender cada una de las actividades necesarias para el arranque, clasificadas de acuerdo a su importancia y en forma secuencial.
- Programas de laboratorio. Tiene como objetivo mantener el producto dentro de las normas de calidad establecidas, comprendiendo:
  . Determinación de las corrientes a ser muestreadas;
  . Determinación de la frecuencia del muestreo;
  . Métodos analíticos;
  . Procedimientos de cálculo.
- Programa de mantenimiento. Incluye pruebas de rutina, períodos de inspección y ajuste de piezas o equipos y circuitos de control, así como requerimientos de partes de repuesto.
- Programa de seguridad. Cubre los aspectos generales y de emergencia así como de capacitación al personal para casos de operación anormal, peligros latentes, explosiones, accidentes menores, y requerimientos de equipo y dispositivos de seguridad.

Una vez que se han cubierto las etapas anteriores, se inicia la puesta en marcha de la planta, siguiendo las instrucciones del manual correspondiente, y conforme a los planes y programas desarrollados para tal fin.

2.3 Fase Operativa.

Las actividades de la fase operativa se refieren a todos aquellos aspectos que tienen relación con el funcionamiento de la unidad industrial, y que son resultado de la operación normal de ésta.

Los problemas de la fase operativa deben ser considerados desde los puntos de vista a corto y a largo plazo. El corto plazo se refiere al período inicial, después de comenzada la producción y donde pueden surgir diversos problemas relativos a cuestiones tales como la aplicación de técnicas de producción, el funcionamiento del equipo o la inadecuada productividad de la mano de obra, así como la falta de personal administrativo, técnico y operarios calificados.

El largo plazo se relaciona con los costos de producción por una parte, y los ingresos provenientes de las ventas, por la otra. Ambos están directamente relacionados con las proyecciones hechas en la fase de inversión y de preinversión. Si tales proyecciones resultan erróneas, la viabilidad técnica-económica de una actividad industrial se verá inevitablemente perjudicada, y si tales deficiencias se identifican sólo en la fase operativa, las medidas de corrección no sólo serán difíciles, sino también extremadamente costosas.

Es por estas razones, que debe resaltarse la gran importancia que tienen las fases iniciales del proyecto, primordialmente la de preinversión, y que constituye el marco y soporte de cualquier empresa industrial.