

143.3

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ACATLAN"



## EL USO DE LA PROGRAMACION DE METAS Y SUS REPERCUSIONES EN EPOCAS DE INFLACION

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
A C T U A R I O  
P R E S E N T A N

ADRIANA DOLORES EGUIZA FLORES  
MARIA DEL CARMEN VELAZQUEZ SALAZAR

ASESOR: ACT. EFRAIN MEZA M.  
SANTA CRUZ ACATLAN MEXICO 1988



## **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.

## INDICE

### INTRODUCCION

CAPITULO I	LA ADMINISTRACION FINANCIERA EN LAS ORGANIZACIONES	
1.1	PRINCIPALES CONCEPTOS DE LA FUNCION -- FINANCIERA .....	3
1.2	AREAS FUNDAMENTALES DE LA ADMINISTRA- CION FINANCIERA .....	13
1.3	EL USO DEL ANALISIS DE LA INFORMACION FINANCIERA EN LA ADMINISTRACION DE -- LAS ORGANIZACIONES .....	20
1.4	LA ADMINISTRACION FINANCIERA EN EL -- CONTEXTO ECONOMICO NACIONAL .....	30
<hr/>		
CAPITULO II	LAS REPERCUSIONES EN LA ESTABILIDAD Y SOLIDEZ FINANCIERA EN EPOCAS DE CRISIS	
2.1	CONCEPTOS BASICOS .....	37
2.2	LA IMPORTANCIA DE LA ESTABILIDAD Y <u>SO</u>	

	LIDEZ EN LAS ORGANIZACIONES .....	42
2.3	ESTUDIO DE LA INFLACION .....	49
2.4	TECNICAS EMPLEADAS PARA SOLUCIONAR -- LOS PROBLEMAS QUE CAUSA LA INFLACION-- EN LA INFORMACION FINANCIERA .....	57
2.5	ESTUDIO DE LA RECESION .....	63
2.6	ESTUDIO DE LA DEFLACION .....	68
2.7	LA ESTABILIDAD Y SOLIDEZ EN LAS DIFE- RENTES EPOCAS DE CRISIS .....	74

### CAPITULO III

#### ENFOQUE DE SISTEMAS PARA LA ORGANIZACION EN ESTUDIO

3.1	ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS ..	83
3.2	DISEÑO DE SISTEMAS .....	88
3.3	CONSTRUCCION DEL MODELO .....	94
3.4	CONTROL E IMPLANTACION DEL MODELO ...	97
3.5	INTERRELACION ENTRE LE TEORIA DE SIS- TEMAS Y LA AUDITORIA .....	102

### CAPITULO IV

#### PROGRAMACION LINEAL APLICADA A LA ORGANIZACION EN ESTUDIO

4.1	INTRODUCCION A LA PROGRAMACION LINEAL	109
-----	---------------------------------------	-----

4.2	METODO GRAFICO .....	114
4.3	DESARROLLO DEL METODO SIMPLEX .....	118
4.4	TECNICAS DE LAS VARIABLES ARTIFICIALES .....	125
4.5	CASOS ESPECIALES DEL METODO SIMPLEX .	127
4.6	ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....	130

## CAPITULO V

### PROGRAMACION ENTERA APLICADA A LA ORGANIZACION EN ESTUDIO

5.1	INTRODUCCION A LA PROGRAMACION ENTERA	145
5.2	PRINCIPIOS PARA MODELAR LOS PROBLEMAS DE PROGRAMACION ENTERA .....	149
5.3	PRINCIPALES METODOS DE LA PROGRAMACION ENTERA .....	152
5.4	APLICACIONES DE LA PROGRAMACION ENTERA .....	163

## CAPITULO VI

### PROGRAMACION DE METAS

6.1	INTRODUCCION A LA PROGRAMACION DE METAS .....	169
6.2	BASES PARA LA ELABORACION DEL MODELO	174

6.3	SOLUCION NUMERICA POR MEDIO DEL ALGORITMO SECUENCIAL DE PROGRAMACION DE METAS .....	183
6.4	SOLUCION NUMERICA POR EL ALGORITMO DE LAS DOS FASES CON DOS O MAS NIVELES DE META .....	195
6.5	ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA PROGRAMACION DE METAS .....	206
6.6	SELECCION DE PROYECTOS DE INVERSION POR PROGRAMACION DE METAS .....	221

**CAPITULO VII**

**CASO PRACTICO**

**CIA. DE PAPEL, S. A.**

7.1	CARACTERISTICAS GENERALES .....	230
7.2	ANALISIS DE SISTEMAS DE LA CIA. DE PAPEL, S. A. ....	237
7.3	PLANTEAMIENTO DEL MODELO .....	258
7.4	RESOLUCION DEL MODELO .....	268
7.5	INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS ....	271

**CONCLUSIONES**

277

<b>ANEXOS</b>	<b>283</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>287</b>
<b>INDICE ANALITICO</b>	<b>293</b>

## INTRODUCCION



## INTRODUCCION

Durante la Segunda Guerra Mundial se suscitó el problema del uso de la Investigación de Operaciones, el cual surgió por la necesidad de toma de decisiones militares con el propósito de utilizar de la mejor manera posible los recursos de que disponían.

Desde su inicio en las operaciones militares hasta las aplicaciones actuales, industriales, de servicios, gubernamentales y sociales, se han ido creando nuevas técnicas teóricas poco relacionadas entre sí, pero cuyo uso común es auxiliar en la toma de decisiones.

Una de estas técnicas es la Programación de Metas creada por A. Charnes, W. W. Cooper y Ferguson en 1955, la cual permite al administrador de una empresa introducir metas múltiples al modelo general de asignación y asignar prioridades mediante el sistema de ponderación.

En la actualidad, México cuenta con una buena técnica financiera empresarial y por ello es necesario que las empresas cuenten con un buen administrador financiero que conozca a fondo sus actividades, -- así como aplicar técnicas favorables para analizar la información financiera, poseer conocimientos de sistemas de procesamiento de datos-- para ofrecer proyectos de inversiones a corto o largo plazo, utilizar una buena planeación financiera que sirva como instrumento de desarrollo, estar al tanto en los entornos económicos en que se desenvuelve la empresa y de las mejores técnicas para la toma de decisiones, lo -

cual hoy en día depende de la responsabilidad profesional.

El desarrollo de este trabajo se inicia con el estudio del contenido y la estructura de la información financiera de la empresa, el cual tiene soluciones prácticas para las distintas épocas de crisis que son consecuencia de la inflación.

Posteriormente se hace un estudio de la Teoría de Sistemas, la Programación Lineal y Programación Entera con el fin de proporcionar algunas técnicas y un amplio panorama que coadyuven al "Uso de la Programación de Metas y sus Repercusiones en Epocas de Inflación" para todas aquellas personas que lo consulten. De ser así estaremos satisfechas de haber llegado al objetivo esencial que persigue este trabajo.

# CAPITULO I

## LA ADMINISTRACION FINANCIERA EN LAS ORGANIZACIONES

## CAPITULO I

### LA ADMINISTRACION FINANCIERA EN LAS ORGANIZACIONES

#### 1.1 PRINCIPALES CONCEPTOS DE LA FUNCION FINANCIERA

##### GENERALIDADES

##### Propiedad

El derecho de propiedad está reconocido de una manera casi universal en la sociedad económica moderna y, es una de las piedras fundamentales en que ésta se basa. La característica preponderante de la era comercial de nuestros días, consiste en una gran acumulación de bienes bajo la propiedad del individuo o grupo de ellos, cuyo deseo de aumentar sus respectivas riquezas constituye el eficiente más poderoso para el desarrollo de los esfuerzos de cada uno. La aspiración que con ello persigue no consiste tanto en la propiedad en sí como el poder, influencia y dominio económico que dicha propiedad lleva consigo.

##### Unidad Mercantil

La sociedad se ha constituido en un sinnúmero de unidades mercantiles independientes, que representan el medio a través del que actúa aquella con el propósito de satisfacer fácil y eficazmente las necesi

dades económicas del hombre.

No tardó la sociedad en advertir que sólo por medio de una división muy especializada de sus actividades sería posible satisfacer -- sus necesidades económicas. En vista de ello, han ido creándose las unidades mercantiles privadas, mismas que se organizan en departamentos o secciones para lograr una ejecución metódica y eficiente de su respectivo cometido.

### Organización

Es la estructuración técnica de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos materiales y humanos de un organismo social, con el fin de lograr su máxima eficiencia dentro de los planes y objetivos señalados.

### Empresa

Empresa es la organización que tiene como función coordinar los factores económicos de la producción: naturaleza, capital y trabajo, con miras a satisfacer las necesidades del consumo.

Las características básicas del concepto Empresa son:

- a) Una organización que reúne los recursos en una forma ordenada y arreglada a las personas en un modelo aceptable para que puedan desarrollar las actividades requeridas.
- b) Coordina los factores económicos de la producción buscando un aprovechamiento al máximo del capital de trabajo, de los

insumos y materias primas.

- c) Deben tener por objeto producir bienes y servicios, esto es, las empresas como unidades de producción representan la fuente de ingresos ya sea de obreros, empleados, patronos, etc.
- d) Circulación de las riquezas transmitiendo a otras economías lo que han producido.

Las empresas pueden clasificarse desde varios puntos de vista:

CUADRO 1

CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS	}	Productivas o de Bienes Materiales	}	a)	Agricultura
				b)	Ganadería
				c)	Pesca
			d)	Minería	
			e)	Industriales en general	
		De Servicios o Bienes Inmateriales	}	a)	Transportes
				b)	Comercio
				c)	Banca
				d)	Seguros
				e)	Turísticas
		De consumo y/o de Bienes Materiales e Inmateriales	}	a)	Telégrafos
				b)	Luz y Fuerza
				c)	Teléfonos

## FUNCION FINANCIERA DENTRO DE LAS EMPRESAS

La actual situación mundial de crisis económica y financiera ha llamado la atención de los empresarios respecto de cuidar la supervivencia de sus negocios, generando recursos propios y buscando las diferentes alternativas para la obtención de recursos externos.

La situación de crisis, inestabilidad e inflación que vive actualmente el sistema financiero y económico, provoca un constante cambio en los costos, gastos, tasas de interés y otros factores similares.

La importancia de la función financiera radica en que mediante la información que se obtenga de los ejecutivos de la organización, se contará con bases para que al efectuar la toma de decisiones que afecten a la organización, éstas resulten positivas para el desarrollo de la empresa.

Para poder alcanzar este objetivo se deben abarcar todas las funciones del director de finanzas, las cuales se pueden enfocar desde dos puntos de vista que son los siguientes:

- a) Tradicional. La función financiera se limita a la obtención de recursos para financiar los proyectos propuestos por otros miembros de la organización. Este punto de vista tradicional hace pensar que el único adiestramiento que requiere el ejecutivo de finanzas consiste en una descripción de los estados financieros, sus instituciones y los valores

que lo componen, todo lo que se necesita es conocer la fuente de los recursos, qué valores se han de vender, a quién y porqué métodos. Es por eso que en la actualidad la función financiera se puede encontrar en el departamento de "Contraloría", en vez de tener el suyo propio.

- b) Contemporáneo. Asigna a la función financiera un papel más activo: el de coordinar las inversiones y financiamiento de la empresa. Este cambio tal vez ocurrió debido a la necesidad cada vez mayor de distribuir adecuadamente los recursos de la empresa para hacer frente a la competencia. La economía en expansión vino a ofrecer tantas oportunidades de inversión que fue necesario encontrar métodos para distinguir la más conveniente, ya que ninguna empresa podía emprenderlas todas. Fue preciso desarrollar técnicas para distribuir con más eficiencia los recursos y reducir al mínimo los que permanecían ociosos. Los ejecutivos de finanzas aplicaron las técnicas de minimización de costos a las operaciones de administración de efectivo.

En el futuro, la función financiera parece estar destinada a mayor actividad y expansión, por lo que su función será una mezcla de ciencia y arte de las finanzas, combinando la precisión de las estadísticas y de las técnicas de investigación de operaciones, con la intuición del hombre de negocios bien preparado.



## AREAS FUNDAMENTALES DE LA FUNCION FINANCIERA

Las áreas más importantes son las siguientes:

- a) Salvaguardar los fondos y los bienes de la organización.

Dada la situación actual, resulta de manera indispensable prever y planear adecuadamente la forma de proteger todos los bienes de las empresas, esto con la finalidad de evitar pérdidas contingentes a las que estarían expuestos los negocios en caso de no contar con los med des necesarias.

- b) Dirigir el crédito.

El administrador financiero, deberá elaborar diferentes alternativas de financiamiento al menor costo, logrando lo anterior con una adecuada planeación financiera. Una vez elegidos los proyectos de in versión, se precisará obtener los capitales necesarios que permitan financiarlos y, mediante esta base se tendrá que decidir cuáles de -- los recursos se deberán obtener mediante la reinversión de las utili- dades y cuáles con los financiamientos externos.

Es indispensable considerar los riesgos que el financiamiento re presenta para la empresa en esta época de inflación, ya que un endeudamiento haría peligrar a la misma, debido a la escasez de efectivo y a las altas tasas de interés, no pudiendo por lo tanto, cumplir oportunamente con sus pagos o bien con el desarrollo mismo de los proyec- tos.

c) Dirigir la tributación de la empresa.

En la administración financiera dos de los objetivos fundamentales que deberán perseguirse son: la obtención de los recursos necesarios para la operación y desarrollo de una empresa en las mejores condiciones posibles y, el empleo óptimo de dichos recursos para alcanzar las metas de la empresa.

Planeación fiscal financiera es, por tanto, la técnica que utilizando conocimientos jurídicos y financieros, permite evaluar la situación de operaciones presentes y futuras de un contribuyente en relación con el cumplimiento de sus obligaciones fiscales, seleccionando las estrategias necesarias para que éste pueda reducir su carga impositiva o diferir el pago de los impuestos.

Obviamente, las estrategias variarán grandemente en función de factores como los que se mencionan a continuación:

- Tipo de contribuyente.
- Situación por la que atraviesa.
- Tipo de operaciones o actividad que realiza.
- Operaciones que proyecta realizar.
- Estructura financiera y corporativa.

d) Mantener buenas relaciones con los inversionistas, acreedores y clientes.

Para sobrevivir y prosperar, toda empresa debe sostener una se--

rie de relaciones en un medio ambiente competitivo de mercado libre - que ayuden a determinar el éxito o fracaso relativo de una compañía - con los diversos elementos del ambiente socio-económico.

El propósito de la empresa debe ser producir y entregar el mejor producto o proporcionar el mejor servicio.

Dada la situación en que viven actualmente las empresas, para -- que éstas sobrevivan en el mundo competitivo, es preciso que se ejerza una buena función financiera con respecto a sus relaciones con las diferentes entidades que la rodean.

e) Planificar las necesidades de fondos.

Otro de los objetivos del administrador financiero consiste en -- maximizar el patrimonio de los accionistas, la administración debe -- coordinar un plan de utilidades, de manera que los accionistas obtengan la mejor combinación de dividendos y se incremente el valor de -- sus acciones en un período determinado.

Es fundamental que el administrador financiero deba conocer la g exacta posición que guarda la empresa, aun antes de definir los planes tendientes al logro de sus objetivos.

Una vez que se ha definido el punto de partida, debe asegurarse que su empresa esté bajo control, ya que no tendría objeto elaborar - planes, en el supuesto de empresas en proceso de quiebra. Asegurando se de que la empresa podrá operar eficientemente, entonces ya estará en condiciones de planificar sus necesidades.

La planificación de las necesidades de fondos de la empresa, deberá ser proyectada por el administrador financiero, tomando como base las fuentes de recursos con que cuenta la misma, destacando principalmente:

- Recursos por ventas al contado.
- Recursos por recuperación de la cartera.
- Financiamiento a corto y largo plazo.
- Emisión de bonos, obligaciones y todo tipo de acciones bursátiles.

#### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES DEL ADMINISTRADOR FINANCIERO

Planeación para el control. Establecer, coordinar y administrar un plan adecuado para el control. Este plan debe proporcionar de acuerdo con las necesidades de la empresa: la planeación de las utilidades, los programas para inversión de recursos propios y ajenos, pronósticos de ventas, presupuestos de gastos y estándares de costos, así como los procedimientos necesarios para llevar a cabo el plan.

Información e interpretación de los resultados de operación y de la situación financiera. Informar e interpretar los resultados de las operaciones a todos los niveles de la administración y los propietarios del negocio.

Evaluación y deliberación. Participar en todas las deliberaciones de la administración responsables de la política e seguir por la-

empresa, relativos a la realización de los objetivos.

Administración de impuestos. Observar que la organización cumpla con sus obligaciones fiscales.

Informes de gobierno. Supervisar y coordinar la preparación de informes a las dependencias gubernamentales.

Coordinación de la auditoría externa. Coordinar y preparar la información que se requiere, para que la auditoría externa se lleve a cabo de acuerdo con las necesidades del auditor. Ser el enlace entre la empresa y el auditor externo.

Protección de los activos de la empresa. Asegurar la protección de los activos de la empresa a través de la auditoría interna.

Evaluación económica. Evaluar continuamente las fuerzas económicas y sociales, e interpretar el efecto que puedan tener sobre la empresa.

Por lo anterior podemos concluir que el eficaz desempeño de la función financiera no sólo depende del grado de dominio de las técnicas de la Administración Financiera que se tengan, sino principalmente del claro conocimiento de los objetivos y políticas del negocio, y un amplio conocimiento de la empresa, así como un claro entendimiento y reconocimiento de la importancia de la función financiera por parte de las áreas operativas de la empresa.

## 1.2 AREAS FUNDAMENTALES DE LA ADMINISTRACION FINANCIERA

Las Areas Fundamentales de la Administración Financiera son cuatro divididas en dos grupos:

### I. Funciones Generales de la Administración.

- a) Administración de las corrientes de información.
- b) Administración del proceso de planificación y control.

### II. Areas Específicas de las Finanzas.

- a) Administración de las corrientes de fondos.
- b) Administración del capital. Maximización del valor actual de la empresa.

#### I.a. Administración de las corrientes de información.

A fin de disponer de elementos necesarios que nos permitan llevar a cabo una buena planeación financiera, es necesario contar con un buen sistema de información, el cual debe tener aspectos tanto internos como externos de las situaciones que rodean el entorno económico en que se desenvuelve la empresa, para conocer los fenómenos que puedan afectar la situación financiera de la empresa. De esto dependerá que se logren los objetivos de la empresa ante situaciones adversas para que las mismas no tengan impacto en las utilidades o en la situación financiera de la empresa.

La información tiene un triple enfoque en la empresa:

- 1) Información Macroeconómica. Es la que debe satisfacer

necesidades primarias como identificar riesgos y problemas de la empresa llevando a cabo el análisis de indicadores macroeconómicos para pronosticar el comportamiento a nivel nacional.

2) Información de Adaptación al Cambio. Se requieren mecanismos que permitan captar los cambios y ubicarlos en los planes de la organización, estableciendo relación con otros factores, cuyos efectos deberán conocerse antes de que sucedan para así poder atenuar el impacto que puedan ocasionar a la empresa.

3) Información de Administración y Control. Con la información de adaptación al cambio debemos obtener no sólo las desviaciones y sus análisis, sino que también deberán agilizarse las decisiones o simplificar el trabajo.

El administrador financiero deberá apoyar la estructura de un sistema de información que cubra por lo menos los campos que se han descrito. Todo esto se deberá coordinar con los demás ejecutivos de la organización ejerciendo un control y vigilancia del sistema para que al efectuar la toma de decisiones que afectan a la empresa sea de manera positiva.

I.b. Administración del Proceso de Planificación y Control.

Planeación. Comprende la previsión, la cual estudia simul-

táneamente varias alternativas y decide con cual debe trabajar la empresa para lograr sus objetivos. Esto se determina con base en un estudio técnico de las situaciones actuales fijando objetivos y metas con base en los presupuestos que son cimientos de la planeación.

**Control.** Es la recolección de datos, para poder comparar los resultados obtenidos con los esperados, a fin de corregir y mejorar la formulación de los nuevos planes.

Una empresa para evitar el tratar de alcanzar metas particulares, deberá definir sus objetivos y una planificación integral en la que se busque el logro de una finalidad superior que concilie a todos, es decir, hacia donde debe ir la empresa.

Las necesidades de un objetivo establecido por la planeación. Este será el que marque la pauta para la acción conjunta de los integrantes de la empresa, así también es necesario establecer una unidad de medida común que nos permita la cuantificación y medición de las metas de todas las áreas de la institución.

Esta finalidad común será la maximización de las utilidades.

Aspectos que cubre la planeación financiera. Al referirnos a la planeación financiera como cualquier otra actividad será indispensable el establecimiento de objetivos, políticas,



procedimientos y programas; en resumen sus funciones son:

- a) Calcular el volumen de fondos con que deberá de contar la empresa para su buena marcha, ya que para subsistir deberá generar utilidades, para lo cual deberá mantener un buen flujo de efectivo.
- b) Determinar los fondos que se generan y cuántos se pueden obtener de otras fuentes. Esto nos lo va a mostrar el Estado de Flujo de Fondos, el cual nos permitirá ver cuánto efectivo se genera y hacia donde lo debemos canalizar, también nos indicará el momento en que no se cuente con efectivo suficiente.
- c) Identificar las fuentes de fondos y cómo obtenerlos. - Al no tener efectivo se deberán buscar las fuentes adecuadas de donde obtenerlo y negociarlo en las mejores condiciones, con las perspectivas más ventajosas para la empresa.
- d) Establecer la forma de aplicación para aprovechar mejor el dinero obtenido. Este se deberá invertir en el lugar preciso que nos deje el mayor provecho posible.
- e) Determinar la forma de manejo y salvaguardar los fondos obtenidos para alcanzar el mayor beneficio del mismo.
- f) Mantener una estructura financiera sana, la que se logrará teniendo solvencia, estabilidad y liquidez dentro de la empresa.

Todo lo anterior no se consigue con la simple formulación de presupuestos sino que va más allá y requiere de una compleja red de planes que implica el establecimiento de objetivos y metas, así como la formulación de políticas, procedimientos y programas.

**Objetivos.** Los objetivos son considerados como planes en cuanto tienen que ver con el desarrollo de la empresa.

Para llevar a cabo una planeación eficiente es necesario establecer objetivos que vayan orientados a algo definitivo y concreto.

Es posible que a cierto plazo no se consigan los objetivos financieros de la empresa. Lo importante es tenerlos siempre en cuenta ya que el objetivo básico a corto plazo de una empresa es sobrevivir en el mercado.

Todos los objetivos son alcanzables, a menos que sucedan hechos imprevistos, entonces se tendrán que ajustar adecuadamente. Los objetivos deben tener una jerarquización, y es conveniente darlos a conocer logrando con ello la concientización en los diferentes niveles de la organización.

**Metas.** Las metas fijadas deben ser claras, medibles y alcanzables. Su medición puede ser: en calidad, en costo, en rendimiento, cantidad o tiempo. Estas como los objetivos deben ser jerarquizadas o interrelacionadas en todas las áreas de la empresa.

Políticas. Las políticas serán un plan de acción que nos guíen al logro de un fin y deberán regir ciertas acciones y/o actividades. Las políticas financieras serán las que nos lleven hacia acciones que nos relacionen con la fijación, obtención y manejo de los fondos que han sido requeridos por la empresa.

Procedimientos. Otro proceso en la planeación son los procedimientos, éstos aseguran una acción satisfactoria, constante y eficaz. Los procedimientos en cualquier actividad nos permitirán una mejor acción y consistencia en las operaciones. Un procedimiento dentro del área financiera nos va a permitir un mayor y notable proceso de delegación y una adecuada coordinación con otras áreas o actividades de la empresa.

Programas. Los programas nos ayudarán a seguir un orden en todas las acciones a realizar dentro y fuera de la empresa para la mejor planeación financiera, con esto suelen cuantificarse o relacionarse las acciones de determinados periodos o fechas de cumplimiento.

## II.a. Administración de las Corrientes de Fondos.

Para ejercer un adecuado control del efectivo se deberá contar con un sistema capaz de suplir en un momento la falta de efectivo, así como absorber los excedentes del mismo y canalizarlos hacia donde tengan un mejor aprovechamiento.

Los objetivos de la Administración Financiera se clasifican en:

- a) Lograr la mayor disponibilidad de los recursos con que cuentan, para que la empresa haga frente a sus necesidades en cualquier momento.
- b) Cuidar que se obtenga el máximo rendimiento sin descuidar el costo del dinero, es decir, se deben aprovechar al máximo los activos con que cuenta la empresa.
- c) Establecer los sistemas de control necesarios y adecuados que nos permitan salvaguardar los valores y efectivos con que cuentan.

En consecuencia el administrador financiero deberá tener a la mano una herramienta que le permita visualizar con anticipación las necesidades que va a tener de activo la empresa, esto se logra por medio del flujo de efectivo que se -- puede dividir en dos clases:

- a) El presupuesto a corto plazo, es el que se emplea a -- diario en la administración de la empresa.
- b) El presupuesto a largo plazo, se usa principalmente pa -- ra la planeación financiera.

#### II.b. Administración del Capital.

El invertir es lo más lógico para toda empresa, ya que con esto se logra obtener diversos y variados beneficios como: -- adquirir maquinaria, efectuar ampliaciones en la planta pro --

ductiva, mejores técnicas de operación, renovar equipo obsoleto, etc., sin embargo, la política de inversión es la más compleja para el administrador financiero ya que implica un conocimiento de una serie de detalles y una variedad de factores como son: condiciones de mercado, precio del producto, costos de financiamiento, etc.. Por tanto, los riesgos y la incertidumbre son mayores y más complicados.

Cuando el administrador financiero ha afrontado esta serie de elementos, espera obtener los suficientes rendimientos que le permitan estar en una situación en la que pueda reponer el capital y obtener la utilidad esperada.

El administrador financiero, se auxiliará de ciertas técnicas que le van a permitir optimizar al máximo tanto sus recursos como sus objetivos, entre las que podemos citar las técnicas de programación lineal que se estudian en los capítulos subsiguientes.

### 1.3 EL USO DEL ANALISIS DE LA INFORMACION FINANCIERA EN LA ADMINISTRACION DE LAS ORGANIZACIONES

En toda empresa es necesario tomar decisiones para resolver problemas. Una decisión es la elección entre diversos cursos alternativos de acción con el objeto de resolver una cuestión.

Para llegar a tomar buenas decisiones es necesario conocer las - circunstancias que delimitan la realidad o que puedan afectar a futuro y saber si esas condiciones son de incertidumbre total o involu--cran riesgos.

Como resultado de lo anterior existe la necesidad de contar con información que nos permita formar un criterio de acción para elegir entre las diversas alternativas que se nos presenten.

Para evitar el registro arbitrario de los hechos financieros, es necesario que la información de la empresa se apege a las técnicas - contables y que a su vez puedan concentrarse bajo las siguientes premisas:

- a) Los valores se registran al precio del día de la operación de adquisición.
- b) Los resultados de las operaciones de carácter positivo "ingreso", se registran hasta que sean realizados; los resultados negativos "gastos", en el momento en que éstos sean conocidos.
- c) Cualquier alteración en el valor de un bien, debe darse a conocer a los resultados de la información. Este conocimiento se hace a través de notas aleatorias de la información proporcionada.
- d) Toda empresa se supone con una vida indefinida, pero cortada en períodos normalmente de un año, necesarios para conocer la forma en que han sido positivas o negativas las decisiones tomadas en la misma.

La información financiera, generalmente se proporciona a través de los estados financieros, que son documentos conteniendo la información resumida y condensada de la situación de una empresa en un momento dado o de las operaciones efectuadas en un lapso determinado.

La importancia de los estados financieros radica en que gracias a ellos y a otras informaciones se pueda lograr lo siguiente:

- a) Medir la efectividad de sus propias políticas y decisiones.
- b) Determinar la sugerencia de adoptar nuevas políticas y procedimientos.
- c) Informar a los accionistas de los resultados de sus esfuerzos administrativos.

La información financiera de la empresa, se refiere a hechos pasados o futuros que tienen diversos elementos relacionados entre sí.

Para localizar estas relaciones existentes, es necesario efectuar un análisis de la información, que consiste en aplicar un conjunto de técnicas de tipo matemático y posteriormente se deberá aplicar el criterio personal para poder emitir un diagnóstico sobre el estado y resultados de la empresa.

Las bases del análisis financiero deberán enfocarse en los renglones siguientes:

- a) Objetividad. Definir bien qué es lo que se desea saber para así identificar los métodos de análisis adecuados.
- b) Correlación de elementos. Al efectuar el análisis, la in-

investigación debe enfocarse sobre partidas cuya dependencia sea clara, es decir, que un elemento de análisis puede tener su causa en el comportamiento de otro.

- c) Simplificación de cifras. Al analizar sólo hay que incluir las partidas significativas y manejarlas con sencillez. Es decir, que el análisis deberá ser reducido a su más simple expresión, sin que por esto deje de representar elementos de juicio adecuados en la toma de decisiones.

El análisis de estados financieros cuenta actualmente con una cantidad considerable de métodos para llevar a cabo dichos estudios, una vez aplicados se obtienen tres aspectos fundamentales que son:

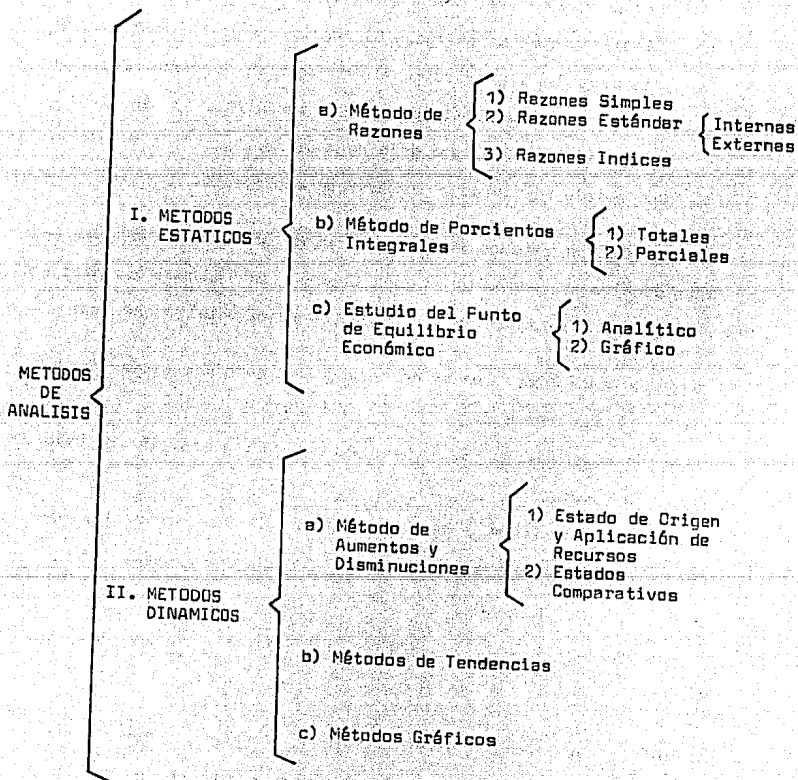
- a) La solvencia. Que se puede precisar como una situación de crédito presente.
- b) La estabilidad. Es la que nos define una posición de crédito futura.
- c) La productividad. Determina si se han aprovechado los recursos con que cuenta la empresa a su máximo rendimiento.

Los métodos con que se cuenta para el análisis financiero se ordenan en el Cuadro 2.

NOTA: La diferencia entre los métodos estáticos y dinámicos se deriva en que los datos obtenidos corresponden a estados financieros de un ejercicio, para los primeros, y para los segundos los datos financieros abarcan dos o más ejercicios.



CUADRO 2



**Método de Razones Simples.** El presente método consiste en relacionar los conceptos que guardan los estados financieros y que nos sirven para apoyar las interpretaciones que de ellos se obtengan. El método de razones simples es útil para indicar probabilidades y puntos críticos de la empresa en cuestión.

**Método de Razones Estándar.** Es un instrumento de control y medida de eficiencia para eliminar errores, mediante la comparación de datos reales o actuales.

Las razones estándar se dividen en:

- a) Internas o Históricas. Basadas en datos de la propia empresa de años anteriores. Con este método se puede conocer si la posición de la empresa está mejorando o empeorando.
- b) Externas o Industriales. Basadas en el promedio de un grupo de empresas de giro similar. Este método es usado para establecer bases de comparación, una vez clasificada la información por giros.

**Método de Razones Índice.** Este método está basado en los dos métodos anteriores.

La razón índice se determina por medio de estos pasos:

- a) Seleccionar aquellas razones tanto simples como estándar de mayor importancia para la empresa en cuestión, sin exceder de 10 razones.

- b) Una vez efectuado lo anterior, las razones se igualan al 100% y se ponderan cada una de las razones dándoles un valor según su importancia.
- c) Las razones simples y estándar se multiplican por la ponderación antes determinada.
- d) Se obtiene la suma de las cantidades ya ponderadas.
- e) Se divide la suma de razones simples ponderadas entre la suma de razones estándar ponderadas, obteniendo un resultado que nos indica la razón índice de la situación general de la empresa.

Tanto el método estándar como el método de razones índice, son -  
nulas sus aplicaciones si:

- a) El caso muy frecuente, es al comparar los datos de una empresa con cierre de ejercicio diferente a la empresa en cuestión.
- b) Comparar datos de una empresa con varios años de establecida a una que inicia sus operaciones.
- c) Las estadísticas que se pueden obtener son muy vagas o extemporáneas.

Método de Porcientos Integrales. Este método se aplica en aquellos casos en los cuales se desea conocer la magnitud o importancia que tiene la parte de un todo. El presente método es aconsejable para obtener conclusiones en forma aislada, es decir, de ejercicio por ejercicio, pero no recomendable si se desea establecer interpretaciones al comparar varios ejercicios.

Porcientos Integrales Totales y Parciales. La mayor aplicación de este método se ha encontrado en el estado de situación financiera y en el de resultados.

Las cantidades que se igualan al 100% en el estado de situación financiera son: el total del activo y la suma del pasivo más el capital, pudiéndose determinar los porcentajes parciales de cada rubro -- del estado de situación financiera. En el estado de resultados, el - 100% corresponde a ventas totales para poder controlar las rebajas y el motivo de las devoluciones, y no únicamente en las ventas netas.

Análisis del Punto de Equilibrio. Denominado también "análisis de costo-volumen-utilidad", es un instrumento de operación y control que permite a las empresas:

- a) Determinar el nivel de operaciones que debe mantener para - cubrir todos sus costos de operación.
- b) Evaluar la rentabilidad o la falta de rentabilidad a dife-- rentes niveles de ventas.

El análisis del punto de equilibrio puede llevarse a cabo alge-- braicamente o mediante gráficas.

Punto de Equilibrio Analítico. Las fórmulas utilizadas general-- mente son:

- a) Cálculo del punto de equilibrio considerando precios tota-- les:

$$\text{P.E.} = 1 - \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Costos Variables} + \text{Ventas}}$$

El resultado siempre será en precios de venta.

- b) Cálculo del punto de equilibrio considerando precios y costos por unidad:

$$\text{P.E.} = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Contribución Marginal}}$$

$$\text{Contribución Marginal} = \text{Precio Unitario de Venta} - \text{Costos Variables}$$

Al pretender utilizar el método del punto de equilibrio, es necesario el establecimiento previo de una separación de los costos fijos y los costos variables, para obtener una adecuada planeación de utilidades.

**Punto de Equilibrio mediante Gráficas.** El punto de equilibrio de la empresa también puede calcularse gráficamente. La construcción de la gráfica es sencilla y se procede de la siguiente manera: la escala vertical deberá estar representada en pesos para indicar los costos fijos y variables así como los ingresos por ventas; y la escala horizontal indicará el volumen de unidades.

En la gráfica se trazará una línea paralela a la escala horizontal para indicar los costos fijos. Posteriormente se trazará una línea partiendo del área de costos fijos sobre la escala horizontal, para indicar los costos variables. Por último una línea que parta desde el origen, indicando con esto las ventas (Fig. 1.1).

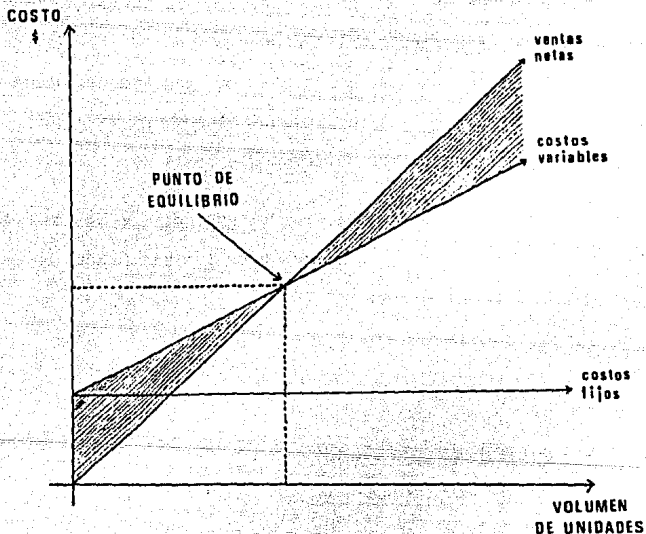


FIG. 1.1 Gráfica del Punto de Equilibrio

La intersección de la línea de ventas con la línea de costos nos indica el punto de equilibrio.

La interpretación adecuada puede ser: toda línea que represente a las ventas, y que se encuentre arriba de la intersección significatividad y viceversa, toda línea que represente las ventas y se localice por abajo de la intersección, significará pérdida de operación.

Método de Aumentos y Disminuciones. Dentro de este método encontramos el Estado de Origen y Aplicación de Recursos y el Estado Comparativo. El primero nos muestra el total de recursos obtenidos por la empresa y su correspondiente inversión. El segundo se prepara con el objeto de comparar las cifras correspondientes a dos o más fechas.

Por lo que respecta al Análisis de Tendencias y Método Gráfico, su importancia radica en la comparación de los resultados obtenidos durante dos o más ejercicios.

#### 1.4 LA ADMINISTRACION FINANCIERA EN EL CONTEXTO ECONOMICO NACIONAL

En esta época de creciente inflación es de gran importancia para el administrador financiero, obtener la óptima utilización de los recursos con los que cuenta la empresa; y alcanzar el cumplimiento de -

sus objetivos. Es por esto que la Programación de Metas es una herramienta muy útil dentro del área financiera de cualquier empresa.

Para alcanzar una estructura financiera sana que garantice la -- permanencia de la empresa en el mercado, eliminando al máximo el riesgo de la solvencia y liquidez de la misma, es necesario separar los -- recursos disponibles en dos grupos:

1) Recursos empleados para capital de trabajo.

- a) Recursos empleados para capital de trabajo inicial, -- provendrán de la aportación original de los accionistas.
- b) Capital de trabajo adicional para expansión o desarrollo de la empresa, será financiado por los accionistas, reinvertiendo sus utilidades o por financiamiento externo a largo plazo.
- c) Capital de trabajo adicional, para necesidades relacionadas con las ventas cíclicas, financiado con créditos bancarios a corto plazo.

2) Recursos empleados para inversiones de carácter permanente.

- a) Las inversiones permanentes iniciales de la empresa -- (terrenos, edificios, maquinaria y equipo) deben ser -- financiados con el capital aportado por los accionistas.
- b) Las inversiones permanentes adicionales requeridas por la expansión o desarrollo, las financiarán los accionistas reinvertiendo sus utilidades o con créditos ban



### carros a largo plazo.

La constante vigilancia de la inversión en los activos es importante para poder minimizar el impacto de la inflación y devaluación de la moneda, cuando esto sea posible.

La inflación se puede determinar clasificando los conceptos que integran el estado de situación financiera en Monetarios y no Monetarios.

- a) **Conceptos Monetarios.** Corresponden a aquellos activos y pasivos que están relacionados con el manejo de flujo de fondos de las empresas. Por ejemplo: efectivo en caja y bancos, cuentas por cobrar, pagos anticipados, documentos por pagar y cuentas por pagar. Los conceptos monetarios del estado de situación financiera no son susceptibles de ser modificados a consecuencia de la inflación.
- b) **Conceptos No Monetarios.** Están representados por bienes -- distintos al dinero y tienen la característica de conservar su valor ante la inflación; por ejemplo: inventarios, terrenos, construcciones, maquinaria y equipo y capital. Los conceptos no monetarios del estado de situación financiera son susceptibles de ser modificados a consecuencia de la inflación.

Relacionado con el impacto inflacionario es muy importante recordar las siguientes reglas:

- a) Tener pasivos monetarios produce una ganancia.

- b) Tener activos monetarios produce una pérdida.
- c) Las pérdidas que puede provocar la inflación pueden evitarse nivelando los activos y pasivos monetarios, convirtiendo los primeros en no monetarios y promoviendo endeudamientos para adquirir más activos no monetarios.
- d) Una empresa con altas inversiones en bienes tangibles como inventarios, terrenos, edificios, maquinaria y equipo, generalmente se encuentra protegida contra pérdidas sustanciales por exposición a la inflación.

Como ya se dijo, una de las funciones del administrador financiero es la de investigar cuánto dinero tiene la empresa y si lo está utilizando óptimamente; ya que si se tiene exceso de dinero y no es empleado adecuadamente, éste se va a ver afectado por la inflación.

Por otro lado las cuentas por cobrar, representan una inversión importante para la mayoría de las empresas dado nuestro ambiente inflacionario, por lo que es muy necesario llevar a cabo los siguientes planes:

- a) Facturación inmediata.
- b) Revisión de políticas de crédito (plazos, descuentos, líneas de crédito, intereses normales e intereses moratorios).
- c) Cobranza eficiente.

Los cambios en los niveles de precios causados por la inflación tienen un impacto serio en los inventarios provocando un alza en la mercancía almacenada y al mismo tiempo una escasez de efectivo inme-

diato.

Por último es importante mencionar que el activo más valioso que tiene la empresa, en términos de gastos de instalación y de mantenimiento, lo forman los edificios de sus oficinas y fábricas. Muchas plantas tienen mucho más espacio del que necesitan, debido a la tendencia a trabajar ocupando todo el espacio disponible.

En cuanto a maquinaria y equipo, el decidir invertir en este renglón es la diferencia entre el éxito y el fracaso para muchos negocios; ya que se está asignando una suma de dinero hoy, en espera de obtener una corriente de beneficios, en un tiempo futuro cercano.

## **CAPITULO II**

### **LAS REPERCUSIONES EN LA ESTABILIDAD Y SOLIDEZ FINANCIERA EN EPOCAS DE CRISIS**

## CAPITULO II

LAS REPERCUSIONES EN LA ESTABILIDAD Y  
SOLIDEZ FINANCIERA EN EPOCAS DE CRISIS2.1 CONCEPTOS BASICOS

## Inflación

Algunas definiciones de lo que es la inflación dadas por eminentes economistas son las siguientes:

- a) Un período de aumento general de los precios de los bienes de consumo y de los factores productivos.
- b) Un fenómeno económico que se provoca por el hecho de pensar que una situación de crisis puede solventarse por simple -- emisión de billetes y al hacerse ésta en forma desmedida y aun exagerada no corresponde a la cantidad de productos elaborados.
- c) Es un fenómeno monetario, que se caracteriza por una tendencia continua hacia el alza del nivel general de precios en una economía que tiene sus orígenes en los problemas de desarrollo que plantea la estructura productiva de esa economía.

Los fenómenos más importantes que están relacionados con la inflación son la recesión, deflación y devaluación.

### Recesión

Es una medida antiinflacionaria que trae como consecuencia un debilitamiento en la actividad económica de un país. La recesión es -- consecuencia de políticas económicas restrictivas que tienen como propósito abatir la inflación. Genera bajos niveles de crecimiento, desempleo y aumento en las tasas de interés. En los países donde esta política ha sido aplicada, predomina el criterio de que la inflación, (entendida como un fenómeno esencialmente monetario), es el principal problema que enfrentan en la actualidad las economías desarrolladas y no desarrolladas.

### Deflación

Una definición dada por David L. Dills, nos dice que la deflación es el aumento adquisitivo del dinero, medido de ordinario por un índice de precios, cuando aumenta dicho índice los economistas hablan de disminución del poder adquisitivo del dinero en condiciones inflacionarias. Según Ricardo Torres Gaytán, la deflación es el factor que exige sacrificios mediante la reducción del ingreso, o sea disminución de los salarios y aumento de los impuestos (al consumo y al ingreso), con el doble fin de disminuir la demanda de importaciones y aumentar las exportaciones hasta nivelarlas.

### Devaluación

Uno de los efectos más importantes de la inflación sobre la economía de un país es la inestabilidad cambiaria. Es característica -- del proceso inflacionario la sostenida disminución en la cantidad de

bienes y servicios que pueden adquirirse con la moneda, es decir, su-  
baje en el poder adquisitivo o la pérdida de valor o "devaluación" de  
la moneda. Otro tipo de devaluación es la que se refiere a la pérdi-  
da de valor que experimenta la moneda frente a las monedas extranje-  
ras.

La inflación es considerada como un fenómeno de crisis para la -  
economía de un país y es una de las cuestiones más importantes a que  
se enfrenta nuestra nación y el mundo en la actualidad. La inflación  
está distorsionando las decisiones económicas y financieras de casi -  
todas las empresas y organismos gubernamentales, por lo que es muy im-  
portante buscar soluciones al problema de la inflación y detener sus-  
causas.

Diferencias entre lo financiero y económico. Lo financiero está  
relacionado con el poder de compra de las unidades monetarias en la -  
fecha en que se realizaron las operaciones. Lo económico corresponde  
a valores actuales relacionados con el poder adquisitivo de la moneda  
en un momento determinado.

Los principales fenómenos que produce la inflación son:

- 1) En el plano económico:
  - a) Escasez. Provocada por fenómenos naturales o por ocul-  
tamiento, la escasez hace que los precios suban.
  - b) Carestía del trabajo. Cuando ocurre la escasez el tra-  
bajo se encarece. Las demandas para aumentar los sala-  
rios aumentan.

- c) Altos costos de producción. Consecuencia de lo anterior es un alza en los costos, lo que pondrá en dificultades la administración de la empresa.
- d) Financiamiento escaso y costoso. Este se hará más caro y difícil. Las tasas de interés suben y los créditos se ven reducidos. El administrador financiero tendrá que adoptar las medidas necesarias para enfrentarse a los problemas y conseguir el financiamiento necesario para la empresa.

2) En el plano financiero:

- a) Reducción en el poder de compra. Este se debe a la pérdida paulatina del poder adquisitivo de la moneda.
- b) Desequilibrio en la estructura financiera. Originado principalmente por la falta de actualización del valor de los inventarios y de la intervención de una depreciación real.
- c) Descapitalización. No la propicia únicamente el sistema de información, sino las políticas deficientes de reinversión y reparto de utilidades. Es una disminución de la capacidad operativa y de crecimiento de las empresas.
- d) Quiebras. Esta se va a presentar cuando la empresa desista con el pago normal de sus obligaciones.
- e) Información financiera defectuosa. Va a dar origen a una incertidumbre para la toma de decisiones porque se carece de información actualizada.



Tanto las empresas medianas como las grandes sufren en mayor o - en menor grado los efectos de estas crisis, pero algo que es muy importante considerar es cómo afectan a la información contenida en los estados financieros. A continuación se indica brevemente la forma en que influyen estos fenómenos en los estados financieros: mostrando mayores utilidades que las reales, esto origina que disminuya la capacidad de la empresa por las razones siguientes:

- a) Se proporciona información no adecuada a la dirección de la empresa.
- b) Los impuestos son desproporcionadamente altos.
- c) Ninguno de los objetivos buscados con la formulación de los estados financieros tradicionales se alcanza.

Podemos decir que la inflación es uno de los fenómenos más complejos dentro de la amplia gama de los problemas económicos de los tiempos modernos y se caracteriza por la gran cantidad de causas que lo generan.

La inflación se ha presentado en todo el mundo, pero naturalmente, en algunos países sus efectos se han dejado sentir en una forma más aguda que en otros. En estos países (como es el caso de México), se han elaborado promedios ponderados de precios de mercancías seleccionadas para medir la inflación o la baja del poder adquisitivo de la moneda. A estos promedios se les denomina "Índices Generales de Precios".

## 2.2 LA IMPORTANCIA DE LA ESTABILIDAD Y SOLIDEZ EN LAS ORGANIZACIONES

Determinar la estabilidad y solidez de la empresa es de suma importancia ya que esto nos ayudará a percatarnos de la situación favorable o desfavorable de la misma.

**Estabilidad.** Es la situación de crédito futura, es decir, es -- mantener la confianza hacia un plazo más largo. Dentro del análisis de la estabilidad tenemos las siguientes razones:

- 1) Estudio del Capital
  - a) Origen del Capital

Pasivo Total

Capital Contable

Pasivo Circulante

Capital Contable

Pasivo Fijo

Capital Contable

Considerando que los medios de acción de una empresa, pueden tener dos orígenes, provenientes de sus dueños o provenientes de personas ajenas, es conveniente determinar la proporción de estas dos fuentes de capital. Esta proporción podemos determinarla en forma total con la 1a. razón o parcialmente con las 2a. y 3a. razones. Se acepta como regla general una cantidad igual de capital propio que ajeno, --

siendo la 1a. razón de 1 a 1, de ser superior señalaré el peligro de que la empresa esté cambiando a ser propiedad de los acreedores.

b) Inversión de Capital

Activo Fijo  
Capital Contable

Nos indica la relación entre las inversiones permanentes y el capital propio, ya que por su naturaleza de inversión tiene que hacer la empresa con aportaciones de los dueños. Puede aceptarse un resultado de .66 % al .75 % en los ejercicios iniciales del capital contable para reinvertirse en activo circulante. Pero en un negocio establecido desde hace varios años, probablemente sea normal la razón de 1.25 a 1.

c) Valor Contable del Capital

Capital Contable  
Capital Suscrito y Exhibido

Capital Suscrito y Exhibido = Aportación de los Socios ya  
Otorgada

Esta razón nos indica la redituabilidad de la inversión y deberá ser siempre superior a 1. Un resultado igual a 1, deberá ser motivo de un análisis más profundo, en tanto que un resultado inferior a 1, será señal inequívoca de peligro.

## 2) Índice de Cobertura de Intereses

$$\frac{\text{Utilidad antes de Imptos. + Ints. s/Financ.}}{\text{Intereses Deveng. s/Financ.}}$$

Nos muestra la capacidad que tiene la empresa para cumplir con sus obligaciones contraídas. A un mayor coeficiente, la empresa estará en posibilidad de disponer en un mayor grado del futuro financiero de sus operaciones y por contra, un índice bajo reflejará una posición difícil para obtener financiamientos externos.

## 3) Índice de Capitalización a Largo Plazo

$$\frac{\text{Créditos a Largo Plazo}}{\text{Capitalización a Largo Plazo}}$$

La capitalización a largo plazo de una empresa, es la suma del pasivo a largo plazo más el capital contable. Hace resaltar la importancia que tiene el pasivo a largo plazo en la estructura financiera de la empresa, por lo que en la medida que aumente sus préstamos a largo plazo se tendrá capitalización más estable y segura.

## 4) Días Cartera Promedio

$$\frac{\text{Saldo de Cuentas de Clientes}}{\text{Venta Diaria Promedio}}$$

Venta Diaria Promedio =

$$\frac{\text{Ventas del Ejercicio}}{365 \text{ días}}$$

365 días

Nos indica el tiempo o el número de días para recuperar la cartera de clientes.

### 5) Rotación del Activo Fijo

$$\frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activo Fijo} - \text{Deprec. Acumulada}}$$

Nos indica el número de veces que son utilizados los activos fijos de trabajo en la producción y venta del ejercicio contable.

**Solidez.** Es el dinero en efectivo con que cuenta la empresa para el pago de sus obligaciones a corto plazo. En cuanto sea más fácil convertir los recursos del activo que posea la empresa en dinero, gozará de mayor capacidad de pago para hacer frente a sus deudas y compromisos; la podemos determinar de la siguiente manera:

#### 1) Razón Circulante

$$\frac{\text{Activo Circulante}}{\text{Pasivo Circulante}}$$

Considera las proporciones de efectivo, cuentas por cobrar e inventarios que son las inversiones más importantes que tiene la empresa.

#### 2) Razón de Acido o de Pago Inmediato

$$\frac{\text{Activos Disponibles}}{\text{Pasivo Circulante}}$$

Los activos disponibles incluyen el efectivo en caja y bancos, - las inversiones temporales de inmediata realización y en ocasiones se incluyen las cuentas por cobrar que se presume pueden convertirse rápidamente en efectivo. Es una medida que señala el grado en que los recursos disponibles pueden hacer frente a sus obligaciones.

Para una buena administración de los recursos de una empresa en lo que respecta a su estabilidad y solidez es necesario adoptar políticas financieras. Estas son:

- a) Políticas de Planeación. Debe existir en la empresa un --- equilibrio del presupuesto de planeación, así como políti-- cas que mejoren su eficiencia, de no ser así, ésta caería - en crisis y en su repercusión se vería afectada la rentabi- lidad de la empresa.
- b) Políticas para la fijación de Precios de Venta. De éstas - depende el éxito o fracaso de la empresa. Para que esta po- lítica surta sus efectos, es importante establecer linea--- mientos que determinen los precios de venta, tomando como - base un porcentaje de redituabilidad satisfactorio sobre la inversión en los activos utilizados en la fabricación y ven- ta de los productos.

Porcentaje de Redituabilidad. Establece los objetivos para la mejor inversión, los factores económicos que ayudan a de- terminar el porcentaje de redituabilidad son las tasas de - interés bancarias que representan la redituabilidad mínima-

que se puede obtener de una inversión sin riesgo alguno; y la tasa anual de inflación esperada que represente la pérdida del poder adquisitivo de las inversiones que se tengan en efectivo.

- c) Políticas de Inversiones en Activos. Están representadas por el capital de trabajo neto que se utiliza en un producto, para que dicha inversión sea efectiva es necesario la aplicación del porcentaje de redituabilidad y que esté compuesta por valores en unidades monetarias de poder adquisitivo actual.
- d) Políticas sobre Capital de Trabajo. Regulan la administración de las inversiones que integran el capital de trabajo en forma directa o indirecta por medio del establecimiento de guías, conservando un nivel óptimo y ayudando a mejorar la redituabilidad de la empresa.
- e) Políticas de Inventarios. Consisten en el establecimiento de niveles máximos de inventarios, que producen tasas de rotación constantes y aceptables, en días de producción o venta que sean apropiados debido a las circunstancias.
- f) Políticas de Cuentas por Cobrar a Clientes. Estas políticas establecen los requisitos de liquidez y solvencia que debe reunir un cliente para concederle crédito, establecen descuentos máximos a conceder, fijan el plazo de crédito que se concede y tipo de clientes; y fijan la forma como se debe cobrar a los clientes.
- g) Políticas de Efectivo Disponible. Su objetivo radica en el

establecimiento de los procedimientos adecuados para la planificación y control del efectivo, para la prevención de las necesidades futuras de efectivo, determinando las posibles fuentes de inversiones.

- h) Políticas sobre Inversiones Capitalizables. Su objetivo es el poder aumentar la capacidad instalada para la demanda -- del mercado de la fabricación o venta de sus productos, reponer o modernizar la maquinaria y equipo por cambios en la tecnología y así mejorar la calidad y/o reducir costos, y -- para producir nuevas líneas de productos e integrar su producción.

La estabilidad y solidez dentro de la empresa es de vital importancia para la mejora del capital de trabajo que no es otra cosa que el exceso del activo sobre el pasivo, ambos circulantes.

En el capital de trabajo y el estado de resultados el fenómeno - inflacionario se deja sentir en forma directa y a corto plazo. Dicho fenómeno genera un aumento en los costos variables por lo que la utilidad disminuye así como el capital de trabajo, impidiendo la capacidad de crecimiento de la empresa.

Para atenuar los efectos negativos es recomendable:

- Mantener una estrecha disciplina en el control de costos y gastos.
- Implantar y revisar reiteradamente los estándares para todas las operaciones.



- Actualización y vigilancia de los elementos que componen el costo de producción y mantenimiento.
- Aprovechar las oportunidades de descuento por pronto pago a los proveedores.

### 2.3 ESTUDIO DE LA INFLACION

En los últimos años se han estado sintiendo los efectos que tiene la inflación en todos los países del mundo, por lo que han surgido varios conceptos que tratan de definirla. Una de las definiciones dadas anteriormente dice:

" La inflación es un fenómeno monetario, que se caracteriza por una tendencia continua hacia el alza del nivel general de precios que tiene sus orígenes en los problemas de desarrollo que plantea la estructura productiva de esa economía "

Esta definición es la más satisfactoria de lo que es el fenómeno de la inflación, las otras están formuladas en términos que el autor cree que son las causas de la inflación; por ejemplo, se habla de inflación con el aumento del circulante y del crédito con relación a la producción de bienes y servicios, es decir "mucho dinero persiguiendo a pocos bienes y servicios", otra forma de definir la inflación es: - "el alza de precios", pero no habla de un proceso continuo y sostenido.

Se incurre en un error al definir a la inflación por sus causas, ya que muchos de los factores mencionados pueden presentarse sin que por ellos se presente un fenómeno de inflación. Quienes así proceden entorpecen la toma de decisiones efectivas al oponerse a medidas que no son (pero que creen) inflacionarias y que pueden lograr otros objetivos de política, o al proponer medidas que creen son antiinflacionarias pero que realmente no lo son y que en realidad sólo impiden el freno a la inflación ya que no se toman las medidas adecuadas y producen distorsión en el sistema.

Todo esto nos lleva a analizar las clases, las características y las causas que originan la inflación.

Las causas que originan la inflación son:

- a) Cambios a Corto Plazo de la Oferta o la Demanda. Cuando se refiere a los cambios a corto plazo de la demanda, podría decirse que están en función del ingreso nacional y éste a su vez, en función de los aumentos de los componentes del ahorro, es decir, que los aumentos en los gastos de inversión, el déficit del gasto público y los excedentes de divisas -- (que resultan de una balanza del nivel de pagos en donde el nivel de exportaciones es mayor que el de importaciones), -- provocarán la creación de ingresos que a corto plazo no tienen contrapartidas en la producción de bienes y servicios. -- Cuando se presentan bajas en la oferta a corto plazo, puede suceder que haya descenso en la productividad de algunos ar

tículos de consumo nacional o en el sector exterior. Podría ser el caso de los países subdesarrollados, en que su producción agrícola es de temporal y las cosechas varían de un ciclo a otro de tal manera que cuando se presenta una baja en la producción y la demanda sigue siendo la misma, se genera un proceso inflacionario ya que la escasez de productos hará que suban los precios.

- b) Alza del Costo de los Factores en la Producción. Si se presenta un aumento en los salarios o en el costo de las materias primas, los productores se verán en la necesidad de aumentar sus precios para mantener un margen de utilidad, esto dará como resultado que los trabajadores pidan aumento de salario a través de sus sindicatos y se formará una corriente inflacionaria.
- c) Exceso del Circulante Monetario respecto al Producto Nacional. Esta teoría dice que el exceso de circulante (dinero y crédito) respecto a la producción nacional es el origen de los fenómenos inflacionarios. Todo el dinero creado sin una contrapartida en la producción nacional, ejerce sobre los precios tendencia al alza que son características de los procesos inflacionarios. La diferencia entre el aumento de la cantidad de dinero y el aumento en la producción se le denomina dinero inflacionario (Fig. 2.1).
- d) Estrangulamientos Seculares en la Estructura Productiva del País. Es necesario estudiar los factores estructurales y seculares que hay en el proceso, pues sólo así es posible -

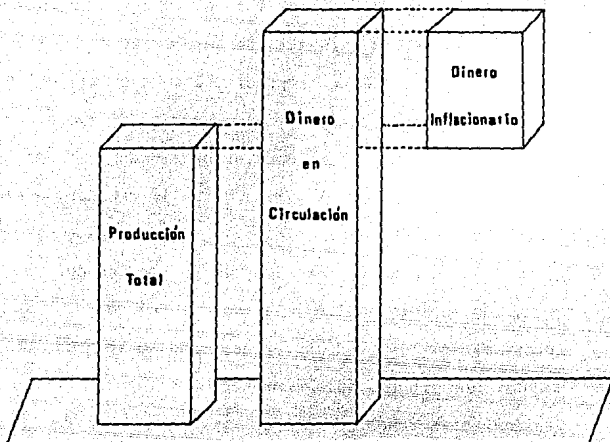


FIG. 2.1 Dinero inflacionario

señalar la rigidez en la inelasticidad de la oferta, la -- falta o deficiencia de medios de producción (maquinaria, -- técnicos no calificados, capital), la gran cantidad de mano de obra ociosa o subempleada, una extensa gama de interme-- diarios, etc.

Desde el punto de vista del estructuralismo, los fenómenos- inflacionarios tienen su origen en los problemas seculares- de desarrollo que presentan los sectores de una economía de los cuales los más importantes son:

- Sector de Producción Primaria (Agricultura, Ganadería).
- Sector de Comercio Exterior.
- Sector Público.
- Sector Industrial.
- Sector Financiero.

Por último es necesario resaltar que el análisis más realista sobre la inflación es el que incluye en su estudio, el manejo de todos los factores tanto monetarios como estructuralistas.

#### Clases de Inflación:

- a) Inflación Reprimida o Controlada.
- b) Inflación Acelerada o Hiperinflación.

Inflación Reprimida o Controlada. No es otra cosa que una inflación contenida mediante la fijación de precios, la cual se canaliza mediante la acumulación del poder adquisitivo, con lo que llega un momento en que de la inflación controlada se pasa a una inflación abierta, ya que la deflación da origen a una desviación errónea de la producción, llegando a una inflación.

Dado que la regulación de precios es siempre parcial, el exceso de demanda acumulada tenderá hacia los bienes no racionados, produciendo una inflación parcial en los mercados de éstos. Si el estado desea impedir esto, deberá racionar también los factores productivos, lo cual llevará al estrangulamiento en la producción.

En los países subdesarrollados cuya estructura se deriva de una escasez de factores de producción y especialmente de factores de capital, la principal traba se deberá al estancamiento secular y a bajos niveles de ingresos, que aunados a la deficiente estructura económica hacen de ellos regiones muy vulnerables a las presiones inflacionarias.

**Inflación Acelerada o Hiperinflación.** Es una inflación de proporciones extraordinarias, en que se pierde totalmente el control y no hay posibilidades de detener la inflación que caracterizada por la aceleración del proceso conduce al aumento de la velocidad en circulación del dinero y esto hace que las expectativas de aumento en los precios se cumplan, lo cual nos lleva a nuevas expectativas en el mismo sentido. Todos tratan de deshacerse de su dinero cuanto antes, y esto origina alzas fantásticas en los precios.

No hay modo de considerar favorablemente un aumento de precios en una forma tan rápida ya que la producción e incluso el orden social, se desorganizará; toda la riqueza de grandes grupos desaparecerá al devaluarse el dinero, los proveedores apuran a sus acreedores, los especuladores se aprovechan, las amas de casa se apuran a gastar dinero en bienes antes de que suban más los precios, esto no hace más que contribuir a un aumento desmedido y más rápido en los precios. Los mismos se vuelven caóticos y la producción se desorganiza, los negocios se estancan porque ya no saben cuanto cobrar.

### Características principales de la inflación:

- a) La gran variedad de situaciones que suceden año con año, -- en que los precios continúan subiendo; aquí es distinta la hipótesis de que la inflación se genera por presiones de demanda de costos o de oferta y obliga a pensar que ésta obedece a un mecanismo más complejo en que las presiones se -- combinan en distintas formas, predominando en el proceso -- unas u otras.
- b) Las importaciones crecen con lentitud o no crecen y las si tuaciones son lentas, lo cual facilita las presiones inflacionarias de:
  - Demanda. Por los gastos públicos para absorber el de-- empleo.
  - Oferta. Por insuficiencia de suministros empleados.
  - Costos. Por devaluaciones.
- c) La producción agrícola crece con lentitud, agravando los de sequilibrios externos. La inflación se agrava por la insuficiencia agrícola y ésta a su vez no crece por la sobrevaluación cambiaria y los controles de precios.
- d) El déficit fiscal hace que el gasto público provoque desem-- pleo, y dificulta la elevación de impuestos.
- e) El índice de solidez con que operan las empresas es muy ba-- jo, los cobros y pagos mercantiles se hacen con retrasos -- mucho mayores que en países que no tienen inflación o en épocas estables. La falta de solidez frena el crecimiento --

de una empresa y dificulta los esfuerzos por aumentar las recaudaciones fiscales.

- f) El nivel de la demanda global varía en función de los movimientos en el valor de la moneda nacional, de las exportaciones, la inversión privada, el gasto público y los coeficientes de importaciones, ahorro y recaudación fiscal.
- g) El mecanismo de la inflación funciona en que cada grupo intersectorial, llegando su turno eleva sus precios de bienes y servicios para recuperar la posición que perdió, o que financie con expansión monetaria el volumen de gastos necesarios para mantener su participación relativa en el gasto total de la nación.

La inflación se verá acelerada si algún grupo o sector aumenta sus precios en cuantía mayor que la de recuperar su posición anterior o si se utiliza la expansión monetaria en mayor proporción que el crecimiento del producto.

La tasa de inflación también sube aunque no aumenten los precios, esto sucede cuando la oferta total de bienes y servicios cae, ya sea por una mala cosecha, un cataclismo, una caída de las exportaciones - no compensada por gastos de reserva o utilización del crédito externo.

La inflación tiende a desacelerarse si los precios se aumentan en cuantía menor que la de recobrar el ingreso real alcanzado en el ajuste. Así también, habrá una baja en la tasa de inflación, cuando aumente la productividad y disminuya el dinero en circulación. Tam-



bién se presenta una desaceleración cuando se restringe el volumen -- del gasto real que el gobierno y los empresarios se financian con la expansión de la moneda.

La inflación genera una retribución regresiva del ingreso, esto es, una redistribución en favor de los grupos de altos ingresos. De aquí que la adopción de medidas sociales para impedir esa redistribución regresiva o al menos amortiguarla resulta indispensable.

A manera de conclusión, podemos decir que la inflación es un mal curable, la principal causa que se siga dando es quizá la ignorancia que sobre el fenómeno tiene la mayor parte de la población. Ya que -- como se ha visto a través de lo antes escrito, todo lo que se hace es sin pensar en las repercusiones que ocasionan dichas acciones en las economías de los países, sea cual fuere su tendencia, si se presentan los fenómenos o causas de la inflación y éstos no se controlan se sufrirá de dicho fenómeno como sucede actualmente en nuestro país.

#### 2.4 TECNICAS EMPLEADAS PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS QUE CAUSA LA INFLACION EN LA INFORMACION FINANCIERA

Los Estados Financieros nos informan sobre la situación en que -- se encuentra la empresa basados en principios de contabilidad y juicios personales, sin tomar en cuenta factores económicos como la inflación, que afectan a la situación financiera de la empresa.

Es por esto que en una época como la que estamos atravesando actualmente, en la cual se carece de estabilidad en las empresas debido a la existencia de una inflación que ocasiona un cambio constante en el poder adquisitivo de la moneda, las cifras contenidas en los estados financieros no representan la situación real de la empresa ni de su productividad.

Estas cifras deberán ser modificadas aplicando métodos de ajuste que preserven la imparcialidad y objetividad de la información financiera para prevenir su descapitalización. Los principales métodos -- son:

- a) Método del Valor Actual por Costos de Reposición.
- b) Método de Ajuste a los Estados Financieros por cambios en -- el Nivel General de Precios.

Método del Valor Actual por Costos de Reposición. Este método -- de contabilidad tiene como característica principal que reconoce la utilidad originada por los cambios en los precios de los bienes en --- cuanto se conoce y no cuando se realiza. De las utilidades de la empresa deben separarse las obtenidas por los esfuerzos productivos que se realizan y las logradas por la habilidad financiera para evitar el impacto de la inflación.

El procedimiento de ajuste al valor actual se resume en las si-- guientes fases:

- 1) Clasificar los conceptos financieros en monetarios y no mo-

netarios. Los conceptos no monetarios que deben ajustarse son: inventarios, activos fijos, costo de ventas y capital contable.

- 2) Determinar que tipo de valor se aplicará, ya sea valor de realización (valor esperado de venta de los bienes menos gastos directos de venta) o valor de reposición (precio que tendrá que pagarse para reponer el bien).
- 3) Inventarios. Los inventarios deben valuarse al valor de reposición que puede obtenerse de publicaciones especiales o de los precios de facturas de los proveedores, y este valor deberá reponer el precio de los artículos de reventa, materias primas y materiales utilizados en la producción, así como costos de fabricación de artículos que ya fueron vendidos.
- 4) Activos Fijos.

Terrenos y construcciones. Su valor actual debe ser determinado por el valor de realización a través de un avalúo.

Maquinaria y equipo. El valor de reposición se establece en base al precio más bajo que tendría que pagarse para obtener un nuevo activo equivalente al que se está valuando.

Depreciación acumulada. La depreciación debe ser calculada con base en el nuevo valor asignado a los activos depreciables y de acuerdo con el método de depreciación utilizado para los costos originales. Este método debe aplicarse periódicamente y basarse en un estudio de la vida útil de los

activos.

- 5) Costo de Ventas. Se determina considerando el valor actual de los inventarios iniciales y finales, así como de los artículos vendidos durante el ejercicio.
- 6) Capital Social. Para actualizar el capital social se utilizan los factores basados en el índice general de precios.
- 7) Superávit o Déficit. El ajuste a las cuentas de inventarios, activos fijos, capital social y costo de ventas, se reflejan a través del estado denominado "Estado de Superávit o Déficit por corrección al valor de los Activos no Monetarios".

Método de Ajuste a los Estados Financieros por Cambios en el Nivel General de Precios. Este método consiste en ajustar íntegramente las cifras históricas o de adquisición que forman los estados financieros, por cambios en el nivel general de los precios con base en números índices oficiales que proporciona el Banco de México, para así proporcionar cifras acordes con el poder adquisitivo vigente de la moneda.

Actualmente existe la tendencia, para efectos de la presentación de estados financieros, de mostrar los importes en dos columnas, una que muestre los resultados con base en el costo histórico y otra con base en el costo histórico equivalente en unidades monetarias actuales. Además se deben tener registros de los años de adquisición de los diferentes bienes para poder realizar el ajuste.

El procedimiento de ajuste por cambios en el nivel general de precios se resume en las siguientes fases:

- 1) Clasificar los conceptos financieros en monetarios y no monetarios para poder ajustar los conceptos no monetarios --- aplicando los índices de precios. La diferencia entre activos monetarios y pasivos monetarios servirá para determinar la utilidad o pérdida por retención de valores monetarios.
- 2) Inventarios. En este renglón es necesario determinar la rotación promedio y así ajustar los inventarios iniciales y - finales recordando que si el valor final es superior al va-  
lor de mercado, deberá ajustarse a este último.
- 3) Activo Fijo y Depreciación. En este renglón debemos obte--  
ner un análisis de los años de adquisición y así poder apli-  
car el índice correspondiente al año de compra del activo.-  
En este caso también se aplicarán los índices a la deprecia-  
ción acumulada, sobre las mismas bases del año en que se ge  
neró.
- 4) Capital Social. Para el ajuste de este renglón el procedi-  
miento es similar al explicado para activo fijo, es decir,--  
se aplican los índices según el año de aportación y en ----  
igual forma debe procederse con las utilidades o pérdidas -  
acumuladas. Para revelar adecuadamente las utilidades, de-  
ben separarse las provenientes de operaciones ordinarias de  
la ganancia o pérdida acumulada de las partidas monetarias.

- 5) Costo de Ventas. Como se explicó anteriormente el inventario inicial y final sufren cambios, por lo que el costo de ventas se ve afectado. Además las compras se efectúan durante un período y por tanto habrá que hacer un ajuste, éste en circunstancias normales, corresponde a la media del incremento del índice durante el año.
- 6) Otros gastos. Generalmente se ajustan aplicando la media del incremento del índice durante el año, a menos que se tengan situaciones cíclicas que determinen un ajuste sobrebase mensual.
- 7) Por último, es necesario determinar la pérdida o utilidad en retención de valores monetarios, mediante la comparación de la diferencia entre saldos iniciales ajustados menos saldos finales, contra los recursos generados por la empresa y que fueron destinados a la obtención de este tipo de valores.

Aun cuando este procedimiento parece sencillo, la realidad es que en la práctica se complica y sobre todo su implementación en ocasiones se vuelve laboriosa.

Por otro lado, en comparación con el Método de Valores Actuales, el Método del Nivel General de Precios resulta más propicio en la realidad mexicana debido a que los índices utilizados son el resultado -

de estadísticas oficiales muy representativas y confiables.

Es por esto que para el caso práctico se utilizará la técnica -- del Nivel General de Precios para reflejar los cambios que sufren los estados financieros debido a la inflación.

## 2.5 ESTUDIO DE LA RECESION

Es indudable que en épocas de inestabilidad o anormalidad en la vida económica de un país, tales como la presencia de recesión en la actividad, desempleo en grado alarmante, escasez de bienes, o en situaciones inflacionarias, como la que vive México desde 1972 a la fecha, la empresa añade a sus responsabilidades ante la sociedad, una gran necesidad de actuar en forma adecuada para resistir con México los sucesos de la problemática a que se enfrenta y aportar soluciones.

Al debilitarse la actividad económica mundial, en los países industriales se observa un fuerte incremento en la tasa de desempleo, mientras que en la generalidad de los países en desarrollo las tasas de desempleo van acompañadas de profundos desequilibrios en sus relaciones comerciales con el exterior. Esta situación recesiva ha significado una disminución importante en el volumen del comercio internacional.

Sin embargo, en la mayoría de los países ha continuado la infla-

ción junto con las bajas o negativas tasas de crecimiento económico.

Así los objetivos de la política económica han sido un control de la inflación a fin de alcanzar un crecimiento con estabilidad de precios, que es el único realmente sólido y estable.

En los países industrializados, la recesión es consecuencia de la aplicación de políticas económicas restrictivas que tienen como propósito abatir la inflación. Esta política se sustenta en la idea de que es necesario eliminar definitivamente la inflación y las expectativas inflacionarias de la gente, para poder sentar las bases de un crecimiento económico; es decir, un crecimiento no inflacionario y que se sostenga en el largo plazo.

Ahora bien, la política restrictiva consta de dos instrumentos: La política monetaria y fiscal. La política monetaria restrictiva se basa en el hecho, de que si la oferta monetaria no crece de manera sostenida por sobre la capacidad de producción de la economía, el nivel de precios se mantendrá relativamente estable. La política monetaria se refiere a una disminución del ritmo de crecimiento de la oferta monetaria aproximadamente igual al crecimiento de la producción.

Por otra parte, la política fiscal restrictiva tiene como propósito disminuir y eventualmente eliminar el déficit presupuestal del gobierno, con el objeto de abatir la demanda por crédito que aquél ejerce en el mercado de capitales, y la consiguiente presión sobre las tasas de interés. Estas dos políticas, reprimen la demanda agregada de la economía, deteniendo así las presiones inflacionarias.



Sin embargo, este tipo de políticas antiinflacionarias tienen un alto costo: el desempleo. Este fenómeno aparece, como resultado de una deficiente percepción de lo que ocurre en la economía por parte de los productores y no como una condición necesaria de tal tipo de políticas.

Si las expectativas de los productores son de que los precios -- continuarán aumentando, al desacelerarse la inflación, aquéllos lo interpretarán como caída en la demanda y detendrán o reducirán el crecimiento de la producción.

Pero aun cuando el desempleo no es una consecuencia directa de las políticas monetaria y fiscal restrictivas, si es una fuerte presión para los gobiernos que aplican tal política, los que se pueden ver forzados a adoptar políticas expansionistas que aceleran el crecimiento de la producción y el empleo aunque ello sólo ocurra en el corto plazo y a costa de acelerar el proceso inflacionario.

En consecuencia, la tasa de desempleo ha venido creciendo en los países industriales desde 1972, año en que se inicia el embargo petrolero de la OPEP. Cuando en 1978 este fenómeno empieza a ceder y se avizora una época de crecimiento y recuperación, las políticas económicas restrictivas de aumentos en el precio del petróleo, provocan la recesión en la que actualmente se encuentra sumida la actividad económica de los países capitalistas.

Otro fenómeno que merece nuestra atención por su gran importancia, es el exorbitante crecimiento de las tasas de interés a nivel in

ternacional. La tendencia alcista de las tasas de interés, surgió en los Estados Unidos, como consecuencia de los altos niveles de inflación. Sin embargo, mientras que la inflación fue bajando en los Estados Unidos, las tasas de interés continuaron aumentando. Esto se debe principalmente a la necesidad del gobierno americano para obtener recursos suficientes para financiar su déficit financiero, creando un exceso de demanda por los escasos fondos prestables disponibles e impidiendo así que las tasas de interés bajen conforme lo hace la inflación.

Este incremento de dichas tasas de interés en los Estados Unidos ha forzado a otros países a seguir la misma política, pues de lo contrario, se enfrentarían a una seria desvalorización de sus monedas -- respecto al dólar.

La principal consecuencia de tal aumento de los tipos de interés, es que éste ha significado una carga para los países en desarrollo, altamente endeudados, para los cuales, el incremento de servicio de la deuda representa un alto costo, medido en términos de los recursos de que disponen para dedicar a este rubro, en vez de asignarlo a inversiones productivas. Tal situación se ha visto agravada por la caída de los precios de las exportaciones de estos países (principalmente de materias primas) empeorando sus términos de intercambio.

El seguir una auténtica política de control de la inflación, ha reportado efectos negativos entre los que destaca la recesión en la mayoría de los países más desarrollados, que traen como consecuencia-

bajos o nulos niveles de crecimiento y, consecuentemente, las más altas tasas de desempleo.

Existe un consenso entre las principales empresas e institutos de investigación económica, de que mejorará el desempeño de la economía norteamericana y esto servirá de base para la recuperación de los demás países occidentales. Ello será un elemento de invaluable importancia para México, ya que permitirá un aumento en la exportación de productos a ese mercado, disminuyendo en parte el negativo efecto de la caída de la demanda interna.

Los países desarrollados e incluso los subdesarrollados, se han visto obligados a adoptar políticas antiinflacionarias, como respuesta a las que en la actualidad se llevan a cabo en los Estados Unidos o sufrir desequilibrios en su balanza de pagos y ajuste en la paridad de sus respectivas monedas.

Las reducciones en el crecimiento de la oferta monetaria en el gasto público y la elevación de las tasas de interés, son medidas frecuentes en los distintos países, y quienes no han tenido la flexibilidad suficiente han recurrido a medidas más radicales como son el creciente proteccionismo y las devaluaciones, que es lo que sufre actualmente nuestro país.

## 2.6 ESTUDIO DE LA DEFLACION

**Historia.** Durante el siglo anterior a la Primera Guerra Mundial, los períodos de inflación y la deflación se compensaron, en parte, entre sí en el mundo occidental. Era corriente considerar los niveles de precios estables a largo plazo, suponer que "lo que sube tiene que bajar" y utilizar convenciones contables basadas en el principio de que "un dólar es un dólar". Estas opiniones y los planes basados en ellas, constituyen lo que hoy se conoce por el nombre de "ilusión monetaria". Han sido pocos los períodos de equilibrio prolongado entre las fuerzas inflacionistas y deflacionistas.

**Antecedentes.** A consecuencia de la gran depresión muchos países se enfrentaron a una aguda escasez de divisas. La deflación monetaria en unos casos y la devaluación en otros fueron las medidas más usuales a las que se recurrió para combatir el desequilibrio externo. Al lado de las medidas deflacionarias y devaluatorias, se impusieron restricciones cuantitativas a la importación y se generalizaron los controles de cambio; en cuanto a las reducciones de ingresos a través de medidas deflacionarias, no surtían efectos en la medida y con la rapidez que los acontecimientos lo requerían, en ese momento se optó por las devaluaciones, pero éstas daban como resultado el disminuir las importaciones sin estimular las exportaciones. Fue entonces cuando los países empezaron a introducir las restricciones cuantitativas al comercio exterior y los controles de cambios, convirtiéndolos en las armas defensivas y ofensivas más importantes.

A medida que las devaluaciones y las políticas deflacionarias se generalizaron, la mayoría de dichos países imponían trabas a las importaciones, estas medidas al generalizarse se convertían en obstáculos para las exportaciones de los países. Por esto a partir de 1930 se proliferaron los controles cuantitativos al comercio y al tráfico de divisas, como una consecuencia de la violenta reducción del comercio.

Los efectos presentados por la depresión, el descenso del ingreso mundial y las pérdidas constantes de reservas o su agotamiento, condujeron a la reducción de las compras al exterior, limitando los gobiernos éstas a la cantidad de divisas recibidas, producto de un comercio disminuido.

Los países contribuían a realizar algún intercambio, tomando en primer lugar el trueque, el sistema clearing (compensación de operaciones financieras y comerciales) y los convenios de pago final que fueron las formas de comerciar eliminando la transferencia de divisas sin tener que recurrir a la devaluación ni a la deflación.

Estudio de la deflación. Cuando la moneda pierde su poder adquisitivo en relación con el dinero exterior a causa de la inflación interior o deflación exterior, se produce una devaluación. En ocasiones cambia el orden de los acontecimientos, siendo la devaluación la que lleva a la inflación a través del aumento del componente importaciones del nivel inferior de precios, mientras que en caso contrario, la revaluación puede tener consecuencias deflacionistas, en muchos ca

La aplicación de los índices de precios dará lugar a tasas muy disparadas de inflación o deflación, pudiéndose convertir en cuestión política; un ejemplo de ella son los salarios que se elevan más rápidamente que los precios, aumentando a su vez los deflatores de la renta, de los índices de precios y de los bienes de consumo.

Demanda de renta real en la noción de bache inflacionista y deflacionista. A continuación se da a conocer la gráfica que nos muestra el gasto monetario y la renta monetaria.

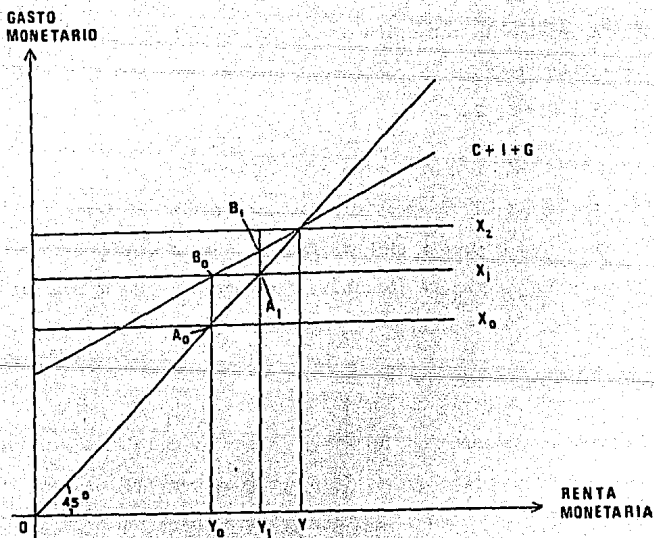


FIG. 2.2 Gasto y Renta Monetarios

En la gráfica se muestra la renta monetaria en la abscisa y el gasto monetario en la ordenada. La función resultante de gasto es  $--(C + I + G)$  representando la suma vertical de tres componentes principales: el consumo personal (C), la inversión privada interior (I) y el gasto público en bienes y servicios (G). La renta monetaria de equilibrio es  $Y$ , ya que sólo en  $Y$  son iguales la renta y gasto monetarios. (La recta de  $45^\circ$  que pasa por el origen expresa dicha igualdad). Suponiendo que la capacidad de la economía en pleno empleo fue sólo  $X_0$  a precios del período anterior. Para la renta de pleno empleo  $Y_0$ , existe un bache inflacionista,  $A_0, B_0$ , que es la cantidad en que el gasto global sobrepasa la capacidad global, produciendo un alza de precios. Si el alza inicial de los precios eleva la capacidad nominal hasta  $X_1$  la renta monetaria de pleno empleo será  $Y_1$  y el bache inflacionista se reduce a  $A_1, B_1$ . El proceso continúa hasta que la capacidad nominal llegue a  $X_2$ , la renta de pleno empleo se eleva hasta  $Y_2$ , (igual a  $Y$ ) y desaparezca el bache inflacionista. Con una renta fija de un consumidor de \$5,000 que gaste \$4,000 a un nivel de precios de 100; por ejemplo, quizá gaste \$4,500 en el intento de mantener su nivel de vida acostumbrado, cuando el nivel se eleva a 120; \$5,000 cuando se eleva a 150 y \$5,500 (consumiendo capital) cuando se eleva a 200. Si tenemos en cuenta la inestabilidad de la función de gasto en términos monetarios, no es totalmente seguro que el bache inflacionista se reduzca realmente con las elevaciones de precios o que exista algún nivel de precios de equilibrio.

Teoría de la renta en cuanto a la deflación. En seguida se re-presenta una gráfica que muestra esta teoría:

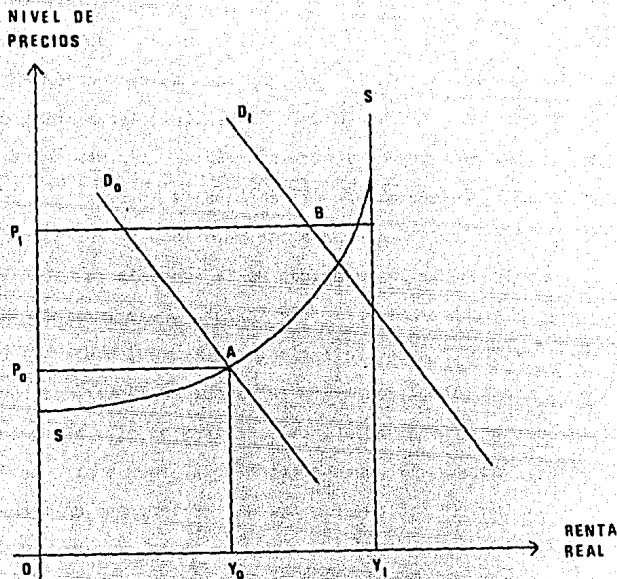


FIG. 2.3 Teoría de la Renta en cuanto a la Deflación

En las abscisas se mide la renta real deflactada y en las ordenadas el nivel de precios. Al considerar constante la cantidad de dinero, la demanda de renta ( $D_0, D_1$ ) es decreciente, lo cual significa que se demanda más en tanto los precios sean menores dependiendo la demanda global de la riqueza como de la renta y la riqueza varíe a la vez que los saldos líquidos reales, repercutiendo este cambio en la cantidad nominal constante de dinero deflactada por el nivel de precios. Al mismo tiempo, siendo constantes los salarios monetarios y -



la oferta global,  $S$  crece con el nivel de precios hasta llegar a la plena capacidad; la razón de esto es que el aumento de los precios eleva los beneficios y por tanto la demanda de recursos productivos, particularmente de trabajo.

La inclinación positiva de  $S$  es normalmente pequeña hasta alcanzar el punto A, denominado "bajo pleno empleo". Al crecer hasta hacerse casi vertical en el punto B, que corresponde al "alto empleo".

Cuando la inflación y deflación modifican el valor real de los saldos líquidos, las funciones de oferta y demanda de otros bienes y servicios varían en diferente grado de acuerdo con su complementariedad con las tendencias de saldos líquidos.

Por lo que respecta a los activos y pasivos puramente monetarios (caja, pólizas de seguros, bonos, etc.), son completamente inflexibles a dichos cambios a menos que estén bien indicados, porque su valor nominal de mercado es independiente de las variaciones del nivel de precios.

Otro punto muy importante del cual dependen, es que la mayoría de las rentas monetarias e intereses los fijan en América y Europa Occidental para largos períodos, teniendo una reacción lenta en cuanto a alzas de precios que los llega a afectar.

En los países subdesarrollados con frecuencia se recurre al pago de rentas e intereses en especie para cubrir el riesgo del pago de la inflación, pero al ocurrir el caso contrario que sería la deflación, se caería en el error si se tomara esta medida, ocasionando una quie-

bra. El impacto diferencial de la inflación en los individuos y grupos está en función de dos factores: su habilidad para prever el curso de la inflación y su capacidad para ajustar su comportamiento económico en cuanto a provisiones, si esto llegare a suceder la inflación y la deflación tenderían a tener un efecto nulo de redistribución.

Recientemente se han realizado estudios sobre la inflación y deflación por lo que se ha llegado a la conclusión de que existen hipótesis relacionadas entre sí acerca de la inflación y la renta.

- a) La primera nos indica que en la inflación, los salarios monetarios se quedan muy abajo respecto a los precios, ayudando así a producir un desplazamiento de la renta salarial en favor de los beneficios.
- b) La segunda afirma que las empresas ganan con la inflación a costa de las economías familiares y de los funcionarios públicos y viceversa en caso de la deflación.

## 2.7 LA ESTABILIDAD Y SOLIDEZ EN LAS DIFERENTES EPOCAS DE CRISIS

En una época de crisis la mayoría de las empresas sufren efectos negativos, el trastorno que causa la crisis a todos los sectores y -- las acciones que puedan emprender son de muy diversa índole. Por tanto sólo trataremos de analizar los cambios que puede sufrir una empre

sa en su estructura financiera en cuanto a su solidez y estabilidad.

En un entorno inestable con constantes cambios económico-financieros en la vida de la empresa, causados principalmente por la inflación y la devaluación, los flujos de los ciclos financieros se alteran y producen en muchas ocasiones una disminución en la liquidez, es decir, se sufre un quebranto en la capacidad de la empresa para cubrir sus obligaciones a corto plazo.

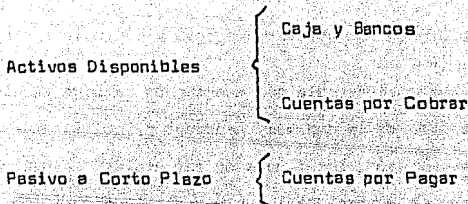
La medida de liquidez más usual es conocer el margen de seguridad que la empresa mantiene para cubrir las fluctuaciones en el flujo de efectivo del ciclo financiero a corto plazo, obteniendo la relación entre el activo disponible y el pasivo circulante.

En tiempos de crisis o inflacionarios esta relación se va reduciendo, debido a que el capital de trabajo tiende a disminuir por los altos costos.

Para contar con una buena solidez en épocas de crisis será necesario acelerar el ciclo financiero para que éste genere dinero en el menor tiempo posible y así poder contar con el mismo en el momento preciso y oportuno para pagar las deudas a sus vencimientos.

Así también para contar con una buena solidez será necesario que los rubros o cuentas que se integran a la determinación de la solidez deberán estar debidamente adaptados a los constantes cambios y alteraciones en momentos de crisis.

Los rubros o conceptos que integran la razón de la solidez son:



Activo Disponible (Caja y Bancos). Durante épocas inflacionarias la adecuada planeación del efectivo toma mayor importancia. Se aconseja promover la utilización rápida del efectivo disponible en la adquisición de bienes que por su naturaleza conserven su valor, o en el pago de las deudas a su vencimiento (se deben también de tomar en cuenta los pagos en monedas extranjeras), con el objeto de disminuir los efectos negativos de la inflación y que éstos a su vez no afecten la solidez de la empresa.

Cuentas por Cobrar. Una de las formas en que la empresa obtiene ingresos es mediante el crédito que otorga a sus clientes. Esta forma de obtener recursos se ve afectada en épocas de inflación; en virtud de que la empresa cuando otorga un crédito lo hace en moneda sana y cuando lo recupera, es liquidado con moneda depreciada y por lo tanto su valor es menor. En estas condiciones es recomendable reducir los pagos concedidos, efectuar una cobranza más agresiva y otorgar mejores descuentos por pronto pago para promover las ventas al contado y así disminuir el monto y el tiempo de las inversiones en cuentas por cobrar para amortizar el impacto de la inflación al minimizar las pérdidas por exposición.

Pasivo a Corto Plazo. En periodos de crisis es conveniente allegarse de recursos de terceros con el objeto de poder repercutir la baja del poder adquisitivo de la moneda.

Pasivo en Moneda Extranjera. Este es uno de los grandes problemas que afronta la empresa en épocas de crisis como las devaluaciones ya que esto nos mostrará datos erróneos en nuestros estados financieros.

Analizando los rubros de la solidez podemos definir que una empresa para que cuente con una buena solidez en su estructura, deberá hacer las modificaciones necesarias a dichos rubros buscando el equilibrio para no perder la solidez con que se debe contar.

Para mantener una buena estabilidad en épocas de crisis se deberá tener cuidado de mantener el equilibrio en todos los rubros que intervienen en su determinación y tener en cuenta todos los cambios que los pueden afectar, así mismo es necesario tener un especial cuidado en ellos para no perder la estabilidad que se tenga en la empresa.

Uno de los principales cuidados que se debe tener es en la obtención del dinero ajeno que se necesita para financiamiento, ya que éste en épocas de crisis es muy escaso y su costo es muy elevado.

En la estabilidad al analizar el índice de financiamiento externo en época de crisis se buscará que el factor sea lo más cercano a 1, ya que en estos tiempos el mejor financiamiento es con el dinero propio, lo cual nos dará una mejor estabilidad y así tampoco se verá

afectada la solidez de la empresa.

La estabilidad en épocas de crisis se verá afectada por la mayoría de las disposiciones o cambios que afecten a la moneda como son - la devaluación o un deslizamiento de la misma.

La inflación entendida como la reducción del poder adquisitivo - de la moneda, afecta a todos los renglones de una empresa, aunque con una temporalidad distinta. Para mantener su salud financiera y sobrevivir, los ingresos de la empresa necesitan adecuarse al nuevo poder adquisitivo de la moneda.

En la actualidad la inflación y la incertidumbre de los mercados de dinero (a corto plazo) y de capitales (a mediano y largo plazo), - aunados a la consideración de un peso afectado por la devaluación, -- son elementos importantes y determinantes en las decisiones financieras.

En un proceso inflacionario, la participación en el mercado es - importante, no obstante la escasez de recursos y el factor riesgo obligan a un cambio de prioridades, que convierte la participación en el mercado en un medio, en lugar de un fin en sí mismo.

La inflación produce necesidades adicionales de capital de trabajo que impactan en la rentabilidad y en el flujo de efectivo. Se de vían flujos de efectivo para el simple mantenimiento del nivel operativo actual, debiendo tomar en cuenta este hecho al valuar la capacidad de crecimiento del negocio.

Por lo que respecta a la estructura financiera, es una preocupación constante del administrador financiero, pues en tiempos como los actuales los mercados de dinero y capitales son volátiles, por lo que la planeación a largo plazo hoy encuentra:

- Altas tasas de inflación.
- Liquidez en decadencia en el sistema bancario nacional, debido al bajo ahorro generado, ocasionado principalmente por el mismo proceso inflacionario.
- Altas tasas de interés, aunque por lo general abajo de las tasas inflacionarias.
- Tendencia hacia una gran carga de deuda en todos los sectores de la economía (incluyendo el gasto público).
- Incremento en la volatilidad de los mercados financieros.

La solidez y estabilidad de una empresa se verán afectadas en -- épocas de crisis por todos los desajustes que sufre el ciclo financiero y la necesidad de un endeudamiento mayor que la generación de recursos de la empresa debido al crecimiento por los precios y originado por la inflación y la disminución en los rendimientos de la empresa. Por lo tanto, es necesario que se busque una adaptación de los rubros que intervienen en estas dos razones para mantenerlos en un punto sano y no sufran cambios que vengán en un momento dado a afectar la solidez o estabilidad de la empresa.

## **CAPITULO III**

### **ENFOQUE DE SISTEMAS PARA LA ORGANIZACION EN ESTUDIO**



### CAPITULO III

#### ENFOQUE DE SISTEMAS PARA LA ORGANIZACION EN ESTUDIO

##### 3.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS

###### Enfoque de Sistemas

Aun cuando los sistemas han sido objeto de estudio de la filosofía desde hace muchos siglos, no ha sido sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial que este concepto ha venido a ser utilizado como un elemento fundamental para la solución de problemas, en lo que se denomina el "Enfoque de Sistemas".

El enfoque de sistemas, más que una técnica para resolver problemas, es una actitud que se adopta para solucionarlos. Esta actitud consiste en considerar que tanto los elementos que intervienen en el problema como sus interrelaciones constituyen un todo indivisible "un sistema", que tiene un propósito o función.

De esta manera, aplicar el enfoque de sistemas a la solución de problemas que se presentan en la administración financiera implica -- que el administrador tenga más interés por las características totales del sistema que por las de sus partes. Es evidente que esto no significa que las características de las partes del sistema se ignoren o se desprecien, sino que éstas se consideran únicamente en fun--

ción de la influencia que tienen sobre otras partes y sobre las características totales del sistema.

### Sistema

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados para alcanzar un fin. A los elementos que integran el conjunto se les denomina componentes y las interrelaciones constituyen la estructura del sistema.

Las principales características del sistema son:

- 1) Las propiedades o el comportamiento de cada componente del sistema afectan a las propiedades y comportamiento del sistema en su totalidad.
- 2) Las propiedades y comportamiento de cada componente, y la manera en que afectan al sistema en su totalidad, dependen de las propiedades y comportamiento de, por lo menos, algún otro componente del sistema. Es decir, ningún componente tiene un efecto independiente sobre el sistema en su totalidad.
- 3) Cualquier subconjunto posible de componentes del sistema -- tiene las características (1) y (2) citadas. Es decir, -- cualquier subconjunto tiene efectos, pero ninguno independiente, sobre el sistema en su totalidad. Esto implica que los componentes del sistema no pueden organizarse en subconjuntos independientes.

Como consecuencia de estas tres características todo sistema pre

senta siempre propiedades o comportamientos que ninguno de sus componentes tiene. Así, un sistema es más que la suma de sus componentes: es una totalidad indivisible, de manera que si se le divide o separa pierde alguna de sus propiedades esenciales.

Es importante señalar que el concepto de sistema, como tal, no implica metas, funciones o propósitos, sino que solamente delimita o separa la totalidad de elementos posibles y sus interrelaciones, en dos conjuntos: aquéllos que interesan directamente al observador, y aquellos que no le interesan directamente. En consecuencia, al identificar o definir un sistema en una situación particular deben determinarse sus propiedades, sus fronteras, su estructura y su función en relación con los propósitos particulares que se persigan. A este proceso de identificación o definición del sistema se le denomina Conceptualización del Sistema.

#### Descripción de un Sistema

La descripción de un sistema es la especificación cualitativa o cuantitativa de sus propiedades. En términos generales las descripciones cuantitativas de sistemas son de mayor utilidad, en virtud de que evitan la ambigüedad que puede tener una descripción cualitativa, sin embargo, no siempre es posible la expresión cuantitativa de las propiedades de un sistema. Por ejemplo, especificar el número de alumnos en un semestre, el número de profesores, la calidad de sus planes, etc., pueden describir una Universidad.

### Estado de un Sistema

Es un instante de tiempo determinado, es el conjunto de propiedades relevantes que el sistema tiene en ese momento. Un sistema puede tener un número ilimitado de propiedades; sin embargo, para un estudio particular del sistema puede ocurrir que no sea necesario un conocimiento de todas sus propiedades, sino que sólo se requiera conocer algunas de ellas. A estas propiedades, cuyo conocimiento es necesario para un estudio particular se les denomine propiedades relevantes del sistema para dicho estudio, y son las que definen su estado.

### Ambiente o Contexto de un Sistema

Se define como el conjunto de elementos que, sin formar parte del sistema, poseen propiedades relevantes que tienen un efecto sobre el sistema. Es decir, el ambiente o contexto de un sistema está formado de todas las variables que pueden afectar su estado.

### Sistema Cerrado y Sistema Abierto

Un sistema cerrado se define como un sistema que no tiene ambiente o contexto, y un sistema abierto es aquél que sí lo tiene. Así, un sistema que se conceptualiza como cerrado no interacciona con ningún elemento que no forma parte del sistema mismo; es decir, es autocontenido. En términos generales, actualmente la conceptualización de sistemas cerrados tiene poca utilidad para resolver problemas en virtud de ser poco realistas.

En cambio, la conceptualización de sistemas abiertos, si bien --

normalmente implica mayor esfuerzo en virtud de que habría que considerar las influencias que su contexto podría tener sobre su comportamiento, proporciona una representación más realista de los sistemas y consecuentemente, proporciona mayor utilidad en la resolución de problemas.

#### Evento de un Sistema

Es un cambio en una o más de las propiedades estructurales del sistema durante un período especificado; es decir, los eventos en un sistema son cambios que ocurren en el tiempo. De manera similar se define un evento en el ambiente o contexto de un sistema.

#### Sistema Estático

Es un sistema en el que no ocurren eventos. En consecuencia estos sistemas tienen sólo un estado posible. Por ejemplo, una mesa, y en general la mayoría de las estructuras rígidas.

#### Sistema Dinámico

Es un sistema en el que ocurren eventos. En consecuencia estos sistemas tienen múltiples estados. Por ejemplo, un sistema de distribución de energía eléctrica de una ciudad.

La mayoría de los sistemas que se estudian son sistemas dinámicos. Por este motivo conviene señalar que la variable tiempo constituye un aspecto muy importante en la mayoría de los sistemas que se utilizan.

### Comportamiento de un Sistema

Es un evento o conjunto de eventos del sistema necesarios para que ocurra otro cambio en el sistema mismo o en su ambiente. Así, el comportamiento es un cambio del sistema que inicia otros eventos.

### Proceso de un Sistema

Es una secuencia de comportamientos del sistema cuyo fin es alcanzar un estado final deseable en él. Ese estado final deseable constituye el propósito o función del sistema.

Al estudiar la problemática de la época actual, se ha concluido que la característica principal de nuestros tiempos es la rapidez con que suceden los cambios en el medio ambiente. Esta rapidez ocasiona, entre otros problemas, el problema de la obsolescencia. En consecuencia, todo resulta anticuado en períodos relativamente cortos. Por este motivo uno de los objetivos actuales es el diseño de sistemas que puedan adaptarse a un medio ambiente cambiante.

## 3.2 DISEÑO DE SISTEMAS

El diseño se define como el proceso que se desarrolla para crear, operar y mantener un sistema con un propósito: satisfacer una necesidad humana de manera más efectiva que como el hombre pueda satisfacerla por sí mismo. En consecuencia, el proceso de diseño es la

secuencia de actividades intencionales que se ejecutan desde el momento en que se detecta la necesidad que demanda satisfacción hasta que se realiza el propósito definido para el sistema que la satisface.

El proceso de diseño se compone de cuatro etapas básicas: análisis, síntesis, implementación y operación. El diseño de sistemas demanda considerar simultáneamente aspectos del sistema en las diferentes etapas. Así, el proceso de diseño, más que secuencial, es interactivo. Una representación gráfica del proceso de diseño se muestra en la figura 3.1.

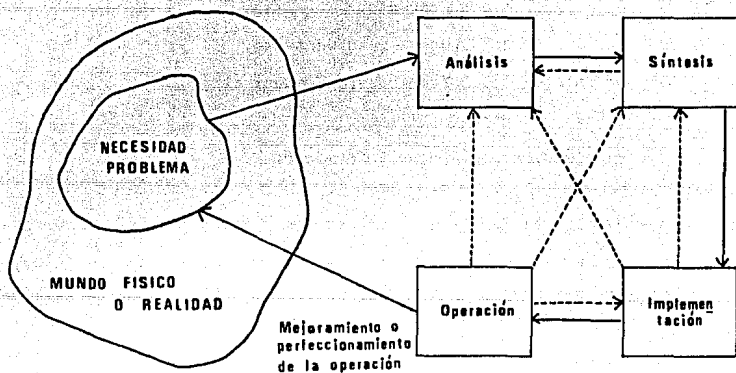


FIG. 3.1 El Diseño es un Proceso Interactivo

Es muy importante señalar que como consecuencia de la creciente complejidad de los aspectos humanos, sociales y técnicos que involucran los problemas actuales, el diseño, para ser efectivo, ha venido convirtiéndose en un proceso interdisciplinario; es decir, un proceso donde diferentes especialidades o especialistas de diversas disciplinas, aportan sus conocimientos y experiencias.

Para definir tanto el sistema que se pretende diseñar como los elementos básicos que deben considerarse en dicho diseño, se realizan las siguientes actividades:

- 1) Formulación del Problema.
- 2) Organización del Proyecto.
- 3) Definición del Sistema y su Contexto.
- 4) Definición del Criterio para Evaluar el Funcionamiento del Sistema.
- 5) Recolección de Datos e Información.

**Formulación del Problema.** Los problemas que se pretenden resolver se presentan, generalmente, bajo circunstancias muy particulares, que son precisamente las que debemos descubrir, investigar, definir y considerar en el diseño de sistemas.

Para formular un problema debemos plantear y contestar preguntas tales como: ¿Cuál es la necesidad que ocasiona el problema? ¿Qué cursos de acción se disponen para resolver el problema? ¿Por cuánto tiempo se presentará el problema? ¿Cuáles son las restricciones tecnológicas, sociales, económicas, ambientales, etc., que deben considerarse?



¿Qué recursos podrán destinarse para resolver el problema? ¿Quién o quiénes son los responsables de aprobar e implantar la solución del problema? ¿Cuáles son los factores ambientales que influyen en el problema? ¿Cuál o cuáles son los criterios para evaluar la efectividad de las soluciones alternativas?, etc.

La respuesta a estas preguntas no es una tarea fácil, sin embargo, a mayor esfuerzo en la formulación del problema se logra un mejor entendimiento del mismo y, en consecuencia, mayor calidad y facilidad para su solución.

**Organización del Proyecto.** Una vez formulado el problema se determinan los recursos humanos, equipo, materiales, dinero, información, decisión, etc., que deben destinarse al proyecto, así como la manera en que dichos recursos deben organizarse para lograr su mejor aprovechamiento.

La organización del proyecto, normalmente implica los aspectos siguientes:

- a) Determinar en detalle qué actividades específicas se realizarán en el proyecto; dónde, cómo, cuándo y por quién deben realizarse dichas actividades.
- b) Definir las funciones, interrelaciones, responsabilidad y jerarquía de autoridad que existirán entre las diferentes personas que participan en el proyecto.
- c) Se debe establecer un mecanismo de dirección y control del proyecto para garantizar la máxima efectividad.

Generalmente en proyectos relativamente complejos, el éxito del mismo depende, fundamentalmente, de su organización.

**Definición del Sistema y su Contexto.** El comportamiento de los sistemas que se diseñan puede tener consecuencias serias, más que para el cliente directo, para los usuarios del sistema, la sociedad y el medio ambiente en general. Por este motivo es de vital importancia que al conceptualizar el sistema se actúe con el más alto sentido de responsabilidad y profesionalismo, ya que de otra forma pueden ocasionarse daños graves a los usuarios del sistema, a la sociedad y al medio ecológico.

**Definición del Criterio para Evaluar el Funcionamiento del Sistema.** En la mayoría de los casos la definición precisa del criterio de evaluación del sistema será una síntesis entre diversos objetivos económicos en conflicto (por ejemplo la tasa de recuperación del capital invertido) o restricciones que deben satisfacer el sistema. Así en la figura 3.2 se ilustra un criterio que sintetiza los objetivos del conflicto.

En este caso el criterio de evaluación resulta de una ponderación  $w_1, w_2, \dots, w_6$ , de los factores económicos que intervienen en el sistema. Con frecuencia determinar los factores de ponderación no es una tarea fácil, y en ocasiones resulta prácticamente imposible, -teniéndose que determinar subjetivamente el valor de estos factores.

Cuando no es posible establecer un criterio mediante la pondera-

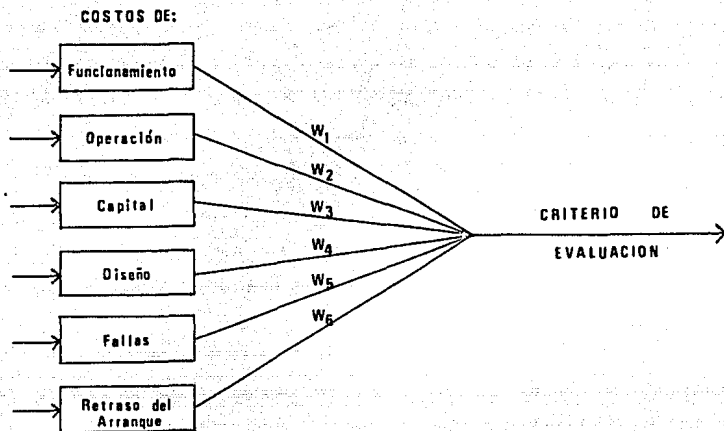


FIG. 3.2 El Criterio para Evaluación del Sistema

ción de los factores económicos que intervienen, es conveniente establecer las siguientes restricciones:

- a) Restricciones Físicas.
- b) Restricciones que son un reconocimiento implícito al hecho de que en algunas ocasiones es difícil cuantificar algunos factores que deben considerarse en el funcionamiento del sistema; por ejemplo, el valor de una vida humana.

De este modo imponer estas restricciones al diseño simplifica de alguna manera el criterio para evaluar el funcionamiento del sistema.

Recolección de Datos e Información. La Última actividad y proba

blemente la más extensa de la etapa de análisis de sistemas, es la recolección de datos e información, que es base para el desarrollo posterior de cualquier modelo del sistema. A menudo, cuando el sistema no existe, estos datos e información deben basarse en investigación nueva y desarrollos de sistemas conocidos, similares al que se pretende diseñar. Los datos y la información que se requiere son tanto sobre la operación del sistema como sobre el futuro del ambiente en que el sistema funcionará.

### 3.3 CONSTRUCCION DEL MODELO

La construcción o formulación de modelos, es una de las herramientas que mayor utilidad proporciona para la conceptualización y estudio de los sistemas.

Para nuestros fines puede establecerse que un modelo es una representación simplificada de un sistema. Esta representación, normalmente, sólo incluye los aspectos importantes, relevantes o críticos del sistema en función del propósito que se tiene para estudiarlo. Por este motivo los modelos son representaciones aproximadas, simplificadas o idealizadas del sistema. Sin embargo, este hecho no significa que el modelo sea simple, sino únicamente, que en su construcción se han hecho simplificaciones del sistema. En general, al construir un modelo deben considerarse, invariablemente, por un lado las implicaciones que tiene que lograr una mejor representación del siste

ma; y por el otro, el costo de la construcción, el tiempo y la manipulación de dicho modelo para fines de estudio del sistema. En la mayoría de los casos, elevar la calidad del modelo, lograr una mejor representación del sistema, implica una mayor complejidad y costo del modelo.

**Tipos de Modelos.** Los modelos pueden ser íónicos, analógicos y simbólicos.

**Modelos Íónicos.** Estos modelos son réplicas físicas construidas generalmente a una escala menor que el sistema. Este tipo de modelos son particularmente útiles para el estudio de sistemas en los cuales no se tiene un conocimiento bueno de las interrelaciones entre los componentes, o los componentes son demasiado complejos para representarse simbólicamente.

**Modelos Analógicos.** En este tipo de modelos la representación del sistema, su comportamiento y sus propiedades, se realizará a través de un medio completamente diferente al del sistema mismo. En general, este tipo de modelos, es muy útil para representar comportamientos o procesos dinámicos que ocurren en el sistema.

**Modelos Simbólicos.** En este tipo de modelos la representación del sistema se realiza mediante símbolos. Un modelo simbólico en el cual los símbolos que se utilizan representan cantidades, constituye un modelo matemático. En consecuencia los modelos matemáticos son una clase particular de los modelos simbólicos y son los que aplicaremos en nuestro estudio por ser los que mayor utilidad proporcionan.

Modelo Matemático. Se puede definir como una representación abstracta, de carácter simbólico, que muestre cuantitativamente todos los factores pertinentes, y que refleje la influencia relativa de cada factor sobre toda la situación representada, así como el impacto en cualquiera, o en grupo, de los factores implicados. El uso del modelo matemático hace factible el trabajo de optimización, que es lo que por lo general se busca en relación a un factor o factores seleccionados incluidos en el modelo.

Las ventajas del modelo matemático son las siguientes:

- 1) Describe un problema en forma más concisa.
- 2) Hace más comprensible la estructura del problema y ayuda a relevar las relaciones importantes de causa y efecto.
- 3) Indica más claramente cuales son los datos más pertinentes para el análisis.
- 4) Facilita el manejo del problema en su totalidad y la consideración simultánea de sus interrelaciones.
- 5) Se pueden utilizar técnicas matemáticas muy poderosas y el uso de computadores.

Las desventajas del modelo matemático son:

- 1) Los modelos matemáticos son conceptos abstractos y no pueden describir la realidad total y exactamente.
- 2) Casi siempre se requieren de aproximaciones, por lo tanto debe tenerse cuidado de que el modelo siga siendo una representación válida del problema.

- 3) Cuando el modelo es sumamente complicado el cómputo requerido puede ser imprácticamente grande y demasiado costoso.

Construcción del Modelo Matemático. Un paso decisivo en el planteamiento del modelo que utilizaremos en nuestro estudio, es la construcción de la función objetivo. Si se ha planteado más de un objetivo, es necesario transformar y combinar las medidas respectivas en una medida compuesta de efectividad. Algunas veces esta medida será tangible (utilidad) y en otras ocasiones será abstracta (beneficio). En este último caso esta medida tiende a ser compleja y requiere de una comparación cuidadosa de los objetivos y de su importancia relativa. Después de desarrollar la medida compuesta de efectividad, se obtiene la función objetivo expresando esta medida como una función matemática de variables de decisión.

La construcción del modelo requiere ingenio y un completo entendimiento del problema: las restricciones deben ser observadas, los factores que deben considerarse y la forma en que éstos están relacionados. El procesado del modelo es una tarea técnica muy importante. En casos sumamente complicados puede usarse la computadora. También deben ser interpretados con relación al problema.

#### 3.4 CONTROL E IMPLANTACION DEL MODELO

Anteriormente se estableció que la característica más sobresaliente

liente de nuestra época es la rapidez con que ocurren los cambios en el medio ambiente. Por tanto predecir el futuro del contexto del sistema es un elemento fundamental de cualquier diseño de calidad. Por otra parte predicciones exactas del futuro son prácticamente imposibles. Sin embargo, más que la predicción exacta del futuro lo que interesa es conocer el riesgo de que el pronóstico se cumpla. Conociendo este riesgo se puede diseñar un sistema que considere el riesgo de tal forma que los cambios previstos dentro de ciertos límites, no afecten virtualmente el comportamiento del sistema.

Los modelos que se utilizan en el diseño de sistemas relacionan el criterio que se utiliza para evaluar la efectividad del sistema en alcanzar su objetivo con las variables que determinan su efectividad. En general estas variables son de dos tipos: variables de control o decisión, que son aquellas para las cuales se controla y decide su valor en el diseño y; variables no controlables, que son aquellas para las cuales no se puede decidir su valor. Estas últimas variables generalmente, representan las influencias del medio ambiente sobre las cuales no se puede ejercer ningún control, pero siempre deberán considerarse en el modelo.

En el diseño se desea determinar el valor de las variables de control que hacen máxima la efectividad del modelo respecto a su objetivo. En algunas situaciones no se utiliza el criterio de maximizar la efectividad del modelo sino el de minimizar la ineffectividad del modelo en relación al objetivo. Bajo ciertas condiciones, estos dos criterios son equivalentes.



Al proceso o procedimiento que se utiliza para encontrar la máxima efectividad o la mínima ineffectividad, se le denomina proceso de optimización del modelo, y al conjunto de valores de las variables de control que hacen máxima esa efectividad, se le denomina solución óptima del modelo. Es importante señalar que, en general, las soluciones óptimas del modelo resultan soluciones subóptimas en la realidad, en virtud de que como se estableció anteriormente, los modelos son representaciones aproximadas o idealizadas de la realidad.

Conviene señalar que la solución es óptima en relación al criterio fijado para evaluar el funcionamiento del sistema conforme a sus objetivos. En consecuencia, la solución óptima es relativa al criterio de evaluación particular establecido. Los modelos matemáticos son los más útiles para el diseño en virtud de que su solución óptima puede encontrarse, mediante técnicas matemáticas de optimización pertinentes.

En la implantación del modelo se debe incluir tanto predicciones o pronósticos del contexto futuro del sistema como de las variables no controlables que tienen influencia sobre su comportamiento. Así, estos pronósticos tienen implícito un cierto riesgo de que no se cumplan exactamente. Por estos motivos una vez determinado el diseño óptimo debe estudiarse como controlar el sistema ante situaciones imprevistas. Es decir, debe diseñarse un sistema de control que garantice que el sistema alcanzará, de la manera más efectiva posible, sus objetivos.

El objetivo del sistema es llevar a cabo una función específica,

mientras que el objetivo del control es mantener un resultado que satisfará los requerimientos del sistema.

El control se puede definir como el sostenimiento de las variaciones de los objetivos del sistema dentro de los límites permitidos. El control tiene que resolver la interrogante de si el sistema contri-buye a la estrategia de la empresa. Los pasos a seguir son: saber - que es lo que hay que medir, llevar a cabo la evaluación y determinar la acción con mayores posibilidades de mejorar la situación si alguna parte de la operación está fuera de control.

Existen cuatro elementos básicos en todo control del sistema:

- 1) Una variable controlada.
- 2) Una medida de rendimiento.
- 3) Determinar la necesidad de corrección.
- 4) Llevar a cabo la acción correctiva.

Los sistemas de control pueden ser de secuencia abierta, que es aquél que depende de las propiedades que se incluyan en el controlador; y el sistema de secuencia cerrada, que es aquél cuando el control se ejerce en términos de la operación.

Una parte esencial de un sistema de secuencia cerrada es la retroalimentación del sistema, de tal forma que éste pueda tener reacciones pertinentes, que permitan corregir su comportamiento para tener la respuesta esperada.

Un sistema de control no sólo permite corregir errores, sino tam

bién responder a cambios imposibles de prever, como cambios en la economía o modificaciones de las leyes bajo las cuales opera la organización.

Un aspecto fundamental para garantizar que un sistema alcanzará sus objetivos es asegurarse que el sistema, una vez realizado, además de su sistema de control, debe ser confiable y tener un alto grado de posibilidades para funcionar. La confiabilidad de un sistema es el resultado de todas las situaciones de riesgo consideradas en el diseño.

El objetivo de la implantación de modelos es la realización del sistema. Por este motivo se desarrollan las siguientes actividades:

- 1) Documentación y Aprobación del Modelo.
- 2) Realización y Construcción del Modelo.

Documentación y Aprobación del Modelo. En situaciones normales, antes de proceder a la realización o construcción de un modelo, la empresa, institución, comunidad, etc., responsable de satisfacer la necesidad que origina el diseño, debe dar un beneplácito al modelo. Para este fin se debe presentar un documento que describa detallada y completamente el modelo.

Realización y Construcción del Modelo. El responsable del diseño tiene que interactuar con otros equipos de trabajo y organizaciones que participan en su operación. Se recomienda que durante esta etapa de realización el responsable del diseño supervise muy de cerca-

su creación, en virtud de que es en la realización donde pueden surgir situaciones o aspectos no considerados en el diseño del modelo y que pueden tener consecuencias más o menos graves en su funcionamiento.

### 3.5 INTERRELACION ENTRE LA TEORIA DE SISTEMAS Y LA AUDITORIA

La auditoría es un estudio detallado de la administración de una organización con el fin de evaluar la eficiencia de sus resultados, sus metas fijadas, sus recursos humanos, financieros, materiales, sus métodos y controles, y su forma de operar. Es una herramienta de control y evaluación para examinar una organización con el propósito de descubrir nuevas oportunidades para mejorar su administración.

La empresa es un sistema abierto que está influenciado por factores dinámicos del medio ambiente y de la empresa misma. La auditoría es un examen del estado de este sistema y su importancia radica en que constituye un elemento de un sistema de asesoramiento dentro del complejo medio ambiente socio-económico que enmarca a la empresa.

Es por esto que la auditoría en sí, es una ciencia de sistemas, ya que por medio de ella se puede llegar a una conclusión lógica sobre los estados financieros elaborados por la administración de una empresa.

En nuestros tiempos es necesaria la orientación hacia la auditoría de sistemas, ya que se pueden examinar, evaluar y evitar estancamientos en la evolución y modernización de los sistemas y procedimientos administrativos.

El área de aplicación que se encarga de analizar los sistemas, - procedimientos, métodos y costos se denomina auditoría analítica y -- constituye una parte muy importante de la auditoría administrativa.

La auditoría analítica es una técnica que se utiliza para realizar en forma sistemática un examen y evaluación del sistema operativo para que este funcione con mayor eficiencia.

Un sistema operativo es un conjunto de actividades que se interrelacionan para lograr un fin dentro de una organización, éste se distingue por su flexibilidad, y su estructura es función directa del objetivo que persigue. El sistema operativo requiere periódicamente de un examen y evaluación para poder determinar su adecuado establecimiento, su estructura, entradas y salidas con el fin de alimentar otros sistemas relacionados.

El objetivo principal de la auditoría analítica es fundamentar una opinión sólida del sistema operativo así como obtener conocimiento del sistema de control que incremente la eficiencia de la estructura del procedimiento.

Las ventajas de la auditoría analítica son las siguientes:

- 1) Se logra una clara comprensión del sistema de control y ope

rativo.

- 2) Se obtiene una mayor apreciación del control interno de la empresa.
- 3) Se proporcionan recomendaciones para los sistemas y procedimientos.
- 4) Se lleva a cabo una racionalización administrativa, en áreas que requieren mayor atención.
- 5) Se fomenta un incremento de la productividad al lograr un mayor rendimiento del personal.

La auditoría analítica se puede dividir en dos fases:

- 1) Análisis de Sistemas y Procedimientos.
- 2) Exámen de las Partes o Areas del Problema.

La primera fase consiste en identificar el sistema actual mediante recopilación de información, análisis y síntesis del sistema y la jerarquización y evaluación de resultados.

En la segunda fase se lleva a cabo un análisis detallado de problemas importantes, propuestas de cambios, selección y jerarquización de cambios propuestos y síntesis de las características principales de los nuevos sistemas y procedimientos.

El propósito de la auditoría analítica es determinar irregularidades o deficiencias en cualquiera de los elementos examinados e indicar posibles mejoras en el sistema operativo.

Al comenzar la auditoría analítica se debe tener en mente una serie de aspectos para apoyarse y no tener que hacer suposiciones. Estos son: conocer los objetivos de la empresa y los factores que pueden afectar las estrategias y técnicas utilizadas para alcanzar sus metas, las políticas, organización y costo de operación.

La Programación Lineal, la Programación Entera y la Programación de Metas constituyen una parte muy importante de la Auditoría Analítica ya que permiten tomar en cuenta la congruencia interna de las metas de la empresa y sus recursos.

## **CAPITULO IV**

### **PROGRAMACION LINEAL APLICADA A LA ORGANIZACION EN ESTUDIO**

---



## CAPITULO IV

PROGRAMACION LINEAL APLICADA  
A LA ORGANIZACION EN ESTUDIO4.1 INTRODUCCION A LA PROGRAMACION LINEAL

Un problema de Programación Lineal trata de determinar la mejor-distribución de algunos recursos para satisfacer ciertas metas u objetivos. Para lograrlo, es necesario una representación lineal de todas las alternativas posibles, en la cual las relaciones entre las variables sean funciones lineales, tanto en las restricciones como en la función objetivo.

Para que la Programación Lineal sea aplicable se deben de satisfacer las siguientes condiciones:

- 1) Un objetivo tiene que ser optimizado, se busca un valor --- máximo o mínimo y se expresa en términos monetarios, utilidades o costos, tiempo o cantidad.
- 2) Las variables tienen una relación lineal, o en líneas recta, es decir, que ninguna de las variables independientes tienen exponentes mayores que la unidad.
- 3) Existen restricciones sobre las relaciones, ya que sin estas la programación lineal sería innecesaria.

- 4) Los cálculos son por medio de la iteración, método por el cual se determina una regla mecánica de cada paso. Por lo tanto el valor obtenido en cada paso conduce cada vez más - cerca a la respuesta correcta.

Un problema de Programación Lineal puede describirse como:

$$\text{Maximizar o Minimizar } Z = c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots + c_n X_n$$

Sujeto a:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n (\leq, =, \geq) b_2$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n (\leq, =, \geq) b_m$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

donde:

- $X_1, X_2, \dots, X_n$  = Variables de decisión  
 $c_1, c_2, \dots, c_n$  = Costos o utilidades  
 $b_1, b_2, \dots, b_m$  = Disponibilidad de recursos  
 $a_{11}, \dots, a_{mn}$  = Matriz de requerimientos

Los componentes de  $c$ ,  $b$  y  $a$  pueden ser cero, positivos o negativos.

Forma Canónica de un Problema de Programación Lineal. Se dice que un problema de programación lineal está expresado en su forma canónica cuando todas sus restricciones son de la forma  $\leq$  (exceptuando las de no negatividad), y la función objetivo es de maximización.

Un problema de programación lineal puede ponerse en la forma canónica mediante el uso de las siguientes transformaciones:

- 1) El mínimo de una función  $f(x)$  es equivalente al máximo de la expresión negativa de esta función  $-f(x)$ .

$$\min (Z) \approx \max -(Z)$$

- 2) Una desigualdad cambia de sentido al multiplicar ambos lados por  $(-1)$ .

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

equivale a:

$$-a_{11}x_1 - a_{12}x_2 - \dots - a_{1n}x_n \geq -b_1$$

- 3) Toda igualdad puede descomponerse en dos desigualdades con direcciones opuestas.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

se puede descomponer en:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

y

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

- 4) Una desigualdad expresada en valor absoluto es equivalente a dos desigualdades regulares.

$$\{ a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \} \leq b_1$$

equivale a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

y

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq -b_1$$

- 5) Cualquier variable no restringida en signo equivale a la diferencia entre dos variables no negativas.

$$x_1 = x_{i+1} - x_{i+2}$$

$$\text{si } x_{i+1} \text{ y } x_{i+2} \geq 0$$

Forma Estándar de un Problema de Programación Lineal. Se dice que un problema de programación lineal está expresado en su forma estándar cuando todas sus restricciones son igualdades (exceptuando las de no negatividad); la función objetivo es de maximización o minimización y todos los elementos del lado derecho de las desigualdades son no negativos.

Para poner un problema de programación lineal en la forma estándar es necesario considerar que toda desigualdad puede convertirse en igualdad mediante la adición (en el caso de  $\leq$ ) o sustracción (en el caso de  $\geq$ ) de variables no negativas.

En el primer caso las variables se denominarán como variables de holgura y en el segundo caso como variables de exceso.

Primer caso:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \longrightarrow$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1$$

donde:

$$x_{n+1} \geq 0 \text{ y } x_{n+1} = \text{variable de holgura}$$

Segundo Caso:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \longrightarrow$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n - x_{n+1} = b_1$$

donde:

$$x_{n+1} \geq 0 \text{ y } x_{n+1} = \text{variable de exceso}$$

**Nota:** Para cumplir con los otros requisitos de la forma estándar, se puede recurrir a las cinco transformaciones básicas de la forma canónica.

### Generalidades

Considerando un sistema de  $m$  ecuaciones con  $n$  incógnitas si:

- $m > n$  el sistema no tiene solución.
- $m = n$  el sistema tiene solución única.
- $m < n$  existen un número infinito de soluciones.

### Solución Básica

Es la que se obtiene estableciendo arbitrariamente  $n-m$  varia--

bles iguales a cero (conocidas como variables no básicas) y resuelven do las  $m$  variables restantes (llamadas variables básicas).

Las soluciones básicas de un conjunto de ecuaciones con  $n > m$ , - están dadas por:

$$\binom{n}{m} = \frac{n!}{m! (n-m)!}$$

#### Solución Factible

Es aquella que satisface todas las restricciones incluyendo las de no negatividad.

#### Solución Factible Básica

Es aquella solución básica que satisface todas las restricciones, incluyendo las de no negatividad. Es la representación algebraica de los puntos extremos de la región de soluciones factibles.

#### Solución Óptima

Es una solución factible básica que maximiza o minimiza el valor de la función objetivo.

## 4.2 METODO GRAFICO

El Método Gráfico para la solución de problemas de programación lineal no tiene mucha aceptación, ya que cuando se requiere resolver-

un problema con más de 2 variables de decisión, este método no tiene una aplicación práctica.

Sin embargo, este método se utilizará con el fin de mostrar, de una manera sencilla la forma en que las restricciones de un problema de programación lineal limitan las soluciones posibles y además la forma en que se utiliza la función objetivo para la selección de la solución óptima.

Desarrollando el método gráfico, considerese el siguiente problema de programación lineal:

$$\text{Max } Z = .5X_1 + X_2$$

Sujeto a:

$$3X_1 + X_2 \leq 15$$

$$2X_1 + 5X_2 \leq 24$$

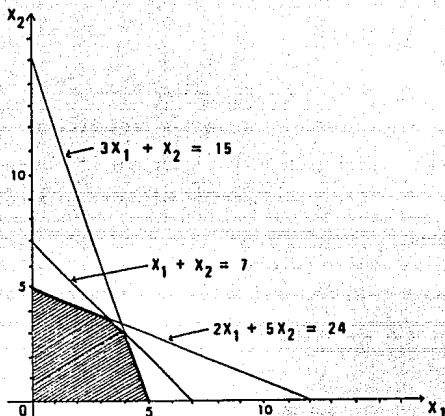
$$X_1 + X_2 \leq 7$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

En la gráfica 1, se representan las tres primeras restricciones. La restricción de no negatividad indica que se debe trabajar únicamente con el primer cuadrante.

El área sombreada es la que satisface todas las restricciones impuestas a  $X_1$  y  $X_2$ , y representa la región de soluciones factibles.

Las soluciones factibles básicas, se localizan en los puntos ex-



GRAFICA 1

tremos del pentágono que enmarca a la región sombreada, y es en ellos donde se encuentra la solución óptima.

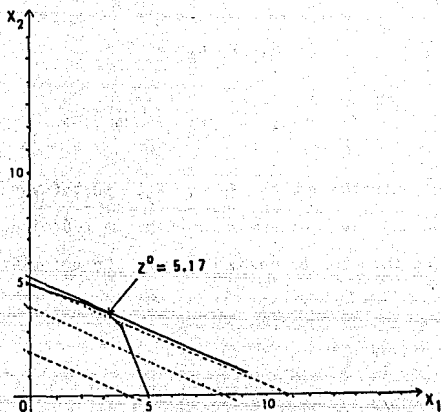
Para poder determinar la solución óptima, se tiene que graficar la función objetivo e introducirla al análisis. Esta función se representa considerando valores arbitrarios de  $Z$ . Por ejemplo si se es coge  $Z = 2$ , se obtiene la ecuación:

$$.5x_1 + x_2 = 2$$

Si  $Z = 4$ , la ecuación es:

$$.5x_1 + x_2 = 4$$





GRAFICA 2

y si  $Z = 5$ , la ecuación será:

$$.5X_1 + X_2 = 5$$

Como se puede observar en la gráfica 2, todas estas líneas son paralelas y mientras más grande sea el valor de  $Z$ , mejora la solución (si se estuviera minimizando sería lo contrario).

Por lo tanto, la última de estas líneas que toque la región factible, representará el valor óptimo de  $Z$ , y los valores óptimos de  $X_1$  y  $X_2$ , estarán dados por el punto donde esta línea toque la región factible.

En este caso, el punto de intersección entre las ecuaciones:

$$X_1 + X_2 = 7$$

y

$$2X_1 + 5X_2 = 24$$

representa el valor óptimo de  $X_1$  y  $X_2$ , sustituyendo estos valores en la función objetivo obtenemos el valor de  $Z$  óptimo, que determina el máximo beneficio que se puede obtener. La solución al problema será:

$$X_1 = 11/3$$

$$X_2 = 10/3$$

$$Z^0 = 5.17$$

#### 4.3 DESARROLLO DEL METODO SIMPLEX

El Método Simplex es de gran utilidad para la resolución de problemas de programación lineal ya que su idea fundamental es iniciar con una solución factible básica y moverse de esta solución a otra de manera que cada nueva solución mejore el valor de la función objetivo. Gracias a este método, no es necesario encontrar todas las soluciones básicas y de aquí escoger la solución óptima, lo cual sería -- considerablemente mayor trabajo.

Este método es de vital importancia para el desarrollo de esta Tesis, ya que constituye la herramienta principal para la resolución de problemas por medio de la Programación de Metas.

Se desarrollará el método simplex mediante la resolución del siguiente problema:

$$\text{Maximizar } Z = 4X_1 + 10X_2 + 15X_3$$

Sujeto a:

$$5X_1 + 2X_2 + 3X_3 \leq 100$$

$$4X_1 + X_2 + 2X_3 \leq 60$$

$$X_i \geq 0, \quad \forall i$$

### Paso 1

Se expresa el modelo del problema en la forma estándar y se verifica que exista una matriz identidad dentro de la matriz que forman los coeficientes de las restricciones.

Los casos en los que no existe esta matriz se analizarán en la sección 4.4.

Forma Estándar:

$$\text{Maximizar } Z = 4X_1 + 10X_2 + 15X_3 + 0X_4 + 0X_5$$

Sujeto a:

$$5X_1 + 2X_2 + 3X_3 + X_4 = 100$$

$$4X_1 + X_2 + 2X_3 + X_5 = 60$$

$$X_i \geq 0, \forall i$$

(Los coeficientes de  $X_4$  y  $X_5$  en la función objetivo son cero debido a que ni  $X_4$  ni  $X_5$  se encuentran originalmente en ella).

### Paso 2

Construir una tabla con la solución inicial donde usemos la matriz identidad como base.

Constantes de Restricciones			$C_1$	$C_2$	.....	$C_n$	→ Costos	
$C_B$	$X_B$	$b$	$X_1$	$X_2$	.....	$X_n$	→ Variables	
$C_{B1}$	$X_{B1}$	$b_1$	$a_{11}$	$a_{12}$		$a_{1n}$	→ Coeficientes de las Restricciones	
$C_{B2}$	$X_{B2}$	$b_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	.....	$a_{2n}$		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
$C_{Bm}$	$X_{Bm}$	$b_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	.....	$a_{mn}$		
			$Z$	$Z_1 - C_1$	$Z_2 - C_2$	.....	$Z_n - C_n$	→ Indices
			→ Variables de Solución					
			→ Costos de las Variables de Solución					

donde:

$$Z = \sum_{i=1}^m C_{B_i} b_i$$

y

$$Z_j - C_j = \sum_{i=1}^m C_{B_i} a_{ik} - C_j$$

			4	10	15	0	0	Columna de Ver.
C	B	b	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	
0	X <sub>4</sub>	100	5	2	3	1	0	111
0	X <sub>5</sub>	60	4	1	2	0	1	68
0			-4	-10	-15	0	0	-29

### Paso 3

- a) Maximización. Verificar si en el renglón de índices existe algún  $Z_j - C_j$  negativo. Si no existe, la solución es óptima. Si existe, seleccionamos la columna clave, o sea la -- que tenga al  $Z_j - C_j$  negativo de mayor valor absoluto, y es te será el vector que entre a la base.
- b) Minimización. Verificar si en el renglón de índices existe algún  $Z_j - C_j$  positivo. Si no existe, la solución es óptima. Si existe, seleccionamos la columna clave, o sea la -- que tenga al mayor  $Z_j - C_j$ . Este será el vector que entre a

la base.

Como estamos maximizando:

Máximo valor absoluto ( -4, -10,  $\boxed{-15}$  )

Por lo tanto  $X_3$  entra a la base.

#### Paso 4

Seleccionar el renglón clave, o sea el que tenga el cociente no-negativo más pequeño entre los que se obtienen dividiendo cada número de la columna de constantes en las restricciones entre el número positivo correspondiente de la columna clave. El renglón clave nos indica el vector que sale de la base.

Si existe empate entre los dos cocientes, éste se rompe eligiendo al de mayor divisor; si existe todavía empate se elige al de menor índice i.

Mínimo (  $100/3$ ,  $\boxed{60/2}$  )

Por lo tanto  $X_5$  sale de la base.

#### Paso 5

El número que se encuentra en la intersección de la columna clave con el renglón clave se conoce como pivote.

Para iniciar la construcción de la nueva tabla se divide el renglón clave entre el pivote. A este renglón lo llamaremos renglón ---

principal y aparecerá en la misma posición relativa que el renglón -- clave en la table precedente, con su costo de variable de solución -- respectivo.

				4	10	15	0	0	Columna de Ver.	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$			
0	$X_4$	100	5	2	3	1	0	111		
0	$X_5$	60	4	1	2	0	1	68		
		0	-4	-10	-15	0	0	-29		

Renglón Clave → (row 3)  
 ↑  
 Columna Clave (column 5)  
 Pivot (row 3, column 5)

Iniciación de la nueva tabla:

				4	10	15	0	0	Columna de Ver.	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$			
0	$X_4$				0	1				
15	$X_3$	30	2	.5	1	0	.5	34		
					0	0				

### Peso 6

El resto de los coeficientes de las restricciones de la nueva tabla se calculan mediante la siguiente fórmula:

Nuevo Número = No. Anterior -  $\frac{\text{No. Correspon diente de la X hilera clave}}{\text{No. Correspon diente de la columna clave}}$

Pivote

			4	10	15	0	0	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	Columna de Ver.
0	$X_4$	10	-1	.5	0	1	-1.5	9
15	$X_3$	30	2	.5	1	0	.5	34
		450	26	-2.5	0	0	7.5	481

### Paso 7

Regresar al paso 3 y seguir iterando hasta encontrar la solución óptima.

Segunda iteración:

			4	10	15	0	0	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	Columna de Ver.
10	$X_2$	20	-2	1	0	2	-3	18
15	$X_3$	20	3	0	1	-1	2	25
		500	21	0	0	5	0	526



Como ya no existen  $Z_j - C_j < 0$  la solución óptima de este ejemplo es:

$$\begin{array}{lll} X_1 = 0 & X_3 = 20 & X_5 = 0 \\ X_2 = 20 & X_4 = 0 & Z^0 = 500 \end{array}$$

**Verificación del Método Simplex.** Esta consiste en incluir una columna de verificación a la derecha de la matriz simplex. Las cifras de la columna de verificación son la suma algebraica de todas las cifras de una hilera dada, principiando por la columna de constantes y añadiendo todos los coeficientes que se encuentren a la derecha. Todas las transformaciones de las cifras de la columna de verificación son las mismas que experimentan cualesquiera otras cifras de la tabla. Después de la transformación, la suma algebraica de los coeficientes de la hilera debe ser igual a la cifra transformada de la columna de verificación, si no es así, se ha cometido un error, el cual se debe encontrar y corregir antes de seguir adelante.

#### 4.4 TÉCNICAS DE VARIABLES ARTIFICIALES

Si al expresar el modelo de un problema de programación lineal en la forma estándar no existe una matriz identidad dentro de la matriz que forman los coeficientes de las restricciones, el sistema de

ecuaciones no está en forma factible básica.

En estos casos, es necesario agregar otro tipo de variables que se conocen como variables artificiales, gracias a las cuales podemos obtener la matriz identidad deseada. El problema que ocasionan estas variables artificiales es que modifican el modelo original, por lo -- que no se les puede dar un costo de cero en la función objetivo.

Dos métodos muy relacionados que se basan en el uso de variables artificiales para la solución de este tipo de problemas son:

- 1) El Método de la "M".
- 2) El Método de las Dos Fases.

El Método de la "M" consiste en asignarles a las variables artificiales costos en la función objetivo que las hagan inatractivas con respecto a las otras variables. Para ello se les da un costo  $M$  que - representa un valor muy grande y que será  $+M$  si se va a minimizar la - función objetivo o  $-M$  si se va a maximizar.

Con este procedimiento se logrará que las variables artificiales se hagan no básicas al transcurrir las iteraciones y serán iguales a - cero, con lo que se consideran fuera del problema.

Un problema del Método de la "M" es que al llevarse a cabo en -- una computadora se le deben dar valores numéricos a  $M$ , los cuales a - través de iteraciones van acumulando errores de redondeo que pueden a - fectar considerablemente a la solución.

Es por esto que en la práctica el método que más se utiliza es el de las Dos Fases, que consiste en introducir las variables artificiales al modelo y resolverlo en dos fases.

En la primera fase se formula un nuevo problema donde se maximiza (minimiza) la función objetivo representada por la suma (diferencia) de las variables artificiales, sujeta a las restricciones originales del problema.

La solución óptima de este problema debe ser igual a cero, si no lo es, eso nos indica que el problema original no tiene solución. Al obtener esta solución, podemos deducir que las variables artificiales son cero y las podemos eliminar del problema.

En la fase dos se utiliza la solución óptima de la fase uno como solución básica inicial del problema original, modificando los costos actuales por los costos del problema original y eliminando las columnas de las variables artificiales. Aplicando el método simplex en este modelo se obtiene la solución óptima final.

#### 4.5 CASOS ESPECIALES DEL METODO SIMPLEX

Cuando se aplica el método simplex se pueden encontrar algunos casos que no conducen a una decisión clara. Los casos más importan-

tes son:

- 1) Solución Degenerada.
- 2) Soluciones No Acotadas.
- 3) Solución Óptima No es Única.
- 4) Solución No Factible.

**Solución Degenerada.** La solución degenerada se presenta cuando una o más variables básicas llegan a ser cero.

Cuando esto ocurre, el método simplex puede llegar a formar un ciclo, es decir, que el valor de la función objetivo ( $Z$ ) no sufra ningún cambio en cada iteración subsecuente y por lo tanto nunca obtener la solución óptima.

**Soluciones No Acotadas.** Las soluciones no acotadas se presentan cuando la función objetivo así como las variables de decisión se incrementan indefinidamente sin violar las restricciones.

Una solución no acotada la podemos identificar en el algoritmo simplex cuando todos los coeficientes de la columna pivote son cero o negativos.

Generalmente cuando este caso se presenta se ha cometido un error en el planteamiento del modelo, faltan restricciones, los res---

tricciones son incorrectas o existen errores de cálculo.

**Solución Óptima No es Única.** Estos problemas lineales tienen un número infinito de soluciones. Cuando la solución óptima no es única la función objetivo es paralela a alguna de las restricciones dadas - en el problema que pasan por el punto óptimo.

En la tabla podemos identificar este caso cuando los  $Z_j - C_j = 0$  para al menos una variable no básica. Un teorema de programación lineal dice que si un problema tiene más de una solución óptima cualquier combinación convexa de estas soluciones es una solución óptima.

Una solución convexa de las soluciones se define como un promedio ponderado en el cual las ponderaciones son no negativas y su suma es igual a 1.

Variando las ponderaciones se puede obtener un número infinito de soluciones óptimas.

**Solución No Factible.** La solución no factible se presenta cuando ningún punto puede satisfacer todas las restricciones.

En la tabla se puede identificar este caso cuando se cumplen las condiciones de optimalidad y existe una variable artificial a nivel positivo (maximización) o a nivel negativo (minimización).

#### 4.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Al obtenerse una solución de programación lineal, si se requiere realizar algún cambio en la formulación del problema que afecte al modelo original, no es necesario resolverlo nuevamente. El Análisis de Sensibilidad tiene como objetivo establecer los cálculos adicionales que deben hacerse, reduciendo el trabajo considerablemente.

La Dualidad es la teoría más importante dentro del análisis de sensibilidad ya que gracias a ella se puede asociar un segundo problema con el problema original donde la solución óptima de uno proporciona información relevante sobre la solución óptima del otro.

Para el estudio de la dualidad y el análisis de sensibilidad, -- considerese nuevamente el problema de la sección 4.3.

$$\text{Max } Z = 4X_1 + 10X_2 + 15X_3$$

Sujeto a:

$$5X_1 + 2X_2 + 3X_3 \leq 100$$

$$4X_1 + X_2 + 2X_3 \leq 60$$

$$X_1 \geq 0, \quad \forall i$$

Este modelo se llamará problema primal y su dual asociado será:

$$\text{Min } W = 100Y_1 + 60Y_2$$

Sujeto a:

$$5Y_1 + 4Y_2 \geq 4$$

$$2Y_1 + Y_2 \geq 10$$

$$3Y_1 + 2Y_2 \geq 15$$

$$Y_1 \geq 0, \quad \forall i$$

Las relaciones que existen entre el problema primal y el dual se pueden resumir en:

PRIMAL	DUAL
- n variables de decisión sujeto a m restricciones	- m variables de decisión sujeto a n restricciones
- $b_1, b_2, \dots, b_m$	- $c_1, c_2, \dots, c_n$
- $c_1, c_2, \dots, c_n$	- $b_1, b_2, \dots, b_m$
- matriz $m \times n$	- transpuesta de matriz $m \times n$
- maximizar	- minimizar
- minimizar	- maximizar
- restricción de $\leq$	- variable no negativa
- restricción de igualdad	- variable irrestricta en signo
- restricción de $\geq$	- variable no positiva
- variable no negativa	- restricción de $\geq$
- variable irrestricta en signo	- restricción de igualdad
- variable no positiva	- restricción de $\leq$

La solución dual se puede obtener de la primal y viceversa, conociendo dos propiedades muy importantes que las relacionan:

- 1) Las soluciones óptimas de ambos problemas son iguales.

$$\max Z = \min W$$

por lo que:

$$\min W = 500$$

- 2) El valor óptimo de las variables duales (primeales) originales del problema, está dado por los  $Z_j - C_j$  de la tabla primal (dual) final correspondientes a las columnas de las variables básicas en la tabla primal (dual) inicial.

Las variables básicas de nuestro ejemplo son  $X_4$  y  $X_5$ , cuyos  $Z_j - C_j$  en la tabla final son:

$$X_4 = 5 \text{ y } X_5 = 0$$

por lo tanto los valores óptimos de  $Y_1$  y  $Y_2$  son:

$$Y_1 = 5 \text{ y } Y_2 = 0$$

Tomando como base las relaciones primal-dual, se analizarán los principales cambios en los problemas de programación lineal que son estudiados en el análisis de sensibilidad.

#### Cambios en los Coeficientes de la Función Objetivo

- a) Cuando el coeficiente que varía corresponde a una variable-



básica, la desviación que puede existir para que la solución siga siendo óptima se determina mediante la resolución de un conjunto de desigualdades generado por los nuevos  $Z_j - C_j$  de las variables no básicas satisfaciendo las condiciones de optimalidad (es decir  $Z_j - C_j \geq 0$  para maximizar y  $Z_j - C_j \leq 0$  para minimizar).

Si la desviación que sufre el coeficiente se encuentra dentro del rango obtenido, la solución continúa siendo óptima y únicamente se modifican los  $Z_j - C_j$  correspondientes a las variables no básicas. Si no se encuentra dentro del rango, será necesario seguir iterando hasta satisfacer la condición de optimalidad.

En nuestro ejemplo si se desea conocer el rango del coeficiente de  $x_2$  se tiene:

$$Z_1 - C_1 = ((10 + \Delta_2)(-2) + (15)(3)) - (4) \geq 0$$

$$\longrightarrow \Delta_2 \leq 21/2$$

$$Z_4 - C_4 = ((10 + \Delta_2)(2) + (15)(-1)) - (0) \geq 0$$

$$\longrightarrow \Delta_2 \geq -5/2$$

$$Z_5 - C_5 = ((10 + \Delta_2)(-3) + (15)(2)) - (0) \geq 0$$

$$\longrightarrow \Delta_2 \leq 0$$

por lo tanto:

$$-5/2 \leq \Delta_2 \leq 0$$

El coeficiente de  $X_2$  puede variar entre 7.5 y 10 satisfaciendo la condición de optimalidad.

- b) Cuando el coeficiente corresponde a una variable no básica, la desigualdad originada por la condición de optimalidad de su  $Z_j - C_j$  correspondiente, determina el cambio que dicho coeficiente puede sufrir sin alterar la solución óptima.

Si se desea conocer la desviación que puede sufrir el coeficiente de  $X_1$  se tiene:

$$Z_1 - C_1 = ( (10)(-2) + (15)(3) ) - (4 + \Delta_1) \geq 0$$

por lo tanto:

$$-\infty \leq \Delta_1 \leq 21$$

Este rango indica que para cualquier valor menor de 25 que tome el coeficiente de  $X_1$  se sigue cumpliendo la condición de optimalidad.

- c) Cuando se realizan cambios simultáneos, tanto en variables básicas como no básicas, se pueden tratar combinando los dos procedimientos anteriores.

Por ejemplo, si se cambiara la función objetivo

$$\text{Max } Z = 4X_1 + 10X_2 + 15X_3$$

por:

$$\text{Max } Z = 6X_1 + 8X_2 + 12X_3$$

donde  $\Delta_1 = 2$ ,  $\Delta_2 = -2$  y  $\Delta_3 = -3$  las condiciones de optimalidad serían:

$$Z_1 - C_1 = ( (10+\Delta_2)(-2) + (15+\Delta_3)(3) ) - (4+\Delta_1) \geq 0$$

$$Z_4 - C_4 = ( (10+\Delta_2)(2) + (15+\Delta_3)(-1) ) - (0) \geq 0$$

$$Z_5 - C_5 = ( (10+\Delta_2)(-3) + (15+\Delta_3)(2) ) - (0) \geq 0$$

de las cuales obtenemos las siguientes desigualdades:

$$\Delta_1 + 2\Delta_2 - 3\Delta_3 \leq 21$$

$$2\Delta_2 + \Delta_3 \leq 5$$

$$3\Delta_2 - 2\Delta_3 \leq 0$$

como  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$  y  $\Delta_3$  satisfacen estas desigualdades los nuevos  $Z_j - C_j$  de nuestro ejemplo son:

$$Z_1 - C_1 = ( (8)(-2) + (12)(3) ) - (6) = 14$$

$$Z_4 - C_4 = ( (8)(2) + (12)(-1) ) - (0) = 4$$

$$Z_5 - C_5 = ( (8)(-3) + (12)(2) ) - (0) = 0$$

Esta solución es óptima ya que los  $Z_j - C_j \geq 0$ .

## Cambios en los Valores del Lado Derecho de las Restricciones

Cuando se sufre un cambio en la columna  $b_1, b_2, \dots, b_m$  se multiplica la matriz que forman las variables básicas iniciales en la tabla final por los nuevos valores de  $b_1$  y se obtiene el rango deseado resolviendo el conjunto de desigualdades generadas para satisfacer la condición de factibilidad (es decir  $b_i \geq 0$ ).

Si se desea conocer la factibilidad de  $b_1$  en nuestro ejemplo, se tiene:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 100 + \Delta_1 \\ 60 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 + 2\Delta_1 \\ 20 - \Delta_1 \end{pmatrix}$$

donde:

$$20 + 2\Delta_1 \geq 0 \quad \longrightarrow \quad \Delta_1 \geq -10$$

$$20 - \Delta_1 \geq 0 \quad \longrightarrow \quad \Delta_1 \leq 20$$

$$-10 \leq \Delta_1 \leq 20$$

Por lo tanto  $b_1$  puede tomar cualquier valor entre 90 y 120 sin violar la condición de factibilidad. Si el valor de  $b_1$  no está dentro de estos límites, se debe utilizar el método simplex dual para obtener la solución factible óptima.

Los pasos que se modifican con respecto al método simplex del simplex dual son:

1) La variable que sale de la base es la variable básica que tiene el valor de  $b$  más negativo.

2) La variable que entra a la base es:

Maximización. El mínimo de los valores absolutos de los cocientes entre los  $Z_j - C_j$  y los coeficientes no positivos de las variables no básicas del renglón que sale de la base.

Minimización. El mínimo de los cocientes entre los  $Z_j - C_j$ , y los coeficientes no positivos de las variables no básicas del renglón que sale de la base.

#### Cambios en los Coeficientes de las Variables No Básicas en las Restricciones y Adición de una Nueva Variable

Para obtener los valores de estos coeficientes en la tabla óptima actual, se multiplica la matriz que forman las variables básicas iniciales en la tabla final por los nuevos valores de  $a_{ij}$ . Se verifica si la solución sigue siendo la óptima y si no se continúa iterando hasta encontrar la solución deseada.

Si en nuestro ejemplo se modifica la restricción:

$$5X_1 + 2X_2 + 3X_3 \leq 100$$

por:

$$10X_1 + 2X_2 + 3X_3 \leq 100$$

se tiene:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 10 \\ 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 \\ -2 \end{pmatrix}$$

$$Z_1 - C_1 = ( (10)(8) + (15)(-2) ) - (4) = 46$$

Como  $Z_1 - C_1 \geq 0$ , la solución sigue siendo óptima.

Por otro lado, si se agregara una nueva variable de manera que - el modelo fuera:

$$\text{Max } Z = 4X_1 + 10X_2 + 15X_3 + 7X_4$$

Sujeto a:

$$5X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 \leq 100$$

$$4X_1 + X_2 + 2X_3 + X_4 \leq 60$$

$$X_1 \geq 0, \quad \forall i$$

los valores de  $X_4$  en la tabla final estarían dados por:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$Z_4 - C_4 = ( (10)(3) + (15)(-1) ) - (7) = 8$$

Como  $Z_4 - C_4 \geq 0$ , la solución sigue siendo óptima.

### Adición de una Nueva Restricción

Después de haberse obtenido la solución óptima del problema, puede ocurrir que se tenga que añadir otra restricción, debido a que se pasó por alto la restricción, han surgido nuevas consideraciones o ésta se quitó intencionalmente para reducir el trabajo de cálculo.

Para introducir una nueva restricción los pasos a seguir son:

- 1) Comprobar si la solución óptima satisface a la nueva restricción. Si la satisface, la solución óptima actual es factible. Si no vaya al paso 2.

La solución óptima de nuestro ejemplo es:  $X_1 = 0$ ,  $X_2 = 20$  y  $X_3 = 20$ . Si queremos añadir la restricción:

$$3X_1 + 3X_2 + 2X_3 \leq 85$$

Esta restricción no se satisface con la solución óptima actual ya que:

$$3(0) + 3(20) + 2(20) \neq 85$$

y por lo tanto es infactible.

- 2) Si la nueva restricción no se satisface con la solución óptima actual se añade a la tabla simplex final con su correspondiente variable de holgura.

			4	10	15	0	0	0	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	Columna de Ver.
10	$X_2$	20	-2	1	0	2	-3	0	18
15	$X_3$	20	3	0	1	-1	2	0	25
0	$X_6$	85	3	3	2	0	0	1	94
		500	21	0	0	5	0	0	526

- 3) Para las variables que están en la solución básica sus coeficientes en la restricción adicional deben ser 0. Esto se logra reestableciendo los vectores unitarios por medio de operaciones matriciales.

En este caso añadimos  $(-3)(X_2) + (-2)(X_3)$  a la ecuación  $X_6$  - obteniendo:

			4	10	15	0	0	0	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	Columna de Ver.
10	$X_2$	20	-2	1	0	2	-3	0	18
15	$X_3$	20	3	0	1	-1	2	0	25
0	$X_6$	-15	3	0	0	-4	5	1	-10
		500	21	0	0	5	0	0	526

- 4) Si la solución no es factible, se puede obtener la nueva sg



lución óptima aplicando el método dual simplex.

La variable que sale es  $X_6$  ya que tiene el valor más negativo y la variable que entra es  $X_4$  ya que corresponde al valor absoluto más pequeño entre los  $Z_j - C_j$  y los coeficientes de las variables no positivos.

			4	10	15	0	0	0	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	Columna de Ver.
10	$X_2$	12.50	-0.50	1	0	0	-0.50	.50	13.0
15	$X_3$	23.75	2.25	0	1	0	.75	-0.25	27.5
0	$X_4$	3.75	-0.75	0	0	1	-1.25	-0.25	2.5
		481.25	24.75	0	0	0	6.25	1.25	513.5

con:

$$X_1 = 0$$

$$X_4 = 3.75$$

$$X_2 = 12.5$$

$$X_5 = 0$$

$$X_3 = 23.75$$

$$X_6 = 0$$

obteniendo así el nuevo valor de

$$Z^0 = 481.25$$

## **CAPITULO V**

### **PROGRAMACION ENTERA APLICADA A LA ORGANIZACION EN ESTUDIO**

---

## CAPITULO V

PROGRAMACION ENTERA APLICADA  
A LA ORGANIZACION EN ESTUDIO5.1 INTRODUCCION A LA PROGRAMACION ENTERA

La Programación Entera está muy relacionada con la Programación Lineal y se caracteriza porque las variables de decisión que integran el modelo se encuentran restringidas a valores enteros y positivos -- (variables discretas). Su diferencia con la Programación Lineal es que en ésta las variables también pueden tomar valores fraccionarios-- (variables continuas).

La Programación Entera se clasifica en:

- 1) Programación Entera Pura. Cuando todos los valores de las variables de decisión están restringidos a valores enteros.
- 2) Programación Entera Mixta. Cuando no todos los valores de las variables de decisión están restringidos a valores enteros.

Una importante clase de Programación Entera es aquella en donde todas las variables de decisión toman valores de cero o uno. Estas variables binarias se pueden utilizar para plantear algunos problemas

que no se pueden manejar por medio de la programación lineal.

La Programación Entera es de gran utilidad ya que muchos de los recursos utilizados por una empresa son indivisibles, por lo que no es posible obtener valores fraccionarios de ellos.

Para obtener valores enteros, el método de redondeo es aceptable en muchos problemas de programación lineal en donde los recursos son indivisibles cuando los valores de las variables son grandes; pero -- cuando las variables tienen valores numéricos reducidos, el redondeo puede ocasionar que la solución obtenida no sea factible (si redondeamos a un valor más alto) o esté muy lejos de la solución óptima (si redondeamos a un valor más pequeño).

Para ilustrar este caso utilizaremos el siguiente ejemplo gráfico:

$$\text{Max. } Z = X_1 + 2X_2$$

Sujeto a:

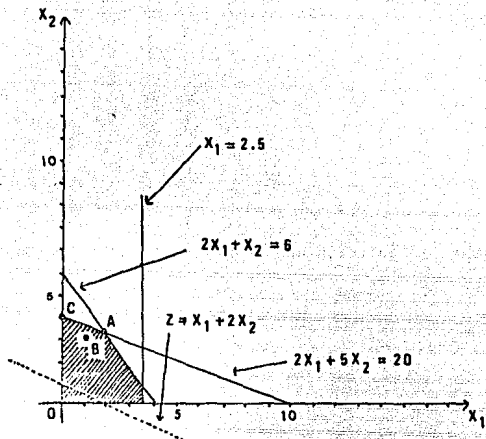
$$2X_1 + 5X_2 \leq 20$$

$$2X_1 + X_2 \leq 6$$

$$2X_1 \leq 5$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

$$X_1, X_2 \text{ enteros}$$



GRAFICA 1

La solución a este problema de programación lineal (sin tomar en cuenta la restricción de enteros) es:

$$X_1 = 5/4$$

$$X_2 = 14/4$$

$$Z^0 = 8.25$$

que está representada en la gráfica por el punto A.

Ahora, para encontrar la solución entera, si redondeamos los valores de las variables  $X_1$  y  $X_2$  sin violar las restricciones, obtene--

mos el punto B, donde:

$$X_1 = 1$$

$$X_2 = 3$$

$$Z^0 = 7$$

No obstante la solución que se obtendría resolviendo este problema por enteros sería el punto C, donde:

$$X_1 = 0$$

$$X_2 = 4$$

$$Z^0 = 8$$

es decir, la mejor solución se encuentra en el punto C, mientras que el punto B es el punto más cercano al punto A y es el punto C el que da la mejor contribución.

Se han desarrollado un gran número de algoritmos para la solución de problemas de programación entera pero ninguno tiene la eficiencia del método simplex, ya que estos algoritmos no son eficientes cuando se aumenta el tamaño del problema desde el punto de vista computacional.

## 5.2 PRINCIPIOS PARA MODELAR LOS PROBLEMAS DE PROGRAMACION ENTERA

Los algoritmos creados para la solución de problemas de Programación Entera varían dependiendo del tipo de modelo a resolver, ya que éstos pueden ser enteros puros, mixtos o binarios.

Generalizando, los métodos de Programación Entera se clasifican en dos grandes grupos:

- 1) Métodos de Planos de Corte.
- 2) Métodos de Ramificar y Acotar.

Los métodos de Planos de Corte se caracterizan porque inician -- con una solución óptima lineal sin tomar en cuenta las restricciones enteras, y paulatinamente se va "cortando" el espacio de soluciones -- dadas por los puntos extremos de la región de soluciones factibles, -- hasta que éstas sean valores enteros.

La desventaja de este método radica en que en cada iteración se crea una variable y una restricción nuevas, por lo que si el problema es muy grande su costo llega a ser excesivo.

Por otro lado, el método de planos de corte incluye algoritmos -- que sirven para resolver problemas enteros tanto puros como mixtos. -- El algoritmo que resuelve problemas enteros puros se estudiará con detalle en la sección 5.3, ya que puede ser de utilidad para nuestro estudio.

Los métodos de Ramificar y Acotar consisten en hacer particiones de la región de soluciones factibles en varios subconjuntos (que se pueden resolver como problemas de programación lineal), de los cuales se van desechando aquellos que no contienen puntos enteros factibles.

Supóngase que la función objetivo ha de maximizarse. Se realizan las particiones hasta obtener la primera solución entera. El valor de la función objetivo para esta primera solución se vuelve cota inferior y todos los subconjuntos que den valores menores que la cota inferior se descartan. De los restantes, se selecciona uno para hacer la nueva partición y obtener los nuevos subconjuntos. Este procedimiento se repite hasta que no exista ningún valor mayor que el de la función objetivo, obteniendo así la solución óptima. Si el objetivo es minimizar, el procedimiento no cambia excepto que se emplean cotas superiores y se eliminan los subconjuntos cuando su valor de la función objetivo es mayor que la cota superior actual.

La desventaja de los métodos de ramificar y acotar consiste en resolver un problema de programación lineal en cada iteración, pero esta desventaja se amortigua gracias al uso del análisis de sensibilidad, sin necesidad de volver a resolver el problema en su totalidad. A diferencia del método de planos de corte, este método se aplica indistintamente sobre problemas enteros puros y mixtos, y se estudia en detalle en la sección 5.3 por la utilidad que tendrá en nuestro caso práctico.

Existen algoritmos especiales de ramificar y acotar que se utili



zan para la resolución de problemas binarios los cuales resumen los subproblemas que se van generando en diagramas de árbol (lo cual también es común en problemas enteros puros y mixtos).

En términos generales, con un problema de la forma:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i \quad \text{para } i = 1, \dots, m$$

y

$$X_j = 0 \text{ ó } 1 \quad \text{para } j = 1, \dots, n$$

el objetivo general del algoritmo será hacer cero todas las variables posibles y cuando sea necesario, dejar algunas con valor igual a 1.

Por lo tanto, primero se debe observar si es factible hacer todas las variables iguales a cero; si no lo es, hacer únicamente una variable igual a 1; después dos variables igual a 1 y así sucesivamente.

A este algoritmo únicamente se le da un enfoque general debido a que constituye una parte de la Programación Entera que no es de utilidad para los fines que persigue esta Tesis.

5.3 PRINCIPALES METODOS DE LA PROGRAMACION ENTERA

## ALGORITMO ENTERO PURO DE PLANOS DE CORTE

## GENERALIDADES

Sea

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j = b_i$$

una ecuación cuyo valor de  $b_i$  no es entero.

Esta ecuación se puede expresar como:

$$\sum_{j=1}^n (B_{ij} + f_{ij}) (X_j) = (B_i + f_i)$$

donde:

$B_{ij}, B_i$  = números enteros

$f_{ij}, f_i$  = fracciones propias no negativas

El corte generado por esta restricción será:

$$S_i - \sum_{j=1}^n f_{ij} X_j = -f_i$$

donde:

$S_i$  = variable de holgura no negativa

Los pasos a seguir en este algoritmo son:

Paso 1

Se obtiene la solución del problema lineal sin tomar en cuenta la restricción de enteros. Si todos los valores de las variables de decisión en esta solución son enteros, se ha cumplido con la restricción de enteros; si no lo son se continúa con el paso 2.

Paso 2

Entre las ecuaciones que contienen variables básicas no enteras se selecciona aquella con mayor  $f_1$  y se genera un corte que se añade a la tabla como una restricción adicional con su variable de holgura correspondiente.

Paso 3

Se resuelve el problema generado aplicando el método simplex dual. Si los valores que se obtienen de las variables de decisión son enteros se ha encontrado la solución entera óptima y factible; si no lo son regresar al paso 2.

NOTA: Para poder aplicar este algoritmo, es necesario que todos los coeficientes del problema original sean enteros.

Para ilustrar como se comporta el algoritmo, se resolveré el modelo entero puro utilizado anteriormente:

$$\text{Max } Z = X_1 + 2X_2$$

Sujeto a:

$$2X_1 + 5X_2 \leq 20$$

$$2X_1 + X_2 \leq 6$$

$$2X_1 \leq 5$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

$$X_1, X_2 \text{ enteros}$$

La tabla óptima del problema lineal es:

C	B	b	1	2	0	0	0	Columna de Ver.
			$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
2	$X_2$	3 1/2	0	1	1/4	-1/4	0	9/2
1	$X_1$	1 1/4	1	0	-1/8	5/8	0	11/4
0	$X_5$	2 1/2	0	0	1/4	-5/4	1	5/2
		8 1/4	0	0	3/8	1/8	0	35/4

Los renglones con el mayor  $f_i$  son:

$$X_2: \quad 1/4 X_3 - 1/4 X_4 \geq 1/2$$

y

$$X_5: \quad 1/4 X_3 - 5/4 X_4 \geq 1/2$$

como:

$$\frac{1/2}{1/4 - 1/4} > \frac{1/2}{1/4 - 5/4}$$

se elige a  $X_2$  que es la ecuación con el mayor  $f_1$ :

$$X_2 + 1/4 X_3 - 1/4 X_4 = 3 1/2$$

$$X_2 + 1/4 X_3 + (-1 + 3/4) X_4 = 3 1/2$$

el corte correspondiente es:

$$S_1 - 1/4 X_3 - 3/4 X_4 = -1/2$$

la nueva tabla será:

			1	2	0	0	0	0	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$S_1$	Columna de Ver.
2	$X_2$	3 1/2	0	1	1/4	-1/4	0	0	9/2
1	$X_1$	1 1/4	1	0	-1/8	5/8	0	0	11/4
0	$X_5$	2 1/2	0	0	1/4	-5/4	1	0	5/2
0	$S_1$	-1/2	0	0	-1/4	-3/4	0	1	-1/2
		8 1/4	0	0	3/8	1/8	0	0	35/4

aplicando el simplex dual tenemos:

			1	2	0	0	0	0	Columna de Ver.
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$S_1$	
2	$x_2$	$3 \frac{2}{3}$	0	1	$\frac{1}{3}$	0	0	$-\frac{1}{3}$	$\frac{14}{3}$
1	$x_1$	$\frac{5}{6}$	1	0	$-\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{5}{6}$	$\frac{7}{3}$
0	$x_5$	$3 \frac{1}{3}$	0	0	$\frac{2}{3}$	0	1	$-\frac{5}{3}$	$\frac{10}{3}$
0	$x_4$	$\frac{2}{3}$	0	0	$\frac{1}{3}$	1	0	$-\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$
B			$\frac{1}{6}$	0	$\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{26}{3}$

Como la solución continúa siendo no entera, se busca la ecuación con el mayor  $f_1$  para realizar el segundo corte.

La ecuación con el mayor  $f_1$  es:

$$x_1 - \frac{1}{3} x_3 + \frac{5}{6} S_1 = \frac{5}{6}$$

$$x_1 + (-1 + \frac{2}{3}) x_3 + \frac{5}{6} S_1 = \frac{5}{6}$$

el corte correspondiente será:

$$S_2 - \frac{2}{3} x_3 - \frac{5}{6} S_1 = -\frac{5}{6}$$

la nueva tabla será:

			1	2	0	0	0	0	0		
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$s_1$	$s_2$	Columna de Ver.	
2	$x_2$	$3 \frac{2}{3}$	0	1	$\frac{1}{3}$	0	0	$-\frac{1}{3}$	0	$\frac{14}{3}$	
1	$x_1$	$\frac{5}{6}$	1	0	$-\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{5}{6}$	0	$\frac{7}{3}$	
0	$x_5$	$3 \frac{1}{3}$	0	0	$\frac{2}{3}$	0	1	$-\frac{5}{3}$	0	$\frac{10}{3}$	
0	$x_4$	$\frac{2}{3}$	0	0	$\frac{1}{3}$	1	0	$-\frac{4}{3}$	0	$\frac{2}{3}$	
0	$s_2$	$-\frac{5}{6}$	0	0	$-\frac{2}{3}$	0	0	$-\frac{5}{6}$	1	$-\frac{4}{3}$	
		$8 \frac{1}{6}$	0	0	$\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{1}{6}$	0	$\frac{26}{3}$	

aplicando nuevamente el simplex dual tenemos:

			1	2	0	0	0	0	0		
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$s_1$	$s_2$	Columna de Ver.	
2	$x_2$	4	0	1	$\frac{3}{5}$	0	0	0	$-\frac{2}{5}$	$\frac{26}{5}$	
1	$x_1$	0	1	0	-1	0	0	0	1	1	
0	$x_5$	5	0	0	2	0	1	0	-2	6	
0	$x_4$	2	0	0	$\frac{7}{5}$	1	0	0	$-\frac{8}{5}$	$\frac{14}{5}$	
0	$s_1$	1	0	0	$\frac{4}{5}$	0	0	1	$-\frac{6}{5}$	$\frac{8}{5}$	
		8	0	0	$\frac{1}{5}$	0	0	0	$\frac{1}{5}$	$8 \frac{2}{5}$	

por lo tanto:

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = 4$$

con

$$z^0 = 8$$

## ALGORITMO DE RAMIFICACION Y ACOTAMIENTO

Los pasos a seguir en este algoritmo son los siguientes:

Paso 1

Ignorando la restricción de enteros, se resuelve el problema de programación lineal. Si todas las variables de decisión satisfacen sus respectivos requisitos enteros o fraccionales, la solución es óptima; si no, vaye al paso 2.

Paso 2

Se elige una variable fraccional  $X_1$  y se crean dos nuevos problemas con las restricciones originales y las restricciones adicionales-siguientes:

$$X_1 \leq \theta_1$$

que se agrega en uno de los problemas y

$$X_1 \geq \theta_1 + 1$$

que se agrega en el otro.

Paso 3

Se elige uno de los problemas anteriores y se resuelve aplicando el análisis de sensibilidad. El problema se desecha cuando no tiene solución factible y si el valor de su función objetivo no es mejor --



que el valor óptimo actual disponible. Cuando esto sucede, se elige uno de los problemas que se crearon más recientemente para resolverlo.

Por otro lado si el valor de la función objetivo es mejor que el valor óptimo actual disponible, se pueden dar dos casos:

- a) Que no se cumpla con todos los requisitos de enteros. En este caso se regresa el paso 2.
- b) Si todos los requisitos de enteros están satisfechos, el valor de la función objetivo nos dará el valor óptimo actual disponible.

NOTA: El algoritmo termina una vez que se han analizado todos los problemas originados al desarrollar el algoritmo.

Para ilustrar el algoritmo se utilizará el ejemplo resuelto anteriormente:

$$\text{Max } Z = X_1 + 2X_2$$

Sujeto a:

$$2X_1 + 5X_2 \leq 20$$

$$2X_1 + X_2 \leq 6$$

$$2X_1 \leq 5$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

$$X_1, X_2 \text{ enteros}$$

La solución a este problema es:

$$x_1 = 1 \frac{1}{4}$$

$$x_2 = 3 \frac{1}{2}$$

$$Z^0 = 8 \frac{1}{4}$$

Ya que  $x_2 = 3 \frac{1}{2}$  está más alejada de un valor entero que  $x_1 = 1 \frac{1}{4}$ , la elegimos para crear dos problemas lineales distintos, uno con la restricción adicional  $x_2 \leq 3$ , y el otro con la restricción adicional  $x_2 \geq 4$ .

### Problema 1

$$\text{Max } Z = x_1 + 2x_2$$

Sujeto a:

$$2x_1 + 5x_2 \leq 20$$

$$2x_1 + x_2 \leq 6$$

$$2x_1 \leq 5$$

$$x_2 \leq 3$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$x_1, x_2 \text{ enteros}$$

Aplicando el análisis de sensibilidad cuando se agrega una res-

trición adicional obtenemos la siguiente tabla óptima:

			1	2	0	0	0	0	Columna de Ver.
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$R_1$	
2	$x_2$	3	0	1	0	0	0	1	5
1	$x_1$	1 1/2	1	0	0	1/2	0	-1/2	5/2
0	$x_5$	2	0	0	0	-1	1	1	3
0	$x_3$	2	0	0	1	-1	0	-4	-2
		7 1/2	0	0	0	1/2	0	1 1/2	19/2

### Problema 2

$$\text{Max } Z = x_1 + 2x_2$$

Sujeto a:

$$2x_1 + 5x_2 \leq 20$$

$$2x_1 + x_2 \leq 6$$

$$2x_1 \leq 5$$

$$-x_2 \leq -4$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$x_1, x_2 \text{ enteros}$$

Aplicando el análisis de sensibilidad para agregar la nueva restricción obtenemos la siguiente tabla óptima:

			1	2	0	0	0	0	
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$R_1$	Columna de Ver.
2	$X_2$	4	0	1	0	0	0	-1	4
1	$X_1$	0	1	0	1/2	0	0	5/2	4
0	$X_5$	5	0	0	-1	0	1	-5	0
0	$X_4$	2	0	0	-1	1	0	-4	-2
		8	0	0	1/2	0	0	1/2	9

El problema 2 tiene una solución entera con un valor Z mayor que el valor Z del problema 1. Por lo tanto se elimina el problema 1 y se acepta la solución del problema 2 como la óptima. Es decir:

$$X_1 = 0$$

$$X_2 = 4$$

$$Z^0 = 8$$

En la figura 5.1 se resumen los subproblemas generados, y nos muestra que en el nodo 1 se encuentra la solución óptima ya que el valor de la función objetivo es el mayor y la solución es entera.

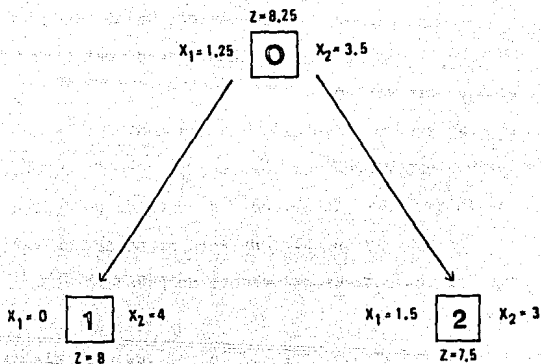


FIG. 5.1 Diagrama de Resultados

#### 5.4 APLICACIONES DE LA PROGRAMACION ENTERA

Existe una gran variedad de problemas que requieren de la programación entera para resolverse, entre los más usuales podemos encontrar los siguientes:

- 1) Todos los Problemas de Programación Lineal, donde los recursos no pueden ser divisibles, son programas enteros.

- 2) El comunmente llamado "Problema del Agente Viajero" que consiste en visitar un cierto número de ciudades de manera que el costo sea mínimo.
- 3) Los Problemas de Inversión, en los cuales se tienen varias alternativas y que se resuelven como problemas de tipo binario, es decir, se le asigna a  $X$  un valor de 1 si se acepta la alternativa y un valor de cero si no se acepta. Las relaciones entre alternativas que se pueden presentar son las siguientes:
  - a) Cuando se nos presenta la condición de elegir una alternativa pero no ambas.
  - b) Cuando se nos presenta la condición de elegir una alternativa que depende de que de dos alternativas una se elija pero no ambas.
  - c) Cuando se nos presenta la condición de elegir una alternativa que depende de que de tres alternativas se escojan todas.
- 4) Los Problemas de Costo Fijo, es decir cuando comenzamos una actividad y el costo total de la actividad es la suma de un costo fijo ( $K_f$ ) más un costo variable ( $C_j$ ) que generalmente es proporcional al nivel de la actividad. Este tipo de problemas, como contienen variables discretas ( $K_f$ ) se deben resolver por programación entera.
- 5) Los problemas de Localización de Plantas y Transporte, que incluyen la determinación de qué planta servirá diversos clientes.

- 6) Problemas de Programación del Trabajo en un Taller, que consisten en determinar un cierto número de operaciones diferentes en una sola máquina y en el menor tiempo posible.
- 7) Balance de Líneas de Producción, que consiste en minimizar el número de trabajadores en función de una tasa de producción.

## **CAPITULO VI**

### **PROGRAMACION DE METAS**



CAPITULO VI  
PROGRAMACION DE METAS

6.1 INTRODUCCION A LA PROGRAMACION DE METAS

En los modelos de Programación Lineal, el administrador financiero incorpora en la función objetivo una sola meta que debe maximizarse o minimizarse y en base al resultado obtenido se realiza la toma de decisiones.

En muchos casos la formulación de esta función objetivo es muy difícil debido a que el administrador financiero que toma las decisiones puede perseguir varios objetivos que no es posible combinar en uno solo y pueden existir varios criterios para la toma de decisiones.

Para resolver este tipo de problemas se creó la Programación de Metas en la cual todas las metas se incorporan en la función objetivo y se satisfacen simultáneamente.

Este modelo nos permite ordenar las metas de la más a la menos importante mediante los factores de prioridad, donde el primer factor de prioridad representa el primer nivel más importante de metas, el segundo factor de prioridad representa el segundo nivel más importante de metas y así sucesivamente.

Este ordenamiento es decisivo para la interpretación de los resultados del modelo (debido a que este orden no puede cambiarse), por lo que se debe tener cuidado al establecer las prioridades en la función objetivo.

La Programación de Metas es aplicable para promover la coordinación de actividades de una empresa, es decir, una vez fijadas las metas, los diferentes departamentos tratarán conjuntamente de alcanzarlas (departamento de ventas, compras, finanzas, producción, mercadotecnia, etc.).

La Programación de Metas es una herramienta muy útil dentro de cualquier empresa ya que éstas por lo general se enfocan a una gran variedad de objetivos como: incrementar las utilidades, mantener su participación en el mercado, mantener el índice óptimo de su producción dentro de las restricciones de liquidez y capacidad, mantener precios estables, mejorar la situación de los trabajadores, etc., gracias a la Programación de Metas se pueden alcanzar varios de estos objetivos simultáneamente.

La Programación de Metas también es aplicable en el análisis de decisiones financieras de una empresa tomando en cuenta, por ejemplo, la estructura de capital, la política de pago de dividendos, el incremento de las ganancias, la planificación a largo plazo de ventas e inversiones, etc.

Las relaciones que existen entre la naturaleza de la Programación Lineal y la Programación de Metas son:

- 1) Ambas garantizan la linealidad de la función objetivo y las restricciones asociadas a ésta.
- 2) En ambas los cálculos se realizan por medio de la iteración. Por lo tanto, también en la Programación de Metas los valores obtenidos en cada paso conducen cada vez más cerca a la respuesta correcta.
- 3) Un problema de Programación Lineal se puede transformar a un modelo de Programación de Metas y para la solución de este último se utilizan algoritmos modificados de Programación Lineal.

Las principales variantes entre la Programación de Metas y la Programación Lineal son:

- 1) En la Programación Lineal sólo una meta se incorpora en la función objetivo la cual se tiene que maximizar o minimizar, mientras que en la Programación de Metas varias metas se incorporen en la función objetivo.
- 2) En la Programación Lineal se trata de encontrar una solución óptima, mientras que en la Programación de Metas se debe encontrar una solución satisfactoria, ya que trata con metas incompatibles (no pueden satisfacerse todas plenamente). Por lo tanto, la Programación de Metas trata de llegar tan cerca como sea posible a satisfacer un conjunto de metas en lugar de optimizar una sola.
- 3) En la Programación Lineal se trata de encontrar el valor óptimo

timo de la función objetivo en base a las soluciones factibles permitidas por las restricciones del problema, mientras que en la Programación de Metas se tratan de encontrar las soluciones que minimizen las desviaciones de las metas.

- 4) La función objetivo en Programación Lineal se establece en función de las metas, mientras que en Programación de Metas la función objetivo se establece en función de las desviaciones de las metas y las metas son tratadas como restricciones.
- 5) La función objetivo en Programación Lineal puede incorporar varias metas si tienen la misma prioridad, mientras que en la Programación de Metas se pueden incorporar metas que tienen distintas prioridades.
- 6) Los coeficientes de la función objetivo en Programación de Metas son factores de prioridad en lugar de valores numéricos como en Programación Lineal.

La Programación de Metas se relaciona con la Programación Entera ya que es posible que una o más variables de decisión o de desviación del problema puedan tomar valores enteros, por lo que los métodos que se utilizan en Programación Entera pueden usarse para la resolución de problemas de Programación de Metas.

La Programación de Metas tiene varios términos y conceptos especiales que se utilizan para la elaboración del modelo. Estos son:

- 1) El Objetivo. Es un estado general que refleja los deseos -

del decisor o del que toma la decisión. Por ejemplo, maximizar la utilidad o minimizar el subempleo.

- 2) **Prioridad.** Una prioridad es un valor específico asociado con el deseo de lograr un objetivo. Los objetivos se ordenan del más importante al menos importante y este orden no puede cambiarse.
- 3) **Meta.** Las prioridades asociadas con los objetivos es lo -- que se conoce como meta, es decir, es un objetivo cuantificado en el tiempo y en el espacio.
- 4) **Desviación de Metas.** Es una medida de efectividad; cuando las metas no pueden satisfacerse dentro de las limitaciones de recursos, estas desviaciones pueden representar lo que no se consiga o lo que se excedió de la meta propuesta.
- 5) **Restricciones de Recursos.** Son las restricciones originales del problema, es decir, las que no se pueden modificar ya que dependen de los recursos con que cuenta la empresa.
- 6) **Restricciones Administrativas.** Representan las metas de la empresa, escritos en función de las desviaciones de las metas.
- 7) **Nivel de Aspiración.** Es un valor específico asociado con el nivel aceptable o deseable de las metas. Un nivel de aspiración se utiliza para medir un objetivo con la realidad.

## 6.2 BASES PARA LA ELABORACION DEL MODELO

### Modelo Lineal de Metas

Es aquel en donde se tratan los objetivos y las restricciones de manera simétrica (es decir, se añaden variables de desviación positivas y negativas en ambos casos) y se compone de  $m$  funciones lineales con  $n$  variables de decisión y  $2m$  variables de desviación. Cada una de estas funciones, ya sean originalmente objetivos o restricciones, se conocen como metas.

Para poder elaborar un modelo de Programación de Metas es necesario considerar los siguientes aspectos:

- 1) Desarrollar el modelo en base lineal.
- 2) Los niveles de aspiración se deben asociar con los objetivos de manera que se puedan transformar en restricciones administrativas.
- 3) Una vez formuladas las restricciones administrativas se agregan las variables de desviación positivas y negativas para cada meta y restricción (eliminando con esto las variables de holgura, exceso y artificiales utilizadas en programación lineal).
- 4) Jerarquizar las metas de acuerdo a su importancia. Cuálquier restricción de recursos estará valuada con la prioridad 1.
- 5) Establecer la función objetivo mediante la suma de los pro-

ductos de las desviaciones positivas o negativas por la ponderación que se les asignó de acuerdo con los niveles de prioridad.

- 6) El objetivo del modelo será minimizar la función objetivo - descrita anteriormente sujeta a las restricciones de recursos, administrativas y de no negatividad.

Un modelo de Programación de Metas puede describirse como:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{k=1}^K P_k (d_k^- + d_k^+) \\ \text{con } n = 1, \dots, m$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + d_k^- - d_k^+ = g_k \\ \text{con } i = 1, \dots, m \\ k = 1, \dots, K \\ X_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

donde:

$d_k^-$  = Variable de desviación que mide el déficit de cada solución con respecto a su meta

$d_k^+$  = Variable de desviación que mide el excedente de

- cada solución con respecto a su meta
- $P_n$  = Prioridades asignadas a cada desviación
- $P_1 > P_2 > \dots > P_m$
- $X_j$  = Variables de decisión
- $a_{ij}$  = Matriz de requerimientos
- $g_k$  = Disponibilidad de recursos y niveles de aspiración

Se debe considerar la relación que existe entre la forma original de metas, es decir  $\geq$ ,  $\leq$ ,  $=$  y las variables de desviación.-

Debe estar claro que:

- 1) Para satisfacer las metas de la forma  $\leq$  se deben de minimizar las desviaciones positivas ( $d_k^+$ ). Con esto se evita que se exceda una meta, es decir, obtener a lo más el nivel de aspiración establecido.
- 2) Para satisfacer las metas de la forma  $\geq$  se deben de minimizar las desviaciones negativas ( $d_k^-$ ). Con esto se evita no lograr una meta, es decir, obtener al menos el nivel de aspiración establecido.
- 3) Para satisfacer las metas de la forma  $=$  se deben de minimizar tanto las desviaciones positivas como negativas ---- ( $d_k^+, d_k^-$ ). Con esto se obtiene el logro exacto de la meta.

El procedimiento para alcanzar los objetivos se resume en el cua



dro siguiente:

Si el objetivo es:	PROCEDIMIENTO	
	Agregar en el lado izquierdo	Objetivo de la meta
$\geq g_k$	$d_k^- - d_k^+$	Min $d_k^-$
$\leq g_k$	$d_k^- - d_k^+$	Min $d_k^+$
$= g_k$	$d_k^- - d_k^+$	Min $(d_k^- + d_k^+)$

Algunas de las medidas usadas para evaluar la efectividad de una solución incluyen:

- 1) Qué tan bien se minimiza la suma de los pesos de las desviaciones de metas.
- 2) Qué tan bien se minimiza la máxima desviación de la meta.
- 3) Qué tan bien se minimizan y ordenan los grupos de desviaciones de metas (es decir, tomando en cuenta las prioridades).
- 4) Varias combinaciones de lo anterior.

La función objetivo que debemos usar (por lo menos inicialmente), es aquella que combina la representación de las medidas 1 y 3. - Esto es, debemos medir los objetivos en términos de una minimización de las desviaciones de metas ordenadas en grupos, dándole a cada gru-

po de metas un rango en particular.

Antes de introducir los métodos de solución, ilustraremos la --- aproximación gráfica de Programación de Metas mediante el siguiente - modelo:

$$\text{Min } Z = P_1 (d_1^+ + d_2^+) + P_2 d_3^- + P_3 d_4^+ + P_4 d_5^+$$

Sujeto a:

$$1) \quad 4X_1 + 3X_2 + d_1^- - d_1^+ = 36$$

$$2) \quad X_1 + 2X_2 + d_2^- - d_2^+ = 16$$

$$3) \quad 5X_1 + 4X_2 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

$$4) \quad X_2 + d_4^- - d_4^+ = 4$$

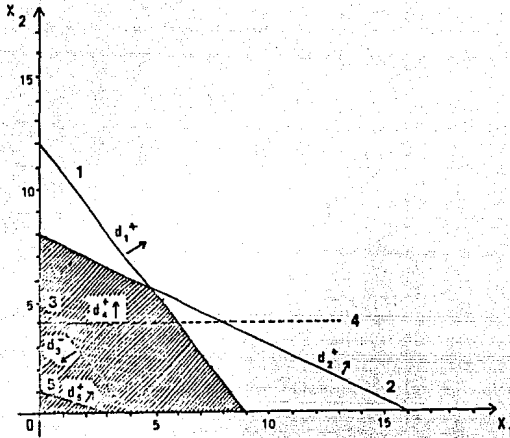
$$5) \quad X_1 + 3X_2 + d_5^- - d_5^+ = 3$$

$$X_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

Los pasos a seguir para la solución gráfica del modelo son los - siguientes:

- 1) Graficar todas las restricciones tanto administrativas como de recursos y determinar el espacio de solución para las metas con prioridad 1 (restricciones de recursos). -----

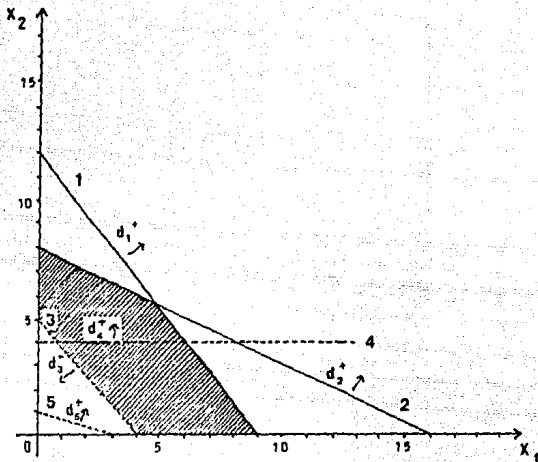
Gráfica 1.



GRAFICA 1

- 2) Moverse al siguiente grupo de restricciones que tengan la mayor prioridad y determinar el mejor espacio de soluciones para este grupo siempre y cuando esta solución no afecte a los valores obtenidos para las metas con mayor prioridad.-- Gráfica 2.
- 3) Repetir el paso anterior hasta que se hayan veluado todos los niveles de prioridad. Gráfica 3.

En la gráfica 3 hemos llegado a nuestro último nivel de prioridad cuyo objetivo es minimizar  $d_5^+$ . Examinando la figura se ve clara



GRAFICA 2

mente que a  $d_5^+$  no se le puede dar un valor de cero sin violar prioridades anteriores (específicamente  $d_3^-$ ).

El valor más pequeño para  $d_5^+$  es el valor de 1 en el punto  $(4, 0)$ . Por lo tanto nuestro espacio de soluciones converge a este punto y obtenemos la solución al modelo con:

$$d_1^+ = 0$$

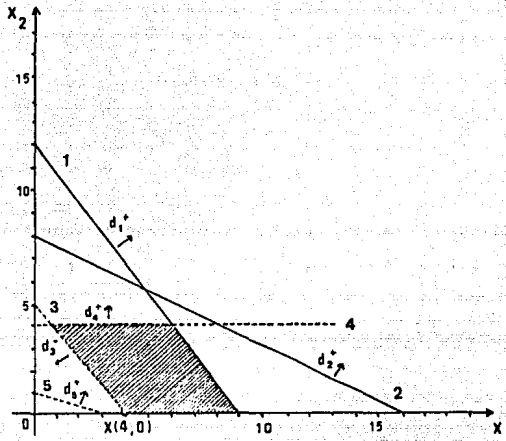
$$d_2^+ = 0$$

$$d_3^- = 0$$

$$d_4^+ = 0$$

$$d_5^+ = 1$$

$$z^0 = 1$$



GRAFICA 3

La Programación Lineal convencional se aproxima a un punto extremo que maximiza o minimiza un objetivo, mientras que la Programación de Metas busca una región que satisfaca a un grupo de metas en conflicto.

Por otro lado, las soluciones asociadas con la Programación de Metas son:

- 1) Solución Factible.
- 2) Solución Básica.
- 3) Solución Factible Básica.

- 4) Solución Degenerada.
- 5) Solución Óptima.
- 6) Solución Óptima Alternativa.
- 7) Solución Infinita.

**Solución Factible.** Cualquier grupo de variables de decisión o de desviación no negativas constituye una solución factible.

**Solución Básica.** Si  $(n + 2m) - m$  de las variables (ya sean de decisión o de desviación) se encuentran a nivel cero y el grupo que resulta de  $m$  metas está resuelto, la solución es una solución básica. Las  $m$  variables que no se encuentran a nivel cero son conocidas como básicas, mientras que las  $n + m$  variables que se encuentran a nivel cero son no básicas.

**Solución Factible Básica.** Es una solución factible en la cual las restricciones de recursos están satisfechas, es decir, la primera prioridad está completamente satisfecha.

**Solución Degenerada.** Cualquier solución básica en la cual una o más de las variables básicas toman el valor de cero se conoce como solución degenerada.

**Solución Óptima.** Es una solución Factible asociada con la minimización de la función objetivo.

**Solución Óptima Alternativa.** Un problema de Programación de Metas tiene un grupo de soluciones óptimas alternativas si el espacio de soluciones asociado con el problema es otro que un simple punto. Dado que el espacio de soluciones es una región, cualquier punto que se encuentre dentro de ella o en sus extremos es una solución óptima alternativa. Esto es, nos da el mismo valor de  $Z^0$ .

**Solución Infinita.** Como los niveles de aspiración están asociados con todos los objetivos, un problema de Programación de Metas no puede ser infinito.

### 6.3 SOLUCION NUMERICA POR MEDIO DEL ALGORITMO SECUENCIAL DE PROGRAMACION DE METAS

Iniciamos nuestra presentación de algoritmos de Programación de Metas con una breve ilustración del algoritmo SLGP.

La base de este método es la solución secuencial de una serie de problemas lineales convencionales acompañada con la partición del modelo de Programación de Metas de acuerdo con los niveles de prioridad.

Dado el Modelo de Programación de Metas primero se consideran las metas asociadas con el primer nivel de prioridad obteniendo un mo

delo de programación simple dado como:

$$\text{Min } Z = \sum_{k=1}^K (d_k^- - d_k^+)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_{kj} x_j + d_k^- - d_k^+ = g_k$$

para  $k \in P_1$

$$x_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

Esto es, se minimiza el primer término de la función sujeto sólo a aquellas metas que se encuentran en la prioridad 1. Una vez que se ha hecho esto, tenemos la mejor solución para esta partición del modo lo designada como  $Z_1$ .

Después nos movemos al siguiente nivel de prioridad. Aquí se debe minimizar el segundo término de la función tomando en cuenta:

- 1) Todas las metas en la prioridad 1.
- 2) Todas las metas en la prioridad 2.
- 3) Agregar una meta extra (o restricción de recursos) para garantizar que cualquier solución para la prioridad 2 no viole las soluciones obtenidas anteriormente.

Se continúa este procedimiento hasta que todas las prioridades -



hayan sido consideradas. La solución para el modelo de Programación-  
Lineal es también la solución para el modelo de Programación de Metas  
equivalente.

Regla Auxiliar para no incluir Variables que violen Prioridades-  
Anteriores. Cualquier variable no básica cuyo  $Z_j - C_j$  sea negativo -  
en la tabla óptima se puede desechar (y su correspondiente columna en  
la tabla) del problema ya que la introducción de esta variable viola-  
ría la solución.

Mostraremos el desarrollo del algoritmo resolviendo el ejemplo -  
gráfico descrito anteriormente:

$$\text{Min } Z = P_1 (d_1^+ + d_2^+) + P_2 d_3^- + P_3 d_4^+ + P_4 d_5^+$$

Sujeto a:

$$4X_1 + 3X_2 + d_1^- - d_1^+ = 36$$

$$X_1 + 2X_2 + d_2^- - d_2^+ = 16$$

$$5X_1 + 4X_2 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

$$X_2 + d_4^- - d_4^+ = 4$$

$$X_1 + 3X_2 + d_5^- - d_5^+ = 3$$

$$X_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

Iniciamos formulando el modelo asociado con el nivel de prioridad 1:

$$\text{Min } Z_1 = P_1 (d_1^+ + d_2^+)$$

Sujeto a:

$$4X_1 + 3X_2 + d_1^- - d_1^+ = 36$$

$$X_1 + 2X_2 + d_2^- - d_2^+ = 16$$

$$X_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

			0	0	0	0	1	1	Columna de Ver.
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_1^+$	$d_2^+$	
0	$d_1^-$	36	4	3	1	0	-1	0	43
0	$d_2^-$	16	1	2	0	1	0	-1	19
		0	0	0	0	0	-1	-1	-2

Esta tabla inicial es óptima por lo que la solución al primer nivel es:

$$d_1^- = 36$$

$$d_2^- = 16$$

$$Z_1 = d_1^+ + d_2^+ = 0$$

Ahora formulamos el modelo asociado con el nivel de prioridad 2:

$$\text{Min } Z_2 = P_2 d_3^-$$

Sujeto a:

$$4x_1 + 3x_2 + d_1^- - d_1^+ = 36$$

$$x_1 + 2x_2 + d_2^- - d_2^+ = 16$$

$$5x_1 + 4x_2 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

$$d_1^+ + d_2^+ = 0$$

$$x_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

Las dos primeras restricciones corresponden a la prioridad 1, la tercera restricción a la prioridad 2, y la cuarta restricción se impone para evitar la degradación de la solución anteriormente obtenida para la prioridad 1.

Esta última restricción se puede eliminar debido a que:

$$d_1^+ + d_2^+ = 0$$

por lo que también  $d_1^+$  y  $d_2^+$  se pueden eliminar del modelo (Regla Auxiliar) obteniendo el siguiente modelo simplificado asociado con el nivel de prioridad 2:

$$\text{Min } Z_2 = P_2 d_3^-$$

Sujeto a:

$$4X_1 + 3X_2 + d_1^- = 36$$

$$X_1 + 2X_2 + d_2^- = 16$$

$$5X_1 + 4X_2 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

$$X_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

			0	0	0	0	1	0	Columna de Ver.
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_3^-$	$d_3^+$	
0	$d_1^-$	36	4	3	1	0	0	0	44
0	$d_2^-$	16	1	2	0	1	0	0	20
1	$d_3^-$	20	5	4	0	0	1	-1	29
		20	5	4	0	0	0	-1	28

			0	0	0	0	1	0	Columna de Ver.
C	B	b	$X_1$	$X_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_3^-$	$d_3^+$	
0	$d_1^-$	20	0	-1/5	1	0	-4/5	4/5	104/5
0	$d_2^-$	12	0	6/5	0	1	-1/5	1/5	71/5
0	$X_1$	4	1	4/5	0	0	1/5	-1/5	29/5
		0	0	0	0	0	-1	0	-1

La solución al segundo nivel es:

$$x_1 = 4 \quad d_1^- = 20$$

$$d_2^- = 12$$

$$z_2 = d_3^- = 0$$

Observamos que en la tabla final el  $Z_j - C_j$  de la variable no básica  $d_3^-$  es negativo y por lo tanto se desecha con su correspondiente columna para no violar la solución (Regla Auxiliar).

Por lo tanto el modelo simplificado asociado con el nivel de --- prioridad 3 es el siguiente:

$$\text{Min } Z_3 = P_3 d_4^+$$

Sujeto a:

$$- 1/5 x_2 + d_1^- + 4/5 d_3^+ = 20$$

$$6/5 x_2 + d_2^- + 1/5 d_3^+ = 12$$

$$x_1 + 4/5 x_2 - 1/5 d_3^+ = 4$$

$$x_2 + d_4^- - d_4^+ = 4$$

$$x_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

			0	0	0	0	0	0	1	
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_4^-$	$d_3^+$	$d_4^+$	Columna de Ver.
0	$d_1^-$	20	0	-1/5	1	0	0	4/5	0	108/5
0	$d_2^-$	12	0	6/5	0	1	0	1/5	0	72/5
0	$x_1$	4	1	4/5	0	0	0	-1/5	0	28/5
0	$d_4^-$	4	0	1	0	0	1	0	-1	5
		0	0	0	0	0	0	0	-1	-1

La solución al tercer nivel es:

$$x_1 = 4 \quad d_1^- = 20 \quad d_4^- = 4$$

$$d_2^- = 12$$

$$z_3 = d_4^+ = 0$$

Aplicando la Regla Auxiliar a esta tabla óptima se desecha la variable  $d_4^+$ .

El modelo simplificado asociado con el nivel de prioridad 4 es el siguiente:

$$\text{Min } z_4 = P_4 d_5^+$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned}
 -1/5 x_2 + d_1^- + 4/5 d_3^+ &= 20 \\
 6/5 x_2 + d_2^- + 1/5 d_3^+ &= 12 \\
 x_1 + 4/5 x_2 - 1/5 d_3^+ &= 4 \\
 x_2 + d_4^- &= 4 \\
 x_1 + 3 x_2 + d_5^- - d_5^+ &= 3
 \end{aligned}$$

$$x_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

			0	0	0	0	0	0	0	1	
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_4^-$	$d_5^-$	$d_3^+$	$d_5^+$	Columna de Ver.
0	$d_1^-$	20	0	-1/5	1	0	0	0	4/5	0	108/5
0	$d_2^-$	12	0	6/5	0	1	0	0	1/5	0	72/5
0	$x_1$	4	1	4/5	0	0	0	0	-1/5	0	28/5
0	$d_4^-$	4	0	1	0	0	1	0	0	0	6
0	$d_5^-$	3	1	3	0	0	0	1	0	-1	7
			0	0	0	0	0	0	0	-1	-1

Reestableciendo el vector unitario  $x_1$  por medio de operaciones matriciales, obtenemos la siguiente tabla:

		0	0	0	0	0	0	0	0	1	Columna de Ver.
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_4^-$	$d_5^-$	$d_3^+$	$d_5^+$	
0	$d_1^-$	20	0	-1/5	1	0	0	0	4/5	0	108/5
0	$d_2^-$	12	0	6/5	0	1	0	0	1/5	0	72/5
0	$x_1$	4	1	4/5	0	0	0	0	-1/5	0	28/5
0	$d_4^-$	4	0	1	0	0	1	0	0	0	6
0	$d_5^-$	-1	0	11/5	0	0	0	1	1/5	-1	7/5
		0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1

Como la solución es óptima pero no factible, aplicamos el método dual simplex obteniendo la siguiente tabla óptima:

		0	0	0	0	0	0	0	0	1	Columna de Ver.
C	B	b	$x_1$	$x_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_4^-$	$d_5^-$	$d_3^+$	$d_5^+$	
0	$d_1^-$	20	0	-1/5	1	0	0	0	4/5	0	108/5
0	$d_2^-$	12	0	6/5	0	1	0	0	1/5	0	72/5
0	$x_1$	4	1	4/5	0	0	0	0	-1/5	0	28/5
0	$d_4^-$	4	0	1	0	0	1	0	0	0	6
1	$d_5^+$	1	0	-11/5	0	0	0	-1	-1/5	1	-7/5
		1	0	-11/5	0	0	0	-1	-1/5	0	-12/5



La solución al cuarto y último nivel es:

$$\begin{aligned} x_1 &= 4 & d_1^- &= 20 & d_4^- &= 4 \\ & & d_2^- &= 12 & d_5^+ &= 1 \\ z_4 &= d_5^+ & & & &= 1 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la solución al modelo completo de Programación de Metas es:

$$\begin{aligned} x_1 &= 4 & d_1^- &= 20 & d_1^+ &= 0 \\ x_2 &= 0 & d_2^- &= 12 & d_2^+ &= 0 \\ & & d_3^- &= 0 & d_3^+ &= 0 \\ & & d_4^- &= 4 & d_4^+ &= 0 \\ & & d_5^- &= 0 & d_5^+ &= 1 \end{aligned}$$

con una desviación total de:

$$\begin{aligned} z^0 &= z_1 + z_2 + z_3 + z_4 \\ &= 0 + 0 + 0 + d_5^+ \\ z^0 &= d_5^+ = 1 \end{aligned}$$

Información que se obtiene de las tablas SLGP:

1) Infactibilidad. Recordando la definición de factibilidad,-

veamos que ninguna solución para el modelo de Programación de Metas puede ser infactible, dado que con la introducción de variables de desviación de metas (tanto para las restricciones de recursos como administrativas), ninguna solución básica puede contener una variable negativa.

- 2) Solución No Implementable. Si cuando se aplica el algoritmo SLGP,  $Z_1$  toma un valor positivo, el problema no tiene solución que satisfaga las restricciones de recursos con prioridad 1.

De todos modos el programa final nos indicará la solución que está más cerca de ser implementada y utilizando el análisis de sensibilidad se podrán determinar qué restricciones se deben modificar para obtener una solución implementable.

- 3) Solución Infinita. Ningún problema de Programación de Metas puede ser infinito porque los niveles de aspiración están asociados con cada objetivo. Entonces, o se satisfacen estos niveles, o se acerca lo más posible a satisfacerlos.

- 4) Solución Óptima Alternativa. Es aquella que produce varios vectores  $Z^0$  idénticos. La existencia de soluciones óptimas alternativas se detecta en la tabla óptima para la última prioridad, de la misma manera que en Programación Lineal convencional.

Esto es: si cualquier  $Z_j - C_j$  de una variable no básica toma un valor de cero en la tabla óptima, entonces existen so

luciones óptimas alternativas.

El algoritmo de las dos fases que se presenta a continuación, es tá mejor estructurado y requiere menos trabajo de cómputo, por lo que puede ser de mayor utilidad para nuestro estudio.

#### 6.4 SELECCION NUMERICA POR EL ALGORITMO DE LAS DOS FASES CON DOS O MAS NIVELES DE META

Este algoritmo de Programación de Metas es una variación del método simplex explicado en el inciso 4.3 de esta Tesis, cuya variante radica fundamentalmente en la elección de los vectores que entran a la base en cada iteración.

Este variante surge debido a la existencia de los diferentes niveles de prioridad, ya que el procedimiento de solución de las dos fases en Programación de Metas encuentra un grupo de soluciones óptimas factibles para el subproblema que se encuentra en el primer nivel de prioridad, después, con este grupo de soluciones, encuentra otro subgrupo de soluciones óptimas para los subproblemas que se encuentran en el segundo nivel de prioridad y así sucesivamente.

La estructura de la tabla inicial que se utiliza en este algoritmo es la siguiente:

Disponibilidad de Recursos y/o Niveles de Aspiración

Prioridades

$P_K$	$P_2$	$P_1$	$\theta$
$U_{1K} \dots U_{12} U_{11}$	$d_1^-$	$g_1$	$a_{11} \dots a_{1n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$U_{mK} \dots U_{m2} U_{m1}$	$d_m^-$	$g_m$	$a_{m1} \dots a_{mn}$

Variables Básicas

$P_K$	$w_{K1} \dots w_{Kn}$	$w_{Kn+1} \dots w_{Kn+m}$	$w_{Kn+m+1} \dots w_{Kn+2m}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$P_1$	$w_{11} \dots w_{1n}$	$w_{1n+1} \dots w_{1n+m}$	$w_{1n+m+1} \dots w_{1n+2m}$
$G$	$X_1 \dots X_n$	$d_1^- \dots d_m^-$	$d_1^+ \dots d_m^+$
$g_1$	$a_{11} \dots a_{1n}$	$1 \dots 0$	$-1 \dots 0$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$g_m$	$a_{m1} \dots a_{mn}$	$0 \dots 1$	$0 \dots -1$
$P_1$	$Z_1$	$R_{11} \dots R_{1n}$	$0 \dots 0$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$P_K$	$Z_K$	$R_{K1} \dots R_{Kn}$	$0 \dots 0$
			$R_{1n+m+1} \dots R_{1n+2m}$
			$\vdots$
			$R_{Kn+m+1} \dots R_{Kn+2m}$

Variables de Decisión y Desviación en Exceso y Defecto

Coefficientes en las Restricciones

Indicadores de Optimalidad

donde:

$U_{ik}$  = Factor de peso para la variable básica en la  $f_i$   
la  $i$  en el nivel de prioridad  $k$

$W_{ks}$  = Factor de peso para la variable no básica en la  
columna  $s$  en el nivel de prioridad  $k$

$$Z_k = \sum_{i=1}^K U_{ik} \cdot g_i \quad \text{para } i = 1, \dots, m$$

$R_{ks}$  = Indicador de optimalidad ( $Z_j - C_j$ ) para la variable no básica en la columna  $s$  en el nivel de prioridad  $k$

Se desarrollará este algoritmo mediante la solución del siguiente modelo:

$$\text{Min } Z = P_1 (d_1^+ + d_2^+) + P_2 (d_3^- + 2d_4^-) + P_3 d_4^+$$

Sujeto a:

$$x_1 + 2x_2 + d_1^- - d_1^+ = 4$$

$$4x_1 + 3x_2 + d_2^- - d_2^+ = 12$$

$$x_1 + x_2 + d_3^- - d_3^+ = 8$$

$$x_1 + d_4^- - d_4^+ = 2$$

$$x_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

Peso 1

Construir una tabla inicial donde se utilizan los  $d_k^-$  como variables básicas. Establecer  $k = 1$  y continuar con el paso 2. -----  
 TABLA 1.

Nótese que las variables de desviación que no aparecen en la función objetivo tienen un factor de peso igual a cero, mientras que las que sí aparecen tienen un factor de peso igual a 1 (de acuerdo a la ponderación que se les asignó) en el nivel de prioridad que les corresponde.

El factor de peso que acompaña a  $d_4^-$  en el segundo nivel de prioridad de la función objetivo es igual a 2 y nos indica que se desea minimizar el doble de  $d_4^-$ .

Peso 2

Verificar si en el  $k$ -ésimo renglón de indicadores de optimalidad existe algún  $R_{ks}$  positivo. Si no existe se ha encontrado la solución para el  $k$ -ésimo nivel de prioridad y se continúa con el paso 3.

Si existe algún  $R_{ks}$  mayor que cero en el  $k$ -ésimo renglón, seleccionamos los vectores que entran y salen de la base de igual manera que en Programación Lineal convencional y se realizan las iteraciones correspondientes para la Programación de Metas por el algoritmo de las dos fases (es decir, separando los índices por prioridades como en la tabla inicial).

Si existe empate entre los  $R_{ks}$  de la  $k$ -ésima prioridad, para -

decidir el vector que sale de la base se analizan los coeficientes de los  $R_{kS}$  de los siguientes niveles de prioridad y el que tenga mayor coeficiente es el que se escoge. Si el empate persiste, éste se rompe arbitrariamente.

Como podemos observar en la tabla 1, las condiciones de optimalidad están satisfechas para el primer nivel de prioridad por lo que es necesario continuar con el paso 3.

### Paso 3

Establecer  $k = k + 1$ . Si  $k > K$  entonces la solución actual representa la solución óptima para el modelo. Si  $k \leq K$  entonces se establecen los  $R_{kS}$  para la prioridad  $k$  y se regresa al paso 2.

El procedimiento termina cuando no existen valores positivos de los  $R_{kS}$  sin elementos negativos arriba de ellos (es decir, en niveles de meta más altos en esa columna), ya que esto indica que la introducción de esta meta violaría otra con mayor prioridad.

En nuestro ejemplo establecemos  $k = 2$ , como  $k < K$  ( $2 < 3$ ) entonces escogemos el  $R_{2S}$  más positivo de la tabla 1 (es decir 3), por lo que  $X_1$  es el vector que entra a la base y  $d_1$  el vector que sale, dando como resultado la TABLA 2.

Como esta solución no es óptima para  $k = 2$  realizamos las iteraciones correspondientes y las tablas resultantes son la TABLA 3 y la TABLA 4.

				P <sub>3</sub>											1		
				P <sub>2</sub>					1	2							
				P <sub>1</sub>							1	1					
P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	B	G	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	d <sub>2</sub> <sup>+</sup>	d <sub>3</sub> <sup>+</sup>	d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Columna de Ver.		
			d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	4	1	2	1							-1	7		
			d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	12	4	3		1						-1	19		
	1		d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8	1	1			1					-1	10		
	2		d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2	①					1				-1	3		
			P <sub>1</sub>	0							-1	-1			-2		
			P <sub>2</sub>	12	3	1							-1	-2	13		
			P <sub>3</sub>	0										-1	-1		

TABLA 1





			P <sub>3</sub>												1		
			P <sub>2</sub>												1	2	
			P <sub>1</sub>												1	1	
P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	B	G	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	d <sub>2</sub> <sup>+</sup>	d <sub>3</sub> <sup>+</sup>	d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Columna de Ver.		
			X <sub>2</sub>	1		1	1/2			-1/2	-1/2			1/2	2		
			d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1			-3/2	1		-5/2	3/2	-1		5/2	1		
	1		d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5			-1/2		1	-1/2	1/2		-1	1/2	5		
			X <sub>1</sub>	2	1					1				-1	3		
			P <sub>1</sub>	0							-1	-1			-2		
			P <sub>2</sub>	5			-1/2			-5/2	1/2		-1	1/2	2		
			P <sub>3</sub>	0										-1	-1		

TABLA 3

				$P_3$											1			
				$P_2$					1	2								
				$P_1$							1	1						
$P_3$	$P_2$	$P_1$	0	0	$X_1$	$X_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_3^-$	$d_4^-$	$d_1^+$	$d_2^+$	$d_3^+$	$d_4^+$	Columna de Ver.			
			$X_2$	4/5	1	4/5	-1/5				-4/5	1/5			9/5			
1			$d_4^+$	2/5		-3/5	2/5		-1	3/5	-2/5		1		2/5			
	1		$d_3^-$	24/5		-1/5	-1/5	1		1/5	1/5	-1			24/5			
			$X_1$	12/5	1	-3/5	2/5			3/5	-2/5				17/5			
			$P_1$	0						-1	-1				-2			
			$P_2$	24/5		-1/5	-1/5		-2	1/5	1/5	-1			9/5			
			$P_3$	2/5		-3/5	2/5		-1	3/5	-2/5		0		-3/5			

TABLA 4

La tabla 4 no es óptima para  $k = 2$  ya que existen indicadores mayores que cero, pero como estos indicadores tienen números negativos arriba de ellos, esta tabla muestra la solución óptima para el modelo de Programación de Metas.

Por lo tanto, la solución al modelo está dada por:

$$\begin{array}{rcl}
 x_1 & = & 12/5 \\
 x_2 & = & 4/5 \\
 z^0 & = & 26/5
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 d_1^- & = & 0 \\
 d_2^- & = & 0 \\
 d_3^- & = & 24/5 \\
 d_4^- & = & 0
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 d_1^+ & = & 0 \\
 d_2^+ & = & 0 \\
 d_3^+ & = & 0 \\
 d_4^+ & = & 2/5
 \end{array}$$

Lo cual significa que la desviación total mínima que se puede obtener es de  $26/5$  con  $x_1 = 12/5$  y  $x_2 = 4/5$ .

Regla para la Columna que Sale. Dada una tabla de algoritmo de dos fases con dos o más niveles de meta que es óptima para las prioridades que están en consideración (es decir, no hay valores positivos de los  $R_{ks}$  sin elementos negativos arriba de ellos), cualquier variable no básica y columna asociada puede ser eliminada (las variables se pueden considerar cero permanentemente y las columnas se pueden quitar de la tabla) si su vector asociado tiene como su primer elemento no cero, un valor negativo.

Otras consideraciones en el empleo del Algoritmo de las dos Fases con dos o más niveles de Meta:

- 1) Valores Negativos en el Lado Derecho de las Metas. La forma del algoritmo de dos fases con dos o más niveles de meta que hemos presentado, requiere que todos los valores del lado derecho de las restricciones sean no negativos.

Este requerimiento se satisface multiplicando las restricciones o metas que tengan valores negativos del lado derecho por  $(-1)$ , lo que cambia a positivo el valor de las desigualdades. Finalmente se agregan las variables de desviación a la meta actual y si por ejemplo deseáramos minimizar  $d_k^-$ , al tomar la meta actual será  $d_k^+$  la que se minimice.

- 2) Soluciones Óptimas Alternativas. La existencia de soluciones óptimas alternativas se indica en la tabla final por la existencia de alguna columna de variables no básicas, en la cual todos los  $R_{ks}$  son iguales a cero.

- 3) Soluciones No Implementables. A pesar de que una solución de Programación de Metas nunca será infactible, puede ser no implementable.

Esto es, cuando existen restricciones de recursos que no se satisfacen. Cuando nos encontramos en esta situación, quiere decir que se deben modificar estas restricciones para poder implementar el modelo. En la tabla esto se identifica cuando existe algún  $R_{ks} > 0$  en la tabla final para  $k = 1$ .

## 6.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA PROGRAMACION DE METAS

Al igual que en Programación Lineal al resolver un modelo de Programación de Metas, la solución que se obtiene es óptima sólo con respecto al modelo en sí y no necesariamente con respecto al problema real, ya que al construir dicho modelo se han hecho ciertas suposiciones que pueden o no afectar la validez de la solución que se obtuvo.

Por lo tanto, más importante que la solución del modelo, es cualquier información que nos permita improvisar el sistema, por ejemplo:

- 1) Qué instalaciones y/o productos pueden ser descontinuados.
- 2) Cuánto se puede ganar o perder por la adquisición de recursos adicionales.
- 3) Qué impacto tendría el aumento de la inflación y/o las tasas de interés.

El Análisis de Sensibilidad nos da un procedimiento sistemático para analizar estos cambios, por lo que se considera la fase más importante para la toma de una decisión.

A continuación se analizan los principales cambios en los modelos de Programación de Metas, para lo cual considerese nuevamente el modelo de la sección 6.4:

$$\text{Min } Z = P_1 (d_1^+ + d_2^+) + P_2 (d_3^- + 2d_4^-) + P_3 d_4^+$$

Sujeto a:

$$x_1 + 2x_2 + d_1^- - d_1^+ = 4$$

$$4x_1 + 3x_2 + d_2^- - d_2^+ = 12$$

$$x_1 + x_2 + d_3^- - d_3^+ = 8$$

$$x_1 + d_4^- - d_4^+ = 2$$

$$x_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

#### Cambios en los factores de Prioridad

- a) Cuando el factor de prioridad que varía corresponde a una variable de desviación básica, la desviación que puede existir para que la solución siga siendo óptima, se determina mediante la resolución de un conjunto de desigualdades generado por los nuevos  $R_{ks}$  correspondientes a las variables no básicas, cuyo factor de prioridad se modifica satisfaciendo las condiciones de optimalidad.

Si la desviación que sufre el factor de prioridad se encuentra dentro del rango obtenido, la solución continúa siendo óptima y únicamente se modifican los  $R_{ks}$  correspondientes a las variables no básicas cuyo factor de prioridad se modificó. Si no se encuentra dentro del rango será necesario seguir iterando hasta satisfacer la condición de optimalidad.

Si se desea conocer la desviación que puede sufrir el factor de

prioridad de  $d_3^-$  se tiene:

$$R_{2,9} = (1+\Delta_2)(-1) - (0) \leq 0$$

$$\Delta_2 \geq -1$$

$$R_{2,3} = (1+\Delta_2)(-1/5) - (0) \leq 0$$

$$\Delta_2 \geq -1$$

$$R_{2,4} = (1+\Delta_2)(-1/5) - (0) \leq 0$$

$$\Delta_2 \geq -1$$

$$R_{2,6} = (1+\Delta_2)(0) - (2) \leq 0$$

$$-2 \leq 0$$

por lo tanto:

$$-1 \leq \Delta_2 \leq \infty$$

El factor de prioridad de  $d_3^-$  puede tomar cualquier valor mayor o igual a cero satisfaciendo la condición de optimalidad.

- b) Cuando el factor de prioridad corresponde a una variable de desviación no básica, las desigualdades originadas por las condiciones de optimalidad de sus  $R_{ks}$  correspondientes, - determinan el cambio que dicho factor puede sufrir sin alterar la solución óptima.

En nuestro ejemplo, si se desea conocer el rango del factor de -



prioridad de  $d_4^-$  se tiene:

$$R_{2,6} = -(2+\Delta_2) \leq 0$$

$$\Delta_2 \geq -2$$

por lo tanto:

$$-2 \leq \Delta_2 \leq \infty$$

Esto indica que el factor de  $d_4^-$  puede tomar cualquier valor mayor o igual a cero satisfaciendo las condiciones de optimalidad.

- c) Cuando se realizan cambios simultáneos, tanto en variables de desviación básicas como no básicas, éstos se pueden tratar combinando los dos procedimientos anteriores.

En nuestro ejemplo, si se desean conocer las desviaciones simultáneas de los factores de prioridad de  $d_1^+$  y de  $d_3^-$ , las condiciones de optimalidad estarían dadas por:

$$R_{1,7} = (0) - (1+\Delta_1) \leq 0$$

$$R_{2,7} = (1+\Delta_2)(1/5) - (1+\Delta_1) \leq 0$$

$$R_{2,9} = (1+\Delta_2)(-1) - (0) \leq 0$$

$$R_{2,3} = (1+\Delta_2)(-1/5) - (0) \leq 0$$

$$R_{2,4} = (1+\Delta_2)(-1/5) - (0) \leq 0$$

$$R_{2,6} = (1+\Delta_1)(0) - (2) \leq 0$$

de las cuales obtenemos las siguientes desigualdades:

$$\Delta_1 \geq -1$$

$$\Delta_2 \geq -1$$

$$\Delta_2 - 5\Delta_1 \leq 4$$

En nuestro ejemplo si  $\Delta_1 = 2$  y  $\Delta_2 = 4$ , los nuevos  $R_{ks}$  serían:

$$R_{1,7} = (0) - (1+2) = -3$$

$$R_{2,7} = (1+4)(1/5) - (1+2) = -2$$

$$R_{2,9} = (1+4)(-1) - (0) = -5$$

$$R_{2,3} = (1+4)(-1/5) - (0) = -1$$

$$R_{2,4} = (1+4)(-1/5) - (0) = -1$$

$$R_{2,6} = (1+2)(0) - (2) = -2$$

Esta solución es óptima ya que los  $R_{ks} \leq 0$ .

#### Cambios en los Niveles de Aspiración

Cuando se sufre un cambio en la columna  $g_1, g_2, \dots, g_m$  se multiplica la matriz que forman las variables básicas iniciales en la tabla final por los nuevos valores de  $g_1$  y se obtiene el rango deseado resolviendo el conjunto de desigualdades generadas para satisfacer

la condición de factibilidad (es decir  $g_1 \geq 0$ ).

Si se desea conocer la factibilidad de  $g_2$  en nuestro ejemplo, se tiene:

$$\begin{pmatrix} 4/5 & -1/5 & 0 & 0 \\ -3/5 & 2/5 & 0 & -1 \\ -1/5 & -1/5 & 1 & 0 \\ -3/5 & 2/5 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 \\ 12 + \Delta_2 \\ 8 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4/5 - 1/5\Delta_2 \\ 2/5 + 2/5\Delta_2 \\ 24/5 - 1/5\Delta_2 \\ 12/5 + 2/5\Delta_2 \end{pmatrix}$$

donde:

$$4/5 - 1/5\Delta_2 \geq 0 \longrightarrow \Delta_2 \leq 4$$

$$2/5 + 2/5\Delta_2 \geq 0 \longrightarrow \Delta_2 \geq -1$$

$$24/5 - 1/5\Delta_2 \geq 0 \longrightarrow \Delta_2 \leq 24$$

$$12/5 + 2/5\Delta_2 \geq 0 \longrightarrow \Delta_2 \geq -6$$

por lo tanto:

$$-1 \leq \Delta_2 \leq 4$$

Es decir,  $g_2$  puede tomar cualquier valor entre 11 y 16 sin violar la condición de factibilidad.

Al igual que en Programación Lineal, si el valor de  $g_2$  no está dentro de estos límites, se debe utilizar el algoritmo simplex dual para Programación de Metas y así poder obtener la solución factible óptima.

Los pasos del algoritmo simplex dual para Programación de Metas son los siguientes:

- 1) Para emplear este algoritmo el problema debe ser óptimo de acuerdo con los valores de los indicadores (es decir, el elemento no cero más alto en cada columna de indicadores no debe ser positivo) y al menos un elemento de  $g_1$  debe ser negativo.
- 2) La variable que sale de la base es la variable básica que tiene el valor de  $g$  más negativo.
- 3) Se determinan las columnas asociadas con los coeficientes no positivos de las variables no básicas del renglón que sale de la base, realizando los cocientes entre los  $R_{kg}$  y los coeficientes no positivos de dichas columnas para cada nivel de prioridad  $k$ , ordenando estas razones del mayor al menor nivel de prioridad.

Si todos los denominadores son cero o positivos el problema no tiene ninguna solución factible.

- 4) La variable que entra a la base es aquella cuyo cociente sea el mínimo con respecto a las otras columnas en el  $k$ -ésimo nivel de prioridad. Es decir  $r_1$  es preferible a  $r_2$  si:

$$r_{k,1} < r_{k,2}$$

- 5) Repetir desde el paso 2 al 4 hasta que las  $g_1$  sean no negativas.

### Cambios en los coeficientes de las Variables No Básicas en las - Restricciones y Adición de una Nueva Variable

Para obtener los valores de estos coeficientes en la tabla óptima actual, se multiplica la matriz que forman las variables básicas - iniciales en la tabla final por los nuevos valores de  $a_{ij}$ . Se verifica si la solución sigue siendo la óptima y si no se continúa iterando hasta encontrar la solución deseada.

Ahora bien, si se agregara una nueva variable de manera que el - modelo fuera:

$$\text{Min } Z = P_1 (d_1^+ + d_2^+) + P_2 (d_3^- + 2d_4^-) + P_3 d_4^+$$

Sujeto a:

$$X_1 + 2X_2 + 3X_3 + d_1^- - d_1^+ = 4$$

$$4X_1 + 3X_2 + X_3 + d_2^- - d_2^+ = 12$$

$$X_1 + X_2 + 2X_3 + d_3^- - d_3^+ = 8$$

$$X_1 + d_4^- - d_4^+ = 2$$

$$X_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

Los valores de la nueva variable  $X_3$  en la tabla final estarían - dados por:

$$\begin{pmatrix} 4/5 & -1/5 & 0 & 0 \\ -3/5 & 2/5 & 0 & -1 \\ -1/5 & -1/5 & 1 & 0 \\ -3/5 & 2/5 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11/5 \\ -7/5 \\ 6/5 \\ -7/5 \end{pmatrix}$$

donde:

$$R_{1,11} = (0) - (0) = 0$$

$$R_{2,11} = (1)(6/5) - (0) = 6/5$$

$$R_{3,11} = (1)(-7/5) - (0) = -7/5$$

Esta solución no es óptima ya que  $R_{1,11} = 0$  y  $R_{2,11} > 0$ , por lo tanto se continúa iterando hasta encontrar la solución óptima.

#### Adición de una Nueva Meta

Para poder agregar una meta en el modelo, es necesario que esta meta sea compatible con cualquier otra meta que se encuentre en el mismo nivel de prioridad.

Los pasos a seguir son:

- 1) Comprobar si la solución actual satisface a la nueva meta.- Si es así, la solución actual es factible. Si no ve al paso 2.

La solución óptima de nuestro ejemplo es:

$$x_1 = 12/5$$

$$x_2 = 4/5$$

con sus respectivas variables de desviación. Si queremos agregar la meta:

$$4x_1 + 6x_2 + d_5^- - d_5^+ = 10$$

con  $d_5^-$  en la segunda prioridad, ésta no se satisface con la solución actual ya que:

$$4(12/5) + 6(4/5) \neq 10$$

y por lo tanto es infactible.

- 2) Si la nueva meta no se satisface con la solución actual, se añade en la tabla final con sus correspondientes variables de desviación. TABLA 5.
- 3) Para las variables que están en la solución básica sus coeficientes en la restricción adicional deben ser 0. Esto se logra reestableciendo los vectores unitarios por medio de operaciones matriciales.

En este caso añadimos  $(-4)(x_1) + (-6)(x_2)$  a la ecuación  $d_5^-$  obteniendo así la TABLA 6.

			$P_3$											$1$			
			$P_2$											$1$			
			$P_1$											$1$			
$P_3$	$P_2$	$P_1$	$\theta$	$G$	$x_1$	$x_2$	$d_1^-$	$d_2^-$	$d_3^-$	$d_4^-$	$d_5^-$	$d_1^+$	$d_2^+$	$d_3^+$	$d_4^+$	$d_5^+$	Columna de Ver.
			$x_2$	$4/5$		$1$	$4/5$	$-1/5$				$-4/5$	$1/5$				$9/5$
			$d_4^+$	$2/5$			$-3/5$	$2/5$		$-1$		$3/5$	$-2/5$		$1$		$2/5$
			$d_3^-$	$24/5$			$-1/5$	$-1/5$	$1$			$1/5$	$1/5$	$-1$			$24/5$
			$x_1$	$12/5$		$1$	$-3/5$	$2/5$				$3/5$	$-2/5$				$17/5$
			$d_5^-$	$10$		$4$	$6$				$1$					$-1$	$20$
			$P_1$									$-1$	$-1$				$-2$
			$P_2$	$74/5$		$4$	$6$	$-1/5$	$-1/5$	$-2$		$1/5$	$1/5$	$-1$		$-1$	$124/5$
			$P_3$	$2/5$			$-3/5$	$2/5$	$-1$			$3/5$	$-2/5$				$-3/5$

TABLA 5



			P <sub>3</sub>						1								
			P <sub>2</sub>	1 2 1													
			P <sub>1</sub>						1 1								
P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	B	G	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	d <sub>5</sub> <sup>-</sup>	d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	d <sub>2</sub> <sup>+</sup>	d <sub>3</sub> <sup>+</sup>	d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	d <sub>5</sub> <sup>+</sup>	Columna de Ver.
			X <sub>2</sub>	4/5		1	4/5	-1/5				-4/5	1/5				9/5
1			d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2/5			-3/5	2/5		-1		3/5	-2/5		1		2/5
	1		d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24/5			-1/5	-1/5	1			1/5	1/5	-1			24/5
			X <sub>1</sub>	12/5	1		-3/5	2/5				3/5	-2/5				17/5
		1	d <sub>5</sub> <sup>-</sup>	-22/5			-12/5	-2/5			1	12/5	2/5		⊖1		-22/5
			P <sub>1</sub>									-1	-1				-2
			P <sub>2</sub>	2/5			-13/5	-3/5		-2		13/5	3/5	-1		-1	-18/5
			P <sub>3</sub>	2/5			-3/5	2/5		-1		3/5	-2/5				-3/5

TABLA 6

- 4) Si la solución no es factible, se puede obtener la nueva solución óptima aplicando el método dual simplex.

La variable que sale es  $d_5^-$  ya que tiene el valor más negativo y la variable que entra se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} R_{1,3} &= 0 / -12/5 = 0 \\ R_{2,3} &= -13/5 / -12/5 = 13/12 \\ R_{3,3} &= -3/5 / -12/5 = 1/4 \\ r_3 &= (0, 13/12, 1/4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{1,4} &= 0 / -2/5 = 0 \\ R_{2,4} &= -3/5 / -2/5 = 3/2 \\ R_{3,4} &= 2/5 / -2/5 = -1 \\ r_4 &= (0, 3/2, -1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{1,12} &= 0 / -1 = 0 \\ R_{2,12} &= -1 / -1 = 1 \\ R_{3,12} &= 0 / -1 = 0 \\ r_{12} &= (0, 1, 0) \end{aligned}$$

Por lo tanto  $d_5^+$  es la variable que entra ya que corresponde al valor más pequeño entre los  $R_{k,s}$  y los coeficientes de las variables no positivas ( $r_{12}$ ). TABLA 7.

			P <sub>3</sub>											1			
			P <sub>2</sub>						1	2	1						
			P <sub>1</sub>											1	1		
P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	B	G	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	d <sub>5</sub> <sup>-</sup>	d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	d <sub>2</sub> <sup>+</sup>	d <sub>3</sub> <sup>+</sup>	d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	d <sub>5</sub> <sup>+</sup>	Columna de Ver.
			X <sub>2</sub>	4/5		1	4/5	-1/5				-4/5	1/5				9/5
1			d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2/5			-3/5	2/5		-1		3/5	-2/5		1		2/5
	1		d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24/5			-1/5	-1/5	1			1/5	1/5	-1			24/5
			X <sub>1</sub>	12/5	1		-3/5	2/5				3/5	-2/5				17/5
			d <sub>5</sub> <sup>+</sup>	22/5			12/5	2/5			-1	-12/5	-2/5			1	22/5
			P <sub>1</sub>									-1	-1				-2
			P <sub>2</sub>	24/5			-1/5	-1/5		-2	-1	1/5	1/5	-1			9/5
			P <sub>3</sub>	2/5			-3/5	2/5		-1		3/5	-2/5				-3/5

TABLA 7

La nueva solución es:

$$\begin{array}{rcl}
 x_1 & = & 12/5 \\
 x_2 & = & 0 \\
 d_1^- & = & 0 \\
 d_2^- & = & 0 \\
 d_3^- & = & 24/5 \\
 d_4^- & = & 0 \\
 d_5^- & = & 0 \\
 d_1^+ & = & 0 \\
 d_2^+ & = & 0 \\
 d_3^+ & = & 0 \\
 d_4^+ & = & 2/5 \\
 d_5^+ & = & 22/5
 \end{array}$$

con una desviación mínima de:

$$Z^0 = 26/5$$

por lo tanto, con esta solución podemos observar que se cumplen tres de las metas más importantes, sin embargo no permite que se alcance la meta:

$$d_3^- \text{ en } 24/5$$

que se encuentra en la segunda prioridad, y que se sobrepase la meta:

$$d_4^+ \text{ en } 2/5$$

que se encuentre en la tercera prioridad.

## 6.6 SELECCION DE PROYECTOS DE INVERSION POR PROGRAMACION DE METAS

La elaboración de un proyecto de inversión puede considerarse como una serie de actividades que dan como resultado la preparación de cierto número de estudios y documentos que permiten tomar ciertas decisiones.

Las principales características de un proyecto son múltiples y existen en distintas modalidades dependiendo de los recursos y necesidades de la empresa.

El objetivo de seleccionar entre diferentes alternativas, debe ser encontrar aquella solución al problema que satisfaga más ampliamente los requisitos establecidos en el proyecto.

En un proyecto son tres los elementos que intervienen para tomar una decisión:

- 1) Las posibles alternativas.
- 2) Los beneficios que se van a obtener.
- 3) Las dificultades de llevar a cabo o implantar una decisión.

Las alternativas son necesarias, ya que sin ellas sólo queda un camino que seguir y no hay posibilidad de escoger o decidir. Los beneficios que se piensan obtener están estrechamente ligados a las al-

ternativas, es decir, que cada beneficio es una función de su correspondiente alternativa. Finalmente, la dificultad de implementar cada alternativa debe ser una de las normas que se aplican en el proceso de decisión para poder seleccionar la que más se adapte a las posibilidades del proyecto.

El proceso de selección de proyectos consta de las siguientes fases:

- 1) Establecer las metas deseadas.
- 2) Desarrollar los planes de acción para lograr estas metas.
- 3) Determinar las erogaciones y el tiempo de lograr estas metas.
- 4) Controlar y valorar los proyectos.
- 5) Tomar la decisión e implementarla.

La empresa puede encontrarse ante diferentes tipos de situaciones las cuales dependen de la clase de proyectos a considerar. Los tipos más comunes son:

#### Proyectos Independientes

Son aquellos que compiten entre sí, de tal manera que la aceptación de uno de ellos no elimina a los otros de posterior consideración. Por ejemplo, si una empresa cuenta con fondos ilimitados para invertir, pueden ponerse en ejecución todos los proyectos independientes que cumplan con los criterios mínimos de inversión.

### Proyectos Mutuamente Excluyentes

Son aquellos que tienen la misma función. La aceptación de uno entre un grupo de proyectos, elimina a todos los demás proyectos del grupo sin ningún análisis posterior. Por ejemplo, si una empresa se viera enfrentada a tres formas de alcanzar su meta de incrementar la capacidad de producción, las tres alternativas se considerarían mutuamente excluyentes y la aceptación de la mejor alternativa eliminaría a las otras dos alternativas.

### Proyectos Contingentes

Son aquellos en donde la aceptación de uno trae como consecuencia la aceptación del otro. Por ejemplo, en una empresa se tienen tres proyectos, donde el tercer proyecto es contingente a la aceptación del primero.

Las restricciones más comunes que se pueden presentar para la elaboración del proyecto por Programación de Metas son las siguientes:

- 1) **Restricciones de Capital.** La disponibilidad de fondos para desembolsos capitalizables afecta el ambiente de decisiones de la empresa y cuando estos fondos disponibles para la inversión son insuficientes traerán como consecuencia el rechazo de algunos proyectos de un conjunto de ellos.
- 2) **Restricción de Utilidad.** Esta restricción se presenta debido a que la empresa no puede tener una ganancia terminal negativa. La empresa requiere de una ganancia terminal posi-

tiva mínima, cuyo nivel está relacionado con los niveles de dividendos pasados.

- 3) Restricción de Inventarios. Con esta restricción podemos mantener un nivel estable de inventarios, es decir, que la producción durante determinado tiempo, no sobrepase el importe del inventario inicial.
- 4) Restricciones de Capacidad. Cuando la capacidad de las plantas están limitadas a un cierto número de unidades y tiempo para elaborar cada producto, limitan el número de unidades de cada producto que la empresa puede elaborar.
- 5) Restricción en Enteros. Esta restricción se presenta cuando una o más de las variables que intervienen o se generan en el modelo tengan únicamente valores enteros.
- 6) Restricciones de No Negatividad. Estas restricciones se incluyen en Programación de Metas donde todas las variables de decisión y desviación deben ser no negativas. Esta restricción permite que el modelo se pueda resolver por medio de algoritmos matemáticos ya conocidos.

En el proceso de la construcción de un plan de utilidades es conveniente tomar en cuenta el uso del análisis del flujo de efectivo, resúmenes de ingresos, análisis del punto de equilibrio, razones financieras, análisis de costos diferidos y análisis de retornos sobre las utilidades, ya que nos proporcionan información importante para asesorar el impacto de distintos proyectos.



Además, con la Programación de Metas podemos determinar un plan-  
óptimo de actividades interdependientes, conforme a los recursos dis-  
ponibles, que satisfagan un conjunto de proyectos, así como también -  
poder evaluar los efectos financieros de las muchas alternativas que  
están en consideración.

## **CAPITULO VII**

**CASO**

**PRACTICO**

**CAPITULO VII****CASO PRACTICO**

Después de haber estudiado y analizado los capítulos anteriores, y teniendo una visión más precisa, elaboramos el siguiente caso práctico basado en datos reales de una Compañía Mexicana dedicada a la -- elaboración de productos de papel.

La finalidad de éste, es presentar en una forma clara y sencilla toda la información necesaria para la elaboración de un modelo de Programación de Metas tomando en cuenta la inflación, que en la actualidad es uno de los principales problemas a los que se enfrenta cualquier empresa.

## CIA. DE PAPEL, S. A.

7.1 CARACTERISTICAS GENERALES

La Cia. de Papel, S. A., es una empresa que ha operado desde --- 1983 y que se dedica a la producción y venta de productos de papel -- que se utilizan en varias industrias (principalmente las textiles).

La Compañía elabora 3 productos (para los cuales existen distintos tamaños) que se distribuyen en todo el territorio nacional.

Estos productos se fabrican bajo la dirección de un gerente de - planta, el cual es responsable de satisfacer las necesidades de ven- - tas, planificar la producción, controlar los inventarios, los costos, la calidad, planificar las utilidades y otras actividades de la plan- - ta. La fabricación de los productos es relativamente sencilla y las- - ventas siguen los patrones experimentados por el cliente principal.

La Compañía ha experimentado un crecimiento estable desde su ini- - cio, y las utilidades han sido un poco superior al promedio de la in- - dustria. El sistema de contabilidad está bien organizado y la estruc- - tura organizacional de la Compañía está fundamentada sobre una base - - sólida.

Con una economía tan cambiante como la que vivimos en la actuali- - dad, la empresa está preocupada por evaluar la factibilidad de alcan-

zar sus objetivos financieros en el presente año, por lo que ha requerido de una auditoría para el análisis de la situación actual, la evaluación y recomendaciones factibles que contribuyan al logro de sus objetivos.

Para ello, se han puesto a nuestra disposición los siguientes datos:

- Estado de Situación Financiera real al 31 de Diciembre de 1986 y proyectado al 31 de Diciembre de 1987.
- Estado de Resultados Comparativo para los Ejercicios de 1986 y 1987.
- Datos Financieros Adicionales.
- Datos Técnicos.
- Demanda pronosticada de cada producto elaborado por la Compañía para 1987.

## CIA. DE PAPEL, S. A.

## Estado de Situación Financiera Comparativo

al 31 de Diciembre de 1986 y 31 de Diciembre de 1987

(Millones de Pesos)

<u>ACTIVO</u>			<u>PASIVO</u>		
	REAL	PROYECTADO		REAL	PROYECTADO
<u>CIRCULANTE</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>CORTO PLAZO</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Caja y Bancos	430.0	657.0	Documentos por Pagar	790.4	1,306.3
Documentos por Cobrar	883.5	1,725.0	Acreedores Diversos	467.2	1,000.5
Inventarios	514.5	1,101.0	Total	1,257.6	2,306.8
Total	1,828.0	3,483.0			
			<u>CREDITOS DIFERIDOS</u>	42.0	39.5
			Total Pasivo	1,299.6	2,346.3
<u>FIJO</u>					
Mobiliario y Equipo	5,000.0	5,000.0	<u>CAPITAL CONTABLE</u>		
Depreciación	1,900.0	2,400.0	Capital Social	2,500.0	2,500.0
Total	3,100.0	2,600.0	Utilidades Acumuladas	866.3	1,320.8
Otros Activos	175.0	465.0	Utilidades del Ejercicio	478.4	567.3
			Reserva Legal	45.7	69.6
<u>CARGOS DIFERIDOS</u>	87.0	256.0	Total Capital	3,890.4	4,457.7
TOTAL ACTIVO	<u>5,190.0</u>	<u>6,804.0</u>	TOTAL PASIVO + CAPITAL	<u>5,190.0</u>	<u>6,804.0</u>

CIA. DE PAPEL, S. A.

Estado de Resultados Comparativo  
 por los Ejercicios de 1986 y 1987  
 (Millones de Pesos)

	REAL	PROYECTADO
	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Ventas Netas	11,188.5	12,144.0
Costo de Ventas	<u>8,959.5</u>	<u>9,256.5</u>
UTILIDAD BRUTA	2,229.0	2,877.5
Gastos de Venta y Administración	<u>1,218.0</u>	<u>1,662.0</u>
UTILIDAD DE OPERACION	1,011.0	1,225.5
Otros Ingresos y Gastos	15.0	43.5
UTILIDAD ANTES DE I.S.R. Y P.T.U.	<u>996.0</u>	<u>1,182.0</u>
Impuesto sobre la Renta	418.0	496.5
Part. a los Trabajadores en las Utilidades	99.6	118.2
UTILIDAD NETA	<u><u>478.4</u></u>	<u><u>567.3</u></u>

CIA. DE PAPEL, S. A.  
 Estado de Resultados Comparativo  
 por los Ejercicios de 1986 y 1987  
 (Millones de Pesos)

	REAL	PROYECTADO
	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Ventas Netas	11,188.5	12,144.0
Costo de Ventas	<u>8,959.5</u>	<u>9,256.5</u>
UTILIDAD BRUTA	2,229.0	2,877.5
Gastos de Venta y Administración	<u>1,218.0</u>	<u>1,662.0</u>
UTILIDAD DE OPERACION	1,011.0	1,225.5
Otros Ingresos y Gastos	15.0	43.5
UTILIDAD ANTES DE I.S.R. Y P.T.U.	<u>996.0</u>	<u>1,182.0</u>
Impuesto sobre la Renta	418.0	496.5
Part. a los Trabajadores en las Utilidades	<u>99.6</u>	<u>118.2</u>
UTILIDAD NETA	<u><u>478.4</u></u>	<u><u>567.3</u></u>



## DATOS FINANCIEROS ADICIONALES

Para el ejercicio de 1987, la Compañía quiere obtener una Utilidad Antes de Impuestos y F.T.U. de 1,182.0 mlls., un total de Capital Contable de 4,457.7 mlls., e incrementar su Capital de Trabajo (de 570.4 mlls. a 1,176.2 mlls.) en 605.8 mlls.

Las Ventas esperadas para 1987 superan en un 8.5 % a las de 1986. Por lo que respecta a los Costos de Ventas éstos ocupan un 76 % de las Ventas Netas y se incrementaron en relación al ejercicio anterior en un 3.3 %.

Un importante concepto adicional en el control de costos, es el uso de Costos Fijos y Costos Variables, ya que proporcionan un panorama de cómo está estructurada la empresa en materia de costo de sus operaciones, qué volumen es necesario para operar un nivel de equilibrio y cuáles son las posibilidades de las utilidades en los varios niveles de meta.

Por lo que respecta a los Costos Fijos, están representados por el 15.162 % del Costo de Ventas, los Gastos de Venta y Administración, y Otros Ingresos y Gastos obteniéndose un total de Costos Fijos de 3,109.0 mlls. pronosticados para 1987.

Los Costos Variables así como los Precios de Venta estimados para 1987 se muestran en la siguiente tabla:

PRECIOS Y COSTOS POR TONELADA EN MILLONES DE PESOS				
PRODUCTO	MODELO	PRECIO DE VENTA	COSTO VARIABLE	CONTRIBUCION
Tubo Espiral	Grande	.989	.640	.349
	Mediano	.894	.579	.315
	Chico	.842	.545	.297
Cono	Grande	.854	.552	.302
	Chico	.796	.515	.281
Cartoncillo	Grueso	.880	.569	.311
	Delgado	.831	.537	.294

#### DATOS TECNICOS

Existen tres procesos distintos para fabricar el total de productos. Cada proceso tiene una capacidad límite de hrs. disponibles -- anuales. Además, existen dos estaciones de trabajo para el proceso No. 1 ( $M_1$ ), tres para el proceso No. 2 ( $M_2$ ), y una para el proceso No. 3 ( $M_3$ ).

La siguiente tabla muestra los datos técnicos por producto, divididos por requerimientos en hrs. por tonelada, procesos de fabricación para cada producto, y disponibilidad de hrs. por proceso (base anual).

PRODUCTO	MODELO	M <sub>1</sub> M <sub>2</sub> M <sub>3</sub> (hrs/tonelada)	PROCESO (sec. de op.)	HRS DISPONIBLES / PROCESO (anuales)
Tubo Espiral	Grande	.40 .80 .12	M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub> - M <sub>3</sub>	M <sub>1</sub> = 3,856
	Mediano	.36 .60 .09	M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub> - M <sub>3</sub>	
	Chico	.20 .40 .07	M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub> - M <sub>3</sub>	
Cono	Grande	.75 .17	M <sub>1</sub> - M <sub>3</sub>	M <sub>2</sub> = 5,784
	Chico	.30 .13	M <sub>1</sub> - M <sub>3</sub>	
Cartoncillo	Grueso	.17	M <sub>1</sub>	M <sub>3</sub> = 1,928
	Delgado	.12	M <sub>1</sub>	

## DEMANDA PROMOSTICADA DE CADA PRODUCTO PARA 1987

PRODUCTO	MODELO	VENTA MAXIMA
Tubo Espiral	Grande	3,000
	Mediano	2,300
	Chico	4,000
Cono	Grande	2,500
	Chico	1,700
Cartoncillo	Grueso	2,100
	Delgado	1,400

Por la naturaleza misma del producto, por tonelada vendida de cono mediano, se deben ofrecer al menos 3 toneladas de cono grande.

## 7.2 ANÁLISIS DE SISTEMAS DE LA CIA. DE PAPEL, S. A.

El supervisor correspondiente tiene la responsabilidad directa - de realizar un análisis cualitativo y cuantitativo para investigar si los estados financieros pronosticados son congruentes con las variaciones significativas (tanto favorables como desfavorables) de la empresa con su medio ambiente, y comunicar los resultados a los directivos de la empresa, así como también recomendar acciones específicas - de seguimiento con respecto a estas variaciones. A continuación mostramos algunos de estos factores:

### FACTORES POSITIVOS

- 1) La empresa cuenta con una estructura financiera sana.
- 2) El mercado continuará estable durante los próximos 4 años, - con lo cual continuará requiriendo los productos de la em-- presa.
- 3) El crecimiento esperado de la economía durante los próximos 4 años es el siguiente:

1987	2 %
1988	3 %
1989	3,5 %
1990	4 %

- 4) Se espera un crecimiento anual del 4 % en los próximos 4 años de la industria de papel en nuestro país.
- 5) Se espera un crecimiento anual del 5 % en los próximos 4

años de la industria textil en nuestro país.

- 6) Se espera un incremento en las exportaciones de la industria textil tanto en fibras sintéticas como en algodón.
- 7) La demanda es estable aun en épocas de baja actividad económica.
- 8) Se cuenta con disponibilidad de materias primas nacionales para la elaboración de los productos.
- 9) La calidad de materias primas se mantendrá en niveles satisfactorios.
- 10) Los productos tienen excelente calidad y buenos precios en el mercado.
- 11) El volumen de ventas estimado se alcanza en un plazo no mayor de un año.
- 12) Se cuenta con una participación del 52 % del mercado nacional en los productos de la empresa.
- 13) Las disposiciones legales no presentan obstáculos.

#### FACTORES NEGATIVOS

- 1) Las tasas de inflación esperadas para los próximos 4 años son las siguientes:

1987	127 %
1988	120 %
1989	110 %
1990	102 %

- 2) Los precios de compra de materias primas se incrementaron -

de acuerdo con los índices de inflación esperados.

- 3) La inflación que se espera para 1987 provocará cambios en los gastos de venta y administración, sobre todo en los gastos de viaje y comunicación.
- 4) Otro aspecto negativo que afecta la operación de la empresa, es que se piensa que no es posible continuar creciendo más-rápidamente que la industria o continuar tan agresivos en el aumento de los precios como se ha venido haciendo en los 2 últimos años.
- 5) El costo del transporte ha crecido en mayor proporción que el de otros costos.
- 6) Los clientes no recogen los pedidos.
- 7) Los clientes buscarán más de 2 proveedores para los distintos productos.
- 8) El aumento del costo de la energía se espera en un 70 %.

Para reflejar en parte los efectos negativos que sufre la empresa como consecuencia de la inflación, será necesario reexpresar los estados financieros para poder medir el alza real en los costos de ventas para 1987 y por medio de la Programación de Metas verificar si es posible alcanzar las metas fijadas por la administración.

#### REEXPRESION DE ESTADOS FINANCIEROS

La información adicional para la reexpresión de los estados fi--

nancieros por el Método de Cambios en el Nivel General de precios es-  
la siguiente:

- 1) Se aplicaron los índices nacionales de precios al consumi-  
dor proporcionados por el Banco de México, y en base a és-  
tos se proyectó el índice para 1987.
- 2) Para la valuación de inventarios se aplicó 1/4 del factor -  
de conversión porque se estime una rotación promedio de 3 -  
meses.
- 3) Los activos fijos se deprecian en línea recta al 10 % ---  
anual, se considera que su vida útil es adecuada, habiend-  
se adquirido según detalle:

AÑO	VALOR DE ADQUISICION	DEPRECIACION ACUMULADA A:	
		1986	1987
1983	4,000.0	1,600.0	2,000.0
1984	<u>1,000.0</u>	<u>300.0</u>	<u>400.0</u>
	5,000.0	1,900.0	2,400.0

- 4) Las compras correspondientes a 1987 se calcularon en -----  
9,843.0 mls.
- 5) La integración del capital contable fue de la siguiente ma-  
nera:

AÑO	CAPITAL SOCIAL	RESERVA LEGAL	UTILIDADES ACUMULADAS
1983	1,700.0		
1984	<u>800.0</u>	22.3	422.7
1985		<u>23.4</u>	<u>443.6</u>
	2,500.0	45.7	866.3

- 7) La tasa de impuestos es del 42 % y la P.T.U es del 10 %.

TABLA DE FACTORES DE CONVERSION

AÑO	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
1978	1.000									
1979	1.182	1.000								
1980	1.493	1.263	1.000							
1981	1.911	1.617	1.280	1.000						
1982	3.036	2.569	2.034	1.589	1.000					
1983	6.129	5.185	4.105	3.207	2.018	1.000				
1984	10.141	8.580	6.793	5.307	3.340	1.655	1.000			
1985	15.997	13.534	10.716	8.372	5.269	2.611	1.578	1.000		
1986	29.792	25.205	19.956	15.591	9.812	4.862	2.938	1.862	1.000	
1987	67.628	57.215	45.301	35.391	22.273	11.037	6.669	4.226	2.270	1.000

NOTA: Para 1987 fue estimada una  
inflación anual del 127 %



CIA. DE PAPEL, S. A.  
 Estado de Situación Financiera Comperativo  
 al 31 de Diciembre de 1986 y 31 de Diciembre de 1987  
 (Millones de Pesos)

ACTIVO	1986		1987	
	HISTORICO	REEXPRESADO	HISTORICO	REEXPRESADO
<u>CIRCULANTE</u>				
Caja y Bancos	430.0	430.0	657.0	657.0
Documentos por Cobrar	883.5	883.5	1,725.0	1,725.0
Inventarios	514.5	625.6	1,101.0	1,451.1
Total	<u>1,828.0</u>	<u>1,939.1</u>	<u>3,483.0</u>	<u>3,833.1</u>
<u>FIJO</u>				
Mobiliario y Equipo	5,000.0	22,386.0	5,000.0	50,816.2
Depreciación	1,900.0	8,660.6	2,400.0	24,741.3
Total	<u>3,100.0</u>	<u>13,725.4</u>	<u>2,600.0</u>	<u>26,074.9</u>
Otros Activos	175.0	175.0	465.0	465.0
<u>CARGOS DIFERIDOS</u>	<u>87.0</u>	<u>87.0</u>	<u>256.0</u>	<u>256.0</u>
<u>TOTAL ACTIVO</u>	<u>5,190.0</u>	<u>15,926.5</u>	<u>6,804.0</u>	<u>30,629.0</u>
<u>PASIVO</u>				
<u>CORTO PLAZO</u>				
Documentos por Pagar	790.4	790.4	1,306.3	1,306.3
Acreedores Diversos	467.2	467.2	1,000.5	1,000.5
Total	<u>1,257.6</u>	<u>1,257.6</u>	<u>2,306.8</u>	<u>2,306.8</u>
<u>CREDITOS DIFERIDOS</u>	<u>42.0</u>	<u>42.0</u>	<u>39.9</u>	<u>39.9</u>
Total Pasivo	<u>1,299.6</u>	<u>1,299.6</u>	<u>2,346.3</u>	<u>2,346.3</u>
<u>CAPITAL CONTABLE</u>				
Capital Social	2,500.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0
Reserva para mont. de Capital		8,115.8		21,597.9
Utilidades Acumuladas	866.3	2,067.9	1,320.8	6,170.5
Utilidades del Ejercicio	478.4	604.6	567.3	58.9
Reserva Legal	45.7	109.1	69.6	325.3
Sup. por Correc. de Act. No Mon.		1,149.5		(2,369.9)
Total Capital	<u>3,890.4</u>	<u>14,626.9</u>	<u>4,457.7</u>	<u>20,282.7</u>
<u>TOTAL PASIVO + CAPITAL</u>	<u>5,190.0</u>	<u>15,926.5</u>	<u>6,804.0</u>	<u>30,629.0</u>

CIA. DE PAPEL, S. A.  
 Estado de Resultados Comparativo  
 para el Ejercicio de 1987  
 (Millones de Pesos)

	<u>1987</u>	
	HISTORICO	REEXPRESADO
Ventas Netas	12,144.0	12,144.0
Costo de Ventas	9,256.5	9,264.9
UTILIDAD BRUTA	<u>2,877.5</u>	<u>2,379.1</u>
Gastos de Venta y Administración	1,652.0	1,662.0
UTILIDAD DE OPERACION	<u>1,225.5</u>	<u>717.1</u>
Otros Ingresos y Gastos	43.5	43.5
UTILIDAD ANTES DE I.S.R. Y P.T.U.	1,182.0	673.6
Impuesto Sobre la Renta	496.5	496.5
Part. a los Trabajadores en las Utilidades	118.2	118.2
UTILIDAD NETA	<u>567.3</u>	<u>58.9</u>

NOTA: Para el Ejercicio de 1986, las Utilidades Netas se reexpresaron como Utilidades Acumuladas, obteniéndose un valor reexpresado de 684.6 mlls. (Pag. 249)

CIA. DE PAPEL, S. A.  
Reexpresión del Inventario  
(Millones de Pesos)

	<u>IMPORTE</u>	<u>VALOR</u> <u>REEXPRESADO</u>	<u>AJUSTE</u>
Inventario al 31 de Dic. de 1986	514.5		
Factor de conversión	1.216		
Valor convertido para 1986		625.6	
Menos: Costo Histórico	514.5		
Ajuste para 1986			111.1
Inventario al 31 de Dic. de 1987	1,101.0		
Factor de conversión	1.318		
Valor convertido para 1987		1,451.1	
Menos: Costo Histórico	1,101.0		
Ajuste para 1987			350.1

CIA. DE PAPEL, S. A.  
Reexpresión del Activo Fijo  
(Millones de Pesos)

	<u>VALOR</u>		
	<u>IMPORTE</u>	<u>REEXPRESADO</u>	<u>AJUSTE</u>
Activo Fijo adquirido en 1983	4,000.0		
Factor de conversión	4.862		
Valor convertido para 1986		19,448.0	
Activo Fijo adquirido en 1984	1,000.0		
Factor de conversión	2.938		
Valor convertido para 1986		<u>2,938.0</u>	
Valor total convertido para 1986		22,386.0	
Menos: Costo Histórico	5,000.0		
Ajuste para 1986			17,386.0
Valor total convertido para 1986	22,386.0		
Factor de conversión	2.270		
Valor convertido para 1987		50,816.2	
Menos: Costo Histórico	5,000.0		
Ajuste para 1987			45,816.2

CIA. DE FAPEL, S. A.  
Reexpresión de la Depreciación  
(Millones de Pesos)

	<u>IMPORTE</u>	<u>VALOR REEXPRESADO</u>	<u>AJUSTE</u>
Depreciación acumulada a 1986 de			
Activo Fijo adquirido en 1983	1,600.0		
Factor de conversión	4.862		
Valor convertido para 1986		7,779.2	
Depreciación acumulada a 1986 de			
Activo Fijo adquirido en 1984	300.0		
Factor de conversión	2.938		
Valor convertido para 1986		<u>881.4</u>	
Valor total convertido para 1986		8,660.6	
Menos: Costo Histórico	1,900.0		
Ajuste para 1986			6,760.6

CIA. DE PAPEL, S. A.  
Reexpresión de la Depreciación  
(Millones de Pesos)

	<u>INPORTE</u>	<u>VALOR</u> <u>REEXPRESADO</u>	<u>AJUSTE</u>
Valor total convertido para 1986	8,660.6		
Factor de conversión	2.270		
Valor convertido para 1967		19,659.6	
Adición de Depreciación a 1987 de			
Activo Fijo adquirido en 1983	400.0		
Factor de conversión	11.037		
Valor convertido para 1987		4,414.8	
Adición de Depreciación a 1987 de			
Activo Fijo adquirido en 1984	100.0		
Factor de conversión	6.669		
Valor convertido		<u>666.9</u>	
Valor total convertido para 1987		24,741.3	
Menos: Costo Histórico	2,400.0		
Ajuste para 1987			22,341.3

CIA. DE PAPEL, S. A.  
Reexpresión del Capital Social  
(Millones de Pesos)

	<u>IMFORTE</u>	<u>VALOR</u>	
		<u>REEXPRESADO</u>	<u>AJUSTE</u>
Aportación del Capital Social			
en 1983	1,700.0		
Factor de conversión	4.862		
Valor convertido para 1986		8,265.4	
Aportación del Capital Social			
en 1984	800.0		
Factor de conversión	2.938		
Valor convertido para 1986		<u>2,350.4</u>	
Valor total convertido para 1986		10,615.8	
Menos: Costo Histórico	2,500.0		
Ajuste para 1986			8,115.8
Valor total convertido para 1986	10,615.8		
Factor de conversión	2.270		
Valor convertido para 1987		24,097.9	
Menos: Costo Histórico	2,500.0		
Ajuste para 1987			21,597.9

CIA. DE PAPEL, S. A.  
Reexpresión de Utilidades Acumuladas  
(Millones de Pesos)

	<u>IMPORTE</u>	<u>VALOR REEXPRESADO</u>	<u>AJUSTE</u>
Utilidad del Ejercicio de 1986	478.4		
Promedio de la Inflación de 1986	1.431		
Valor convertido para 1986		684.6	
Menos: Costo Histórico	478.4		
Ajuste para 1986			206.2
Utilidad Acumulada a 1984	422.7		
Factor de conversión	2.938		
Valor convertido para 1986		1,241.9	
Utilidad Acumulada a 1985	443.6		
Factor de conversión	1.862		
Valor convertido para 1986		<u>826.0</u>	
Valor total convertido para 1986		2,067.9	
Menos: Costo Histórico	866.3		
Ajuste para 1986			1,201.6
Total de Utilidades Acumuladas convertidas para 1986	2,718.3		
Factor de conversión	2.270		
Valor convertido para 1987		6,170.5	
Menos: Costo Histórico	1,320.8		
Ajuste para 1987			4,849.7



CIA. DE PAPEL, S. A.  
Reexpresión de la Reserva Legal  
(Millones de Pesos)

	<u>VALOR</u>	
	<u>IMPORTE</u>	<u>REEXPRESADO</u>
		<u>AJUSTE</u>
Reserva Legal del Ejercicio de 1986	23.9	
Promedio de la inflación	1.431	
Valor convertido para 1986		34.2
Menos: Costo Histórico	23.9	
Ajuste para 1986		10.3
Reserva Legal Acumulada a 1984	22.3	
Factor de conversión	2.938	
Valor convertido para 1986		65.5
Reserva Legal Acumulada a 1985	23.4	
Factor de conversión	1.862	
Valor convertido para 1986		<u>43.6</u>
Valor total convertido para 1986		109.1
Menos: Costo Histórico	45.7	
Ajuste para 1986		63.4
Total de Reserva Legal Acumulada convertida para 1986	143.3	
Factor de conversión	2.270	
Valor convertido para 1987		325.3
Menos: Costo Histórico	69.6	
Ajuste para 1987		255.7

CIA. DE PAPEL, S. A.  
 Reexpresión del Costo de Ventas  
 (Millones de Pesos)

Inventario Inicial Reexpresado	625.6	
Promedio de la Inflación de 1986	1.635	
Valor convertido		1,022.9
Compras del Ejercicio		<u>9,843.0</u>
		10,865.9
Menos: Inventario Final		<u>1,101.0</u>
		9,764.9
Menos: Costo de Ventas Histórico		<u>9,256.5</u>
Ajuste para 1987		508.4

CIA. DE PAPEL, S. A.  
Conciliación de la Utilidad  
Histórica y Reexpresada  
(Millones de Pesos)

Utilidad Neta a valor Histórico según Estado de Resultados al 31 de Dic. de 1987	567.3
Menos: Incremento en el Costo de Ventas	<u>508.4</u>
Utilidad Neta Reexpresada al 31 de Dic. de 1987	58.9

NOTA: Es conveniente mencionar que se actualizaron aque-  
llas cifras de los Estados Financieros en que los  
efectos son más significativos.

CIA. DE PAPEL, S. A.  
Posición Monetaria  
(Millones de Pesos)

Ajustes a 1986:

Capital Social	8,115.8
Utilidades Acumuladas	1,201.6
Utilidades del Ejercicio	206.2
Reserva Legal	<u>63.4</u>
	9,587.0

Inventarios	111.1
Activos Fijos	<u>10,625.4</u>
	10,736.5

Ganancia Inicial por Posición Monetaria 1,149.5

	<u>IMPORTE</u>	<u>VALOR REEXPRESADO</u>	<u>AJUSTE</u>
Ganancia Monetaria Inicial	1,149.5		
Valor convertido para 1987	2.270		
Valor convertido para 1987		2,609.4	
Menos: Costo Histórico	1,149.5		1,459.9

## Ajustes a 1987:

Capital Social	21,597.9
Depreciación	22,341.3
Utilidades de Ejercicios anteriores	4,849.7
Reserva Legal	255.7
Ganancia Inicial por Posición Monetaria	1,149.5
Ganancia Inicial por factor de conversión	<u>1,459.9</u>
	51,654.0
Inventarios	350.1
Mobiliario y Equipo	45,816.2
Costo de Ventas	<u>508.4</u>
	46,674.7
<b>Pérdida por Posición Monetaria</b>	<b><u>4,979.3</u></b>

CIA. DE PAPEL, S. A.  
 Resumen de Ajustes para Reexpresión de  
 los Estados Financieros de 1986 y 1987  
 (Millones de Pesos)

<u>Estado de Situación Financiera</u>	<u>1986</u>		<u>1987</u>	
	Debe	Haber	Debe	Haber
Inventarios	111.1		350.1	
Mobiliario y Equipo	17,386.0		45,816.2	
Depreciación		6,760.6		22,341.3
Reserva para Mantenimiento de Capital		8,115.8		21,597.9
Ganancia Monetaria Acumulada		1,149.5	4,979.3	2,609.4
Utilidades del Ejercicio		206.2		
Utilidades de Ejercicios Anteriores		1,201.6		4,849.7
Reserva Legal		63.4		255.7
 <u>Estado de Resultados</u>				
Costo de Ventas			508.4	
	<u>17,497.1</u>	<u>17,497.1</u>	<u>51,654.0</u>	<u>51,654.0</u>

Las repercusiones de reexpresar los estados financieros; es decir, los efectos que se produjeron sobre la posición financiera de la empresa a causa de la inflación, fueron los siguientes:

Para 1986 la Cía. de Papel, S. A., presenta una posición neta -- corta, es decir, que los pasivos monetarios exceden a los activos monetarios obteniéndose así un superávit de 1,149.5 mlls.

En la reexpresión de los estados pronosticados de 1987, la Compañía presenta una posición neta larga, es decir, que los activos monetarios exceden a los pasivos monetarios obteniéndose un déficit de -- 2,369.9 mlls. para este año.

El Costo de Ventas pronosticado es el renglón que afecta en forma directa al modelo de Programación de Metas, que verifica si la empresa alcanzará sus objetivos en términos de la información financiera y técnica correspondiente.

Este costo de ventas está expresado en unidades monetarias reflejando operaciones cuyos valores se refieren a la fecha de su realización, sin tomar en cuenta los índices de inflación que afectan considerablemente estos valores.

Es por esto que para nuestro modelo, tomaremos en cuenta el incremento que sufre el costo de ventas al aplicar el método de índices de precios sobre la información financiera, para que los resultados -- que se obtengan eviten, hasta donde sea posible, problemas derivados--

de la interpretación de información ficticia. Este incremento fue de 506.4 mls. para 1987.

Como se mencionó anteriormente, los costos fijos representan el 15.162 % del costo de ventas, por lo que éstos aumentaron 77.1 mls. quedando los costos fijos inflacionados en 3,186.1 mls.

Por lo tanto, los costos variables aumentaron 431.3 mls. que representan el 5.5 % de incremento, el cual sirve como base para el cálculo de los costos unitarios variables inflacionados que se presentan a continuación:

PRECIOS Y COSTOS POR TONELADA EN MILLONES DE PESOS				
PRODUCTO	MODELO	PRECIO DE VENTA	COSTOS VARIABLES	CONTRIBUCION
Tubo Espiral	Grande	.989	.675	.314
	Mediano	.894	.611	.283
	Chico	.842	.575	.267
Cono	Grande	.854	.582	.272
	Chico	.796	.543	.253
Cartoncillo	Grueso	.880	.600	.280
	Delgado	.831	.566	.265

Costos Fijos Anuales = 3,186.1 mls.



### 7.3 PLANTEAMIENTO DEL MODELO

Con la información técnica y financiera que se tiene y tomando en cuenta los costos inflacionados, es posible realizar un análisis - cuantitativo de las metas financieras que se persiguen, utilizando como herramienta la Programación de Metas.

Se tiene entonces:

#### VARIABLES DE DECISION

- $X_1$  = toneladas a producir de tubo espiral grande
- $X_2$  = toneladas a producir de tubo espiral mediano
- $X_3$  = toneladas a producir de tubo espiral chico
- $X_4$  = toneladas a producir de cono grande
- $X_5$  = toneladas a producir de cono chico
- $X_6$  = toneladas a producir de cartoncillo grueso
- $X_7$  = toneladas a producir de cartoncillo delgado

#### RESTRICCIONES DE RECURSOS

Dentro de las restricciones de recursos tenemos:

- 1) Restricciones de Capacidad. De acuerdo a la capacidad de horas disponibles de cada proceso tenemos:

Para el proceso  $M_1$ :

$$\begin{aligned} .40X_1 + .36X_2 + .20X_3 + .75X_4 + .30X_5 + \\ .17X_6 + .12X_7 \leq 3,856 \end{aligned}$$

Para el proceso  $M_2$ :

$$.60X_1 + .60X_2 + .40X_3 \leq 5,784$$

Para el proceso  $M_3$ :

$$\begin{aligned} .12X_1 + .09X_2 + .07X_3 + .17X_4 + \\ .13X_5 \leq 1,928 \end{aligned}$$

- 2) Restricciones de Demanda. En base a la participación actual en el mercado se tiene lo siguiente:

$$X_1 \leq 3,000$$

$$X_2 \leq 2,300$$

$$X_3 \leq 4,000$$

$$X_4 \leq 2,500$$

$$X_5 \leq 1,200$$

$$X_6 \leq 2,100$$

$$X_7 \leq 1,400$$

Por la naturaleza misma del producto, por cada tonelada a vender del modelo  $X_5$  se deben ofrecer al menos tres toneladas del modelo  $X_4$ , es decir:

$$X_5 \geq 3X_4$$

donde:

$$X_5 - 3X_4 \geq 0$$

#### RESTRICCIONES ADMINISTRATIVAS

Por la estructura financiera de la empresa y los objetivos que se persiguen, se han establecido tres metas financieras, cada una de ellas con importancia relativa respecto a las otras. Estas metas son las siguientes:

- 1) Meta de Utilidades.
- 2) Meta de Capital Contable.
- 3) Meta de Capital de Trabajo.

El modelo busca minimizar las eventuales desviaciones negativas respecto a estas tres metas.

## 1) Meta de Utilidades.

La Compañía quiere obtener una ganancia de 1,182.0 mlls. antes de impuestos y p.t.u. para 1987.

Esta meta se deriva del hecho de que:

$$\begin{aligned} & \text{(Contribución por tonelada) (Toneladas a vender) -} \\ & \text{Gastos Fijos = Utilidades Proyectadas} \end{aligned}$$

Por lo tanto la meta de utilidades será:

$$\begin{aligned} & .314X_1 + .283X_2 + .267X_3 + .272X_4 + .253X_5 + \\ & .280X_6 + .265X_7 - 3,186.1 = 1,182.0 \end{aligned}$$

agregando las variables de exceso y defecto a esta meta obtenemos:

$$\begin{aligned} & .314X_1 + .283X_2 + .267X_3 + .272X_4 + .253X_5 + \\ & .280X_6 + .265X_7 + (d_1^- - d_1^+) = 4,368.1 \end{aligned}$$

siendo

$d_1^+$  = cualquier exceso en las utilidades proyectadas

$d_1^-$  = cualquier defecto en las utilidades proyectadas

## 2) Meta de Capital Contable.

La Compañía quiere mantener un Capital Contable de 4,457.7 mls. según los pronósticos.

Tomando en cuenta la relación que existe entre el capital contable y las ventas proyectadas para 1987, es decir:

$$4,457.7 / 12,144.0 = .3671$$

y multiplicando este factor por el precio de venta estimado para cada producto, obtenemos la siguiente meta de capital contable:

$$.3761 ( .989X_1 + .894X_2 + .842X_3 + .854X_4 + .796X_5 + .880X_6 + .831X_7 ) = 4,457.7$$

agregando las variables de exceso y defecto a esta meta obtenemos:

$$.363X_1 + .328X_2 + .309X_3 + .313X_4 + .292X_5 + .323X_6 + .305X_7 + ( d_2^- - d_2^+ ) = 4,457.7$$

siendo

$d_2^+$  = cualquier exceso en el capital contable proyectado

$d_2^-$  = cualquier defecto en el capital contable proyectado

### 3) Meta de Capital de Trabajo.

Como se sabe, el Capital de Trabajo es la relación que existe entre el activo circulante y el pasivo a corto plazo. Si esta relación es buena, la empresa se encuentra en condiciones de obtener mejores créditos.

La Compañía quiere incrementar su capital de trabajo para 1987 - en 605.8 mlls.

Para desarrollar esta meta, en los ingresos generados por las -- ventas se debe incluir la política de cobros de la empresa que es de 60 días/venta.

Por otro lado, debemos considerar el saldo inicial de cuentas -- por cobrar, ya que estas cuentas representan ingresos que se obtienen durante el año, por las ventas que se realizaron en los dos últimos - meses de 1986.

Se tiene entonces:

$$(305/365) (\text{Precio de Venta por tonelada}) - (\text{Costos Variables por tonelada}) + \text{Saldo inicial de Documentos por Cobrar} - \text{Costos Fijos} = \text{Incremento proyectado en Capital de Trabajo}$$

Por lo tanto la meta de capital de trabajo será:

$$(305/365) ( .989X_1 + .894X_2 + .842X_3 + .854X_4 + .796X_5 + .880X_6 + .831X_7 ) - ( .675X_1 + .611X_2 + .575X_3 + .582X_4 + .543X_5 + .600X_6 + .566X_7 ) + 883.5 - 3,186.1 = 605.8$$

Realizando las operaciones correspondientes y agregando las variables de exceso y defecto a esta meta obtenemos:

$$.151X_1 + .136X_2 + .129X_3 + .132X_4 + .122X_5 + .135X_6 + .128X_7 + ( d_3^- - d_3^+ ) = 2,908.4$$

siendo

$d_3^+$  = cualquier exceso en el capital de trabajo proyectado

$d_3^-$  = cualquier defecto en el capital de trabajo proyectado

#### FUNCION OBJETIVO

En Programación de Metas, la función objetivo consiste en minimizar las desviaciones de las tres metas, ponderandolas de manera que expresen las prioridades de cada una de ellas.

Para ponderar las metas, se utiliza la siguiente tabla de Análisis Decisor:

ANÁLISIS DECISOR	META					
	UTILIDADES		CAP. CONTABLE		CAP. DE TRABAJO	
	EXC	DEF	EXC	DEF	EXC	DEF
Muy Favorable	X					
Favorable			X			
Poco Favorable					X	
Poco Desfavorable						X
Desfavorable				X		
Muy Desfavorable		X				

La meta de utilidades es la más importante mientras que la de capital contable y la de capital de trabajo deben ser congruentes con las metas anteriores. La importancia relativa entre la meta de utilidades y la de capital contable es mayor que la que existe entre la meta de capital contable y la de capital de trabajo.

Un exceso en cualquiera de las metas anteriores no sería problemático, ya que nos indicaría que la empresa sobrepasa sus metas, en cambio los defectos indican que no se pueden alcanzar las metas propuestas.

Por lo tanto, la función objetivo será minimizar las variables de defecto para las tres metas, es decir:



$$\text{F.O.} \quad \text{MIN } Z = 4d_1^- + 2d_2^- + 1.5d_3^-$$

En donde los coeficientes son el valor de ponderación asignado a la obtención de cada meta.

#### EL MODELO COMPLETO

El Modelo de Programación de Metas de la Cía. de Papel, S. A., queda de la siguiente manera:

$$\text{MIN } Z = 4d_1^- + 2d_2^- + 1.5d_3^-$$

#### Restricciones de Capacidad

$$\begin{aligned} &.40X_1 + .36X_2 + .20X_3 + .75X_4 + .30X_5 + \\ &.17X_6 + .12X_7 \leq 3,856 \end{aligned}$$

$$.80X_1 + .60X_2 + .40X_3 \leq 5,784$$

$$\begin{aligned} &.12X_1 + .09X_2 + .07X_3 + .17X_4 + \\ &.13X_5 \leq 1,928 \end{aligned}$$

## Metas

$$\begin{aligned}
 & \cdot 314X_1 + \cdot 283X_2 + \cdot 267X_3 + \cdot 272X_4 + \cdot 253X_5 + \\
 & \cdot 280X_6 + \cdot 265X_7 + (d_1^- - d_1^+) = 4,368.1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot 363X_1 + \cdot 328X_2 + \cdot 309X_3 + \cdot 313X_4 + \cdot 292X_5 + \\
 & \cdot 323X_6 + \cdot 305X_7 + (d_2^- - d_2^+) = 4,457.7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot 151X_1 + \cdot 136X_2 + \cdot 129X_3 + \cdot 132X_4 + \cdot 122X_5 + \\
 & \cdot 135X_6 + \cdot 128X_7 + (d_3^- - d_3^+) = 2,908.4
 \end{aligned}$$

## No Negatividad y Límites Superiores

$$X_1 \leq 3,000$$

$$X_2 \leq 2,300$$

$$X_3 \leq 4,000$$

$$X_4 \leq 2,500$$

$$X_5 \leq 1,700$$

$$X_6 \leq 2,100$$

$$X_7 \leq 1,400$$

$$X_5 - 3X_4 \geq 0$$

$$x_j, d_k^-, d_k^+ \geq 0$$

#### 7.4 RESOLUCION DEL MODELO

Utilizando el paquete LP88 para resolución del Método Simplex, obtenemos los siguientes archivos, el de entrada de datos y el de resultados, que incluye el análisis de sensibilidad para los coeficientes del lado derecho y para los costos de las variables básicas y no-básicas. Estos archivos se listan a continuación:



AGRIANA		SOLUTION IS MINIMUM		FNOB	2733.093750	DATE	01-07-1988
		PRIMAL PROBLEM SOLUTION				TIME	17:55:31
VARIABLE	STATUS	VALUE	FNOB /UNIT	VALUE/UNIT	NET FNOB		
X.1	BASIS	2982.5000	.00000000	.00000000	.00000000		
X.2	BASIS	2300.0000	.00000000	.00000000	.00000000		
X.3	BASIS	4000.0000	.00000000	.00000000	.00000000		
X.4	NONBASIS	.00000000	.00000000	-1.4936875	1.4936875		
X.5	BASIS	1700.0000	.00000000	.00000000	.00000000		
X.6	BASIS	2100.0000	.00000000	.00000000	.00000000		
X.7	BASIS	1400.0000	.00000000	.00000000	.00000000		
D1-	BASIS	323.59500	4.0000000	4.0000000	.00000000		
D1+	NONBASIS	.00000000	.00000000	-4.0000000	4.0000000		
D2-	NONBASIS	.00000000	2.0000000	.00000000	2.0000000		
D2+	BASIS	217.04750	.00000000	.00000000	.00000000		
D3-	BASIS	559.14250	1.5000000	1.5000000	.00000000		
D3+	NONBASIS	.00000000	.00000000	-1.5000000	1.5000000		
S.1	NONBASIS	.00000000	.00000000	-3.7062500	3.7062500		
S.2	BASIS	862.10000	.00000000	.00000000	.00000000		
S.3	BASIS	418.00000	.00000000	.00000000	.00000000		
S.4	BASIS	17.500000	.00000000	.00000000	.00000000		
S.5	NONBASIS	.00000000	.00000000	-1.09175000	1.09175000		
S.6	NONBASIS	.00000000	.00000000	-52025000	52025000		
S.7	BASIS	2500.0000	.00000000	.00000000	.00000000		
S.8	NONBASIS	.00000000	.00000000	-1.09312500	1.09312500		
S.9	NONBASIS	.00000000	.00000000	-69243750	69243750		
S.10	NONBASIS	.00000000	.00000000	-89725000	89725000		
S.14	BASIS	1700.0000	.00000000	.00000000	.00000000		

AGRIANA		SOLUTION IS MINIMUM		FNOB	2733.093750	DATE	01-07-1988
		DUAL PROBLEM SOLUTION				TIME	17:55:41
CONSTRAINT	STATUS	DUAL VALUE	RHS VALUE	USAGE	SLACK		
CAP1	BINDING	-3.7062500	3856.0000	3856.0000	.00000000		
CAP2	NONBINDING	.00000000	1928.0000	1065.9000	862.10000		
CAP3	NONBINDING	.00000000	5784.0000	5366.0000	418.00000		
DEM1	NONBINDING	.00000000	3000.0000	2982.5000	17.500000		
DEM2	BINDING	-1.09175000	2300.0000	2300.0000	.00000000		
DEM3	BINDING	-52025000	4000.0000	4000.0000	.00000000		
DEM4	NONBINDING	.00000000	2500.0000	.00000000	2500.0000		
DEM5	BINDING	-1.09312500	1700.0000	1700.0000	.00000000		
DEM6	BINDING	-69243750	2100.0000	2100.0000	.00000000		
DEM7	BINDING	-89725000	1400.0000	1400.0000	.00000000		
UTIL	BINDING	4.00000000	4308.1000	4308.1000	.00000000		
COEN	NONBINDING	.00000000	4457.7000	4457.7000	.00000000		
DEM8	BINDING	1.50000000	2900.0000	2900.0000	.00000000		
DEM9	NONBINDING	.00000000	.00000000	1700.0000	-1700.0000		

## 7.5 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Por lo que respecta a las variables que representan las toneladas a producir de cada producto (es decir, de  $X_1$  a  $X_7$ ) sus valores no son de importancia en el análisis, ya que dependen de las restricciones de demanda y capacidad que tiene la empresa, no de las metas que se persiguen. Estos serían objeto de estudio únicamente en el caso de que el modelo fuere de programación lineal convencional.

El valor de la desviación  $X_9$  indica que la empresa no puede alcanzar el objetivo principal que se ha propuesto. La meta de Utilidades quedaría corta en 323.6 mlls. que representan el 7% de las utilidades que se persiguen. Esta desviación no es significativa y más tomando en cuenta que al proyectarlas no se estaba afectando la información financiera por la inflación.

Con la meta de Capital Contable no existe ningún problema, ya que ésta se excede en 217.0 mlls. Esto indica que las ventas que se tienen son muy significativas y que superan al capital que se ha invertido en la empresa.

En cuanto a la meta de Capital de Trabajo, del incremento total requerido de 2,908.4 mlls. existe un defecto de 959.1 mlls. Este déficit es bastante significativo por lo que la empresa puede tener problemas de liquidez.

Los resultados anteriores llevan a la conclusión de que las me--

tas trezadas para el siguiente año están estructuradas sobre bases sólidas y es muy factible que se logren los resultados esperados, a excepción de la meta de Capital de Trabajo que es muy optimista, dados los resultados que se tienen en la solución del modelo.

Aunque las ventas con respecto al capital guardan una buena proporción, y la contribución unitaria es buena, la política de cobros que afecta directamente al capital de trabajo, es deficiente en las condiciones actuales.

Para evaluar el impacto de la política de cobro en los objetivos de la empresa, reformulamos el modelo de Programación de Metas suponiendo una política de crédito de 45 días para el cobro de las ventas (Ver Anexos), lo cual únicamente modifica la tercera meta. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Las desviaciones correspondientes a las metas de Utilidades y de Capital Contable son exactamente las mismas, mientras que el déficit de la meta de Capital de Trabajo se redujo a 256.3 mlls. Esto representa un considerable mejoramiento con respecto a la solución original.

Es importante recalcar que estos resultados pueden variar, debido a que se han realizado ciertas suposiciones para la formulación del modelo, entre las que podemos destacar:

- 1) La inflación para 1987 será del 127 %.

- 2) Las condiciones de mercado y competencia serán excelentes.-
- 3) Se espera un incremento en la eficiencia y un abatimiento - constante en los costos.
- 4) Se espera optimizar el aprovechamiento de la capacidad de - producción y operación, lo cual abate en cierta medida los- costos fijos, razón por la cual disminuye el costo de opera- ción, permitiendo así que el precio del producto sea razona- ble.
- 5) Se planea modificar la estructura de producción, que consis- te en orientar la producción hacia productos cuyos costos - contengan un índice menor de inflación, esto con el fin de- sbatir al máximo el fenómeno inflacionario dentro de la em- presa.



## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

PRIMERA La inflación constituye en la actualidad uno de los problemas más serios a los que se enfrentan muchos países en el mundo, estando conceptuado como un complejo fenómeno derivado de factores económicos y psicológicos, el cual se caracteriza, fundamentalmente, por la pérdida de poder adquisitivo de la moneda, y cuyo control requiere de la colaboración de los distintos sectores de la economía, pero principalmente del gobierno, pues en la medida que éste reduzca sus gastos y ejerza una estricta emisión de moneda respaldada en la producción de bienes y servicios, los efectos del referido fenómeno serán cada vez menores.

SEGUNDA Considerando que en una época inflacionaria la moneda pierde significación, y toda vez que la información financiera se encuentra expresada en unidades monetarias, reflejando operaciones cuyo valor se refiere a la fecha de su realización, surge la necesidad de que dicha información sea actualizada, a fin de que siga manteniendo sus características esenciales de utilidad y confiabilidad y, a su vez, observe íntegramente los postulados de los principios de contabilidad generalmente aceptados.

TERCERA Derivado de lo anterior, es importante que las empresas pro

curen llevar a cabo la actualización de su información financiera con el propósito de que las decisiones que sean tomadas en base a ésta conduzcan a resultados positivos.

**CUARTA** En este aspecto, la Auditoría de los Estados Financieros es muy importante ya que, gracias a ella, se pueden evaluar las normas y procedimientos adoptados por las empresas. Dos técnicas - relevantes para realizar una auditoría sana son el Análisis de - Sistemas y Programación por Metas.

**QUINTA** El Análisis de sistemas nos da una idea de la situación cualitativa de la empresa y de su relación con el medio ambiente, - mientras que la Programación de Metas permite medir si los recursos con los que cuenta la empresa se están utilizando eficientemente y si los pronósticos hechos son posibles de alcanzar dentro de las restricciones de producción y financieras de la empresa.

**SEXTA** La Programación de Metas por medio de ponderaciones es la - más utilizada en la vida real, debido a que existen mayores facilidades computacionales para su aplicación, aunadas con la flexibilidad que se les da a las metas, ya que el método de Solución-Numérica por el Algoritmo de las Dos Fases de Programación de Metas es más estricto y no permite, por ningún motivo la violación de una meta de mayor prioridad.

SEPTIMA Gracias al estudio realizado, consideramos que el Actuario cuenta con los conocimientos y la capacidad suficiente para poder desarrollar y evaluar eficazmente los distintos tipos de programas financieros que se presentan en la actualidad, y dar soluciones satisfactorias a todos los grupos o sectores de nuestro país.

## **ANEXOS**

ADRIANA            OBJECTIVE: MIN            VARIABLES: 13            DATE 01-07-1988  
 BASIS: ADRIANA      CONSTRAINTS: 14            SLACKS: 11              TIME 17:59:14

FR0B             $4 \times D1 - 2 \times D2 + 1.5 \times D3 -$

CAP1             $.4 \times X.1 + .36 \times X.2 + .2 \times X.3 + .75 \times X.4 + .3 \times X.5 + .17 \times X.6 + .12 \times X.7 <= 3856$

CAP2             $.12 \times X.1 + .09 \times X.2 + .07 \times X.3 + .17 \times X.4 + .13 \times X.5 <= 1928$

CAP3             $.8 \times X.1 + .6 \times X.2 + .4 \times X.3 <= 5784$

DEM1             $X.1 <= 3000$

DEM2             $X.2 <= 2300$

DEM3             $X.3 <= 4000$

DEM4             $X.4 <= 2500$

DEM5             $X.5 <= 1700$

DEM6             $X.6 <= 2100$

DEM7             $X.7 <= 1400$

UTIL             $.314 \times X.1 + .283 \times X.2 + .267 \times X.3 + .272 \times X.4 + .253 \times X.5 + .28 \times X.6 + .265 \times X.7 + D1 -$   
 $D1 = 4368.1$

CCON             $.363 \times X.1 + .328 \times X.2 + .309 \times X.3 + .313 \times X.4 + .292 \times X.5 + .323 \times X.6 + .305 \times X.7 + D2 -$   
 $D2 = 4457.7$

CTRAB             $.206 \times X.1 + .165 \times X.2 + .175 \times X.3 + .178 \times X.4 + .166 \times X.5 + .184 \times X.6 + .174 \times X.7 + D3 -$   
 $D3 = 2903.4$

DEM8             $-3 \times X.4 + X.5 = 0$

ADRIANA SOLUTION IS MINIMUM FNOB 1678.837500 DATE 01-07-1988  
 PRIMAL PROBLEM SOLUTION TIME 17:59:37

VARIABLE	STATUS	VALUE	FNOB /UNIT	VALUE/UNIT	NET FNOB
X.1	BASIS	2982.5000	.00000000	.00000000	.00000000
X.2	BASIS	2300.0000	.00000000	.00000000	.00000000
X.3	BASIS	4000.0000	.00000000	.00000000	.00000000
X.4	NONBASIS	.00000000	.00000000	-1.5793750	1.5793750
X.5	BASIS	1700.0000	.00000000	.00000000	.00000000
X.6	BASIS	2100.0000	.00000000	.00000000	.00000000
X.7	BASIS	1400.0000	.00000000	.00000000	.00000000
D1-	BASIS	323.59500	4.0000000	4.0000000	.00000000
D1+	NONBASIS	.00000000	.00000000	-4.0000000	4.0000000
D2-	NONBASIS	.00000000	2.0000000	.00000000	2.0000000
D2+	BASIS	217.04750	.00000000	.00000000	.00000000
D3-	BASIS	256.30500	1.5000000	1.5000000	.00000000
D3+	NONBASIS	.00000000	.00000000	-1.5000000	1.5000000
S.1	NONBASIS	.00000000	.00000000	-3.9125000	3.9125000
S.2	BASIS	862.10000	.00000000	.00000000	.00000000
S.3	BASIS	418.00000	.00000000	.00000000	.00000000
S.4	BASIS	17.500000	.00000000	.00000000	.00000000
S.5	NONBASIS	.00000000	.00000000	-.00100000	.00100000
S.6	NONBASIS	.00000000	.00000000	-.54800000	.54800000
S.7	BASIS	2500.0000	.00000000	.00000000	.00000000
S.8	NONBASIS	.00000000	.00000000	-.08725000	.08725000
S.9	NONBASIS	.00000000	.00000000	-.73087500	.73087500
S.10	NONBASIS	.00000000	.00000000	-.65150000	.65150000
S.14	BASIS	1700.0000	.00000000	.00000000	.00000000

ADRIANA SOLUTION IS MINIMUM FNOB 1678.837500 DATE 01-07-1988  
 DUAL PROBLEM SOLUTION TIME 17:59:41

CONSTRAINT	STATUS	DUAL VALUE	RHS VALUE	USAGE	SLACK
CAP1	BINDING	-3.9125000	3656.0000	3656.0000	.00000000
CAP2	NONBINDING	.00000000	1928.0000	1045.9000	862.10000
CAP3	NONBINDING	.00000000	5784.0000	5266.0000	418.00000
DEM1	NONBINDING	.00000000	3000.0000	2982.5000	17.500000
DEM2	BINDING	-.00100000	2300.0000	2300.0000	.00000000
DEM3	BINDING	-.54800000	4000.0000	4000.0000	.00000000
DEM4	NONBINDING	.00000000	2500.0000	.00000000	2500.0000
DEM5	BINDING	-.08725000	1700.0000	1700.0000	.00000000
DEM6	BINDING	-.73087500	2100.0000	2100.0000	.00000000
DEM7	BINDING	-.65150000	1400.0000	1400.0000	.00000000
UTIL	BINDING	4.0000000	4368.1000	4368.1000	.00000000
CCCN	NONBINDING	.00000000	4457.7000	4457.7000	.00000000
CTAB	BINDING	1.5000000	2903.4000	2903.4000	.00000000
DEB	NONBINDING	.00000000	.00000000	1700.0000	-1700.0000

## BIBLIOGRAFIA

---



## BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION CIENTIFICA Dinkel/Kochenberger/Plane, Representaciones y Servicios de Ingenieria, México, 1980.
- ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION Elwood S. Buffa, Limusa, México, -- 1977.
- ANALISIS FINANCIERO Mao James, C. T., El Ateneo, Buenos Aires, Argentina, 1980.
- CONCEPTOS DE SISTEMAS DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION Henry C. Lucas, Jr., Mc Graw Hill, México, 1983.
- FINANZAS I Biblioteca Harvard de Administración de Empresas, Grupo Editorial - Expansión, 1979.
- FINANZAS EN ADMINISTRACION Weston/Brighman, Interamericana, México, 1984.
- FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACION FINANCIERA George C. Philippatos, Mc. Graw Hill, México, 1979.

- FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACION- FINANCIERA Lawrence J. Gitman, Harla, México, 1978.
- FUNDAMENTOS DE FINANZAS Richard A. Stevenson, Mc. Graw Hill, México, 1983.
- INFLACION: EFECTO Y TRATAMIENTO CONTABLE W. T. Baxter, Mc. Graw Hill, México, 1979.
- INFLACION: ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO Y CONTABLE Armando Ortega Pérez de León, IMEF, A. C., México, 1986.
- INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES Hiller/Lieberman, Mc. Graw Hill, México, 1982.
- INVESTIGACION DE OPERACIONES Hamdy Taha, Representaciones y Servicios de Ingenieria, S. A., México, 1976.
- INVESTIGACIONES Y DECISIONES FINANCIERAS Y ADMINISTRATIVAS Alexander A. Robichek, Limusa, México, 1970.
- LA AUDITERIA ADMINISTRATIVA José Antonio Fernández Arena, Diana, México, 1981.

- LAS FINANZAS EN LA EMPRESA, IN Joaquín Moreno Fernández, IMEF, A.-  
FORMACION, ANALISIS, RECURSOS, C., México, 1978.  
PLANEACION
- METODOS Y MODELOS DE INVESTIGA Juan Pawda, Limusa, México, 1982.  
CION DE OPERACIONES I
- METODOS Y MODELOS DE INVESTIGA Juan Pawda, Limusa, México, 1982.  
CION DE OPERACIONES II
- PLANIFICACION Y CONTROL DE UTI Glenn A. Welsch, Prentice Hall In--  
LIDADES ternational, 1979.
- PLANEACION FINANCIERA DE LA EM Antonio Saldívar, Trillas, México,-  
PRESA 1970.
- PRINCIPIOS DE ADMINISTRACION George R. Terry, CECSA, México, ---  
 1985.
- RECONOCIMIENTO DE LOS EFECTOS- Boletín 8-10, Instituto Mexicano de  
DE LA INFLACION EN LA INFORMA- Contadores Públicos, México, 1983.  
CION FINANCIERA
- SINGPSIS DE AUDITORIA ADMINIS- Joaquín Rodríguez Valencia, Trillas,  
TRATIVA México, 1984.

- SEMINARIO SOBRE LA PROSPECTIVA DE LA ADMINISTRACION EN MEXICO HACIA 1990 Antología, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, 1979.
- TEORIA, INTEGRACION Y ADMINISTRACION DE SISTEMAS Johnson/Kest/Rosenzweig, Limusa, México, 1974.

## INDICE ANALITICO

## INDICE ANALITICO

A		C	
Administración:		Capital:	
de las corrientes de in-		estudio	42
formación	13		
del proceso de planifi-		Capital de Trabajo:	
cación y control	14	recursos empleados	31
de las corrientes de --			
fondos	18	Cía. de Papel, S. A.:	
del capital	19	características genera-	
		les	230
Administración Financie--		estado de situación fi-	
ra:		nanciera	232
áreas fundamentales	13	estado de resultados	233
objetivos	19	datos financieros adi--	
en el contexto económi-		cionales	234
co nacional	30	datos técnicos	235
		demanda pronosticada de	
Administrador Financiero:		cada producto para 1987	236
principales responsabi-		análisis de sistemas	237
lidades	11	reexpresión de estados-	
		financieros	239
Análisis de Sensibilidad:		planteamiento del mode-	
para la programación li-		lo	258
neal	130	restricciones de recur-	
para la programación de		sos	258
metas	206	restricciones adminis--	
		trativas	260
Análisis de Sistemas para		función objetivo	264
la Cía. de Papel, S. A.	237	el modelo completo	266
		resolución del modelo	268
Análisis Financiero:		interpretación de los -	
bases	22	resultados	273
Auditoría:		Conceptos Monetarios	32
definición	102		
		Conceptos No Monetarios	32
Auditoría Analítica:			
definición	103	Control:	
objetivo	103	definición	15
ventajas	103	elementos básicos	100
niviación	104		

Correlación de Elementos 22

Cuentas por Cobrar 33

F

Flujo de Efectivo 19

Función Financiera:

conceptos 3

dentro de las empresas 6

importancia 6

punto de vista tradi-  
cional 6punto de vista contem-  
poráneo 7

áreas fundamentales 8

D

Decisión 20

Deflación:

definición 38

historia 68

antecedentes 68

demanda de la renta --

real en la noción del-

bache inflacionista y-

deflacionista 70

teoría de la renta en-

cuanto a la deflación 71

Devaluación 38

G

Gasto y Renta Monetarios 70

I

E

Inflación:

determinación 32

definición 37

fenómenos que produce 39

causas que originan la

inflación 50

clases de inflación 53

inflación reprimida o-

controlada 53

inflación acelerada o-

hiperinflación 54

características de la

inflación 55

técnicas empleadas pa-

ra solucionar los pro-

blemas que causa la in-

flación 57

Empresa:

definición 4

características 4

clasificación 5

fuentes de recursos 11

Estabilidad:

definición 42

rubros o cuentas 77

Estados Financieros:

importancia 22

análisis 23

métodos de análisis 23

<b>Información:</b>		<b>iónicos</b>	95
macroeconómica	13	analógicos	95
y adaptación al cambio	14	simbólicos	95
de administración y --		matemático	96
control	14	ventajas	96
financiera en la admi-		desventajas	96
nistración de los orga-		construcción	97
nizaciones	20	control e implantación	97
<b>Inversiones permanentes:</b>		documentación y aprova-	
recursos empleados	31	ción	101
		realización y construc-	
		ción	101

**M****N**

<b>Meta:</b>		<b>Nivel de Aspiración</b>	173
característica	17		
definición	173		
desviación de meta	173		
de utilidades	261		
de capital contable	262		
de capital de trabajo	263		
<b>Método de Ajuste a los -</b>		<b>0</b>	
<b>Estados Financieros por-</b>			
<b>Cambios en el Nivel Gene-</b>			
<b>ral de Precios</b>	60	<b>Objetivo</b>	172
<b>Método del Valor Actual-</b>		<b>Organización</b>	4
<b>por Costos de Reposición</b>	58		
<b>Métodos de Análisis de -</b>		<b>P</b>	
<b>los Estados Financieros:</b>			
razones simples	25		
razones estándar	25		
razones índice	25		
porcientos integrales	26		
punto de equilibrio	27		
aumentos y disminu- ciones	30	<b>Planeación</b>	14
tendencias y método - gráfico	30	<b>Planeación Financiera:</b>	
		aspectos que cubre	15
<b>Modelos:</b>		<b>Planeación Fiscal Finan-</b>	
construcción	94	ciera	9



Política Monetaria y Fiscal	65	ción del modelo	174
		solución gráfica	179
Políticas:		soluciones asociadas - con la programación de metas	182
definición	18		
de planeación	46	solución numérica por medio del algoritmo esencial de programación de metas	183
para la fijación de precios de venta	46		
de inversiones en activos	47	información que se obtiene de las tablas -- SLGP	193
sobre capital de trabajo	47		
de inventarios	47	solución numérica por el algoritmo de las --	
de cuentas por cobrar a clientes	47	fases con dos o --	
de efectivo disponible	47	más niveles de meta	195
sobre inversiones capitalizables	47	algoritmo simplex dual para la programación de metas	212
Porcentaje de Redituabilidad	46	selección de proyectos de inversión	221
Presupuesto:		restricciones para la elaboración del proyecto	223
a corto plazo	19		
a largo plazo	19	Programación Entera:	
Procedimientos	18	introducción	145
Productividad	23	clasificación	145
Programas	18	métodos de planos de corte	149
Propiedad	3	métodos de ramificar y acotar	150
Programación de Metas:		algoritmo entero puro de planos de corte	152
introducción	169	algoritmo de ramificación y acotamiento	158
relaciones entre la programación lineal y la programación de metas	170	aplicaciones	163
variantes entre la programación lineal y la programación de metas	171	Programación Lineal:	
relación entre la programación entera y la programación de metas	172	introducción	109
conceptos y términos de programación de metas	173	forma canónica de un problema de programación lineal	111
lección para la elaboración del modelo		forma estándar de un problema de programación lineal	112
		generalidades	113
		tipos de soluciones	113
		método gráfico	115
		desarrollo del método	



<b>Sistemas:</b>		<b>Solución Óptima</b>	<b>99</b>
aspectos generales	83		
enfoque	83	<b>Solvencia</b>	<b>45</b>
diseño	88		
formulación del problema	90		
organización del proyecto	91		
definición del sistema y su contexto	92	<b>U</b>	
criterio para evaluar el funcionamiento del sistema	92	<b>Unidad Mercantil</b>	<b>3</b>
recolección de datos e información	93		
interrelación entre la teoría de sistemas y la auditoría	102		
		<b>V</b>	
<b>Solidez:</b>			
determinación	45		
rubros o cuentas	75	<b>Variables de Desviación</b>	<b>174</b>