

110 207



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

# **ANALISIS DE FACTORES QUE INTERVIENEN EN UNA ADECUADA DISTRIBUCION EN PLANTA**

**INFORME DE LA PRACTICA PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
ROBERTO VILLENA GARCIA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E

	Pág.
<b>CAPITULO I</b>	<b>INTRODUCCION..... 1</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>GENERALIDADES Y OBJETIVOS..... 3</b>
	Proyecto de inversión..... 3
	Análisis y revisión de alternativas..... 4
	Objetivos..... 5
<b>CAPITULO III</b>	<b>METODOLOGIA..... 7</b>
	Instalaciones existentes..... 7
	Proyectos de expansión general..... 7
	A) DISTRIBUCION POR POSICION FIJA..... 7
	B) DISTRIBUCION POR PRODUCTO O EN LINEA..... 8
	C) DISTRIBUCION POR PROCESO..... 9
	Factores que influyen en la distribución..... 10
	Información básica requerida..... 11
	1. Tiempo..... 12
	2. Tipo y forma de productos..... 12
	3. Procesos de producción..... 12
	4. Pronóstico de ventas..... 14
	5. Programas de producción..... 14
	6. Manejo de materiales y su control..... 15
	7. Mantenimiento y aseo..... 15
	8. Políticas generales y factores externos... 15
	9. Areas..... 17
	10. Consideraciones generales..... 19
	11. Beneficios..... 23
<b>CAPITULO IV</b>	<b>PROCESO DE UN PROYECTO..... 26</b>
	Propósito..... 26
	Proceso de intercambio..... 26
	FIGURA IV-1..... 26
	Origen de un proyecto..... 27
	Proceso de un proyecto ..... 28
	FIGURA IV-2..... 29
	GENERACION DE IDEAS..... 28
	Impulso y estímulo a las ideas..... 31

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	33
ESTUDIO DEL MERCADO.....	34
Etapas de un estudio de mercado.....	35
1. Recopilación de antecedentes.....	35
2. Análisis, interpretación y proyección...	36
FIGURA IV-3.....	39
DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS.....	38
ESTUDIO DE INGENIERIA.....	40
1. Estudio técnico.....	40
FIGURA IV-4.....	43
2. Ingeniería básica.....	44
3. Ingeniería de detalle.....	45
ESTUDIO ECONOMICO.....	47
a) Inversión total de capital.....	48
a.1 Componentes de la inversión fija...	48
a.2 Capital de trabajo.....	54
b) Presupuesto de ingresos y egresos.....	55
b.1 Presupuesto de ingresos.....	55
b.2 Presupuesto de egresos.....	56
FIGURA IV-5.....	57
c) Flujos de efectivo.....	58
ESTUDIO FINANCIERO.....	58
Presupuesto de capital.....	60
Factores.....	60
Fases.....	61
1. Inversión y flujos de efectivo.....	61
2. Tasa mínima atractiva de retorno.....	61
3. Análisis financiero.....	61
4. Seguimiento.....	62
METODOS DE EVALUACION.....	62
Periodo de reembolso.....	63
Rendimiento de la inversión.....	64
Valor del dinero en el tiempo.....	65
Periodo de reembolso descontado.....	66
Valor presente neto.....	66
Tasa interna de rendimiento.....	67
Ejemplo.....	69
 CAPITULO V	
CONCLUSIONES.....	78
 BIBLIOGRAFIA.....	82

## I) INTRODUCCION

En la época actual, debemos entender que es necesaria la participación continua y eficiente del sector industrial en el desarrollo económico de México. En la década de los 80's el país se vió envuelto en una corriente inflacionaria sin control y ante un crecimiento demográfico permanente, la economía se estancó en su dinámica de desarrollo, originando problemas políticos y sociales, que aumentaron las presiones del sector productivo, frenando la inversión, aumentando el desempleo y afectando finalmente al pueblo, al no poder satisfacer sus necesidades básicas para lograr un nivel de vida mínimo decoroso.

Los continuos cambios sociales, económicos, políticos y culturales reclaman una participación cada vez más eficiente de los profesionistas relacionados con la actividad industrial, responsables de la selección y asignación de los recursos para que la producción de bienes y servicios genere los resultados esperados técnica, económica y socialmente.

Es necesario introducir eficiencia en el desarrollo industrial

a través de una mejor planeación, diseño y operación de las empresas industriales con el objeto de evitar el desperdicio de recursos y contribuir positivamente a la economía del país, ya que en muchos casos no se cumplen los objetivos básicos de las empresas : sobrevivir, desarrollarse y contribuir ( muchas industrias nacen y mueren dejando solo experiencia y sin haber aportado nada a la economía del país).

Por todo lo anterior se requiere que los profesionales que participan en la toma de decisiones durante la concepción y operación de empresas industriales, sean capaces de formular, evaluar, diseñar y realizar proyectos factibles, confiables y económicamente rentables.

El propósito de este trabajo es exponer en forma general la experiencia y conocimientos adquiridos durante varios años en el ejercicio de la profesión, dentro del area de ingeniería de planta en la formulación, evaluación, ejecución, control, pruebas y operación de proyectos industriales factibles y con resultados técnica y económicamente adecuados para satisfacer las necesidades de la empresa. Siendo el objetivo principal del mismo, proporcionar una metodología integral para lograr una Distribución en Planta enfocada a lograr la mayor productividad de los recursos involucrados en la producción de bienes y servicios.

## II) GENERALIDADES Y OBJETIVOS

---

Debido a que la Distribución en Planta es sólo una parte en el desarrollo de un proyecto industrial, considero conveniente incluir en este trabajo, algunas definiciones y conceptos básicos y tratar aunque en forma general el proceso que siguen los proyectos industriales, desde su generación hasta su ejecución definitiva.

### - PROYECTO DE INVERSION

Proyecto de inversión es el conjunto de actividades técnicas, económicas, financieras y de organización que manejadas adecuadamente permiten evaluar y ejecutar o rechazar en su caso una o varias ideas surgidas para satisfacer las necesidades de una organización empresarial o de la comunidad, mediante la inversión de capital como recurso principal.

Es necesario hacer notar que independientemente del monto de la inversión o el tamaño del proyecto, habrá que analizar con la profundidad que el caso lo amerite todas y cada una de las fases integrantes del mismo y las alternativas que se presenten para evitar desde su concepción y realización el desperdicio de

recursos que lo llevarán hacia su éxito ó su fracaso.

#### - ANALISIS Y REVISION DE ALTERNATIVAS

Es importante mencionar que dentro del proceso de un proyecto y en cualquiera de sus etapas hay que dedicar el tiempo necesario al análisis y revisión formal de las diferentes alternativas y soluciones que se presenten antes de pasar a la siguiente etapa, esto da como resultado descubrir información o mejores alternativas, que de otra forma no saldrían a flote. Estas revisiones deben ser formales y llevadas a cabo con la participación de todas las personas involucradas con el proyecto y capaces de tomar decisiones.

En las revisiones formales, se presenta y analiza toda la información y alternativas desarrolladas en alguna fase del proyecto en particular. En ellas se decide si el proyecto sigue adelante o no, si requiere de estudios adicionales, si se harán cambios de dirección mayores o si el proyecto es descartado.

Se debe tener un plan de revisiones formal durante las fases más significativas del proceso del proyecto. Revisión formal no quiere decir tener una revisión cada semana, cada mes, cada seis meses o a intervalos periódicos de tiempo. Las revisiones formales se planearán de acuerdo a las fases del proyecto, es decir al final de alguna fase en particular, cuando se tiene suficiente información ordenada y disponible para su adecuada presentación y análisis. Si la información se retrasa una

semana, la revisión formal se retrasa una semana.

El número de revisiones formales dependerá del tipo y magnitud del proyecto que se esté desarrollando. La clave está en la calidad y oportunidad de las revisiones que deben ser más durante las fases iniciales del proyecto y menos en las finales.

Un minuto dedicado a la revisión durante las fases iniciales, representa gran ahorro de tiempo y costos en las fases finales.

#### - OBJETIVOS

Debemos entender como Distribución en Planta, la distribución física de todos los elementos industriales que intervienen en la producción.

Su principal objetivo es lograr una distribución productiva de los edificios, áreas de trabajo, materiales, equipo, personal y servicios auxiliares, como uno de los principales medios para obtener la producción planeada, a un costo adecuado, que permita la venta de los productos en un mercado de competencia, con la utilidad proyectada.

Dicho de otra forma, la meta fundamental que se persigue al desarrollar una adecuada distribución en planta, es lograr la mejor relación entre espacio, inversión y costos de producción. Este objetivo, puede alcanzarse a través de :

- 1) Una integración global de todos los factores que afectan una distribución.

- 2) Facilitar el proceso de fabricación.
- 3) Minimizar las distancias, en el transporte y movimiento de materiales y personas.
- 4) Optimizar la circulación de materiales, trabajo y personal a través de la planta.
- 5) Favorecer la máxima productividad posible.
- 6) Planear el mejor aprovechamiento de las áreas en proyecto y los espacios construidos, así como futuras expansiones.
- 7) Esforzarse por lograr una distribución flexible que permita un alto aprovechamiento de la mano de obra, una operación, control, mantenimiento y aseo adecuados.
- 8) Tomar en cuenta las características de los materiales, los procesos y los productos, para planear la mejor asignación y utilización de los servicios, así como los requerimientos especiales de ventilación, temperatura, humedad controlada, o evitar contaminación cruzada a través del aislamiento o agrupamiento de materiales, operaciones o productos que lo requieran.
- 9) Facilitar el acceso y desalojo de la planta.
- 10) Resolver los problemas de control y eliminación de desechos.
- 11) Reducir los riesgos industriales y lograr una distribución segura y satisfactoria para el personal de la planta.

Una distribución adecuada de edificios, operaciones, equipos y materiales, es un factor determinante de la eficiencia y la productividad de la planta, ya que influye directamente en la inversión inicial y en los costos de operación.

### III) METODOLOGIA

-----

Una distribución en planta se puede requerir en :

-- INSTALACIONES EXISTENTES para :

- a. Mejorar métodos de trabajo.
- b. Ampliaciones de las mismas en procesos actuales.
- c. Ampliaciones de las mismas en procesos nuevos.

-- PROYECTOS DE EXPANSION GENERAL

Este tipo de proyectos abarca desde la distribución total en el predio, hasta la distribución en detalle de las operaciones, areas de trabajo, materiales, equipo, etc., dentro de los edificios proyectados.

Existen tres tipos clásicos de distribución, los cuales son utilizados en la práctica en forma combinada para lograr una correcta distribución en planta y son los siguientes :

A) DISTRIBUCION POR POSICION FIJA.

En este tipo de distribución , el material o componente principal permanece en lugar fijo, no puede moverse. Todos los materiales, herramientas, maquinaria, personal, son llevados a

el. Un hombre o equipo realiza el proceso completo.

Las ventajas que ofrece este método son :

- a. Se reduce la manipulación principal de montaje.
- b. El trabajo se completa en un mismo lugar y se define perfectamente la responsabilidad de la calidad en una persona o grupo de montaje.
- c. Existe flexibilidad permitiendo efectuar cambios en los productos o en el diseño de los mismos.
- d. Facilita el cambio en la secuencia de las operaciones.
- e. Hay una mejor adaptación a variedades del producto y a una demanda intermitente.

Esta distribución es utilizada cuando :

- a.1 Únicamente se requieren herramientas manuales o máquinas simples en las operaciones.
- b.1 La fabricación es parcial.
- c.1 El movimiento de la pieza principal es costoso.
- d.1 Se requiere que la responsabilidad de la calidad del producto, sea de una persona o grupo.

B) DISTRIBUCION POR PRODUCTO O PRODUCCION EN LINEA.

Cada tipo de producto se fabrica en una zona determinada, pero en este caso el material se mueve, es decir, que los equipos que intervienen en la fabricación del producto estarán colocados siguiendo la secuencia de las operaciones.

Las ventajas de esta distribución son :

1. La reducción en el manejo del material.
2. La reducción de la cantidad de material en proceso, lo que permite la reducción de los tiempos de producción y una inversión menor en materiales.
3. Una mejor utilización de la mano de obra :
  - a) Por mayor especialización.
  - b) Por mayor facilidad de entrenamiento.
  - c) Por un mejor suministro de mano de obra. ( Semi-especializado y sin especialización).
4. Facilidad de control a través de una supervisión más sencilla, sobre el proceso y el trabajador.
5. Reducción del Area utilizada, sin congestiones, lo que permite una mejor circulación y utilización de las Areas libres.

Este tipo de distribución es adecuada cuando :

- El diseño es estandar.
- La producción es muy grande.
- La demanda es estable.
- Es posible mantener una circulación continua del material.

#### C) DISTRIBUCION POR PROCESO.

En esta distribución, todas las operaciones del mismo proceso

o tipo de proceso son agrupadas y tiene las siguientes ventajas:

1. Permite la variación de los programas de producción debido a su mejor adaptación a la demanda intermitente.
2. Permite cambios frecuentes en la secuencia de las operaciones y se puede adaptar a diferentes productos.
3. Permite mantener la continuidad de la producción en caso de cualquier contingencia como :
  - a) Falla en equipos.
  - b) Escasez de materiales
  - c) Ausencia de trabajadores.
4. Permite una inversión menor en maquinaria debido a la mejor utilización de la misma.
5. Aumenta el nivel individual del trabajador.

Este tipo de distribución se aplica :

- Si la maquinaria es muy costosa y difícil de mover.
- Cuando hay grandes variaciones en los tiempos requeridos para las distintas operaciones.
- Cuando existe una gran variedad de productos en fabricación.
- Cuando la demanda de producto es intermitente o pequeña.

Existen varios factores que influyen en cualquier distribución en planta. Dichos factores se mencionan a continuación haciendo la aclaración, que el orden en que se enlistan, no indica la importancia de los mismos, ya que todos forman un conjunto y el

valor de cada uno, depende de cada caso en particular.

1. El factor material, incluyendo diseño, variedad, cantidad, las operaciones necesarias y su secuencia.
2. El factor maquinaria, incluyendo el tipo de producción, las herramientas y su uso.
3. El factor hombre, esto incluye supervisión y servicios auxiliares, así como la mano de obra directa.
4. El factor movimiento, involucra el transporte interno, interdepartamental y los movimientos entre diferentes operaciones, almacenajes e inspecciones.
5. El factor espera, o sea almacenajes temporales, así como, demoras.
6. El factor servicios, que cubre el mantenimiento, inspección, desperdicios, programación y expediciones.
7. El factor edificio, incluyendo los aspectos interior y exterior del edificio, el aprovechamiento del equipo y la distribución.
8. El factor cambio, incluye versatilidad, flexibilidad y expansión.
9. El factor seguridad, que incluye la seguridad del personal, maquinaria, materiales, procesos, productos y edificios.

Una distribución en planta no se podría efectuar adecuadamente si se carece de la información básica, es decir, debemos tener conocimiento de todos los requerimientos de nuestro proyecto.

Entre mayor información se tenga, mejores serán los resultados.

La información necesaria depende del tipo y magnitud del proyecto a desarrollar, pero podemos considerar que se requiere conocer lo siguiente :

1) TIEMPO

El tiempo mínimo para el cual se proyectara, puede ser razonable proyectar de 5 a 10 años.

2) TIPO Y FORMA DE PRODUCTOS

Intermedios y terminados.

3) PROCESOS DE PRODUCCION

a. Tamaño de lote o sección para cada producto.

b. Diagramas de proceso.

Un diagrama de proceso es la representación gráfica de todos los elementos del trabajo.

Existen dos tipos de diagramas de proceso :

- Diagramas de operaciones.

- Diagramas de flujo.

Este tipo de diagramas es de gran utilidad para el desarrollo adecuado de una distribución en planta y a través de ellos es posible lograr mejoras en los métodos de trabajo. En un espacio limitado se concentra información muy valiosa, mostrando, las operaciones, su secuencia, la relación entre las mismas, los puntos donde los materiales se unen, su movimiento y espera,

( transportes, demoras y almacenajes ).

Estos diagramas, dan un panorama general de las operaciones y flujo del proceso.

Un diagrama de operaciones será útil entre más detalles muestre, es preferible mucho detalle que demasiado poco.

La obtención de datos para la construcción de un diagrama resulta tediosa, ya que será el resultado de la observación en detalle de cada fase del proceso, tomando nota de lo que sucede entre cada operación.

Es necesario registrar los tiempos de operación o movimientos, así como la distancia recorrida en los transportes, la cual no requiere de gran exactitud.

La construcción de un diagrama de operaciones se facilita mediante la utilización de símbolos, que representan una actividad cada uno. ( De acuerdo con la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ).

-  OPERACION
-  INSPECCION
-  TRANSPORTE
-  DEMORA
-  ALMACENAJE
-  ACTIVIDAD COMBINADA

c. Equipo de producción.

- Lista de todos los equipos , su capacidad y sus alternativas en caso de que el equipo destinado esté en uso o en reparación.

- Factor limitante de la capacidad.

4) PRONOSTICO DE VENTAS

Deberá desarrollarse para el mismo periodo de tiempo considerado para el proyecto. Debe incluir:

a. Venta local.

b. Ventas de exportación.

c. Productos nuevos previstos.

d. Plan promocional (muestras si existieran).

En esta información se deberá indicar la forma del producto y su presentación final.

5) PROGRAMAS DE PRODUCCION

Es necesario contar con los programas tentativos de producción y cierta información histórica o analítica como la que se indica a continuación.

a. La flexibilidad de los programas de producción y la frecuencia con que son cambiados.

b. Grado de exactitud que se ha observado entre el total de la producción anual y lo proyectado en el plan a largo plazo y en qué dirección.

c. Los materiales. Procedimiento de surtido del almacén (en base a lote o serie de lotes).

- d. Las políticas de inventarios máximos y mínimos de productos intermedios y finales considerando, venta local y de exportación.
- c. Procedimiento para devolución de materiales sobrantes.

#### 6) MANEJO DE MATERIALES Y SU CONTROL

- a. Recepción y embarques.
  - Número y clase de andenes requeridos.
  - Métodos de recepción.
  - Métodos de manejo de materiales.
  - Inventarios máximos y mínimos de materias primas y material de empaque.
  - Porcentaje de materiales recibidos que son rechazados por no cumplir con la calidad.
  - Destino de los materiales rechazados.
  - Equipos actuales, su capacidad, tamaño, etc.
  - El tipo de transportes que entregan materiales.

#### 7) MANTENIMIENTO Y ASEO

- a. Tipo de servicios de mantenimiento requerido.
- b. Almacén de partes de repuesto y materiales en general.
- c. Control de herramientas.

#### 8) POLITICAS GENERALES Y FACTORES EXTERNOS

- a. Situación del trabajo.
  - Horas por día, días por semana, días por año, turnos por día, etc..

- Posibilidades de tiempo extra y su costo.
- Personal obrero masculino, femenino o mixto.

**b. Estacionamientos.**

- Número total de gente proyectada.
- Requerimientos legales sobre el número de espacios por metro cuadrado de construcción o por empleado.
- Número de carros actuales en relación con el número de empleados.

**c. Facilidades deportivas y otros.**

- Requerimientos legales o sindicales en relación con facilidades deportivas.
- Requerimientos legales o sindicales de otro tipo de servicios, enfermería, cafetería, guardería.

**d. Vigilancia y seguridad.**

- Casetas.
- Equipo especial.

**e. Personal.**

**e.1 Administrativo y técnico.**

Una proyección para el mismo periodo considerado en el proyecto, del personal administrativo y técnico que se estima será necesario, indicando las funciones individuales, por departamento y su relación interna.

Se deben conocer también sus necesidades, es decir:

- Cuantas personas requieren oficina privada, cubículo o escritorio en área abierta.
- Requerimientos de archivo, cuantos archiveros son

requeridos por persona o departamento , equipos especiales ( maquina de escribir , computadora personal, etc.).

- Servicios generales requeridos , archivo general, telex, salas de conferencia, etc..

#### e.2 Personal obrero.

Se requiere una proyección para el mismo periodo de tiempo considerado en el proyecto.

### 9) AREAS

#### a. Almacenes.

Para determinar las áreas en éstas zonas, se deberán conocer las materias primas y materiales de empaque requeridos para cada producto, por lote y serie de lotes de producción.

En base a los pronósticos de ventas se determinarán:

- Las necesidades de materias primas y material de empaque por producto.
- Los productos intermedios que deberán permanecer en cuarentena o almacenados hasta que se requieran para continuar el proceso.
- Las áreas podrán ser determinadas con los datos anteriores y conociendo además :
- Los inventarios máximos y mínimos establecidos.
- El tipo y tamaño del empaque o recipiente en que se reciben las materias primas y material de empaque.

- El tipo y tamaño de empaques utilizados para productos intermedios y finales.
- El tipo de almacenaje utilizado o propuesto.
- Materiales o productos que requieran condiciones especiales de almacenaje . ( control estricto , aislamiento, refrigeración, etc.).
- Deben considerarse áreas destinadas a materiales pendientes de aprobación ( cuarentena /rechazados ) tanto de materia prima , material de empaque , productos intermedios, semi-terminados y finales.
- Estas áreas deberán estar perfectamente definidas y localizadas de tal modo que no exista la posibilidad de confusión y uso indebido de los materiales almacenados en estas áreas.
- Cualquier otra necesidad deberá tomarse en cuenta, como por ejemplo, espacio de oficinas, sanitarios para choferes , material promocional, materiales diversos, archivo general, equipo para transporte y manejo de materiales su estacionamiento y recarga de baterías, zonas de muestreo, etc..

b. Producción.

Las áreas en estas zonas se determinarán tomando en cuenta todos los equipos necesarios para satisfacer la producción proyectada.

En términos generales debemos considerar :

- El tipo, tamaño y cantidad de maquinaria y equipo

instalado o por instalar, inicial y futuro.

- El espacio necesario para la operación correcta del mismo.
  - El espacio necesario para un mantenimiento y aseo adecuados.
  - El espacio necesario para reducir el riesgo de contaminación cruzada y confusiones entre las diferentes materias primas, materiales en proceso, productos intermedios, semi-terminados, material de empaque, material codificado, etc..
  - Equipos portátiles y zonas de lavado para los mismos.
- c. Otras áreas destinadas a oficinas, laboratorios ( de control , desarrollo, investigación ) , sanitarios y vestidores, enfermería, etc. , dependerán de las necesidades específicas de cada zona en cuanto a equipo y personal proyectado.
- d. En todos los casos habrá que considerar un porcentaje adicional para circulaciones, el cual variará de acuerdo a la zona de que se trate.

#### 10) CONSIDERACIONES GENERALES

- A. Para lograr una adecuada distribución en planta, se debe comenzar planeando el total y posteriormente los detalles.

Una vez determinadas las condiciones generales en relación con el volúmen de producción proyectado, se

establece el grado de relación entre cada una de las áreas, considerando solo el movimiento del material para tener una base sencilla de circulación y se procede a desarrollar una distribución general del conjunto.

En este momento se deben tomar en cuenta ciertos datos como, localización del predio en relación con las vías de acceso principales, orientación, vientos dominantes etc.. Esta información nos indicará en forma general la localización lógica de los edificios, sus accesos y de los procesos que a pesar de los controles diseñados pudieran generar vapores o humos afectando a otros procesos, oficinas, almacenes, o vecinos colindantes. La distribución general de conjunto debe ser sometida para su aprobación y una vez aprobada, se procederá a desarrollar la distribución detallada dentro de cada área, es decir, la posición de maquinaria, equipos, servicios auxiliares, materiales y hombres.

- B. El siguiente paso será efectuar un plan teórico ideal y de este un plan práctico.

La distribución inicial debe representar un plan teóricamente ideal. No se deberán tomar en cuenta las condiciones existentes, ni el costo. Después, se harán los ajustes necesarios que incluyen las limitaciones prácticas debidas a los edificios y otros factores.

En esta forma, no caeremos en el error de querer considerar desde el principio ciertas características que nos impedirían lograr una adecuada distribución.

C. Se deben seguir los ciclos del desarrollo de la distribución, combinando las fases sucesivas, que son:

- 1) Determinar donde debe situarse la distribución y las funciones necesarias. Aquí puede intervenir la situación de la planta o simplemente la posición de la planta dentro del predio.
- 2) Planear una distribución de conjunto para la nueva área de producción, servicios auxiliares y áreas administrativas.
- 3) Plan detallado de distribución.
- 4) Instalación.

D. En esta fase, en caso de requerirse, se debe planear el proceso y la maquinaria en base a las necesidades del material.

El diseño del producto y las especificaciones de fabricación, las cantidades o las proporciones de producción de los distintos productos o piezas, determinan el proceso y la maquinaria a utilizar.

El factor material es fundamental.

E. El paso siguiente, es planear la distribución de acuerdo con el proceso y la maquinaria.

Después de conocer los procesos de producción, empieza el desarrollo de la distribución. Deben considerarse las necesidades del equipo, peso, tamaño, forma, movimientos, operación, mantenimiento y limpieza.

- F. Planear la construcción de edificios de acuerdo con las distribuciones.

La edificación debe planearse de acuerdo con la distribución más eficiente, si la maquinaria, equipo de servicios y distribución serán más permanentes que el edificio. Si la distribución es menos permanente que la construcción, se sigue la misma regla anterior, pero pensando en varias distribuciones en lugar de distribución. Es decir se diseñará una planta flexible, que permita futuras ampliaciones ya que se sabe que existirán cambios, que es la situación más común.

- G. Se debe planear con visión clara.

La presentación de un plan de distribución en planta, presupone que quien lo desarrolla, tiene perfectamente claros todos los objetivos y procedimientos a seguir, así como los conocimientos y experiencia previa.

- H. Planear con auxilio de otros.

La mejor forma de lograr un adecuada distribución en planta, es con la participación de todas las personas interesadas o que se verán afectadas con el cambio

evitando así, pérdida de tiempo y costos adicionales durante las fases más avanzadas del proyecto.

I. Comprobar la distribución.

Al desarrollar cada parte del proyecto, hay que lograr su aprobación antes de continuar con la planificación siguiente. En esta forma se evitarán confusiones y cambios futuros.

Tratar de que los cambios se hagan en la fase inicial del proyecto. Entre más tarde se efectúan los cambios, mayores problemas, consumo de tiempo y costos traerán.

J. Venta del plan de distribución.

Se puede desarrollar el mejor plan de distribución en planta, pero sin una buena venta del mismo, éste quedará eliminado.

11) BENEFICIOS

A través del desarrollo de una adecuada Distribución en Planta, se obtienen los siguientes beneficios :

a. Se logran mejores condiciones sanitarias.

Evitando la contaminación cruzada, se eleva la calidad de los productos y se favorece la salud de los trabajadores y empleados.

b. Se reducen los riesgos de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales.

c. Se mejora la moral de los trabajadores.

d. Se reducen los retrasos.

Al equilibrar las operaciones , se evita que los materiales, los hombres y las maquinas, tengan que esperar.

e. Aumenta la productividad.

Al mejorar la distribución en planta y los métodos de trabajo, disminuyen los tiempos de proceso y aumenta la productividad.

f. Se logra un mejor aprovechamiento del espacio.

Al lograr una mejor distribución en planta, se reducen las distancias de recorrido a través de una mejor relación entre maquinas-hombre-espacio.

g. Se reduce el manejo de materiales.

h. Se utiliza mejor la maquinaria, la mano de obra y los servicios.

i. Se evitan congestionamientos.

Al evitar retrasos y cruces en procesos se elimina la confusión.

j. Aumenta la calidad del producto.

Al separar las operaciones delicadas de otras que producen polvos , vapores, humos, vibraciones, se reducen las influencias nocivas de unas a otras, por lo que se eleva la calidad del producto.

k. Mejoran y se facilitan la supervisión y el control de las operaciones del proceso.

l. Se facilitan los ajustes al variar las condiciones.

Al programar las ampliaciones, los aumentos de demanda o reducciones del mercado, se eliminan los problemas de expansiones o cambios en la planta.

m. Se facilita el control de costos.

Al ordenar las operaciones o reunir procesos similares se facilita la contabilidad de costos.

n. Aumenta la vida del equipo.

Al reunir los equipos similares y separarlos de otros que los puedan dañar, localizarlos tomando en cuenta sus dimensiones y los espacios requeridos para su mantenimiento y limpieza, aumenta su vida.

o. Mejora el aspecto de las zonas de trabajo.

Al lograr una planta bien distribuida, se facilita el mantenimiento y la limpieza, obteniendo un efecto psicológico muy favorable entre el personal y mejora la imagen de la empresa ante los visitantes.

En conclusión, el desarrollo de una adecuada Distribución en Planta es de gran importancia tanto como proyecto independiente o como parte integrante del Proceso de un Proyecto de expansión, ya que tiene gran influencia en los costos del proyecto ( construcción ) y los de operación.

En el capítulo siguiente, haremos una breve exposición de las fases que sigue el Proceso de un Proyecto, desde la generación de ideas, hasta su evaluación financiera, por considerarlo de gran importancia y como complemento de este trabajo.

#### IV) PROCESO DE UN PROYECTO

---

El propósito principal de un proyecto es la producción de bienes o servicios que satisfagan adecuadamente las necesidades y los deseos del consumidor o usuario, a través de un proceso de intercambio entre las partes ( productor-consumidor ), como se muestra en la fig. IV-1.

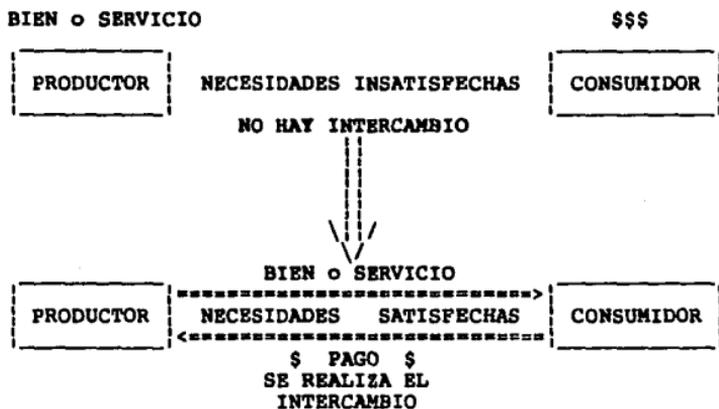


FIGURA IV-1

Conforme a la opinión de los economistas, el proceso de intercambio para la obtención de satisfacción en la economía sigue cuatro etapas:

ETAPA 1. Obtención de recursos. ( MATERIA PRIMA )

ETAPA 2. Producción de bienes y servicios. ( TRANSFORMACION )

ETAPA 3. Intercambios intermedios. ( INTERMEDIARIOS )

ETAPA 4. Consumo de bienes y servicios. ( POSESION FINAL )

Es conveniente recordar que la necesidad de cierto producto está sujeta a cambios por efecto de nuevas tecnologías o por variaciones en las costumbres.

Un proyecto industrial se puede originar por cualquiera de las siguientes necesidades:

1. El lanzamiento de un producto nuevo.
2. Mejorar un producto o línea de productos.
3. Exportar o substituir importaciones.
4. Prolongar la vida de un producto perecedero.
5. Reemplazar un equipo o sistema por obsolescencia o desgaste.
6. La adquisición e instalación de un equipo.
7. La redistribución de una planta o parte de ella.
8. Expansión de planta por falta de capacidad para nuevos productos o mayor demanda de las líneas de productos existentes.
9. La construcción de una planta nueva.
10. Requerimientos de confort, de salud, de seguridad, ambientales, sociales o gubernamentales.
11. Incrementar la productividad / reducir costos.

Un proyecto de inversión debe seguir un proceso como se muestra en la FIGURA IV-2 ( pag. 29 ) desde la generación de ideas hasta su terminación normal o prematura.

El proceso de un proyecto consta de varias etapas o fases que deben realizarse con la profundidad que se requiera dependiendo de la magnitud del proyecto que se presente.

#### - GENERACION DE IDEAS

-----

Como se mencionó anteriormente todo proyecto de inversión se inicia con la generación de una o varias ideas con el fin de satisfacer una necesidad. Estas ideas normalmente pueden surgir tanto de las personas que están en constante contacto con los problemas rutinarios de la empresa en sus diferentes áreas, como de los ejecutivos que a través de un sistema formal de planeación, activan la toma de decisiones anticipadas, trabajan coordinadamente pensando siempre hacia el futuro y diseñando estrategias encaminadas a la formalización de los planes de desarrollo del plan de mercados y del plan de operación.

Por lo tanto la organización debe elaborar los objetivos de la empresa y establecer :

- \* Las políticas, indicando los valores o sistemas de valores que mantiene la organización y sus miembros o grupos.
- \* Los planes a corto, mediano y largo plazo, para las

# PROCESO DE UN PROYECTO

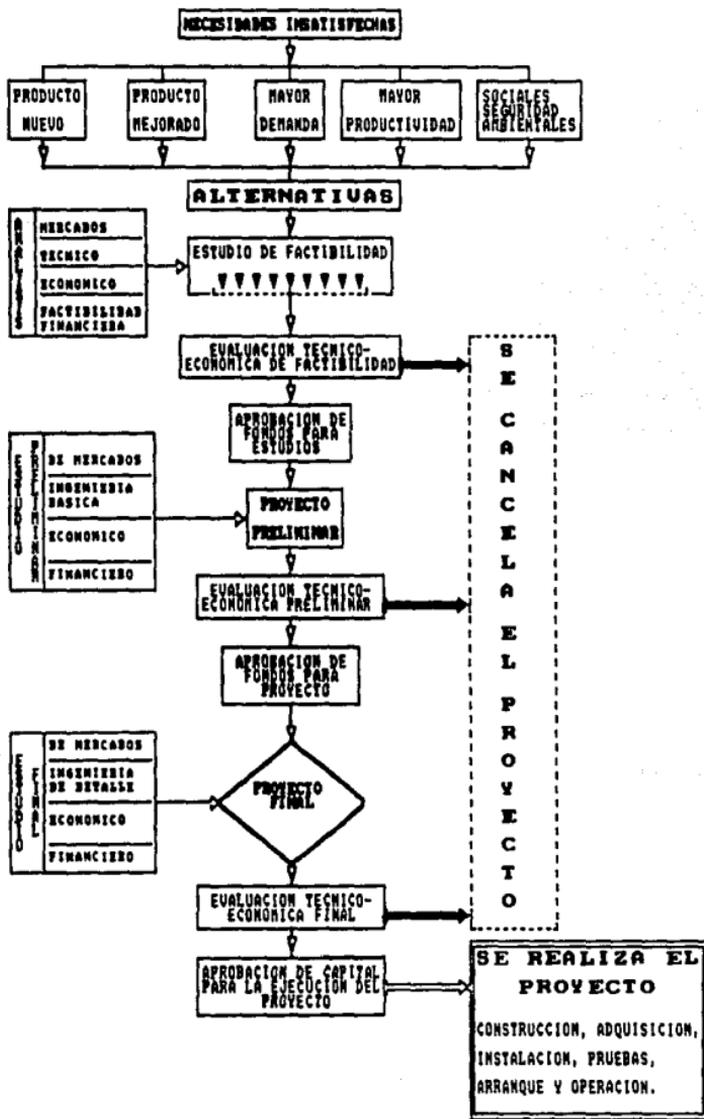


FIGURA IV-2

diferentes funciones y departamentos , planes estratégicos.

- \* La definición de los proyectos que se deberán ejecutar para poder cumplir con las políticas y los planes establecidos.

De esta manera, las ideas y propuestas para proyectos surgirán de los planes de la organización, por lo tanto los proyectos tendrán relaciones y efectos con los planes mismos.

Un proyecto estratégico estará asociado con la metodología de la organización y se considera como una parte esencial de esa estrategia.

Si un proyecto estratégico no se realiza por cualquier razón, se pospone o se cancela, la estrategia de la empresa cambiará temporal o permanentemente.

Así como los procesos de planificación sistemática son de naturaleza altamente creadora, también lo son los procesos espontáneos de personas y grupos de personas que generan ideas y propuestas de proyectos.

La posición competitiva, la rentabilidad e incluso las posibilidades de supervivencia de la organización dependerán en gran medida de la cantidad y calidad de las propuestas que se presenten.

La capacidad creadora de una organización puede medirse por la

cantidad de ideas registradas como propuestas de proyectos que conduzcan a proyectos realizables, es decir (que no se rechazan o se aplazan), que terminan con éxito y se obtienen los resultados esperados a cambio de la inversión de recursos, tiempo y costos asignados en el plan del proyecto.

La generación de ideas y la creatividad en la organización deben impulsarse y estimularse en una base continua por medio de:

- \* La contratación de gente creadora, asignandoles funciones de trabajo creativo.
- \* Capacitar y educar al personal en procesos creadores.
- \* Impulsar el desarrollo y capacitación cruzada, por ejemplo, entrenando en asuntos económicos y financieros a los técnicos y en asuntos técnicos al personal administrativo.
- \* Motivar para que se desarrolle un ambiente creador y de ayuda mutua entre todos los departamentos de la organización, estimulando la comunicación informal, haciendo a un lado la burocracia existente, las estructuras de estatus y evitando los comentarios criticos en las primeras etapas del proceso creador ( una critica prematura desalentará el impulso creativo ).
- \* Establecer funciones o grupos organizativos

permanentes , que de una manera activa y sistemática, observen, registren y analicen las operaciones y los procesos que se llevan a cabo en el ambiente de la empresa, detectando problemas y oportunidades potenciales.

- \* Alentar la formación de grupos informales pequeños unidos por su interés en áreas con problemas específicos.
- \* Impulsar a los ejecutivos de la organización a que hagan contactos externos ( formales o informales ), que fomenten la creatividad dentro de la empresa ( tales como : instituciones de investigación, sociedades profesionales, clientes, proveedores, conferencias, exposiciones, etc.) y proporcionarles ideas, tiempo libre y los recursos necesarios para hacerlos.
- \* Vigilar que todas las ideas constructivas se registren y se pongan a consideración, para que no se pierdan en el cambio o se las guarden los mismos individuos.

Una forma de lograr ésto es la siguiente:

- Concediendo a las personas el debido reconocimiento y mérito por las ideas propuestas y manteniéndolos informados de lo que se está haciendo con su idea y porqué.
- Creando una política de incentivos o premios para

las ideas que se lleven a cabo y que produzcan los  
los beneficios esperados.

**- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**  
-----

Una vez que se ha definido el proyecto a realizar, se procederá a elaborar un estudio de factibilidad, con la profundidad que se requiera, dependiendo del tipo y magnitud del proyecto que se analiza.

Este estudio en términos generales requiere de un análisis poco profundo o exploratorio de los siguientes rubros:

- a. Los MERCADOS de abastecimiento y de consumo.
- b. Los aspectos TECNICOS como la estimación del tamaño de la planta industrial, la selección del proceso, los equipos y los servicios requeridos etc..
- c. Los aspectos ECONOMICOS (estimaciones de gastos, costos y beneficios del proyecto).
- d. Los aspectos FINANCIEROS (análisis y evaluación).

Si el resultado del estudio de factibilidad está dentro de lo esperado, se procede a desarrollar un análisis más profundo de los mismos rubros, hasta lograr la aprobación de los fondos que se requieran para la realización definitiva del proyecto, o su cancelación (temporal o definitiva).

- ESTUDIO DEL MERCADO  
-----

La " Mercadotécnica " como proceso de toma de decisiones, investigación, planeación y recopilación de información, no es más importante que cualquiera de las otras funciones básicas de la empresa, pero sí es la única que participa tanto al inicio como al final del proceso en los negocios.

El estudio del mercado tiene gran importancia en la formulación y desarrollo de un proyecto industrial ya que básicamente consiste en determinar el volúmen potencial de ventas, las características y / o especificaciones, el precio que los consumidores potenciales estarían dispuestos a pagar, los canales de distribución y los criterios de comercialización del producto.

Ya que del estudio del mercado dependerán una serie de decisiones que determinarán el futuro del proyecto, es importante recalcar que los resultados del estudio deben basarse en proyecciones realistas de datos confiables y referirse a la demanda potencial presente y futura de acuerdo a la vida estimada del proyecto.

Por ejemplo, un pronóstico de ventas o un precio fuera de la realidad, dará como resultado una estimación incorrecta de la capacidad de producción de la planta y de los egresos e ingresos originados , generando un problema económico y

financiero a la empresa que llevó a cabo la inversión.

Una estimación demasiado conservadora del mercado, da como resultado que al diseñar la planta, se llegue a una capacidad insuficiente para cubrir las necesidades del mercado desde el inicio de las operaciones, que se seleccionen procesos y equipos tradicionales, en lugar de otros de tecnología avanzada y más eficientes.

Por otro lado, si los valores proporcionados son superiores a los que se pueden lograr, se llegará a la instalación de una planta de mayor capacidad a la requerida y con una inversión de tal magnitud, que afectará negativamente el costo del producto y la oportunidad competitiva nacional e internacional y por lo tanto la economía de la empresa.

Las etapas que sigue un estudio del mercado son desarrolladas generalmente con la profundidad y detalle requeridos por la magnitud y grado de avance del proyecto y comprenden:

#### 1.- LA RECOPIACION DE ANTECEDENTES.

##### a. Series históricas o estadísticas.

- Producción interna.
- Importaciones y exportaciones.
- Precios del producto y posibles sustitutos.
- Ingreso nacional: Su distribución y total por sectores.
- Población por edades, por sectores geográficos,

nivel de educación, etc.

b. Datos no estadísticos.

- Características y especificaciones del producto.
- Normas técnicas de calidad nacionales o internacionales.
- Estructura de costos de la competencia, sus precios, capacidad económica, organización y extensión de sus mercados, etc.
- Los hábitos de consumo de los consumidores potenciales.
- Oferta y abastecimiento de productos similares, competitivos o complementarios.
- La comercialización: Distribución geográfica, presentación del producto, sus canales, el control estatal, condiciones especiales de conservación del producto, las innovaciones tecnológicas para posibles mejoras de la comercialización y las características de la competencia, etc.
- Condiciones especiales para entrar al mercado.
- Factores socio-económicos: La limitación de los volúmenes de producción, el control de precios, el fomento a las exportaciones.

2.- ANALISIS, INTERPRETACION Y PROYECCION DE LAS FUNCIONES DEL MERCADO.

Esta etapa tiene por objeto, crear una relación cuantitativa

entre las variables que determinan la magnitud del mercado y sus funciones para de ahí proyectar y estimar su futuro comportamiento.

En terminos generales las acciones que se siguen son:

- a. Determinar el periodo que se requiere analizar.
- b. Seleccionar la información obtenida de los datos recopilados.
- c. Clasificar y calificar la información según su procedencia y confiabilidad , verificándola y corrigiéndola si se requiere.
- d. Ordenarlos y graficarlos para su fácil interpretación.
- e. Analizar las gráficas para detectar e investigar en su caso las desviaciones, si se deben a causas esporádicas, estos datos no se incluyen o se corrigen.
- f. Determinar las tendencias y los limites de confianza.
- g. Proyectar las líneas de tendencia para estimar los valores de las variables del mercado en el tiempo.
- h. Establecer las interrelaciones de las variables del mercado y las variables independientes que las influncian.

Durante la fase de anteproyecto o exploratória, es suficiente

conocer el orden de magnitud de la dimensión del mercado del producto que se analiza a través de cifras estadísticas publicadas en revistas especializadas. Graficando estos datos históricos y extrapolándolos, obtenemos una línea de tendencia y de ahí es posible hacer la proyección del consumo aparente.

Esta información debe ser ajustada en las etapas posteriores conforme avanza el proyecto y aprueba la evaluación técnico-económica correspondiente, como se observa en la FIGURA IV-3 mostrada en la página No. 39.

#### - DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

La disponibilidad, características y precios de las materias primas y en general de todos los insumos necesarios influyen de manera importante en la selección de los procesos y los equipos a utilizar, así como en la determinación de la capacidad a instalar y la localización de la planta, por lo que afectan significativamente los resultados económicos del proyecto.

Por lo anterior y dependiendo del proyecto de que se trate habrá que profundizar en mayor o menor grado en el estudio del mercado de abastecimiento, siguiendo una metodología similar a la utilizada para el estudio del mercado.

## ESTUDIO DEL MERCADO

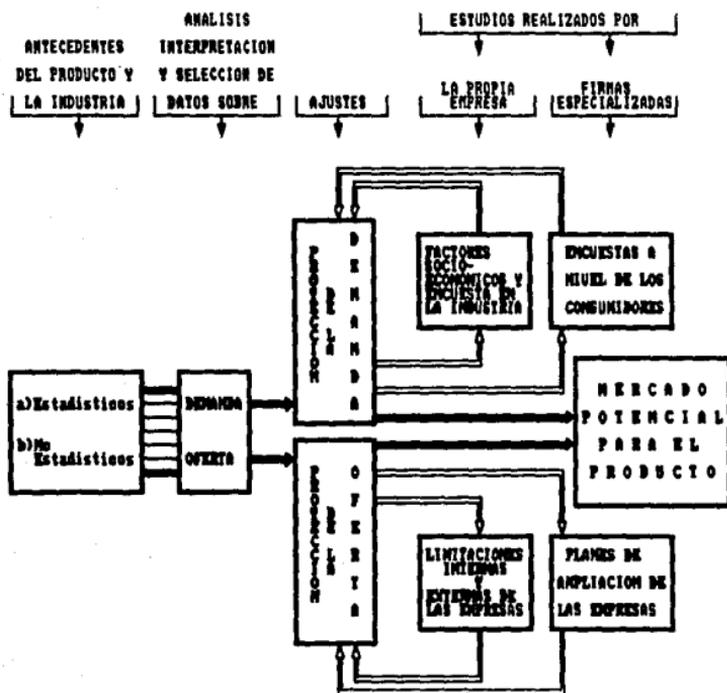


FIGURA 10-3

## - ESTUDIO DE INGENIERIA

-----

El estudio de ingeniería se desarrolla generalmente en tres etapas y con la profundidad que se requiera dependiendo del tipo y magnitud del proyecto en estudio.

### 1.- ESTUDIO TECNICO

El estudio técnico desarrollado en la fase de factibilidad de un proyecto, se realiza generalmente bajo la dirección del departamento de ingeniería de la propia empresa, si ya existe o mediante la contratación de servicios especializados de ingeniería y se considera como parte de la ingeniería del proyecto aunque para su realización se requiera de la participación de varias disciplinas como, mercadotecnia, legal, compras, relaciones industriales, relaciones oficiales, control de calidad, importaciones y exportaciones, finanzas, manufactura, investigación y desarrollo, etc.. Básicamente se trata de actividades como la coordinación, recopilación de datos, el análisis, revisión y recomendaciones sobre la información recabada, estimación de costos de capital y de operación para facilitar la evaluación técnico-económica de factibilidad y la toma de decisiones en relación al futuro del proyecto en estudio.

Las principales funciones que se llevan a cabo dentro de esta etapa son:

- a) La evaluación técnica de las materias primas.

- b) Recabar información técnica sobre los productos, procesos y patentes.
- c) En caso de requerirse, seleccionar el proceso o sistema de producción.
- d) Seleccionar los equipos adecuados al proceso o sistema de producción propuesto y estimar costos.
- e) La elaboración de los diagramas preliminares de Distribución en Planta y Equipos.
- f) La elaboración de diagramas preliminares de flujo y balances de materiales y energía.
- g) Determinar "Capacidad y Localización" de la planta y estimar costos.

La determinación del tamaño inicial y localización de la planta tienen gran influencia en el monto de la inversión y en los costos de operación, por lo que impacta directamente los resultados económicos (rentabilidad) del proyecto y las posibilidades de desarrollo futuro de la empresa. De ahí que para lograr los resultados económicos esperados, sea necesario llevar a cabo un detallado y cuidadoso análisis y revisión de todos los factores que influyen en la correcta determinación del tamaño y localización de la planta.

La capacidad instalada o tamaño de una planta, es la máxima producción que es posible obtener del equipo, instalaciones y servicios, diseñados y/o

seleccionados y en operación como resultado de un proyecto y es expresada en cantidad producida por unidad de tiempo.

La capacidad de operación es la producción que realmente se está obteniendo de la planta en un periodo determinado debido a factores ajenos al diseño tales como: una inadecuada planeación de la producción, la no disponibilidad de materia prima (por fallas de programación en compras, retraso en el análisis, liberación y surtido de materiales), falta de programas de mantenimiento preventivo, fallas de operación, etc.. El nivel de utilización se obtiene al dividir, capacidad de operación entre capacidad instalada y es expresada en por ciento.

Los factores que tienen mayor influencia en la determinación de la capacidad de la planta y en la selección del lugar donde se instalará, son el mercado de consumo y el de abastecimiento por lo que habrá que analizar con detalle el resultado de estos estudios. El volúmen del mercado potencial es el primer factor para determinar la capacidad, después se ajusta de acuerdo con la distribución geográfica, así como con el volúmen, distribución y características de las materias primas.

Otros factores determinantes de la capacidad y localización de una planta industrial se muestran en la FIG. IV-4.

# FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CAPACIDAD Y LA LOCALIZACION DE UNA PLANTA INDUSTRIAL

43

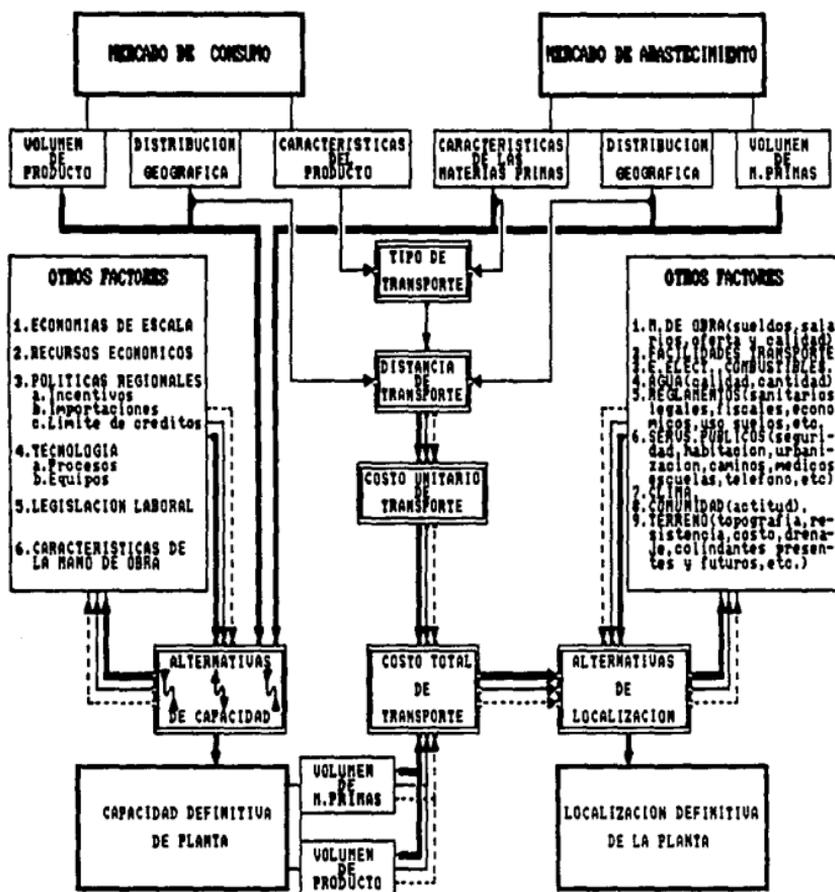


FIGURA IV-4

## 2.- INGENIERIA BASICA o PRELIMINAR

- a) De requerirse, efectuar los estudios necesarios y actividades encaminadas a seleccionar el proceso de producción más adecuado, en base a todas las oportunidades y limitaciones que se presenten durante la etapa de factibilidad del proyecto.
- b) Elaborar los diagramas de flujo definitivos.
- c) Revisar y ajustar los balances de materia y energía, en base al proceso seleccionado.
- d) Establecer especificaciones de maquinaria, equipo, instalaciones, obra civil, mobiliario y equipo de oficina, laboratorios, mantenimiento, almacenes y en general de todos los conceptos que influyen en los costos de inversión y operación del proyecto.
- e) Definir la más adecuada Distribución en Planta de Procesos y Equipo en los edificios, teniendo en mente el logro de la máxima productividad de los recursos comprometidos en el proyecto.
- f) Elaborar la estimación de gastos de operación, capital de inversión y de trabajo, gastos generales, etc..
- f) Generar la información necesaria para elaborar la evaluación económica del proyecto, la cual debe tener un alto grado de confiabilidad para cumplir con las políticas establecidas y las expectativas

de rentabilidad de la empresa.

### 3.- INGENIERIA DE DETALLE

Esta fase de la ingeniería del proyecto consiste básicamente en ejecutar el diseño definitivo del proyecto para cumplir con el objetivo principal de todo proyecto, es decir satisfacer al máximo posible las necesidades que lo generaron, estableciendo las especificaciones técnicas de todos los elementos que forman parte integral del mismo y en las que se basará la realización definitiva del proyecto, (construcción, adquisición, instalación, pruebas, arranque y operación ), en caso de que el proyecto cumpla con las expectativas económicas de los inversionistas.

En términos generales los conceptos que debe cubrir la ingeniería de detalle del proyecto, son los siguientes:

- a) De requerirse, confirmación o adaptación técnica del proceso seleccionado.
- b) La revisión y/o adaptación de los diagramas de flujo definitivos.
- c) Elaboración de los balances de materia y energía definitivos.
- d) Selección y especificación de la maquinaria y equipo definitivos.
- e) Seleccionar y especificar los servicios auxiliares necesarios.

- f) Elaborar los planos arquitectonicos, incluyendo cortes, fachadas y obras exteriores.
- g) Elaborar los planos maestros de distribución de equipos en edificios y exteriores incluyendo alzados.
- h) Desarrollar el diseño estructural de edificios y las bases de cimentación para maquinaria y equipos que se requieran.
- i) Elaborar el proyecto hidráulico y sanitario, eléctrico, ventilación, calefacción, colección de polvos-vapores-humos y aire acondicionado en caso necesario.
- j) Desarrollar el diseño del sistema de protección contra incendio de acuerdo a lo requerido.
- k) Diseño de los sistemas de transporte y manejo de materiales.
- l) Diseñar los sistemas necesarios para tratamiento de los desechos industriales, de acuerdo con los reglamentos en vigor.
- l) Elaborar los planos detallados de construcción de cada especialidad.
- m) Elaborar las especificaciones de construcción detalladas de cada especialidad.
- n) Elaborar el catálogo de conceptos y volúmenes de obra.
- o) Elaborar programa de construcción, instalación y

puesta en marcha, de modo que se cumpla con los parámetros de tiempo, calidad y costo establecidos por la empresa contratante.

- p) Con base a la información obtenida, elaborar el presupuesto de obra con precios unitarios y el programa de inversiones. Esta información servirá para complementar la estimación de costos fijos totales del proyecto y así poder desarrollar el análisis económico definitivo para la evaluación final y solicitud de fondos para el proyecto.

Los conceptos anteriores solo son enunciativos y deberán ser ajustados al proyecto que se esté desarrollando, aumentando o eliminando los conceptos que se consideren necesarios.

#### - ESTUDIO ECONOMICO -----

El estudio económico de un proyecto, al igual que los estudios de mercado y de ingeniería se desarrolla en diferentes grados de profundidad, dependiendo del proyecto en estudio y del grado de avance del mismo.

Para lograr un estudio económico confiable, se deben determinar todos los conceptos y costos que intervienen en el proyecto, desde su concepción hasta la realización de la idea que le dió origen, es decir la producción de los bienes o servicios esperados.

Los conceptos que intervienen en el estudio económico de un proyecto industrial y que deben ser evaluados, se pueden dividir en tres grandes grupos :

- a) Inversión total de capital.
- b) Presupuestos de ingresos y egresos.
- c) Flujos de efectivo

a) INVERSION TOTAL DE CAPITAL

La Inversión Total de Capital requerida para la realización de un proyecto industrial, es la suma de recursos necesarios para la adquisición e instalación de la planta "INVERSION FIJA" y los que se requerirán para la operación de la misma " CAPITAL DE TRABAJO".

a.1. COMPONENTES DE LA INVERSION FIJA

La inversión de capital o fija, normalmente se determina por medio de estimaciones que van desde las conocidas como de "Orden de Magnitud" (las cuales requieren de poca información ), hasta las estimaciones "Detalladas" para las que se debe contar con la información desarrollada durante la ingeniería de detalle del proyecto.

Entre las estimaciones de orden de magnitud y las detalladas o finales, se pueden desarrollar otras estimaciones que dependen del grado de avance del proyecto y de las cuales se obtendrán diferentes grados de exactitud, considerándose las siguientes de acuerdo con la Asociación Americana de Ingenieros de Costos:

1. Orden de Magnitud, se basa en la información de costos de proyectos similares, ya sea de los archivos del departamento de ingeniería de la empresa contratante, de la firma de ingeniería contratada o del propietario de la tecnología y la aplicación de factores. Esta estimación puede variar en más de un 30 % con la inversión real.
2. Estimación por Factores Desglosados, basta conocer el costo de los equipos principales y se puede lograr una aproximación del + o - 30 al 40%.
3. Estimación Preliminar, basada en cotizaciones y presupuestos preliminares de todos los conceptos integrantes de la ingeniería básica más los gastos previstos de ingeniería de detalle, supervisión de la construcción, pruebas y arranque, imprevistos, etc.. Este tipo de estimación es utilizada con frecuencia en la formulación y evaluación final de proyectos, para solicitar los fondos necesarios para su realización y se acepta una aproximación de más o menos un 10-15 % .
4. Estimación Definitiva, realizada normalmente por la firma que desarrolla la ingeniería de detalle y se basa en la información y conceptos de la misma, pudiéndose iniciar antes de que se terminen todos los planos y especificaciones. Estas deben ser confiables y con un grado de exactitud de más

o menos un 10 % .

5. Estimación Detallada, desarrollada y presentada por los contratistas invitados a concurso y está basada en toda la información técnica y legal requerida para la ejecución de la obra, así como en las observaciones del sitio donde se realizará. La exactitud aceptable en éste tipo de estimados es de más o menos un 5 % y desde luego dependerá del índice inflacionario en el momento en que se contraten las obras.

La inversión fija dependerá del tipo de proyecto y de éste, los conceptos que deberán considerarse en la estimación de costos y que para proyectos de construcción, pueden ser los siguientes:

- 1) Estudios de factibilidad y preliminares.
- 2) Organización de una empresa nueva o reorganización de una empresa existente, con motivo del inicio de un proyecto, si éste es el caso (gastos notariales, permisos, sueldos personal administrativo, etc.).
- 3) Compra de tecnología si se requiere, ( el pago inicial afectará la inversión fija y los pagos de regalías anuales se cargarán a los costos de operación ).
- 4) El terreno, si se trata de una planta nueva o para la ampliación de una planta existente. Su costo se debe incluir como parte de la inversión fija a

pesar de que es un activo que no se deprecia.

En algunas ocasiones y en base a los estudios de factibilidad y preliminares, se aprueba la compra del terreno antes de obtener la aprobación final del proyecto, pero en todo caso habrá que tomar en cuenta los costos involucrados en los trabajos especiales de preparación del terreno, que por sus características topográficas o de resistencia sean requeridos por las construcciones en proyecto y que pueden tener un costo significativo, tales como nivelaciones involucrando gran movimiento de rocas y tierras, rellenos y compactaciones, trabajos de pre-consolidación por bombeo electrosmótico, etc.

- 5) La ingeniería de detalle, generalmente contratada con firmas especializadas, tiene un costo que va en proporción (%) con el costo total del proyecto, por lo que debe considerarse como parte integral de la inversión fija del mismo.
- 6) Maquinaria y equipo de proceso, incluye partes de repuesto, costos de seguros, de empaque, de fletes, impuestos de importación, derechos aduanales, etc..
- 7) Obra civil incluyendo la construcción de edificios, obras, estructuras y cimentaciones especiales para soporte de la maquinaria y equipo que lo requiera, y obras exteriores, como estacionamientos, patios de maniobras, andadores y banquetas, delimitación

del terreno y areas restringidas, casetas de vigilancia, jardineria, etc..

- 8) Servicios a la planta e instalaciones especiales, en este rubro se incluyen, toda la maquinaria y equipo, su instalación, instrumentos y controles, redes de distribución, soportes y pintura de las instalaciones Electrica, Hidraulica y Sanitaria, calefacción, ventilación, aire acondicionado ( si se requiere), colección de polvos - gases - humos, sistemas de protección contra incendio, sistemas de tratamiento de desechos industriales, sistemas de transporte y manejo de materiales etc..
- 9) Mobiliario y equipo de: mantenimiento, almacenes, laboratorios, vestidores, enfermeria, seguridad, oficinas, servicios generales, archivo, etc..
- 10) Supervisión y administración de obra, incluye: los trámites oficiales para la obtención de permisos y licencias, elaboración de planos de cambios y modificaciones, reproducción de planos, modelos a escala, pruebas de resistencia mecánica de terreno, concretos y de las estructuras metálicas que lo requieran , construcción de obras temporales y vigilancia y control de las instalaciones durante el tiempo que dure la obra, la coordinación y control de contratistas-subcontratistas, asesoría técnica en la selección y especificación de equipos

y en la recepción de las obras terminadas, etc..

- 11) Pruebas y arranque de la planta, esto considera todos los gastos efectuados para la realización de las pruebas, ajuste y validación de maquinaria y equipo, materiales, materias primas y mano de obra hasta que los productos cumplan con la calidad y rendimientos especificados.
- 12) Gastos generales, aquí se incluyen todos aquellos gastos que no pueden ser clasificados en otra parte, como el control fotográfico de la obra, energía eléctrica, agua, teléfono, telex, correos, mensajería especial, gastos de automóvil y gastos de viaje durante la ejecución de la obra, etc..
- 13) Gastos de financiamiento, intereses que se deben pagar a instituciones financieras que otorgaron los recursos económicos para la realización del proyecto. Estos intereses significan un egreso desde que se obtiene el préstamo hasta que se inicia la producción, por lo que ésta parte podría incluirse en la inversión fija y se amortizará de acuerdo a las leyes fiscales que se apliquen en la zona en donde se realiza el proyecto.
- 14) Imprevistos, es de suma importancia la inclusión de una cantidad por éste concepto en el estimado de costos y normalmente puede ser entre el 5-15 % del monto total estimado para la inversión fija y

se debe a la imposibilidad de prever todas las partidas menores y el inconveniente de dedicar demasiado tiempo y esfuerzo para determinarlas.

#### a.2. CAPITAL DE TRABAJO

El Capital de trabajo representa, el conjunto de recursos económicos que participan en el ciclo generador de ingresos de la empresa y le permite asegurar la continuidad de las operaciones de producción, distribución y venta del producto terminado.

Dentro de la evaluación económica de un proyecto de expansión o reemplazo, se debe estimar el capital de trabajo requerido, ya que no basta con contar con Activos Fijos (edificios, equipos e instalaciones) para poder producir, se requiere además disponer del capital de trabajo que le permita cumplir con obligaciones a corto plazo dentro del ciclo normal de sus operaciones.

Por lo anterior, podemos definir el capital de trabajo como el exceso del activo circulante sobre el pasivo a corto plazo y se representa con la siguiente formula :

$$C T = A C - P C P$$

El capital de trabajo permite además, evaluar la solvencia de la empresa en un momento determinado, considerandose favorable un proporción de dos partes de activo circulante por una parte de pasivo a corto plazo.

Los elementos que conforman el capital de trabajo y que es necesario considerar, son los siguientes :

ACTIVO CIRCULANTE	PASIVO A CORTO PLAZO
1. Caja y Bancos.	1. Cuentas por pagar
2. Inversiones en valores.	2. Gastos por pagar
3. Cuentas por cobrar.	
4. Inventarios y Pagos anticipados.	

La suma de la inversión fija y del capital de trabajo integra la inversión total de capital necesario para realizar el proyecto y es un dato básico para estimar el financiamiento que se requerirá, así como la rentabilidad de la inversión.

#### b) PRESUPUESTOS DE INGRESOS Y EGRESOS.

La determinación de estos presupuestos es de suma importancia como parte de la evaluación económica de un proyecto industrial ya que permite conocer, no sólo los costos involucrados en la operación de la planta a los niveles previstos, sino también la generación de utilidades o ahorros motivados por el proyecto.

##### b.1. PRESUPUESTO DE INGRESOS.

Los ingresos se calculan en base a la información generada por los estudios del mercado ( pronósticos de venta del producto , proyecciones de los precios de venta ) y los programas de instalación y arranque de la planta, con los que se desarrolla un programa tentativo de producción para el periodo completo

de evaluación del proyecto, multiplicando los volúmenes anuales del producto que se espera vender por sus precios de venta, obtenemos el estimado de ingresos.

En aquellos casos en que la justificación del proyecto es una reducción de costos, los ingresos serán los ahorros generados, y se calcularán de los ingresos generados a los costos actuales menos los ingresos generados a los nuevos costos.

#### b.2. PRESUPUESTO DE EGRESOS.

Los egresos se componen de todos los costos, cargos y gastos involucrados con la producción y venta de los productos ya sean insumos materiales, humanos, de servicio, impuestos, seguros, depreciaciones, administrativos, de distribución, investigación y desarrollo, etc..

Tomando como base los volúmenes de producto obtenidos del programa tentativo de producción e información obtenida de los estudios de ingeniería ( tipo de proceso, balances de materia y energía etc.) obtenemos los costos variables de operación.

Si a los costos anteriores les sumamos los cargos fijos de inversión, los de operación y los gastos generales, obtenemos el presupuesto de egresos totales de operación de la planta, antes de impuestos.

Los componentes de costo que participan en el presupuesto de egresos totales se muestran en la FIGURA IV-5 de la página 57.

# COMPONENTES DEL COSTO QUE PARTICIPAN EN EL PRESUPUESTO DE EGRESOS TOTALES

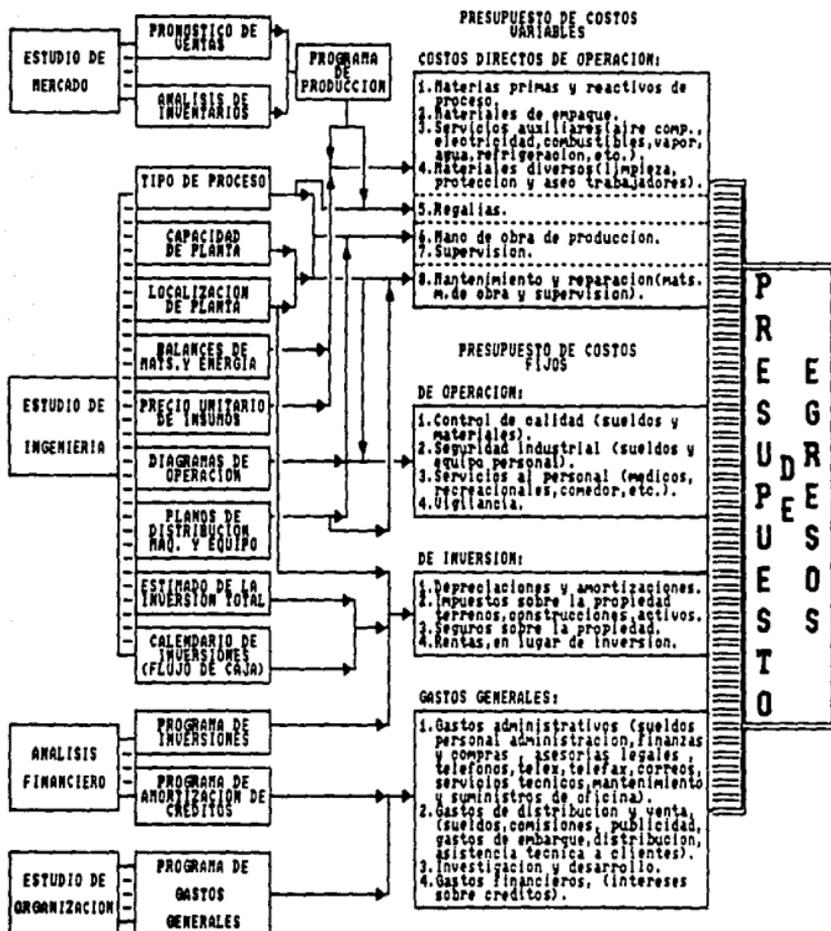


FIGURA 10-5

### c) FLUJOS DE EFECTIVO

Las flujos de efectivo generados por el proyecto se calculan, restando de los ingresos determinados en base a los volúmenes y precios de venta del producto, los egresos o costos totales de operación de la planta o el proyecto a realizar. Las utilidades así obtenidas, son afectadas por los impuestos vigentes para determinar las utilidades netas después de impuestos a las que se les suman los gastos no desembolsables ( depreciación ) y se resta el capital de trabajo para obtener el flujo de efectivo anual neto.

En proyectos de cierta magnitud, es importante determinar el punto de equilibrio, o sea el volúmen mínimo de producción que debe tener la planta, donde sus ingresos se igualan a sus egresos y a partir del cual se empiezan a generar utilidades en base a una cierta combinación de costos de insumos y precios de venta de los productos.

### - ESTUDIO FINANCIERO

-----

El objetivo principal de la administración financiera, es el de maximizar el valor de la empresa, medido por el precio de sus acciones en el mercado de valores. Esto no implica que las empresas olviden su responsabilidad social, ya que su operación generalmente tiene fuertes repercusiones sobre la sociedad, por lo que deben tomar en cuenta problemas como, la contaminación, la seguridad del personal, los bienes, el producto, etc..

Muchas empresas dan más importancia a la maximización de las utilidades y se olvidan de maximizar el valor de la empresa, argumentando que las utilidades recibidas este año, tienen más valor que las que puedan recibirse en el futuro, concepto que si no es modificado a tiempo, traerá graves efectos a largo plazo sobre el valor de la empresa. Un caso común, es que las empresas forcen la reducción de gastos de mantenimiento, y no pongan atención a los proyectos de inversión de capital con el objeto de maximizar sus utilidades actuales, logrando con esto que baje el valor de sus activos, que se enfrenten a problemas de falta de capacidad o paros imprevistos de operaciones y por lo tanto, que baje el valor a largo plazo de la empresa.

Las empresas de mayor éxito son las que tienen como meta la maximización de su valor, son eficientes e innovadoras, con un enfoque constante hacia nuevos productos, nuevas tecnologías, mejoramiento de la eficiencia y bien administradas.

Las empresas requieren de activos para generar ventas, si las ventas tienden a aumentar, los activos totales deben aumentar. En general se deben hacer inversiones en activos fijos, antes de que empiece la producción, por lo que las inversiones se deben planear bajo la anticipación de los incrementos de ventas.

Es de gran importancia considerar, tanto los factores internos y externos, como las estrategias y políticas de la competencia para lograr un pronóstico de ventas razonablemente bueno, pues

de resultar muy erróneo, las consecuencias podrían ser muy serias.

Dentro del proceso general de planeación y control financiero, se encuentra la fase que contempla la proyección de inversiones de capital que serán requeridas en base al pronóstico de ventas y que es designado como Presupuesto de Capital.

El presupuesto de capital designa los gastos planeados de la empresa en activos fijos y la presupuestación de capital denota el proceso de analizar los proyectos cuyos rendimientos se espera que se prolonguen por más de un año y de decidir cuales deben incluirse en el presupuesto de capital.

Hay ciertos factores que combinados, hacen del presupuesto de capital una de las decisiones más importantes con la cual se enfrenta la administración financiera. Todos los departamentos de la empresa y sus ejecutivos deben conocer la forma en la que se toman las decisiones de presupuesto de capital ya que serán afectados por las mismas.

Los factores que influyen en el presupuesto de capital, son :

1. EFECTOS A LARGO PLAZO, sobre o subinversión en activos.
2. OPORTUNIDAD DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS ACTIVOS DE CAPITAL , en el momento que se requieren. Esto quiere decir que debe determinarse su necesidad en base a la demanda del mercado y a la capacidad de planta existente.

3. OBTENCION DE FONDOS , planeada con anticipación. Ninguna empresa puede disponer de fuertes cantidades de fondos sin una planeación anticipada.

Dentro del proceso de análisis y evaluación de los proyectos de inversión, se deben seguir las siguientes fases :

1. Determinar la INVERSION TOTAL DE CAPITAL requerida y los FLUJOS DE EFECTIVO generados por el proyecto. Se deberán tomar en cuenta , el valor de rescate de los activos que se reemplazan en el primer año del proyecto ( si es el caso ) , y el valor de rescate del activo nuevo en el último año de su vida util.
2. TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO. Como mínimo debe tomarse el costo de capital ponderado, que es el costo promedio de cada peso que la empresa está utilizando, sin importar la fuente de financiamiento ( recursos propios o ajenos ), pero habrá que tomar en cuenta las estructuras financieras a futuro y las tasas a las cuales se cotizará cada una de ellas. Este valor, también llamado tasa de descuento , permite conocer la rentabilidad del proyecto por comparación con la tasa interna de rendimiento generada por la inversión propuesta, y así poder aprobar o rechazar el proyecto.  
Cuando se introduce el factor riesgo en los proyectos, la tasa de descuento se incrementa, y será mayor para proyectos con riesgos previstos mayores.
3. ANALISIS FINANCIERO. Se evaluará el o los proyectos por medio

de los diferentes métodos de evaluación aprobados. Selección del o los proyectos de acuerdo a la importancia concedida a cada uno de los métodos de evaluación y tomando en cuenta, otras variables como, las restricciones de capital internas y externas, la necesidad del proyecto para la empresa, el riesgo que representa, su urgencia, etc..

4. SEGUIMIENTO. Una vez realizado el proyecto seleccionado, se debe verificar que los resultados previstos se logren de acuerdo a los planes, si no es así, hacer los cambios que se requieran para asegurar los beneficios proyectados.

La determinación y control de la primera fase, es una actividad de la responsabilidad del area de ingeniería, la tercera fase en muchas empresas es desarrollada por ingeniería y presentada para su validación al area de finanzas y las fases 2 y 4 son de desarrolladas por el area financiera.

Por lo anterior consideramos necesario enfocarnos al análisis financiero, tratando de mostrar los métodos de evaluación de proyectos más comunmente utilizados.

#### - METODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS.

Se pueden clasificar en dos grandes grupos:

A) Los que NO consideran el valor del dinero en el tiempo.

B) Los que SI lo toman en cuenta.

Los métodos más aceptados en la actualidad son los del grupo B,

es decir aquellos que consideran el valor del dinero a través del tiempo, sin embargo presentaremos ambos métodos a manera informativa para que se puedan fijar criterios propios.

A) NO consideran el valor del dinero a través del tiempo.

1. PERIODO DE REEMBOLSO ( Pay-Back ). Es el número de años en que se recupera la inversión original. Los proyectos que se recuperen en menor tiempo, serán los elegidos.

Su determinación es muy fácil, dependerá del tipo de flujos de efectivo generados por el proyecto, es decir si se trata de flujos iguales o desiguales durante la vida del proyecto.

Para flujos de efectivo iguales durante toda la vida del proyecto, es decir flujos anuales iguales, la fórmula para calcular el periodo de reembolso es :

$$\text{PERIODO DE REEMBOLSO} = \frac{\text{INVERSION}}{\text{FLUJO DE EFECTIVO ANUAL}}$$

Si los flujos de efectivo generados por el proyecto no son iguales durante todos los años, entonces sólo se suman hasta igualar el valor de la inversión y se suman los años requeridos.

La desventaja que presenta este método además de no tomar en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, es que no considera los flujos de efectivo generados después de que la inversión se ha recuperado, ni la cronología de los mismos

generados antes del tiempo de recuperación, lo que origina decisiones equivocadas cuando se trata de seleccionar uno de varios proyectos de inversión. Por lo tanto, éste método se descarta cuando se trata de clasificar inversiones.

Independientemente de las desventajas de éste método, muchas empresas continúan utilizándolo para evaluar la liquidez de la misma, la magnitud del riesgo de la inversión y el efecto que el proyecto traerá sobre la empresa. Entre más tiempo tarde en recuperarse un proyecto, la liquidez de la empresa se verá más afectada y el riesgo que implica será mayor.

2. RENDIMIENTO DE LA INVERSION ( R O I del ingles return on investment). Es la tasa de recuperación sobre una inversión, y se utiliza también para medir la eficiencia. Una forma de calcularlo es dividiendo el promedio de las utilidades anuales entre la inversión.

$$\text{RENDIMIENTO DE LA INVERSION} = \frac{\text{PROM. UTILIDADES}}{\text{INVERSION}} \times 100$$

La desventaja de éste método, además de no considerar el valor del dinero en el tiempo, es que tampoco toma en cuenta la cronología de los flujos de efectivo, por lo que conduce a clasificaciones incorrectas de las inversiones.

Este método es el único que no considera los flujos de efectivo, en su lugar se basa en la utilidad contable, lo cual no es lo más adecuado debido a su subjetividad.

B) SI consideran el valor del dinero a través del tiempo.

-----

El valor del dinero a través del tiempo, es un concepto que se debe tener muy claro, ya que su aplicación en la evaluación económica de proyectos de inversión, nos proporciona resultados más adecuados a través de métodos que si toman en cuenta la cronología de los flujos de efectivo durante toda la vida de la inversión, descontados a la tasa mínima atractiva considerada por la empresa, para expresarlos a valor presente.

A manera ilustrativa consideremos que se tienen \$ 100'000,000 y los depositamos en una cuenta de plazo fijo que paga el 40 % de interés compuesto anual, al final de 2 años se tendría el capital inicial más los intereses generados y lo calculamos de la siguiente forma :

$$\text{VALOR FUTURO} \quad VF = VP ( 1 + i )^n \quad (2-1)$$

$$\text{VALOR PRESENTE} \quad VP = \frac{VF}{( 1 + i )^n} \quad (2-2)$$

En donde :  $i$  = tasa de interés

$n$  = número de años o periodos de vida de  
la inversión.

Sustituyendo en la ecuación (2-1), obtenemos el valor futuro de la inversión inicial :

$$VF = 100'000,000 ( 1 + .40 )^2 = 100'000,000 ( 1.40 )^2 =$$

$$VF = 100'000,000 ( 1.96 ) = \$ 196'000,000$$

Lo anterior indica que \$ 1.00 hoy es equivalente a \$ 1.96 en dos años si se invierte a una tasa de interés del 40% o \$ 1.00 recibido dentro de dos años, vale menos que \$ 1.00 recibido ahora siempre que la tasa de interés sea mayor que cero.

Pasemos ahora a revisar los métodos de evaluación económica de inversión incluidos en este grupo :

1. PERIODO DE REEMBOLSO DESCONTADO. Es el tiempo requerido para que el valor presente pase de negativo a positivo. Esto nos indica el tiempo en que se recupera la inversión a través de los flujos netos de efectivo descontados a la tasa atractiva de retorno establecida por la empresa , también llamada tasa de descuento.

Se calcula igual que en el método del periodo de reembolso del grupo "A" con la diferencia que aquí se consideran los flujos netos de efectivo descontados, en lugar de los flujos sin descontar.

2. VALOR PRESENTE NETO ( N P V del ingles net present value).

Es la suma del valor presente de los flujos de efectivo por periodo, descontados a la tasa que represente el costo de capital de la empresa ( tasa mínima atractiva de retorno ) menos el costo de la inversión.

La suma del valor presente de los flujos de efectivo generados durante la vida útil del proyecto, menos el valor presente de

los desembolsos, es el valor presente de la inversión.

Si el valor presente neto es mayor que la inversión inicial, el proyecto es aceptable, si es menor debe rechazarse.

Se calcula utilizando la siguiente ecuación :

$$VPN = \left[ \frac{VF_1}{(1+i)^1} + \frac{VF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{VF_n}{(1+i)^n} \right] - I \quad (2-3)$$

VF = Flujo de efectivo neto por periodo o valor futuro

I = Costo del proyecto, o inversión.

i = tasa de interés o tasa de descuento de la empresa.

n = número de años o periodos de vida de la inversión.

$$FVP = \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

En donde el valor entre parentesis cuadrados es el factor de valor presente que se utiliza para descontar los flujos de efectivo a un valor dado de (i) y (n) del cual existen tablas que nos dan el factor para diferentes valores de (i) y (n).

3. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO ( I R R del ingles internal rate of return ). Es la tasa interna de rendimiento que iguala al valor presente de los flujos futuros de efectivo esperados, con el costo inicial de la inversión.

Su cálculo consiste en determinar el valor presente neto de los flujos de efectivo descontados a una tasa estimada. Si el valor presente neto obtenido es superior a cero, se debe aplicar una

tasa más alta que la anterior y si el valor obtenido es menor de cero, se les debe descontar a una tasa menor, hasta que se obtiene un valor presente neto igual a cero, la tasa que nos dá éste valor, es la tasa interna de rendimiento, a éste método se le llama de prueba y error.

Otra forma de calcularlo, es obteniendo el valor presente neto descontando los flujos de efectivo a la tasa de descuento establecida por la empresa (Tasa mínima atractiva de retorno), si el valor presente neto obtenido es mayor que cero, aplicar una tasa mas alta que nos dé un valor presente neto negativo, y viceversa, si el valor presente neto calculado a la tasa mínima atractiva de retorno es menor que cero, aplicar una tasa menor que nos dé un valor presente positivo.

Con los datos anteriores, podemos calcular la tasa interna de rendimiento, sustituyendo los valores correspondientes en la siguiente ecuación :

$$T I R = \left( \frac{VPN \text{ pos.}}{VPN \text{ pos.} + VPN \text{ neg.}} \times \text{Dif.tasas} \right) + T \text{ men.} \quad (2-4)$$

T I R = tasa interna de retorno

VPN pos. = Valor presente neto positivo

VPN neg. = Valor presente neto negativo

Dif.tasas = Diferencia tasa mayor menos tasa menor

T men. = Tasa menor

Los calculos se facilitan con el uso de una calculadora financiera o a través de la aplicación de algun programa de computación disponible o simplemente desarrollando el programa especifico mediante el uso de la hoja electrónica de datos de paquetes como lotus, sinphony, etc..

A continuación mostraremos un ejemplo desarrollado por medio de una hoja electrónica de datos en lotus, a través del cual se hará el análisis financiero de un proyecto, aplicando todos los métodos de evaluación descritos.

Ejemplo.- Una empresa está considerando reemplazar un equipo con 4 años de uso y 6 años de vida útil remanente, por uno nuevo con los últimos adelantos tecnológicos para elevar su capacidad ya que lanzará un producto nuevo y al mismo tiempo lograr una reducción de sus costos.

Ingeniería se avoca al problema y después de analizar la información técnica de varios proveedores con representantes de producción, control de calidad y mantenimiento, selecciona dos equipos cuyas características técnicas, satisfacen las necesidades y las especificaciones establecidas.

Se solicitan cotizaciones definitivas a los proveedores de los equipos seleccionados y se procede a elaborar el estudio siguiendo las etapas del proceso de un proyecto descritas, para determinar la inversión requerida y los flujos de efectivo generados por cada alternativa y expresandolos en Dolares, por requerirse aprobación de la casa matriz localizada en USA.

Una de las actividades dentro del proceso de un proyecto, es el desarrollo de diagramas de distribución en planta y equipos, que en el caso de este ejemplo, consiste en revisar si la localización actual puede ser mejorada para evitar movimientos de personal inadecuados, reducir transportes de materiales, que los espacios mínimos para operación y mantenimiento sean los requeridos para el nuevo equipo, todo con el objeto de lograr una operación eficiente, con la más alta productividad y seguridad, lo que redundará en menores costos de producción.

Una vez terminado el estudio técnico, se procede a desarrollar el estudio económico, obteniendo la siguiente información :

	ALTERNATIVA "A" (Dlrs.)	ALTERNATIVA "B" (Dlrs.)
EQUIPO (incluye impuestos, seguros, instalación, etc.).	\$222,222	\$240,741
CAPITAL TRABAJO (incremental) año 1	\$1,852	\$1,852
VIDA ESTIMADA	10 años	10 años
VALOR RESCATE equipo nuevo. 90% valor año anterior más inflación.		
VALOR RESCATE equipo actual. Vida útil remanente 6 años, se venderá por su valor en libros ajustado. ( Ver tabla de cálculo del valor de rescate ).		
INGRESOS Y AHORROS GENERADOS (Dlrs.). Antes de impuestos.		
	"A"	"B"
Por periodo		
1	\$13,398	\$17,243
2	\$28,078	\$35,725
3	\$37,881	\$48,145
4	\$49,550	\$62,942
5	\$62,265	\$79,067
6	\$78,253	\$99,337
7	\$98,361	\$124,823
8	\$123,136	\$156,179
9	\$154,208	\$195,488
10	\$193,190	\$244,782

## BASES DE CALCULO

- 
- INFLACION ESTIMADA : 15 % anual sobre precios venta y costos.
- IMPUESTOS : ISR 36 % para 1990 , 35 % 1991 en adelante.  
10 % participación utilidades a los trabajadores.
- CAPITAL DE TRABAJO : 1 rotación mensual primer año del 2o. al 10o. años incremental.
- DEPRECIACION : En línea recta 10% anual.

## -VALOR DE RESCATE EQUIPO NUEVO. ALTERNATIVA "A" (Dlrs)

ANO	VALOR INICIAL	FACTOR DEP.	VALOR LIBROS	MAS INFLACION	VALOR RESCATE
1	222,222	0.9	200,000	1.15	230,000
2	230,000	0.9	207,000	1.15	238,050
3	238,050	0.9	214,245	1.15	246,382
4	246,382	0.9	221,744	1.15	255,005
5	255,005	0.9	229,505	1.15	263,930
6	263,930	0.9	237,537	1.15	273,168
7	273,168	0.9	245,851	1.15	282,729
8	282,729	0.9	254,456	1.15	292,624
9	292,624	0.9	263,362	1.15	302,866
10	\$302,866	0.9	\$272,579	1.15	\$313,466

Para alternativa "B" el valor de rescate = \$339,589 Dlrs.

-VALOR DE RESCATE EQUIPO ACTUAL. ( Vida útil remanente, 6 años )  
Se decide vender a valor en libros aplicándole el factor de ajuste aprobado por la Ley de Impuesto Sobre la Renta para la venta de activos con 4-5 años de uso.

ANO	COSTO INICIAL	DEP. ACUMULADA	FACTOR DE AJUSTE	VALOR LIBROS AJUSTADO
1 a 4	\$22,222	\$8,889	9.73	\$86,489 Dlrs.

-La dirección ha establecido que se haga un análisis del valor de la inversión en Dolares con una tasa de descuento de 16% y una clasificación de la inversión de acuerdo con los métodos de análisis que consideran el valor del dinero a través del tiempo y tomando en cuenta el efecto de la inflación.

Periodo Recuperación Descontado , Valor Presente Neto y Tasa Interna de Rendimiento.

Se incluyen los métodos no descontados sólo como comparación.

EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION  
 PROYECTO: REEMPLAZO DE EQUIPO  
 ALTERNATIVA: MAQUINA "A"  
 (000's de Dolares)

FECHA: ENE.09,90

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UTILIDADES-MINORAS		13.0	28.0	38.0	50.0	62.0	78.0	98.0	123.0	154.0	193.0
DEPRECIACION		-22.2	-22.2	-22.2	-22.2	-22.2	-22.2	-22.2	-22.2	-22.2	-22.2
VALOR RESCATE (BIEN ADQUIRIDO)											313.0
VALOR RESCATE (BIEN REEMPLAZADO)	87.0										
UTILIDADES DE OPERACION		-9.2	5.8	15.8	27.8	39.8	55.8	75.8	100.8	131.8	483.8
IMPUESTOS (46% 1990, 45% a partir de 1991)		0.0	2.6	7.1	12.5	17.9	25.1	34.1	45.4	59.3	217.7
UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUESTOS		-9.2	3.2	8.7	15.3	21.9	30.7	41.7	55.4	72.5	266.1
INVERSION	-222.0										
DEPRECIACION		22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2
FLUJO NETO DE EFECTIVO OP. NORMALES		13.0	25.4	30.9	37.5	44.1	52.9	63.9	77.6	94.7	286.3
CAPITAL DE TRABAJO		-1.9	-3.0	-2.2	-2.6	-3.0	-3.3	-4.4	-5.2	-6.7	32.2
FLUJO NETO DE EFECTIVO ANUAL	-135.0	11.1	22.4	28.7	34.9	41.1	49.6	59.4	72.5	88.0	320.5
TASA DE DESCUENTO (16%)	1.0	0.862	0.743	0.641	0.552	0.476	0.410	0.354	0.305	0.263	0.227
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO	-135.0	9.6	16.7	18.4	19.3	19.6	20.3	21.0	22.1	23.1	72.7
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO ACUM.	-135.0	-125.4	-108.7	-90.4	-71.1	-51.5	-31.2	-10.1	12.0	35.1	107.8

PERIODO DE RECUPERACION :	4.92 AÑOS
RENDIMIENTO DE LA INVERSION :	37.50 %
VALOR PRESENTE NETO :	107.8
PERIODO RECUPERACION DESCONTADO:	7.46 AÑOS
TASA INTERNA DE RENDIMIENTO :	28.13 %

EVALUACION ALTERNATIVA " A "

FLUJO NETO DE EFECTIVO ANUAL	11.1	22.4	28.7	34.9	41.1	49.6	59.4	72.5	88.0	320.5	
TASA DE DESCUENTO (30%)	1.0	0.769	0.592	0.455	0.350	0.269	0.207	0.159	0.123	0.094	0.073
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO	-135.0	8.6	13.3	13.0	12.2	11.1	10.3	9.5	8.9	8.3	23.2
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO ACUM.	-135.0	-126.4	-113.2	-100.1	-87.9	-76.8	-66.5	-57.1	-48.2	-39.9	-16.6

EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION  
 PROYECTO: REEMPLAZO DE EQUIPO  
 ALTERNATIVA: MAQUINA "B"  
 (000's de Dolares)

FECHA: ENE. 09. 90

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
UTILIDADES-AHORROS		17.0	36.0	48.0	63.0	79.0	99.0	125.0	156.0	195.0	245.0	
DEPRECIACION		-24.1	-24.1	-24.1	-24.1	-24.1	-24.1	-24.1	-24.1	-24.1	-24.1	
VALOR RESCATE (BIEN ADQUIRIDO)											340.0	
VALOR RESCATE (BIEN REEMPLAZADO)	87.0											
UTILIDADES DE OPERACION		-7.1	11.9	23.9	38.9	54.9	74.9	100.9	131.9	170.9	560.9	
IMPUESTOS (464 1990, 454 a partir de 1991)		0.0	5.4	10.8	17.5	24.7	33.7	45.4	59.4	76.9	252.4	
UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUESTOS		-7.1	6.5	13.1	21.4	30.2	41.2	55.5	72.5	94.0	308.5	
INVERSION	-241.0											
DEPRECIACION		24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	
FLUJO NETO DE EFECTIVO OP. NORMALES		17.0	30.6	37.2	45.5	54.3	65.3	79.6	96.6	118.1	332.6	
CAPITAL DE TRABAJO		-1.9	-3.0	-2.2	-2.6	-3.0	-3.3	-4.4	-5.2	-6.7	32.2	
FLUJO NETO DE EFECTIVO ANUAL	-154.0	15.1	27.7	35.0	42.9	51.3	62.0	75.2	91.5	111.4	364.8	
TASA DE DESCUENTO (16%)		1.0	0.8621	0.7432	0.6407	0.5523	0.4761	0.4104	0.3538	0.3050	0.2630	0.2267
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO	-154.0	13.1	20.6	22.4	23.7	24.4	25.4	26.6	27.9	29.3	82.7	
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO ACUM.	-154.0	-140.9	-120.4	-97.9	-74.2	-49.8	-24.4	2.2	30.1	59.4	142.1	

PERIODO DE RECUPERACION :	4.65 AÑOS
RENDIMIENTO DE LA INVERSION :	41.29 %
VALOR PRESENTE NETO :	\$142.1
PERIODO RECUPERACION DESCONTADO:	6.92 AÑOS
TASA INTERNA DE RENDIMIENTO :	29.24 %

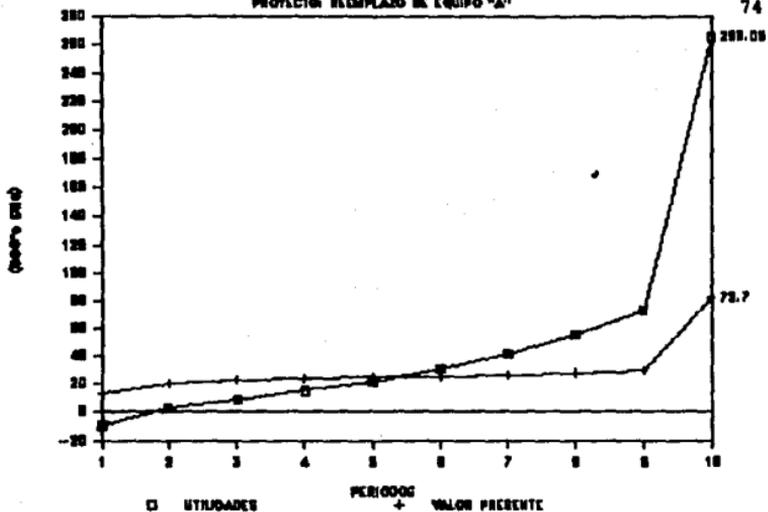
EVALUACION ALTERNATIVA " B "

FLUJO NETO DE EFECTIVO ANUAL	15.1	27.7	35.0	42.9	51.3	62.0	75.2	91.5	111.4	364.8	
TASA DE DESCUENTO (30%)	1.0	0.769	0.592	0.455	0.350	0.269	0.207	0.159	0.123	0.094	0.073
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO	-154.0	11.7	16.4	15.9	15.0	13.8	12.8	12.0	11.2	10.5	26.5
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO ACUM.	-154.0	-142.3	-126.0	-110.0	-95.0	-81.2	-68.3	-56.4	-45.2	-34.6	-8.2

## UTILIDADES VS VALOR PRESENTE

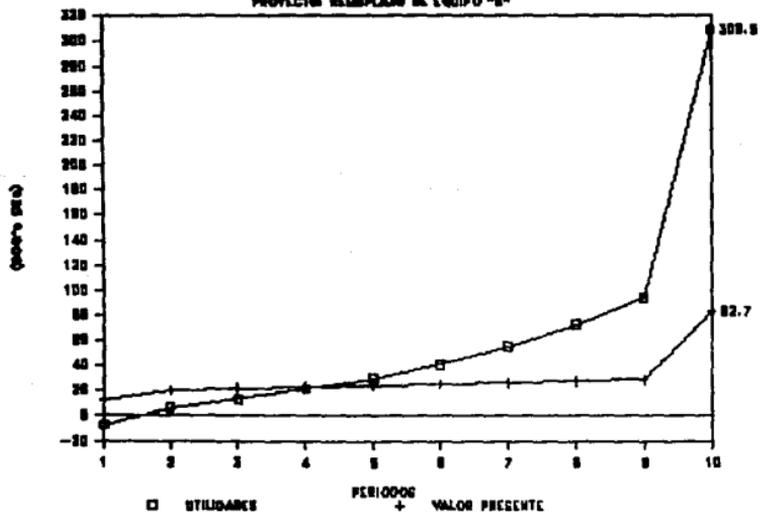
PROYECTO: REEMPLAZO DE EQUIPO "A"

74



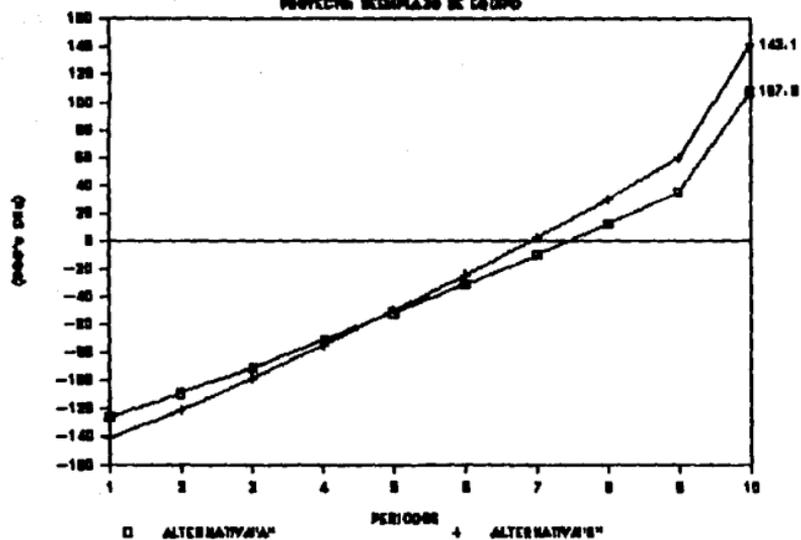
## UTILIDADES VS VALOR PRESENTE

PROYECTO: REEMPLAZO DE EQUIPO "B"



### VALOR PRESENTE NETO

PROYECTO DE REPLAZO DE EQUIPO



## RESUMEN

\*\*\*\*\*

	ALTERNATIVA " A "	ALTERNATIVA " B "
Valor Presente Neto	\$107,800	\$142,100
Tasa Interna de Rendimiento	28.13 %	29.24 %
Periodo Recuperación Descontado	7.5 años	6.9 años
Periodo Recuperación	4.9 años	4.7 años
Tasa Rendimiento Contable	37.5 %	41.3 %

De acuerdo a los resultados obtenidos, el mejor proyecto es el considerado por la ALTERNATIVA " B ", situación que se confirma por todos los métodos de análisis en éste caso, pero pueden obtenerse resultados que indiquen por un método que un proyecto es el mejor y por otro no lo es. Esto puede suceder cuando se analizan proyectos con diferente vida útil, se aplican tasas de descuento menores al punto de cruce de los valores presentes netos de los proyectos analizados, graficandolos contra las tasas de descuento utilizadas.

Por lo anterior es recomendable evaluar los proyectos aplicando sólo los métodos de análisis que consideran el valor del dinero a través del tiempo que son los más aceptados, siendo el más importante, el Valor Presente Neto, seguido de la Tasa Interna de Rendimiento y el Periodo de Recuperación Descontado, y efectuar un análisis matricial, asignandole un porcentaje a cada método de acuerdo con la importancia que tenga para la

empresa en ese momento, de manera que sumen un total de 100 %.

El paso siguiente es calificar los proyectos de acuerdo a los resultados de cada uno de los métodos de análisis utilizados, la calificación puede variar de 0 a 10, se multiplican estos valores por los porcentajes asignados a cada método, se suman los resultados de cada proyecto y el que obtenga el valor más alto será el seleccionado.

## V) CONCLUSIONES

Es importante recordar que la década de los ochentas se inicia con el fin de una época de abundancia y estabilidad. Durante los dos primeros años el Producto Interno Bruto en México crece a tasas superiores al 8 % anual, la inflación se mantiene entre el 20 y 30 % anual y el dolar permanece estable.

A partir de 1982, se presentan cambios dramáticos, la economía degenera en una inflación sin precedentes, originando un estancamiento del sector industrial y un alud de problemas, del que sólo se salvaron aquellas empresas que reaccionaron a tiempo, preparándose en los campos administrativo, financiero, técnico, etc., para poder sobrevivir en época de CRISIS.

### INDICADORES ECONOMICOS SELECCIONADOS VARIACIONES PORCENTUALES ANUALES

año	P I B	INFLACION	T. CAMBIO
80	8.3	29.8	0.6
81	7.9	28.7	11.9
82	-0.6	98.9	209.9
83	-4.2	80.8	102.7
84	3.6	59.2	30.3
85	2.6	63.8	113.1
86	-3.8	105.8	104.5
87	1.5	159.2	143.4
88	1.1	51.7	3.1
89	2.4	19.0	17.0

En la pagina 80 se incluye la representación gráfica de los indicadores anteriores.

Las empresas que sobrevivieron se adaptaron a las condiciones que imponía la inflación creciente y la falta de financiamiento externo, avanzando en varios ordenes :

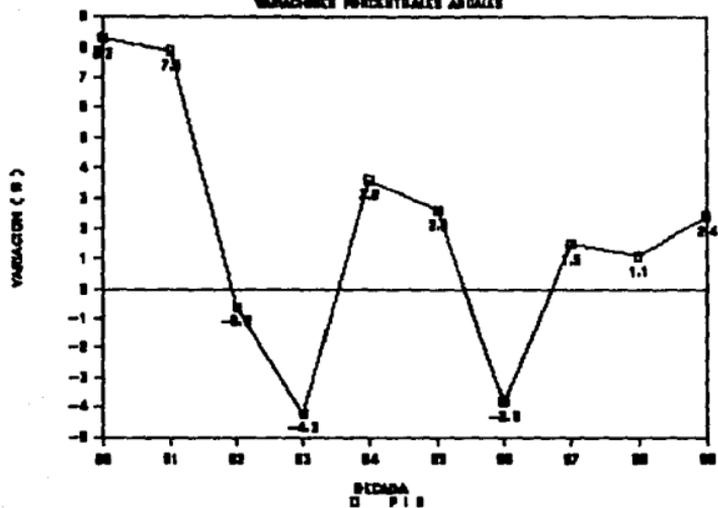
- a) Su rápido aprendizaje en la operación de sus tesorerías.
- b) Estableciendo programas de reducción de costos sin demérito de la calidad.
- c) Estableciendo programas para la exportación de sus productos.
- d) La capacidad para negociar con sus empleados y sindicatos, reconociendo que conservar la fuente de trabajo es lo fundamental.
- e) La dirección de finanzas de las empresas puso mayor atención al análisis y evaluación de los proyectos de inversión, implantando métodos de evaluación y controles más estrictos.
- f) La dirección y gerencia de ingeniería se exigió más calidad en el desarrollo de todas las etapas del Proceso de los Proyectos a su cargo, desde la selección de la mejor idea, estudios de factibilidad, estudios de ingeniería, económicos, hasta los análisis financieros más estrictos, de manera que los proyectos aprobados rindieran los resultados esperados por la empresa.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## PRODUCTO INTERNO BRUTO

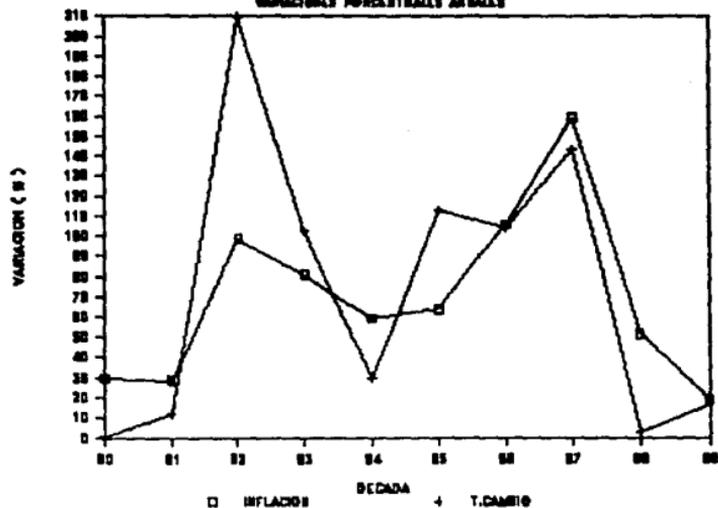
VARIACIONES PORCENTUALES ANUALES

80



## INFLACION vs TIPO CAMBIO

VARIACIONES PORCENTUALES ANUALES



A pesar de que la economía ha comenzado a estabilizarse como resultado de las medidas tomadas por el gobierno federal y la concertación entre todos los sectores económicos del país para frenar la inflación y cuyos primeros resultados se dejaron sentir en 1989, las experiencias adquiridas durante la pasada CRISIS, no deben relajarse y deberán ser transmitidas a los nuevos profesionistas de quienes dependerá el futuro.

El futuro que se tiene por delante trae consigo la experiencia modificada con el potencial del avance humano, científico y tecnológico, por lo que la pregunta correcta en vez de cómo será el futuro, es cómo queremos que sea.

El futuro no admitirá improvisaciones o dudas, solo permanecerá el más fuerte, por lo que habrá que delimitar correctamente los alcances de las decisiones, empezando por los medios humanos, financieros y tecnológicos con que se cuenta.

**B I B L I O G R A F I A**  
-----

1. Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Primera Parte, Capítulos 1 al 6, Segunda Parte Capítulos 7 al 10, Tercera edición ( revisada ). Ginebra, Suiza, 1981.
2. Instituto Mexicano del Seguro Social. Dirección de Producción. Curso a Directores de Producción. Capítulo II B 2.5 pag. 167. México, D.F. 1969.
3. Ings. H. Soto R., E. Espejel Z. y H. F. Martínez F. La Formulación y Evaluación Técnico - Económica de Proyectos Industriales. Editorial CeNETI 2a. Edición. Capítulos 1,3, y 5. México, D.F. 1978.
4. Charles D. Schewe & Reuben M. Smith. MERCADOTECNIA Conceptos y Aplicaciones. McGraw-Hill de México S.A.de C.V.Pag. 6-28. México, D.F. 1982.
5. Charles C. Martin. Project Management : How to Make it Work AMA COM. A Division of American Management Association. Eighth Printing. New York, N.Y. USA, 1976.
6. Sydney F. Love. Planning and Creating Successful Engineered Designs. Van Nostrand Reinhold Company. Capítulos 1 al 9. New York, N.Y. USA. 1980.
7. Sven R.Hed. Manual de Planificación y Control de Proyectos. Copyright 1981 por Sven R. Hed. Capítulo 1 , pags. 10 a 37 Geneve, Switzerland, 1981.

8. Ricardo Barrera. Apuntes del modulo de Administración Financiera. Programa de Dirección Avanzada y Desarrollo Gerencial ITESM Campus Ciudad de México. Escuela de Graduados en Administración. Diplomado con duración de 240 horas. México, D.F. mayo 1983, octubre 1984.
9. Arias Luis F. Apuntes para el Ensayo sobre la Función Financiera en México. Programa Avanzado de Desarrollo Directivo. Searle-ITESM-CCM, Escuela de Graduados en Administración. Diplomado en Administración de Empresas. Duración 240 horas. México D.F. julio 1986, Octubre 1987.
10. Casa de Bolsa PROBURSA. Análisis de los 80's, Auge, Crisis y Modernización Económica. Dirección Corporativa de Estudios Económicos. México, D.F. enero 1990.
11. Leland Blank & Anthony Tarquin. Ingeniería Económica McGraw - Hill / Interamericana de México, S.A. de C.V. 2a. Edición. Capítulos 5 al 10, pags. 121 a 227. México, D.F. 1989.
12. David Noel Ramírez Padilla. Contabilidad Administrativa McGraw - Hill / Interamericana de México, S.A. de C.V. 2a. Edición. Capítulos 7 y 8, pags. 197 a 269. México, D.F. 1989.
13. Harold Bierman & Seymour Smidt. El Presupuesto de Bienes de Capital (la toma de decisiones). McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. de C.V. 1a. Edición en español, 4a. Edición en inglés. Primera Parte, Capítulos I al VI, pags. 13 a 128. México, D.F. 1989.
14. F. J. Weston & E. F. Brigham. Fundamentos de Administración Financiera. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. 7a. Edición en español. Parte I, Capítulo 1, pags. 3 a 13, Parte III, Capítulo 6, pags. 165 a 186, Parte IV, Capítulos 11 y 12, pags. 291 a 358. México, D.F. 1987.
15. Ron Person. 1.2.3 En el mundo de las Finanzas. ( Manual de fórmulas y aplicaciones prácticas ). 1 9 8 9 Macrobit Corp. Coedición: Microbit-Alfaomega. Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V.. Traducción y adaptación al español por: Jorge Tamayo. México, D.F. 1989.