



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

30  
2EJ

MODELOS ACTUARIALES EN  
LA TOMA DE DECISIONES

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
A C T U A R I O  
P R E S E N T A  
M A R T I N F E R M O S O D I A Z



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR

1 9 9 5

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: Modelos Actuariales en la  
toma de decisiones,

realizado por Martín Feroso Díaz,

con número de cuenta 8118943-6 , pasante de la carrera de Actuaría.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis	Act. María Aurora Valdés Michel	
Propietario	N. en D. María Teresa Velázquez Uribe	
Propietario	Act. Noemí Velázquez Sánchez	
Suplente	Dra. María Edith Pacheco Gómez-Muñoz	
Suplente	Mat. Julio César Guevara Bravo	

Consejo Departamental de Matemáticas  
M. en C. José Antonio Gómez Ortega

SECRETARÍA  
DE CIENCIAS

A MIS QUERIDOS PAPAS  
CONSUELO Y JESUS

*Por el gran cariño que les tengo y en  
agradecimiento de formar parte del  
fruto de su amor, que con sus consejos,  
sacrificios, esfuerzos y apoyo me ayu-  
darán a lograr éste objetivo el cual los  
invito a compartir conmigo.*

A MIS HERMANOS  
LILIA Y JORGE  
Y MIS SOBRINOS  
MOISES SAID Y RAZIEL

*Por formar parte de mí y  
porque con su cariño me han  
iluminado el camino.*

A MI TIA  
MA. LUISA

*Con cariño por el apoyo y comprensión  
que siempre me ha brindado y en especial  
durante la realización de mis estudios  
que culminan con este trabajo.*

A MIS TIAS  
CARMEN Y ELVIA  
Y A LAS FAMILIAS  
ALMEIDA DIAZ, DIAZ PEREZ Y RIVERA DIAZ  
*Por orientarme y apoyarme siempre.*

A LAS FAMILIAS  
MONTAYA RAMIREZ Y ROSENDO RAMIREZ  
*Con particular aprecio.*

A LAS FAMILIAS  
UGALDE FLORES Y URIBE RAMIREZ  
*Por su cariño y afecto desinteresado  
que me han demostrado.*

A MI DIRECTOR DE TESIS

ACT. MA. AURORA VALDES MICHEL

*Por el tiempo que dedicó, el  
profesionalismo demostrado y  
la valiosa dirección en la  
elaboración de este trabajo.*

AL JURADO

MAT. JULIO CESAR GUEVARA BRAVO

DRA. MA. EDITH PACHECO GOMEZ MUNOZ

ACT. NOEMI VELAZQUEZ SANCHEZ

M. EN D. MA. TERESA VELAZQUEZ URIBE

*Con afecto y reconocimiento  
por sus observaciones a mis  
errores y valiosa orientación  
profesional.*

*A todos aquellos maestros, amigos  
y compañeros que me han brindado  
sus conocimientos, consejos y  
experiencias y que de alguna forma  
contribuyeron a mi formación profesional.*

## I N D I C E

PROLOGO.....	3
INTRODUCCION.....	5
CAPITULO I GENERALIDADES.	
1.1 Aspectos generales de las decisiones.....	10
1.2 Administración y decisiones.....	16
1.3 La solución de problemas y la toma de decisiones	17
1.4 Factores que influyen en las decisiones.....	23
1.5 Importancia de la comunicación en la toma de decisiones.....	28
1.6 Alternativas y premisas.....	31
CAPITULO II METODOS DE ANALISIS.	
2.1 Panorama general.....	36
2.2 Clases de modelos.....	36
2.3 La matemática en la toma de decisiones.....	38
2.4 Breve descripción de algunos modelos matemáticos	39
2.5 Instrumentos para la toma de decisiones.....	42
2.6 Criterios de decisión en condiciones de incer- tidumbre completa.....	44
CAPITULO III MODELOS FINANCIEROS.	
3.1 Generalidades.....	47
3.2 Análisis de Estados Financieros.....	48
3.2.1 Aspectos básicos de contabilidad.....	49
3.2.2 Estado Contable o Balance General.....	52
3.2.3 Estado de Pérdidas y Ganancias.....	54
3.2.4 Métodos de Análisis.....	55
3.2.5 Razones Financieras.....	56

3.2.6	Casos prácticos.....	61
3.2.6.a	Análisis financieros de la empresa Cannon-Mills y subsidiarias.....	62
3.2.6.b	Situación financiera del Grupo Modelo S.A. de C.V.....	68
3.2.6.c	Estructura financiera y rentabilidad de corporaciones mexicanas.....	70
3.3	Valor Presente y contabilidad financiera.....	74
3.3.1	El valor del dinero en el tiempo.....	74
3.3.2	Importancia de las tasas en la valuación financiera.....	77
3.4	Toma de decisiones financieras.....	80
3.4.1	Decisiones de inversión.....	81
3.4.1.a	Caso práctico.La programación lineal en las decisiones de inversión.....	100
3.4.2	Decisiones de Financiamiento.....	112
3.4.2.a	Caso práctico.Formulación del modelo de amortización FICORCA.....	119
CAPITULO IV		
MODELOS DE TRANSPORTE.		
4.1	Generalidades.....	123
4.2	División del territorio en zonas.....	125
4.3	Red de transportación.....	125
4.4	Función de costos.....	127
4.5	Tipos de modelización.....	128
4.6	Descripción del tráfico.....	130
4.7	Importancia de la asignación del tráfico.....	132
4.8	Caso práctico.Una propuesta de la modelización del transporte.....	136
CONCLUSIONES.....		149
BIBLIOGRAFIA.....		152
ANEXOS.....		153

## PROLOGO

La vida humana gira en torno a dos polos: hábitos y decisiones. Los hábitos representan el mundo del automatismo, la repetición y la rutina así como de los caminos trillados; es la esfera de la inercia, facilidad, seguridad, de las cosas que caen por su propio peso.

Las decisiones son todo lo contrario: el alto en el camino, el lugar de la bifurcación que hace reconsiderar la ruta, el momento de considerar y ponderar las alternativas, el momento dramático de escoger o desechar perspectivas que también atraen y se antojan.

Es cierto que no todo en el mundo de las decisiones es dramático y trascendental. La vida esta salpicada de pequeñas decisiones. Aunque también nos confrontamos con decisiones trascendentales.

Se llega a dar el caso de que la calidad de vida de una persona depende para bien o para mal de una decisión tomada en un momento.

Revisten importancia las decisiones que involucran no a una persona o una familia, sino a la gran empresa, la ciudad o un país entero.

Trascendental, por ejemplo, fue la decisión del ex-presidente López Portillo cuando adoptó la opción de vivir al estilo de la abundancia.

Trascendental actuó Salinas de Gortari al adoptar el modelo económico neoliberal.

La función primordial de los tomadores de decisiones (TDD) tanto en la vida familiar, como en las empresas, política, industrias, etc., es la toma de decisiones.

Un jefe, un ejecutivo es por definición el que toma las decisiones. Mas aún: una forma sencilla para valorar y conocer el nivel jerárquico real de una persona dentro de una institución, es averiguar que importancia en la toma de decisiones tiene.

En cualquier escenario de la vida, cuando las decisiones se toman bien se logra con facilidad la satisfacción de la gran mayoría y la organización marcha sobre ruedas. De lo contrario se gestan, desarrollan y proliferan marañas de problemas, acusaciones mutuas, resentimientos, pérdida de la motivación y al cabo de todo ineficiencia y caos.

Estamos por adentrarnos en un tema de gran actualidad. Por una parte los adelantos modernos han multiplicado hasta el infinito la variedad de alternativas en todos los campos. Por otra parte,

van pasando a la historia las épocas de los dictadores políticos, religiosos y empresariales, que relevaban a los pueblos del privilegio y responsabilidad de decidir; el autoritarismo es ya anacrónico.

Parece abrirse la aurora de sistemas más democráticos basados en la consulta y participación de todos. Paralela a la democracia política, se ha consolidado la democracia empresarial. Al estudiar las decisiones, nos ponemos a tono con las preocupaciones más vitales de nuestro momento histórico, principalmente en los países que apenas y con dificultad comienzan a sacudirse el peso de las tradiciones de dominio, manipulación y de un comportamiento infantil masivo, como es nuestro caso.

Desafortunadamente en esta carrera hacia la superación y madurez nos queda siempre a los individuos la alternativa de marginarnos, evadirnos, rendir las armas, en una palabra de no decidir, sino de buscar que otros decidan por uno.

Se debe reconocer que la decisión es un tema humano y complejo y es ingenuo enfocarlo como una mera técnica que se pueda aprender y dominar con la lectura del presente trabajo, ya que en éste se presentan algunas de las técnicas que existen.

Las personas inmaduras son amantes de que las cosas difíciles las decida la suerte. La caracterología nos ofrece una amplia gama en cuyo dos extremos aparecen respectivamente las gentes indecisas, las cuales siempre difieren las decisiones y las precipitadas (las aventadas) porque sin ton ni son llevan a cabo lo primero que se les ocurre.

Independientemente de nuestro nivel social y laboral la vida nos hace confrontar el tema de las decisiones. Nadie puede escapar a ellas, so pena de caer en la regresión psíquica, para adoptar comportamientos de niños pequeños o peor aún, de deficientes mentales.

## INTRODUCCION

La corriente de ideas sobre la toma de decisiones puede compararse con la construcción de un edificio con dos equipos planeándola, los teóricos y los prácticos.

En el equipo de los teóricos encontramos agrupados a los partidarios de las escuelas cuantitativas; los matemáticos, los actuarios, los economistas-matemáticos, los investigadores de operaciones y los analistas de sistemas. En el equipo de los prácticos están los directivos y los administradores prácticos, los intuicionistas, la escuela descriptiva y otros con una orientación primaria cualitativa.

Los teóricos se dedican a la construcción de modelos y métodos altamente especializados para tratar problemas particulares, al fomento de su arte y a la derivación de generalizaciones compactas sobre el nivel de abstracción en crecimiento. Obtienen sus recompensas intelectuales al contemplar la belleza de sus creaciones y de su éxito al derivar conclusiones de largo alcance en base a las suposiciones iniciales más ahorrativas. En el equipo teórico hay agitación intelectual y alta moral. Una sólida porción de las energías de este equipo se dedica a la educación de principiantes para ayudarlos a llevar la tradición y capacitarlos para que salgan al mundo como maestros y practicantes de sus especialidades siempre fascinantes y algunas veces misteriosas.

Los del equipo teórico observan la forma de trabajo de los prácticos con una mezcla de desprecio, condescendencia, tolerancia y lástima, pues este equipo, el de los prácticos es incapaz de comprender la pureza, belleza y verdad de la estrategia del equipo teórico.

Algo parecido sucede con el equipo de los prácticos con menor emoción y con mayor contacto con las duras dificultades del mundo real. Los prácticos están ocupados haciendo el trabajo de construcción, sin lograr articular sus métodos.

Ellos usan técnicas idiosincráticas que no son complejas, irrepetibles, ni explicables; pero el trabajo esencial se hace a veces bien y algunas veces mal, pero se hace. En este equipo el énfasis se hace en la intuición, en el buen discernimiento, en la madurez y en la experiencia.

Los académicos del equipo teórico se concentran en la descripción de instrumentos, estructuras y procesos; en el desarrollo de la comprensión y en la especulación de como mejorar el discernimiento y de como impartir sabiduría a los jóvenes.

Los prácticos tienden a ser despreciativos, críticos. Observan a los teóricos como imprácticos, arrogantes, despóticos inmaduros y, si son sinceros, los consideran apartados de la realidad del

mundo actual con sus imponderables y frustraciones, un mundo en el que la suposición después de los hechos no se sostiene. Algunos expertos prácticos acusan a los teóricos de haber manejado una estratagema sutil para enarbolar el estandarte con las palabras: TEORIA DE LA DECISION y se consideran a si mismos como los únicos defensores de la fé y únicos árbitros legítimos de lo que puede ser propiamente admitido bajo esas palabras.

Mientras tanto en los cimientos de la construcción trabajan los híbridos, gente asidua que esta tratando de unir el abismo que separa a la orientación matemática, modelo de construcción de los teóricos, con el pragmatismo de los prácticos.

Empezando con la orientación de las ideas de los teóricos, las cuales son lo suficientemente simples para ser aceptadas por el equipo de los prácticos, los híbridos que se encauzan por el lado de los teóricos empiezan a partir de sus puntos de vista matemáticos y trabajan por la popularización, o como los puristas del lado teórico dirían, por la vulgarización.

Esta investigación pretende ser un medio para la construcción de un puente, con un punto de vista del equipo práctico, en el cual se trata de reducir el vacío entre los enfoques aparentemente incompatibles de los prácticos y de los teóricos, introduciendo estructuras y metodologías semicuantitativas en la toma de decisiones. Estas se han tomado prestadas de muchos campos; extensiva pero selectivamente, usando las ideas que se juzgaron como las mas sutiles, ignorando aquellas que no sirven para los propósitos que se persiguen o que son muy difíciles o muy absurdas para el lector del equipo práctico.

En este trabajo se presentan modelos clasificados para la evaluación de decisiones, se sugieren como pueden ser usados en varias áreas de actividad ejecutiva y administrativa. Es el deseo que los ejecutivos de negocios, los administradores, los actuarios que se avoquen a esta área, los estudiantes interesados en esta área, encuentren que este material ha mejorado su capacidad para tomar decisiones.

Además de lo anteriormente expuesto, la finalidad principal es mostrar en que manera la formación matemática que recibe el actuario le permite participar en la toma de decisiones y al mismo tiempo mostrar al estudiante de actuaría que las matemáticas que se estudian tienen aplicaciones prácticas en su desarrollo como profesionales.

Los modelos y variaciones contenidos en los siguientes capítulos deberían ser clasificados como prescriptivos, i.e. muestran como se puede proceder en cierto tipo de decisiones y no como los directivos en cada caso particular proceden en sus decisiones, en lugar de descriptivos. Se han seleccionado un número de modelos por la importancia respecto a la cual se asemejan a los procesos

reales de decisión. La tesis se ha estructurado en cuatro capítulos. En el capítulo I, como su nombre lo indica se trata de abarcar en forma general los aspectos más importantes que se deben considerar al tomar una decisión. Se abarca en forma general los aspectos humanos y administrativos que influyen en la toma de decisiones, como el estrés, la resistencia a los cambios, la jerarquización que debe existir al tomar decisiones y algunos factores más.

En el capítulo II se presentan los distintos tipos de modelos que hay en la toma de decisiones, que van desde modelos descriptivos hasta modelos matemáticos en los cuales se considera la incertidumbre. Se hace énfasis en los modelos matemáticos y en los requisitos que debe cumplir un problema para ser estudiado con un modelo de este tipo.

En el capítulo III, modelos financieros, es donde se presentan aplicaciones de la teoría vista en el capítulo anterior, auxiliadas dichas aplicaciones de otros conceptos teóricos contables, financieros y económicos. Se incluyen modelos que abarcan el ámbito de las finanzas corporativas, i.e. de empresas, aunque se hace mención de que algunos modelos como el VAN(VPN), la TIR o el análisis costo-beneficio pueden ampliarse a un nivel nacional.

Se presenta como el Actuario puede introducirse al fascinante mundo contable al analizar los Estados Financieros en una empresa y puede hacer un diagnóstico de la "salud" financiera la misma. Se considera como caso práctico el análisis de las razones financieras del Grupo Modelo y de una muestra de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores. Posteriormente se tratan las decisiones financieras enfocándose el estudio en primer lugar a las decisiones de inversión utilizando los criterios de TIR, VPN, TMAR y el análisis costo-beneficio; concluyéndose este aspecto con un ejemplo práctico que involucra los anteriores conceptos y la programación lineal. Para finalizar el capítulo se presentan las decisiones de financiamiento utilizando para ello los criterios de Costo de las deudas, el leasing y la amortización de deudas; finalizándose con un ejemplo práctico consistente en formular un modelo de amortización creciente llamado FICORCA.

El capítulo IV, modelo de transporte, tal parece que bajo el contexto de lo tratado en el capítulo anterior de modelos financieros no tiene relación alguna con los mismos; pero como se ha sostenido en el prólogo y en esta introducción, el presente trabajo pretende mostrar que la formación que recibe el Actuario le permite abordar desde problemas netamente prácticos, como los vistos en el capítulo III, hasta los teóricos como es el caso de este capítulo. En este capítulo se presentan dos problemas que atañen a las grandes urbes modernas: el tráfico y el transporte. Se presentan las teorías que se han desarrollado para la modelización del tráfico y del transporte haciéndose énfasis en los modelos estáticos y dinámicos, así como la introducción de teoría

matemática inmersa en los mismos. Se concluye este capítulo dando una propuesta de modelización del tráfico basado esencialmente en la modelización matemática de las luces de cambio en una ciudad, i.e., de los semáforos.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES

### 1.1 Aspectos generales de las decisiones.

#### Importancia de las decisiones.

La técnica para la toma de decisiones es un tópico al que cada vez se le da más importancia, al grado de que la toma de decisiones se generaliza frecuentemente como sinónimo de la dirección de una organización.

¿Que es para nosotros un problema? , por no hacernos o no contestar debidamente esta pregunta, la acción directiva se dedica a resolver más problemas que los que necesariamente deben resolverse o solucionarse, no debe solucionarse pues, todo aquello que se presente como problema, sino aquello que lo es efectivamente.

Para muchos un problema es todo aquello que se ignora y se trata de obtener mucha más información de la estrictamente útil, desperdiciando tiempo, energía y dinero.

El significado de un problema no puede tener más que este sentido: el problema es una dificultad - prevista o no - para el logro de un objetivo propuesto .

Las decisiones en torno a la solución de problemas se toman con intención de presente, pero toda intención de presente debería estar enmarcada en una intención de futuro: lograr un objetivo o configurar uno nuevo (si los problemas que se oponen a conseguir el objetivo, previamente trazados son ahora insolubles). Una acción del tomador de decisiones (TDD) con mera intención de presente, esto es una acción directiva dedicada solo a la solución de problemas, esta destinada sin remedio al fracaso.

Toda decisión entrará en juicio sobre diversas posibilidades o alternativas a seguir: cuando solamente exista una línea de conducta, la toma de decisiones es imposible.

En la técnica de la toma de decisiones es conveniente establecer el marco de referencia que proporciona los limitantes, de manera que se tiene la libertad de decidir con restricciones, algunos de dichos limitantes se describen a continuación:

i)Lo permitido. Esto indica que puede decidirse determinada acción, pero que existe algo tipificado como la ley o aspectos morales que puede que no lo permita.

ii)El tiempo disponible. Este es un elemento vital para la dirección, que en ocasiones parece no estar consciente de su valor, ya que en la mayoría de las veces una tardanza en la decisión puede echar todo por tierra.

iii) La información disponible. Es bastante general el comentario de que la información necesaria no se recibe casi nunca en forma oportuna y adecuada, de manera que casi siempre se solicita información mejor y más confiable que la que se recibe habitualmente.

iv) Los recursos disponibles. Es típico el que nunca se dispone ilimitadamente de los recursos que se necesitan al considerar un proyecto.

#### Decisiones e información.

Las decisiones dependen siempre de la información disponible; la información que recibe el TDD puede ser muy abundante, pero no aquella que necesita para tomar decisiones.

Es por ello conveniente crear un sistema de información. Un sistema de información se podría definir como una herramienta al servicio de los TDD, enfocada para administrar el tiempo, los recursos y los medios de trabajo.

El sistema deberá permitir reducir la información que deba examinarse y dotándola siempre de las bases suficientes para la adecuada toma de decisiones.

El objetivo específico de un sistema de información consiste en proporcionar un órgano de información integral e instantáneo, lograr una sistematización al máximo posible de las actividades para poder entregar a todos los niveles estructurales, la información necesaria y suficiente para poder desempeñar sus funciones con la oportunidad requerida.

#### Decisiones y resultados.

Una buena decisión no lleva necesariamente a un buen resultado. Analizar bien nuestras decisiones solo incrementa las posibilidades de tener éxito, pero desafortunadamente, no lo garantiza.

Cuando se pueda garantizar el resultado a priori, no hay, estrictamente hablando, necesidad de tomar una decisión.

Las decisiones genuinas son siempre irrepetibles y sujetas a la incertidumbre. Por ello no puede nunca garantizarse a priori el resultado. Lo más que puede hacerse es un análisis completo del problema, generar alternativas de solución, seleccionar una y comprometerse seriamente con ella para incrementar las expectativas de lograrla.

El momento oportuno para juzgar una decisión es siempre a priori. A posteriori no puede haber sino racionalizaciones, pretextos y reproches.

En resumen, para tomar buenas decisiones se requiere: generar alternativas (esto requiere creatividad), obtener información y establecer claramente las preferencias.

La prudencia nos ayuda a combinar la prontitud de la acción con el buen análisis. Hay quienes son apresurados y deciden mal (aunque les vaya bien) o, al revés, quienes quieren ser tan analíticos que siempre llegan tarde.

#### Procedimiento para tomar decisiones.

i) Definir el problema. Con frecuencia la dificultad principal consiste, no en encontrar la solución, sino el problema en sí. Un análisis de todos los hechos, una valoración o interpretación correcta de esos hechos, la recopilación de opiniones y puntos de vista de otros TDD, son los procedimientos que deben emplearse para un buen planteamiento del problema.

ii) Buscar la solución. Para esto, el TDD debe plantearse varias soluciones alternativas, ya que entre todas esas estará la más cercana a la solución correcta.

iii) Decidir entre las alternativas. Esto es cuando se toma la decisión final tomando en cuenta los recursos económicos, los elementos humanos, las medidas técnicas, etc..

iv) Poner en práctica la solución. Para esto se toma en cuenta quienes la llevarán a cabo, con que elementos humanos y materiales cuentan, etc..

v) Controlar sus resultados. Esta es la última fase del procedimiento de tomar decisiones, la cual nos permite saber y comprobar el valor y la efectividad de las decisiones puestas en práctica.

William H. Newman distingue cuatro fases esenciales en la toma de decisiones:

1a. Formular el diagnóstico. La necesidad de tomar una decisión nace a menudo de una vaga inquietud. Algo parece andar mal y requiere corregirse, o bien, quizá se está desperdiciando una oportunidad si no se toma una decisión acertada. El primer objetivo de un diagnóstico es agudizar este sentido para encontrar el hueco o la laguna que media entre lo que se desea que acontezca y lo que probablemente ocurrirá si no se pone remedio. El segundo es que el diagnóstico acertado debe ayudar a localizar la causa de esa laguna y/o de todo obstáculo que impida alcanzar las metas propuestas. Finalmente, el diagnóstico acertado deberá situar el problema específico que se examina, dentro del contexto de metas más generales y de nivel más elevado de la organización. Al hacerlo, se podrá conocer cuáles son las limitaciones en el aspecto del tiempo, de inversión o de personal que se debe tomar en consideración en la búsqueda posterior de las formas de

resolver el problema inmediato.

2a. Encontrar soluciones optativas. A continuación le interesa al TDD lo que podría hacerse para eliminar o evitar los obstáculos básicos que descubrió al formular su diagnóstico. Se requiere imaginación e inventiva, las opciones recorren la gama desde no hacer nada, hasta modificar los objetivos. A menos de encontrar una buena solución entre las posibilidades tomadas en cuenta, la decisión final esta condenada al fracaso.

3a. Analizar y comparar las soluciones optativas. Para escoger entre los planes posibles, el TDD ha de considerar las diferencias principales, o sea, los factores cruciales. Todos los datos pertinentes, tanto opiniones como hechos reconocidos, que puedan desentrañarse en el tiempo de que se disponga, deben acoplarse y relacionarse a esos factores cruciales. Un análisis semejante arrojará no solo la lista de los elementos en pro y en contra de cada opción, sino también algunas pruebas de la importancia relativa de las ventajas y desventajas particulares.

4a. Escoger el plan que se adoptara. Las ventajas de un plan optativo suelen ser tan evidentes que el solo análisis arroja la respuesta definitiva. Es indispensable ponderar las diferentes posibilidades de fracasar, así como tomar en cuenta la eventualidad del éxito parcial.

#### Clasificación de las decisiones.

I.-Por su trascendencia.

a) Decisiones rutinarias o tácticas. Estas son las que se toman en el trabajo ordinario, integran la labor cotidiana del TDD.

b) Decisiones fundamentales o estratégicas. Son las que resuelven los problemas mas importantes. Por lo general son propias de los altos directivos de la organización.

II.-Por funciones.

a) Administrativas. Son aquellas cuyo fundamento se hace en el proceso administrativo. (Planeación, Organización, Integración, Dirección y Control).

b) Producción. Son aquellas que toman en cuenta los aspectos que intervienen en este rubro como son; volumen de la misma, tamaño y localización de la planta, distribución de la maquinaria y equipo, etc..

c) Ventas. Se tiene que decidir sobre aspectos como investigación y análisis de mercados, precios, empaque, etc..

d) Finanzas. Se decide sobre la estructura del capital, crédito y

capital de trabajo, costos de operación, etc..

e) Personal. Se decide sobre las fuentes de abastecimiento, reclutamiento, selección, adiestramiento, etc..

III.-Por sus efectos.

a) Resolutorias. Son aquellas que tienen como finalidad inmediata la solución de los problemas concretos a los que todo TDD se enfrenta.

b) Preventivas. Se quiere decir con esto que el TDD debe saber anticiparse a los acontecimientos e impedir que se presenten problemas en algún tiempo futuro, si sabe interpretar inteligentemente las condiciones o circunstancias actuales; en este caso sus decisiones no estarán encaminadas a resolver problemas reales y presentes, sino a prevenir o evitar que lleguen a ocurrir.

IV.-Por quien las dicta.

En la mayoría de los casos las decisiones son individuales. No obstante en algunas ocasiones, sobre todo cuando las decisiones se refieren a la organización en conjunto o bien cuando trata de resolver problemas de excepcional importancia, éstas se toman colectivamente por un grupo organizado.

#### Objeto de las decisiones.

Uno de los fines principales de las decisiones es el ayudar a obtener el mejor de los resultados. Las decisiones interfieren en toda la administración y en cualquier asunto, resuelven conflictos como divergencias de opinión, de criterio y de hechos en relación con algún problema.

#### Bases para la toma de decisiones.

Las bases más comunes para llegar a una decisión son:

- a) Intuición.
- b) Los hechos.
- c) La experiencia.
- d) La autoridad.

Generalmente todas son utilizadas, aunque algunas en forma más extensa que otras, dada la naturaleza del problema. En la práctica es muy común la combinación entre ellas.

a) La intuición.

Es innegable que muchas decisiones se toman intuitivamente, es decir sin apelar al razonamiento ni a ningún proceso mental consciente. Equivale a guiarse por presentimientos o corazonadas.

En tiempos pasados muchos TDD lo hacían sin saber por qué realmente, poseían conocimientos íntimos de su esfera de acción, adquiridos a través de los años, y de manera inconsciente se basaban en esos antecedentes. Las sugerencias, las influencias, las preferencias y la condición psicológica de la persona que decide juegan un papel muy importante en este tipo de decisiones.

Entre las ventajas de la toma de decisiones por intuición tenemos:

-Se toman relativamente pronto.

-Es un medio generalmente satisfactorio para tomar una acción decisiva sobre problemas de influencia muy limitada.

-Se aprovecha la habilidad para tomar decisiones.

Entre sus desventajas tenemos:

-Las decisiones pueden ser malas, es decir, que el presentimiento puede no ser acertado.

-No existen medios para defender los puntos de vista ante los demás.

-Se subestima o no se toma en cuenta la utilidad de otras bases para tomar una decisión.

b) Los hechos.

Se considera popularmente que los hechos son base excelente para fundar decisiones. Se pone de manifiesto que cuando las decisiones se basan en hechos, representan un aspecto racional y objetivo de una metodología básica y aceptable.

La decisión tomada sobre esta base, nos demuestra que se fundamenta en situaciones o hechos concretos, lo cual implica veracidad y solidez.

Esta decisiones son de tipo realista, porque se toman en cuenta actividades y situaciones concernientes al asunto.

c) La experiencia.

Generalmente la experiencia es aprovechada por los conocimientos derivados del desarrollo mismo, así como por el hecho de haber sido formada en situaciones similares anteriores. Su desventaja consiste en que podemos fundarnos en sucesos anticuados que no están de acuerdo con la situación actual.

d) La autoridad.

La autoridad se define como la facultad de tomar decisiones y hacer que se cumplan, existe íntima relación entre la autoridad y las decisiones. La aceptación de las decisiones, da autoridad a quien las formuló.

#### Dificultad para tomar decisiones.

Cualquier decisión es difícil de tomar. Existe una gran variedad de problemas y decisiones que requieren de la acción decisiva que comprende desde lo más simple hasta lo más complicado; además no existen teorías que recordar ni fórmulas que aprender. Va desde lo intangible hasta lo material; incluye fuerzas visibles e invisibles con emociones al igual que con razones. Desde luego es de gran ayuda la agilidad mental y la habilidad, y es conveniente que la persona que va a decidir conozca la meta a seguir, siendo de vital importancia que las decisiones tomadas sean prácticas y aplicables.

Es posible que la decisión que se llegue a aceptar no sea del agrado de todos, algunos pensarán y estarán seguros que una decisión distinta hubiera sido mejor.

Es tarea de la persona que tomó la decisión final aplicarla y convencer a los demás porqué se llegó a esa decisión, y demostrar que es la más acertada y conveniente para la organización de entre todas las alternativas que se sugirieron a través de un análisis exhaustivo llevado a cabo por todos.

#### 1.2 *Administración y decisiones.*

En todas las organizaciones es indispensable que los titulares de puestos administrativos tomen decisiones en innumerable asuntos fundamentales.

La planeación no es la única tarea del TDD; pero evidentemente es esencial para él. Sin los planes se desintegraría cualquier organización; sus operaciones no tendrían orden ni concierto.

De la facultad de tomar decisiones es la facultad de administrar, de aquí que haya quienes concluyen diciendo que para que alguien pueda llegar a ocupar puestos claves el requisito que debe cumplir es tomar decisiones.

La aplicación de la decisión varía según su naturaleza y la función administrativa de que se trate.

Las decisiones típicas de planeación son aquellas concernientes al trabajo que ha de realizarse y cómo ha de hacerse.

Las decisiones que corresponden a la organización son las relativas a la asignación del trabajo a los miembros de cada grupo y la delegación de autoridad correspondiente.

Por último, dentro de la función del control, revisión, corrección o vigilancia es de vital importancia la toma de decisiones, por cuanto existe la vigilancia, de que el plan a seguir se lleva a cabo al pie de la letra, por medio de las decisiones que aceptan o rechazan los resultados y señalan los defectos a corregir, ejerciendo el control, a la vez que la facultad administrativa es de tomar decisiones.

### 1.3 *La solución de problemas y la toma de decisiones.*

#### Entendimiento del problema.

Fundamentalmente tenemos un problema cuando algo se atraviesa en el camino hacia nuestro objetivo. También tenemos un problema cuando lo que esperamos que suceda no sucede.

La solución de problemas y la toma de decisiones son funciones que marchan juntas. En realidad, puede decirse que la solución de problemas es la toma de decisiones. Todo lo que se haga en materia de planeación, organización, programación, dirección y control que requiera que escojamos un curso de acción entre varias alternativas, constituye una toma de decisiones.

La mejor forma de resolver los problemas es por medio de un procedimiento sistemático. Sin embargo la toma de decisiones no siempre tiene que ser sistemática. En ocasiones se toma una decisión basada en la intuición o en el presentimiento. Cuando se está presionado por el tiempo, un juicio instantáneo puede ser el último recurso.

La decisión no puede ser mejor que la información en la cual está fundamentada.

Es posible tomar una mala decisión si se conoce muy poco acerca del problema, pero rara vez se incurre en error por conocer lo suficiente.

#### Pautas para tomar decisiones.

Los TDD se enfrentan diariamente a problemas de todos los tamaños y grados de dificultad. Algunos son tan pequeños e intrascendentes que requieren muy poco o ningún análisis antes de decidir qué se debe hacer. Otros problemas pueden ser difíciles y dispendiosos y pueden requerir mucho tiempo y energía. ¿Cuál es la mejor forma de atacar lo que parece constituir un problema serio?, he aquí

algunas pautas:

1.-Evitar tratar los síntomas de un problema, hay que ocuparse de sus causas.

2.-Mirar más allá del simple planteamiento del problema. Las palabras que lo describen pueden identificarlo o no claramente.- Determinar si la persona que pide encargarse del problema entiende el alcance del mismo y sus implicaciones. A menudo es buena idea poner en duda el objetivo de resolver un problema.

3.-Ser profundo en la búsqueda de los hechos. Considerar su enfoque y evitar el pasar algo por alto. Determinar si el alcance del problema está totalmente definido. Verificar las suposiciones a fin de establecer si son esenciales para la solución.

4.-No dudar en dedicarse por completo al problema si ello representará la diferencia entre una buena solución y una mediocre. La presencia física en un proyecto nos ofrecerá el máximo de aprendizaje y experiencia.

5.-Buscar ayuda y asesoría de otras personas. Resolver solos un problema que afecta a otros no resulta aconsejable. Además las personas afectadas pueden tener opiniones ideas o información que son pertinentes. Desarrollar un buen estilo de comunicación para que los aspectos discutibles salgan a la luz. La buena comunicación estimula y promueve la participación.

6.-Ser razonable al abordar un problema. Cerciorarse de que su solución es alcanzable teniendo en cuenta la tecnología y el conocimiento existentes.

7.-Detenerse en algún momento durante una sesión dedicada a resolver el problema para determinar si se va por el camino correcto. Reconsiderar el enfoque. Pensar acerca de lo que se está tratando de hacer. Esta verificación de la suposición constituye un paso importante en la solución del problema puesto que dará la oportunidad de descubrir errores e introducir simplificaciones.

8.-Utilizar el discernimiento e intuición. Los sentimientos deben recibir considerable atención. Se debe confiar en uno mismo. Se debe tener confianza en que se resolverá el problema y que su solución resistirá el paso del tiempo.

9.-Definir bien el problema constituye un requisito para llegar a controlarlo y mantenerlo bajo control. No se puede esperar que se logre una buena solución si realmente no se entiende el problema. Definir adecuadamente un problema en ocasiones revelará si la solución está más allá de la que se está contemplando.

### Solución de problemas mediante un cambio.

Antes de intentar solucionar un problema mediante un cambio, debe formularse varias preguntas:

¿Que es exactamente lo que se va a cambiar?

¿Es realmente necesario que se haga un cambio?

¿Qué se ganará con este cambio?

¿Qué procedimiento habrá de seguirse?

¿Qué será precisamente lo que cambiará como consecuencia del procedimiento escogido?

Responder estas preguntas antes de actuar permitirá saber sobre todas las alternativas disponibles. Cuando las decisiones tienen que ver con un cambio, hay más posibilidades de que sean puestas en tela de juicio. Otro factor significativo que debe tenerse en cuenta es la medida en que las personas que resultan afectadas por el cambio intervengan en la toma de algunas de las decisiones relacionadas con ese cambio. Los negocios y la industria registran muchos casos en que la participación personal en la adopción del cambio ha ocasionado una pronta aceptación, cuando la resistencia al mismo podría haberse presentado. También se han generado beneficios secundarios para la administración porque los grupos que participan en la fijación de sus propias metas a menudo son más exigentes con ellos mismos de lo que sus jefes consideran posible. Cuanto mayor sea la participación del personal en la adopción de las decisiones relacionadas con el cambio, tanto menor será la resistencia al mismo.

### Peligros al tomar decisiones.

Los TDD pueden caer en algunas trampas en el proceso de solucionar sus problemas y cumplir con sus responsabilidades. Entre las trampas más comunes están; producir una respuesta correcta pero para el problema que no es, tomar una decisión sobre un problema en un momento inoportuno y tomar decisiones que luego no se traduzcan en acción. Pocas cosas constituyen un desperdicio de tiempo más grande que buscar una respuesta para un problema que no existe. En otra área de la toma de decisiones al manejar información inexacta con precisión y esmero se puede fácilmente caer en una trampa. En este caso el peligro radica en que, basado en un análisis, puede concluirse que se ha obtenido resultados que no pueden cambiarse o que no son susceptibles de cambio. Demasiadas decisiones son pospuestas cuando deberían haberse tomado, sin caer en cuenta de que posponer una decisión es -en realidad- tomar una decisión. Por otra parte, muchas decisiones se toman antes de que sea necesario. Una decisión que no puede ser ejecutada o cuyas consecuencias, en caso de adoptarse, no pueden ser

controladas no constituye una decisión completa o eficaz. Esta forma de resolver un problema por parte de quien toma la decisión indica precipitación, falta de planeación e incapacidad o mala voluntad para pensar las cosas en detalle. Los TDD pueden cometer tales errores por una o más razones. La más probable es que son desorganizados. Actúan de una manera intuitiva en el caso de asuntos que merecen ser tratados racionalmente, y se empeñan en actuar racionalmente en materias que requieren criterio. Otra razón es que gastan en forma poco prudente el tiempo que tienen para resolver problemas. No son capaces de definir el problema y prefieren dedicar más tiempo a la búsqueda de la solución. Y, sin embargo, definir correctamente un problema es la parte más importante y a la vez más difícil de la toma de decisiones. En la mayoría de los problemas la respuesta es fácil una vez que hayan sido claramente definidos y comprendidos.

#### La perspicacia en la toma de decisiones.

Los TDD que son hábiles poseen ciertos atributos que les permiten ser eficientes y tener éxito. La perspicacia los capacita para distinguir entre problemas reales que requieren acción, y condiciones o situaciones que son de poca importancia o ajenas al logro de sus objetivos. Con perspicacia, podemos asegurarnos de que un problema es nuestro antes de intentar su manejo. La gente con perspicacia casi nunca es impulsiva, ni toma con frecuencia decisiones repentinas o radicales. Prefieren atacar la causa de un problema en vez de tratar de corregirlo. La perspicacia nos capacita para evitar la toma de decisiones importantes cuando se está bajo presión o estresado.

#### Autoridad decisoria.

La renuencia a tomar una decisión es una debilidad humana muy común. Lo que hace que una persona vacile no es muchas veces la falta de buen criterio sino la timidez. Esta renuencia a actuar da como resultado que nada se haga o permita que aquéllos que tienen voluntad para actuar tomen el mando.

¿Que significa ser decidido?. Cuando somos decididos, hacemos algo más que dar una opinión. Implica el propósito de comprometerse personalmente y de llevar adelante una convicción. La persona que adopta una posición firme en relación con un asunto y pone manos a la obra para resolverlo es llamada una persona decidida.

¿Como se adquiere esa autoridad decisoria?. Necesitamos adquirir perspicacia y desarrollar determinación si queremos ser decididos. Aceptemos los problemas y tengamos confianza en que los resolveremos. Estemos dispuestos a decidir algo. La renuencia a tomar una decisión nos coloca en desventaja porque la gente que trabaja con nosotros espera que como TDD seamos decididos y mantengamos la situación bajo control.

Para ser decidido en el manejo de nuestras responsabilidades debemos adoptar con celeridad las decisiones de menor importancia. Despachándolas tan pronto como sea posible nos quedaría más tiempo para dedicarlo a problemas realmente importantes. Seamos consecuentes y firmes cuando tomemos una decisión. No seamos vacilantes ni dejemos duda alguna acerca de nuestras intenciones.

Actuemos sobre una decisión y programemos su seguimiento después de un período de tiempo razonable. Habremos sido decididos si en este proceso no hemos dejado para mañana lo que pudimos haber hecho hoy.

#### Delegación de responsabilidad y decisiones.

Un principio básico de organización implica que la responsabilidad debe delegarse al más bajo nivel de la organización que sea capaz de una actuación satisfactoria. Es posible que debamos asumir una responsabilidad por nosotros mismos cuando nuestro jefe esté ausente, y tomar la decisión que él normalmente habría tomado. Cometeremos algunos errores, a menos que seamos inusualmente hábiles. Nuestro jefe debe entenderlo y darnos la oportunidad de desarrollar nuestra capacidad; de ésta manera iremos aprendiendo y gradualmente aprenderemos a tomar buenas decisiones.

La única forma de aprender a ser decidido es tomando decisiones. Si las sanciones por cometer errores son demasiado severas, bien sea para nosotros o para nuestro jefe, podríamos mostrarnos reacios a asumir nuevas responsabilidades y a tomar las decisiones que las acompañan. Sin embargo tales situaciones no se prestan para formar personas en la toma de decisiones.

#### Cuando no tomar una decisión.

Existen muchas ocasiones en el trabajo en las cuales no es aconsejable tomar una decisión inmediata. Por una parte si la decisión se puede posponer puede resultar que no sea necesario tomarla. Vacilar es particularmente prudente cuando los TDD están estresados. Los TDD se niegan a tomarlas a la fuerza sin tomarse el tiempo necesario para pensarlas primero. Ocasionalmente debe tomarse, desde luego, una decisión con presteza, tal como sucede en una situación de emergencia.

Cuando un TDD se ve presionado a tomarlas, debe decidir primero si una decisión temporal o provisional podría ser suficiente. Si bien tal decisión puede que no represente una solución del todo satisfactoria para el problema, generalmente alivia una situación molesta y permite al TDD contar con más tiempo para desarrollar una solución que sea aceptable para todas las partes involucradas. Sin embargo, hay casos en que la demora con el propósito de ganar tiempo puede agravar una situación.

Debemos siempre estudiar una situación cuidadosamente para determinar que efecto podría tener una demora; decidir que pasos deben tomarse de inmediato y qué asuntos deben diferirse. Solamente después de haberla estudiado podemos juzgar que tanto podemos posponer una decisión global o final. Ser decidido constituye una ventaja. Indica que mantenemos el control y que estamos dispuestos a ser responsables. Sin embargo, existen ocasiones en que es preferible no decidir sobre algo. He aquí algunos casos:

-No actuemos si la decisión que estamos por tomar no coincide con nuestra intuición. Verifiquemos nuestra corazonada, en especial cuando la decisión que va a tomarse se relaciona con personas; en tales casos una corazonada puede dar mejor resultado que la lógica.

-No decidir algo cuando no sabemos o conocemos todos los hechos. Sigamos investigando y estudiemos el problema sin resolverlo todavía. Así estaremos preparados para cuando debamos tomar la decisión.

-Pospongamos una decisión si no estamos seguros de sus consecuencias. Las situaciones y condiciones cambian con el tiempo, al igual que cambia la forma como la gente las percibe. La espera nos permitirá dar paso atrás en caso de que nuestra decisión final no sea favorable.

-Posponer la decisión para ganar algún tiempo cuando la gente nos esté forzando a tomarla. Es muy posible que nos estén empujando por razón de los beneficios que ellos puedan lograr. Quizás con el tiempo muestren su juego permitiéndonos ver el problema desde un ángulo diferente.

#### Toma de decisiones en grupo.

La toma de decisiones en grupo se está volviendo cada vez más común. En algunos casos las decisiones son tomadas por comités. En otros, grupos especializados son encargados de un problema. El consenso es la clave de una exitosa toma de decisiones en grupo. - Todas las partes que intervengan deben de estar de acuerdo con la decisión. Si todos los responsables de ejecutarla concuerdan, estarán también motivados para que esa decisión tenga éxito. En cuanto a la interrogante de si los grupos toman mejores decisiones que los individuos, existen tanto ventajas como desventajas respecto a la toma de decisiones en grupo.

Quizás la ventaja más significativa de la toma de decisiones en grupo consiste en que el grupo ofrece recursos adicionales. Personas de distintas disciplinas pueden proporcionar toda clase de información y de ideas, y tienen diferentes puntos de vista que exponer. Con tal variedad de opiniones y experiencias, los grupos pueden a menudo presentar un mayor número de alternativas que el que presentará una sola persona. Los grupos pueden también agregar

un toque creativo a la solución del problema. Mientras que uno de los miembros puede ser muy creativo y ofrecer una buena idea, otro puede sugerir algo que suscite ideas en las mentes de los demás. La complementación y la coordinación de ideas puede conducir a mejores soluciones que las que una persona puede desarrollar por sí misma. La actuación del grupo es la semilla para una mayor aceptación de las decisiones, y la ejecución más eficiente es una consecuencia de la misma. Cuando la gente participa en la toma de una decisión, tiende a estar más comprometida y motivada para aceptarla y ponerla en marcha.

Sin embargo no hay que dejarse llevar por la impresión equivocada de que la toma de decisiones en grupo es preferible a otras formas de resolver los problemas, dista de ser perfecta. Aunque algunas de sus fallas no puede evitarse, otras pueden atribuirse a un funcionamiento ineficiente del grupo. Por ejemplo, sucede con frecuencia que los grupos se demoran más en tomar decisiones que los individuos; una persona no gasta tiempo en discutir el problema a fondo con otra persona. Sin embargo, la ejecución puede tardarse más. Cuando un grupo toma una decisión, el tiempo de toma de decisión es mayor, pero el tiempo de comunicación y persuasión son reducidos. Los grupos creados con el propósito de tomar decisiones deben enfrentar otras fallas inherentes a los mismos. Por ejemplo, sus miembros hacen todo esfuerzo posible por ser amistosos entre sí y evitar conflictos. Tales esfuerzos reducen la capacidad del grupo para evaluar las alternativas en forma realista. Establecer buenas relaciones viene a ser más importante que tomar buenas decisiones.

#### 1.4 *Factores que influyen en las decisiones.*

##### El riesgo.

Tomar una decisión siempre implica un riesgo. Distintas decisiones tienen aspectos ampliamente divergentes. Generalmente es imposible determinar por anticipado qué tan amplio será el margen del impacto de una decisión en particular. Hay, sin embargo, pruebas que un TDD puede aplicar para predecir qué tan grande puede ser el impacto si el resultado es desfavorable.

Riesgo es el término utilizado para expresar las probabilidades de éxito o fracaso de un proyecto.

El riesgo bajo (limitado) está generalmente asociado con proyectos cuyos costos y beneficios pueden ser calculados con base en amplia experiencia e información confiable. El riesgo alto está usualmente asociado con proyectos cuyos costos y beneficios son difíciles de determinar con precisión. A menudo esto obedece a la incertidumbre en torno a la información, por razones de escasa

experiencia.

Asumimos un riesgo con casi cualquier decisión que adoptemos. Por lo tanto parece razonable que evitemos en lo posible tomar una decisión si los riesgos son muy altos; preferimos tomar decisiones cuando el potencial de éxito sea grande. ¿Pero como se hace para saber cuando existen tales condiciones? Los matemáticos afirman que se puede determinar si existen o no mediante la ley de Pareto. La teoría subyacente en este concepto se basa en el hecho de que, en promedio, el 80% de los resultados en una situación dada pueden ser atribuidos al 20% de las posibles causas. Por ejemplo, el 80% de las quejas del personal provienen del 20% del mismo, y el 80% de los errores cometidos en el trabajo son atribuibles al 20% de los trabajadores.

#### Pautas para enfrentar los riesgos.

No puede evitarse el asumir riesgos en los negocios. Cualquier decisión en particular ciertamente puede estar equivocada. He aquí algunas pautas para ayudarnos a asumir riesgo en forma eficiente:

-Tengamos siempre un objetivo en mente cuando asumamos un riesgo. Asumir un riesgo sin propósito alguno resulta temerario. Y no sólo eso sino que es difícil determinar si estamos ganando o perdiendo cuando no existe una meta por delante. Un cronograma también ayuda, lo mismo que un programa de trabajo, porque ello nos ofrece dirección y seguridad de que nuestro plan está funcionando. Si enumeramos lo que puede salir mal y porqué, nos enteraremos de los problemas con mayor prontitud porque les estamos saliendo al paso.

-Aceptemos el hecho de que siempre tendremos problemas que impliquen riesgo. Tratemos en lo posible de manejarlos a nuestro modo porque así estaremos en mejores condiciones de determinar el resultado.

-Atengamonos a la realidad. Podremos superar algunos obstáculos que se interpongan en nuestro camino, otros no. Sepamos cuando no debemos actuar y cuando debemos hacerlo sin vacilar.

-Juzguemos cuál es el mayor esfuerzo que podemos realizar y no confiemos en que seremos capaces de hacer más que eso. Hagamos preguntas si tenemos dudas.

-No asumamos un riesgo sólo para demostrarnos a nosotros mismos que podemos tener éxito. Esto es un riesgo peligroso y totalmente innecesario. Podemos salirnos con la nuestra algunas veces si somos afortunados pero nos arrepentiremos cuando finalmente fallemos. Tampoco nos precipitemos. Tomemos el tiempo necesario para cerciorarnos de que sabemos que es lo que estamos haciendo. Imaginemosnos en la posición que estamos por aceptar. Pensemos que haríamos o diríamos. El simple hecho de poner a trabajar

nuestra mente en el problema es con frecuencia todo lo que necesitamos para familiarizarnos con lo que nos produce temor.

-No asumamos un riesgo por ira, sentimiento de culpa, dolor o depresión. Los riesgos emocionales sólo se deben asumir en el caso de problemas emocionales.

-Seamos decididos. Tan pronto como hayamos resuelto que vale la pena asumir el riesgo y que el momento es oportuno, actuemos. Las demoras (postergaciones) en este momento son peligrosas. La vacilación no favorece el interés de la seguridad.

-Concedamos a la gente el debido reconocimiento por ayudarnos a alcanzar una decisión y a asumir el riesgo. Necesitamos a todos los amigos que podamos conseguir, cuando asumamos algún riesgo. Amigos que se sienten desairados o rechazados pueden causar más dificultades que un enemigo.

#### Factores humanos.

El elemento humano constituye un factor en prácticamente todas las decisiones. Las decisiones que una persona ha tomado y esté tomando reflejan su criterio y experiencia.

Es cierto por lo general que cada decisión esta basada en cinco elementos; hechos, conocimientos, experiencia, análisis y criterio. Aunque algunos de estos elementos desempeñan un papel más importante que otros para permitirle a un individuo tomar una buena decisión, al carecer de cualquiera de ellos, los TDD deben recurrir a sustitutos. Por ejemplo los datos y la información pueden tomar el lugar de los hechos; la asesoría y las recomendaciones hacen el papel del conocimiento; la experimentación y el ensayo toman el lugar de la experiencia; en tanto la corazonada y la intuición pueden hasta cierto punto servir de sustitutos al análisis. Sin embargo no hay sustituto para el criterio.

El criterio es a menudo considerado como una reacción intuitiva a las preguntas que exigen una respuesta inmediata. Los TDD toman decisiones sin recurrir al análisis ni a la evaluación se apoyan en su criterio para dar la respuesta. El criterio se basa en la experiencia y su calidad mejora con ella.

#### Factores personales.

Los TDD son seres humanos y los seres humanos tenemos sentimientos. Los Psicólogos dicen que la mayor parte de nosotros tendemos a ser más emotivos que racionales. Sin embargo, para ser competente en la toma de decisiones es preciso ser racional, es decir, tomar decisiones basadas en hechos.

Todos tenemos nuestros prejuicios, caprichos y frustraciones, cuando estas características distorsionan nuestro juicio debemos

tratar de liberarnos de ellas con el ánimo de ser imparciales y justos en nuestras decisiones.

#### Presión y Estrés.

Los cambios rápidos y a veces radicales que se presentan hoy día en los estilos de vida, el énfasis en la productividad y la preocupación por los altos costos ejercen presión sobre todos nosotros, lo cual podría afectar la forma como tomamos decisiones. Una manera de manejar la presión consiste en discutir nuestra situación con alguna persona.

La cooperación y el entusiasmo pueden contribuir mucho a aliviar la presión. Hacerle frente al estrés es parte ineludible del trabajo de un TDD. La intensidad del estrés varía de acuerdo con los tres factores siguientes: nuestra vulnerabilidad en un determinado momento, el medio ambiente en el que estamos desempeñándonos y la naturaleza de una exigencia en particular que debamos cumplir.

#### Costos.

Los TDD no tardan en aprender que los costos constituyen uno de los principales factores que influyen en sus decisiones.

La mayor parte de las decisiones tomadas por un TDD en relación con los costos, implican comparar cursos de acción alternativos. En los casos en que las diferencias de costos pueden ser cuantificadas, resultan más fácil comparar las alternativas. Las cifras deben, en lo posible, ser convertidas a un denominador común monetario.

Cuando el TDD está comparando costos debe tener presente que quiere identificar la diferencia entre los costos que se generarían si se tomara una decisión alternativa y los que se producirían de todos modos aún si la alternativa no fuera escogida. Observe así mismo que algunos costos no influyen en la decisión. Un ejemplo de tal costo es el dinero gastado en un proyecto que ya ha ocasionado diversos costos. Al tomar una decisión respecto a si gastar o no más dinero, el que ya ha sido gastado no debe ser considerado. Un gasto de esa índole constituye un costo sumergido. La decisión debe tomarse con base en los costos que se tendrían en el futuro. Piensa también que los costos intangibles con frecuencia pueden proyectarse como costos futuros lo cual permite hacer una comparación.

Con frecuencia un TDD elige su decisión la cual implica una transacción caso que se presenta cuando para poder manejar un asunto se renuncia al manejo de otro. Por lo común se toma una decisión de transacción cuando se dispone únicamente cierta cantidad de dinero que no es suficiente para atender los dos asuntos.

### Política.

Los TDD frecuentemente se apoyan en la política de los organismos como orientación y ayuda en la toma de decisiones. La política constituye un acuerdo entre los componentes de un organismo que hace que las actuaciones de cada miembro en una determinada serie de circunstancias sean más preveibles para los otros miembros. Si una decisión proporciona orientación para otras situaciones, se dice que es una decisión de política. Por consiguiente, las decisiones de política establecen precedentes para futuras decisiones. Las políticas también pueden tener como propósito responder a las actuaciones de los subalternos o amoldarse a las posiciones adoptadas por asociaciones gremiales o entidades gubernamentales. Muchas organizaciones exigen no solamente que sus políticas se pongan por escrito sino que sean recopiladas y encuadradas en forma de manuales. Dichos manuales se denominan procedimientos estándar o libros de métodos (prácticas) estándar. La teoría subyacente en el uso de manuales es que el usuario debe averiguar qué norma es aplicable al problema particular que se está estudiando y luego adoptar la posición consignada en el manual como la única base para su decisión. Las políticas que pueden encontrarse en los manuales de política cubren, por lo general, una amplia gama de actividades, desde reglamentos de personal hasta la fijación de precios de los productos. Se supone que si una persona siempre se atiene a los reglamentos, siempre habrá de tomar buenas decisiones. Las políticas tienen limitaciones y fallas. Los reglamentos de política generalmente conllevan que la norma aplicable constituye el único curso de acción que puede seguir la persona que toma la decisión esto contradice el hecho de que a fin de tomar buenas decisiones por lo general deben considerarse varias alternativas.

### Cambio.

Una de las tareas más difíciles que un TDD tiene que desempeñar es la toma de decisiones que implican realizar un cambio. El paso más importante al introducir cualquier tipo de cambio es discutirlo cuanto antes con las personas afectadas. Hablar sobre un cambio antes de hacerlo da tiempo para que las personas se acostumbren al mismo.

Es preciso que los TDD se capaciten e instruyan para entender y aprender el cambio y las técnicas del cambio, pueden adquirir los conocimientos y la destreza necesarios asistiendo a seminarios y conferencias que traten de las relaciones interpersonales y entre grupos.

Para desempeñarse con éxito en la era del cambio, los TDD deben dedicarse con empeño a aumentar su flexibilidad mental, su capacidad de responder a nuevos problemas con nuevas soluciones. Deben prepararse para el futuro, forzándose constantemente a modificar sus patrones de hábito, tales como la lectura de

artículos y libros distintos a los que suelen leer.

La resistencia al cambio ocurre cuando la gente tiene un concepto erróneo, se siente insegura o teme la pérdida de poder o autoridad. La mayor parte de la gente reacciona en una de las tres formas siguientes: socialmente, resistiéndose como parte de un grupo; psicológicamente, cambiando su propia actitud hacia el trabajo; o desde el punto de vista del comportamiento, cambiando sus propios patrones de trabajo. El cambio implica la posibilidad de fracasar, de tener que hacer las cosas de una manera distinta, extraña e incómoda. A falta de motivación e incentivos, resulta más seguro y fácil mantener las cosas como estén. La resistencia puede surgir por muchas razones entre las más comunes están:

-La naturaleza del cambio no ha sido debidamente explicada a la gente que habrá de verse afectada por el mismo.

-Aquéllos que se verán afectados por el cambio no pueden vislumbrar cómo habrán de beneficiarse del mismo.

-La gente cree que el cambio es un indicio de su mal desempeño.

-El cambio requiere que se adopten nuevos hábitos de trabajo o que se adquieran nuevas habilidades.

-El cambio trastorna las relaciones sociales establecidas entre los trabajadores.

Un cambio tiene una excelente probabilidad de éxito si se promueve o introduce de la siguiente manera:

-Cambiar solamente una cosa a la vez y cerciorarse de que el cambio sea mensurable para que se pueda evaluar su efecto.

-Establecer una comparación para medir el efecto.

-Asegurarse de que el cambio sea permanente.

#### 1.5 *Importancia de la comunicación en la toma de decisiones.*

##### Comunicación, clave en la toma de decisiones.

Un TDD gasta un gran porcentaje de su tiempo en transmitir a otras personas ideas, información e instrucciones, tanto verbalmente como por escrito. El procedimiento no deja de tener dificultades a pesar de ser el más común. La mayoría de los problemas de comunicación se pueden ubicar en tres grupos básicos:

-El problema técnico del lenguaje, las convenciones y la manera como se transmiten los mensajes.

-El problema semántico del lenguaje y las convenciones que transmiten el significado deseado.

-El problema de la eficacia con que el significado produce los resultados deseados.

#### Comunicación de la decisión.

Los TDD continuamente necesitan información con el fin de tomar decisiones en el lugar de trabajo. La mayor parte de la que necesitan está disponible o puede ser proporcionada por los subordinados, colegas y superiores. Parte de la información se genera por sí misma y una pequeña parte puede provenir de fuera de la organización.

Una falta de información sobre ciertos temas solamente significa que no está disponible. No significa que no sea requerida. Si bien la escasez de información puede complicar el trabajo y en ocasiones dificultarlo, la duplicación, la superposición y la retención de documentos que tienen poca importancia y son de rutina pueden retardar el aprovechamiento de la información.

Lo TDD no tardan en aprender que su trabajo abarca más que la simple toma de decisiones. Las decisiones deben ser ejecutadas. Es el momento de comunicarlas cuando a menudo surgen las dificultades. Para lograr que sus decisiones sean llevadas a cabo, los TDD deben comunicar el contenido y el propósito de las mismas. Para hacerlo, deben constatar que los propósitos y las razones que se persiguen con tales decisiones sean recibidos y entendidos correctamente. La verificación no es cosa fácil. La gente cambia de empleo con facilidad, y los nuevos empleados tienen diferentes antecedentes laborales. Agréguese a esto el hecho de que muchos TDD no se comunican tan eficientemente como ellos suponen que lo hacen. Y sin embargo es preciso que las decisiones e instrucciones sean entendidas antes de que se haga cualquier intento por llevarlas a cabo.

#### Pasar por encima de un superior.

Pasar por encima de alguien es la práctica de acudir, desconociendo al jefe inmediato, a una persona de mayor jerarquía con el fin de lograr algún objetivo o de ganar una ventaja. Los expertos en los temas de administración y de manejo de personal afirman que pasar por encima del jefe puede surtir efectos no deseados pero debe hacerse cuando no hay otra alternativa, pero que no se debe actuar así muy a menudo pues constituye un paso peligroso. Los TDD que pasan por encima de sus superiores infringen las normas del procedimiento corporativo en relación con la cadena de mando. Como consecuencia, las personas que ocupan cargos de

responsabilidad se desconciertan, porque su autoridad se ve desafiada. Esto invariablemente produce resentimiento destruye las buenas relaciones entre jefes y subordinados.

No es aconsejable pasar por encima del jefe, no importa que tan seria se considere que es la situación. Hay demasiado por perder en comparación con lo que se podría ganar. Aun si se tuviera éxito la primera vez que se intente tal maniobra, se podría sufrir graves prejuicios si se ensayara de nuevo.

#### Participatividad.

En vista de la creciente complejidad de las decisiones que se toman en muchas organizaciones y del mayor deseo de participación de los afectados, los TDD están aplicando cada vez más la toma de decisiones participativa. La teoría se apoya en los supuestos de que los afectados a todos los niveles de una organización están capacitados para contribuir al proceso de toma de decisiones y que en general está buena voluntad de participatividad no ha sido aprovechada. Dicha teoría esta respaldada por el concepto que tienen muchos TDD de que cuando los afectados intervienen en mayor medida en la toma de decisiones, los superiores tienen mayor influencia sobre la forma como se ejecutan las decisiones.

En diversas situaciones, la gente afectada por un cambio tiende a no oponerse al mismo cuando participa activamente en la toma de las decisiones que determinan la forma como dicho cambio ha de ponerse en práctica. Pero esta conclusión no es válida en todos los casos.

Cuando los afectados participan en el proceso de toma de decisiones, tanto ellos como la organización obtienen beneficios. Por consiguiente, vale la pena que en toda oportunidad los TDD fomenten la participación. Algunos de estos beneficios son:

-La participación sirve a menudo para evitar que se adopten ideas sin valor y que se hagan cambios mal concebidos.

-El procedimiento contribuye a aumentar la confianza de los afectados en el TDD.

-Cuando a los afectados se les pide expresar su opinión, se sienten importantes y participes en los acontecimientos.

-La participación ayuda a desarrollar un mejor entendimiento del cambio.

-A causa de la participación, la gente se compromete más con la decisión en la cual colaboró.

No todos concuerdan en que la toma de decisiones participativa y de grupo es conveniente; de hecho hay varias clases de personas que se oponen a ella. Algunos educadores y autores la rechazan

porque piensan que tiende a destruir el individualismo. Afirman que la toma de decisiones en grupo fomenta el conformismo y hace que la gente deje de pensar por su propia cuenta, es fácil estar de acuerdo con la opinión del grupo.

Por otra parte, las personas que tienen capacitación y experiencia en el enfoque científico, tampoco están a favor de la toma de decisiones participativa o de grupo. La investigación de laboratorio les ha enseñado a proceder sistemáticamente y a tomar decisiones de esa manera, creen que cuando un grupo de personas, algunas de ellas informadas y otras no, tratan de contribuir a la toma de una decisión, fracasarán sin remedio. En concepto de estas personas, las mejores decisiones son tomadas por quienes están capacitados e informados.

De ordinario, las personas con inclinación matemática se oponen a la toma de decisiones participativa, pues consideran que si una decisión requiere un tratamiento matemático, un grupo no podría hacer un trabajo eficiente al respecto. Señalan que el mejor enfoque a la definición y solución de un problema es construir un modelo matemático del mismo. El modelo eliminará las variables superfluas que dan lugar a confusiones; y posiblemente el problema puede ser expuesto de tal manera que permita el uso del computador, con lo cual se puede tomar decisión más rápida y precisa.

#### 1.6 *Alternativas y premisas.*

##### Constitución de premisas.

La búsqueda y el análisis de alternativas y de sus probables consecuencias constituyen el paso más sujeto a un tratamiento lógico y que sistematicen la toma de decisiones. El enfoque lógico implica la manera como la mente va de la premisa [que establece la relación entre una causa y un efecto] a las proposiciones basadas en la premisa.

El objetivo de la toma de decisiones es seleccionar entre las diversas alternativas aquella que genere el mayor número de consecuencias deseadas. Para determinar cuál es la mejor se puede ensayar cada alternativa por separado, imaginándose que cada una [pero no las demás] ya ha sido puesta en práctica y luego tratar de prever las probables consecuencias deseables y no deseables que acarrearía la adopción de esa alternativa. Una vez que se ha hecho esto, es posible comparar alternativas.

Las afirmaciones de consecuencias deseadas y no deseadas constituyen lo que se denomina premisas.

Una premisa también se puede definir como una afirmación que menciona tanto una causa como un resultado aplicables a la alternativa que se esté considerando.

Por lo general, cuanto mayor sea el número de premisas tanto mejor será la decisión siempre que se cumplan algunos requisitos. Deben considerarse las alternativas más prometedoras; las premisas usadas para cada una de ellas deben ser razonablemente confiable y se debe haber dado una ponderación adecuada a esas premisas.

El concepto de las premisas puede ampliarse si se considera la causa y el resultado como de un carácter predominantemente fáctico [perteneciente o relativo a hechos] o predominantemente de valor. Un elemento fáctico es aquél que se mide objetivamente, en tanto que un elemento de valor es aquél que se mide subjetivamente. Cuanto mayor sea la posición de un TDD en el escalafón jerárquico, tanto mayor sería el número de premisas de valor que deberá tener en cuenta. Para aquéllos que están en la parte más baja del escalafón la mayoría de las premisas que requieren para tomar sus decisiones son fácticas.

#### Consideración de alternativas.

Si el TDD tiene un objetivo claro y debe tomar una decisión para alcanzar ese objetivo, su próximo paso es considerar alternativas. Casi siempre existe una alternativa. De hecho cuando aparentemente hay un solo camino que se puede seguir, es muy probable que sea un camino equivocado. En tal caso es probable que no se haya procurado considerar otras posibilidades lo cual es necesario hacer si en realidad se va a tomar la mejor decisión posible en las circunstancias pertinentes.

La habilidad de desarrollar y considerar alternativas es a menudo tan importante como lo es el seleccionar la mejor de ellas. No obstante la ingeniosidad, la investigación y la innovación pueden poner al descubierto tantas opciones que resulte imposible evaluarlas todas en forma apropiada. Lo mejor que se puede hacer en este caso es limitar la búsqueda de alternativas a aquéllas que satisfagan un requisito de la decisión. Un requisito se define como una condición que la decisión debe cumplir a fin de alcanzar el objetivo buscado. La definición común de un requisito es: aquello que es esencial o necesario. Si un TDD reconoce claramente un requisito, debe restringir su búsqueda de alternativas a aquéllas que lo satisfagan. Cuanto más capaz sea de hacerlo tanto mejor será su desempeño en la selección del mejor curso de acción que puede seguir.

#### Dificultades de la evaluación.

La mayoría de los TDD periódicamente tropiezan con dificultades para seleccionar la mejor alternativa. Aunque las dificultades

varían según la situación ninguna es realmente insuperable, muchos problemas pueden ser resueltos de varias maneras. Si dos o más alternativas parecen igualmente satisfactorias lo mejor por hacer es echarlo a la suerte. Si ninguna alternativa parece proporcionar una respuesta completa se puede usar las dos o tres mejores alternativas en forma simultánea.

Un problema adicional que se puede presentar es que las causas y consecuencias indeseadas parezcan tan insuperables o desagradables que sean desconcertantes.

Organizar las premisas en grupos separados disminuye la confusión al tener demasiadas de ellas y a descubrir premisas que de otra forma se hubieran pasado por alto.

Una vez que se hayan revisado las alternativas el siguiente paso es evaluarlas y seleccionar la que ofrezca mejores oportunidades para alcanzar el objetivo. Si el TDD se inclinara por alternativas cuantificables [las consecuencias de su adopción pueden ser medidas] corre el riesgo de tomar una mala decisión si pasa por alto las que son cualitativas [de carácter intangible]. Para evaluar un factor intangible primero se debe reconocer y luego determinar si se puede medir o estimar su posible efecto. Si esto no es posible se debe averiguar lo más posible sobre ese factor a fin de determinar su importancia, esto permitirá atribuirle una ponderación adecuada.

#### Selección de alternativas.

Como se ha visto la toma de decisiones exige a menudo evaluar alternativas. La evaluación implica razonar, ponderar las ventajas y desventajas y considerar las consecuencias. Al seleccionar alternativas los TDD puede valerse de tres recursos: la experiencia, el ensayo y la investigación.

Si bien es cierto que la experiencia ayuda bastante a los TDD, ella quizás no amerite toda la importancia que a menudo se le atribuye. La creencia de que la experiencia es el mejor maestro resulta justificable. Es cierto que los TDD estudian un problema cuidadosamente, toman decisiones basadas en sus conclusiones y hacen un seguimiento para determinar si sus decisiones fueron buenas, necesariamente tiene que mejorar con el tiempo. No obstante muchos TDD no aprenden de sus errores; por eso hay TDD que parece nunca mejoran su desempeño en la toma de decisiones. Es necesario comprender que resulta arriesgado apoyarse exclusivamente en la experiencia. La mayoría de los TDD no saben porque cometieron un error. También puede suceder que determinada experiencia no sea aplicable a nuevas condiciones o situaciones. Las decisiones conciernen a hechos del futuro, la experiencia a hechos del pasado. Si la experiencia es estudiada y analizada en vez de ser aceptada sin objeción tal experiencia prestará valiosos servicios en la toma de decisiones.

Una manera fácil de evaluar las alternativas es ensayarlas para ver qué sucede.

Hay muchas decisiones que no se pueden tomar sin obtener mayor información o sin verificar una teoría. Ni la experiencia de una situación similar previa ni la conducción de un estudio detallado puede garantizarle a un TDD que su decisión es correcta. Los estudios no dan respuestas para todas las preguntas; por lo tanto a menudo es necesario efectuar algunos ensayos al enfrentarse a seleccionar la mejor alternativa.

La investigación es una técnica muy eficaz para seleccionar alternativas, especialmente en condiciones y decisiones de gran importancia. El procedimiento requiere que se entienda el problema a cabalidad para poder determinar las relaciones entre los factores, las variables y las premisas.

Para solucionar un problema por medio de la investigación es necesario reducirlo a sus componentes y a los varios factores tangibles e intangibles que se estén estudiando. A menudo el estudio y el análisis son menos costosos que el ensayo.

En los estudios de investigación se acostumbra desarrollar un modelo que simule el problema. Quizás el uso más productivo y a la vez más económico de un modelo es simular los factores y las variables en términos y relaciones matemáticos. Poder conceptuar un problema en forma matemática constituye uno de los pasos más importantes hacia su solución.

#### Las mejores decisiones.

Después de haber tomado decisiones por algún tiempo el TDD debe aprender que sus mejores decisiones son las de índole muy objetivas, i.e., las que no se han basado en consideraciones personales o emocionales. Por ello el TDD procurará tomar más y más decisiones de ese modo. En la práctica esto no es de fácil cumplimiento. Una manera de lograrlo es mediante la eliminación de todos los argumentos no respaldados por hechos, a fin de controlar cualquier prejuicio personal.

El TDD no debería preocuparse por tomar malas decisiones, siempre que no sean demasiadas y que sepa como aprender de sus errores. A veces hay sanciones por tomar decisiones correctas como también por tomar decisiones equivocadas. Es posible que reciba reprimendas por no hacer nada o por hacer demasiado. Quienes toman decisiones con éxito lo hacen en forma objetiva y decidida seleccionando con tranquilidad la decisión correcta entre las mejores alternativas disponibles.

C A P I T U L O    I I

METODOS   DE   ANALISIS

## 2.1 *Panorama General.*

La ciencia esta adquiriendo una importancia cada vez mayor en el desarrollo de métodos para la toma de decisiones objetivas; estos métodos pueden clasificarse según la cantidad de teoría y de procedimiento científico que exista en ellos. El enfoque científico y totalmente objetivo se encuentra en un extremo de dicha clasificación, en tanto que el enfoque basado en la intuición, la experiencia y la aplicación subjetiva del conocimiento está ubicado en el otro. Por lo general se usa una mezcla de los dos extremos para solucionar la mayoría de los problemas. Pero el enfoque subjetivo ha sido la base de buena parte de la toma de decisiones en el pasado. Raramente un TDD podría explicar a fondo en qué se fundamentan sus corazonadas, aunque éstas suelen ayudarle a lograr excelentes resultados.

Hoy en día es cada vez mayor el número de TDD que al tomar decisiones se apoyan en las matemáticas. Encuentran que las matrices constituyen métodos muy útiles para representar declaraciones lógicas y describir sistemas. También utilizan intensamente en su trabajo el procedimiento y recuperación de la información. El computador ha desempeñado un papel importante en este campo será de incalculable valor y ayuda en el futuro. Además, el procesamiento de textos ha permitido en todos los niveles de la organización documentar y ejecutar decisiones de todo tipo con mayor claridad y rapidez.

Varias fuentes de información especial les ayudan a los TDD. La contabilidad proporciona información en forma de balance e informes de costos y desempeño. Si los TDD entienden estos informes y los reciben oportunamente es posible tomar una mejor decisión. El especialista en estadística suministra ciertos datos no contables, prepara estudios de muestras e interpreta sus hallazgos, crea instrumentos de investigación de operaciones y formula normas estadísticas para las decisiones destinadas al uso de la organización.

## 2.2 *Clases de Modelos.*

### \* Funcionales.

Descriptivos. Son aquéllos que proporcionan una imagen de una situación dada, y no recomiendan ni pronostican nada.

Predictivos. Son aquellos en los que el que decide puede preguntarse; ¿Que sucede si...?.

Normativos. Son los que suministran rutas de acción recomendadas.

### \* Estructurales.

**Iconicos.** Son aquellos que conservan algunas de las características físicas de las cosas que representan.

**Analógicos.** Son los que describen un modelo con base en la sustitución de componentes a procesar para desarrollar un trabajo en paralelo.

**Simbólicos.** Usan símbolos para describir el mundo real.

\* En relación al tiempo.

**Estáticos.** No explican los cambios ocurridos en el tiempo.

**Dinámicos.** Tienen el tiempo como variable independiente.

\* En relación a su ámbito.

**Generales.** Son los que tienen aplicación en varias zonas operativas de un organismo.

**Especializados.** Son los que se aplican a un problema único.

\* En relación a la incertidumbre.

**Determinísticos** o en condiciones de certidumbre.

**Probabilísticos** o en condiciones de riesgo.

En condiciones de incertidumbre completa.

A continuación se hará una breve reseña de cada uno de estos tipos de modelos pues son los que se llevarán en el desarrollo del presente trabajo.

Los determinísticos son aquellos en los cuales cada alternativa del problema tiene una sola solución y como hay varias alternativas, hay varias soluciones y cada una de estas puede tener diferente eficiencia asociada a los objetivos buscados.

Se trata del estudio de, como en estos modelos determinísticos, la teoría de la estadística puede aplicarse a una clase particular de problemas de decisiones, cuando estos se presentan en condiciones de certeza. Las personas que toman la decisión conocen el conjunto de estrategias posibles a seguir; también conocen los resultados de cada una de las diferentes estrategias. Por consiguiente, las matrices de decisión sólo poseen una columna donde se indica lo que se busca. A cada estrategia se le asigna un único resultado.

**Probabilísticos.** Son aquellos en los que cada alternativa del problema tiene varias soluciones y cada una de éstas tiene una probabilidad de ocurrencia. La distribución de estas probabilida-

des se conoce o se puede estimar. Estas decisiones se presentan cuando:

-Se tiene más de un curso de acción o varias condiciones de resultados satisfactorios.

-Se pueden identificar todos los cursos de acción.

-Cuando se pueden asignar probabilidades de ocurrencia a estos cursos de acción.

Esas probabilidades de ocurrencia se determinan por la frecuencia con que la situación ocurrió en el pasado; es decir se utiliza el enfoque de frecuencia relativa para aproximar el valor de las probabilidades pertinentes.

En condiciones de incertidumbre completa. Estas decisiones se presentan cuando las probabilidades de ocurrencia de las diferentes situaciones no se conocen. El carácter de la incertidumbre está asociado con el hecho de que somos incapaces de estimar las probabilidades asociadas con cada una de las alternativas que podemos seleccionar. El que decide se enfrenta a esta clase de decisiones cuando las situaciones no han ocurrido antes, y por tanto no tienen antecedentes. Cada curso de acción factible llevará un curso específico de acontecimientos; sin embargo no puede aplicarse una ponderación a los resultados posibles. Los criterios de decisión que se emplean cuando predominan estas condiciones de incertidumbre reflejan los valores personales y actitudes fundamentales hacia el riesgo que tienen los TDD.

### 2.3 *La matemática en la toma de decisiones.*

Para usar las matemáticas como instrumento de decisión, se debe concebirlas como un lenguaje. En vista de que difieren de otros lenguajes, el primer paso al aplicarlas a un problema de la oficina, la fábrica, en general de una organización es, partiendo del vocabulario corriente, traducir la descripción de la función del problema al lenguaje de las matemáticas. Para hacer esto el TDD debe generalizar, identificar y cuantificar tanto las metas como las limitaciones o restricciones. Puede obtener datos por ejemplo de su departamento de costos y contabilidad pero normalmente esto no es suficiente. Debe complementarlos con estimaciones y aproximaciones de la función que le interesa.

En relación con el lenguaje de las matemáticas hay la creencia equivocada de que las formulaciones numéricas precisas requieren igual precisión desde el punto de vista real.

Un modo de utilizar las matemáticas en la toma de decisiones es

considerar la probabilidad de que suceda algo indeseable.

En la toma de decisiones con la ayuda de las matemáticas, a veces un TDD debe distinguir entre el riesgo y la incertidumbre; riesgo es el caso en que las probabilidades son conocidas o pueden ser estimadas mediante el uso del buen criterio, e incertidumbre es el caso en que el TDD no tiene posibilidad alguna de juzgar las probabilidades. Aunque las técnicas matemáticas no siempre toman la decisión por un TDD, si ofrecen medios sistemáticos de presentar los posibles resultados cuando el TDD enfrenta un problema en el que un gran número de factores que afectarán el resultado están fuera de su control.

Otra forma de aplicar las matemáticas en la toma de decisiones consiste en cuantificar los factores que influyen en el problema. Por ejemplo muchas compañías consideran el valor del dinero en relación con el tiempo, al hacer inversiones de capital. Calculan la utilidad que podría esperarse si el dinero fuese destinado a otros usos.

A veces los TDD tienen que tomar decisiones en los que no es posible cuantificar los factores pertinentes. En algunos casos quizás ni siquiera es posible juzgar posteriormente si sus alternativas eran las mejores que ellos pudieran considerar. Esto significa que se ven obligados a confiar mucho en sus corazonadas o en su intuición. Una corazonada es una sensación de que algo va a suceder en determinada forma y que por consiguiente sería bueno o malo actuar en determinado sentido. Una corazonada puede ser totalmente infundada, o puede aproximarse a una razonable aplicación del criterio. Por ejemplo la corazonada que un buen instructor tiene sobre la mayor o menor rapidez con que algunos operarios aprenderán un nuevo trabajo; un TDD estaría en condiciones de pronosticar con algún grado de exactitud cómo reaccionarían sus subordinados ante alguna orden de la administración del organismo que va a expedirse.

Por otro lado el criterio es difícil de definir, pues el razonamiento jamás puede producir una conclusión que con absoluta seguridad sea la mejor. Nunca es posible probar sin sombra de duda el argumento que acoge una alternativa en vez de otra, como si se puede hacer en un teorema de geometría. El buen criterio puede concebirse como una cualidad humana innata pero que puede ser perfeccionada en forma considerable a través de una larga experiencia.

#### 2.4 *Breve descripción de algunos modelos matemáticos.*

A continuación se hará una exposición de los modelos matemáticos más comúnmente usados en la toma de decisiones, en algunos casos

dicha exposición se hará de una manera más profunda debido a que dichos modelos son más utilizados en la práctica.

\* Modelo de inventario. Es aquel que permite encontrar el menor costo de existencia, con base en los tiempos de entrega de los pedidos y ventas.

\* Modelo de pronóstico. Establece la demanda a corto y mediano plazo.

\* Modelo de cadenas de Markov. Determina la proporción de mercado de una compañía, si pueden calcularse las probabilidades de que los clientes cambien de marca.

\* Método de ruta crítica. Utiliza fundamentalmente el C.P.M. [Critical Path Method] y el P.E.R.T. [Program Evaluation and Review Technique] y se encarga de la planeación de un proyecto controlando costo y tiempo.

\* Análisis estadístico. La estadística puede contribuir de diversas maneras a que la toma de decisiones sea una labor más eficiente. Primero el especialista en estadística puede suministrar determinados datos cuantitativos que la gerencia o dirección necesita pero que no son proporcionados por la sección de contabilidad. El estadístico diseña encuestas de muestreo, investigaciones de mercado y otros experimentos, procurando que un estudio genere el máximo de información cuando se completan los estudios. Además el estadístico ayuda en la formulación de normas encaminadas al logro de mejores decisiones y crea nuevas herramientas para la investigación de operaciones.

\* Análisis de Costo-Beneficio. Los tratados de análisis de costo-beneficio son una forma práctica de determinar el valor de los proyectos donde es importante la visión profunda [en el sentido de buscar repercusiones] y la amplia [en el sentido de buscar los efectos sobre las personas, grupos, organizaciones, regiones]. Esta forma de análisis implica: la enumeración y evaluación de todos los costos y beneficios que se esperan de un proyecto y una comparación de los mismos. Ya que los costos y beneficios normalmente toman ciertos números de formas diferentes, es costumbre tratar de hacerlos proporcionados, reduciéndolos a valores comunes generalmente de dinero.

Cada proyecto acarrea costos y produce beneficios en más de una ocasión y esto se debe trasladar a una ocasión común, generalmente el presente. Típicamente se usa una tasa de interés para descontar costos y beneficios a los valores presentes.

Los proyectos complejos generalmente producirán costos y beneficios para muchos intereses, tanto internos como externos a la organización que ejecuta el proyecto. Para hacer un análisis costo-beneficio perfectamente completo, el TDD debe identificar

cada parte interesada y elaborar un análisis costo-beneficio para cada punto de vista.

\* Modelos de simulación. El uso de un modelo para simular una situación o condición es un instrumento muy eficaz para un TDD encargado de los asuntos de planificación y control. Hoy en día, la técnica de simulación utilizando los modelos matemáticos y el computador, permite construir un modelo de un problema y comprobar los resultados de cualquier número de cursos de acción propuestos. Aun teniendo en cuenta sus limitaciones, el procedimiento puede proporcionar información no esperada, siendo así una ayuda para evitar la toma de una decisión desafortunada.

La simulación no necesariamente tiene que ser en forma matemática, pero muchos de los actuales problemas son tan complejos y las variables significativas tan numerosas, que las matemáticas y la ayuda del ordenador resultan indispensables. Aunque un TDD pudiera sentirse indeciso respecto a cómo proceder, la simulación de un curso de acción puede darle al menos una indicación sobre la magnitud y el tipo de los riesgos implicados.

\* Modelos de colas o líneas de espera. Un TDD que aplica esta técnica compara los costos implícitos en las colas con los costos implícitos en su prevención por medio de un mayor servicio. La teoría se basa en la premisa de que pese a las demoras, que pueden resultar costosas en diversas formas, eliminarlas puede resultar más caro.

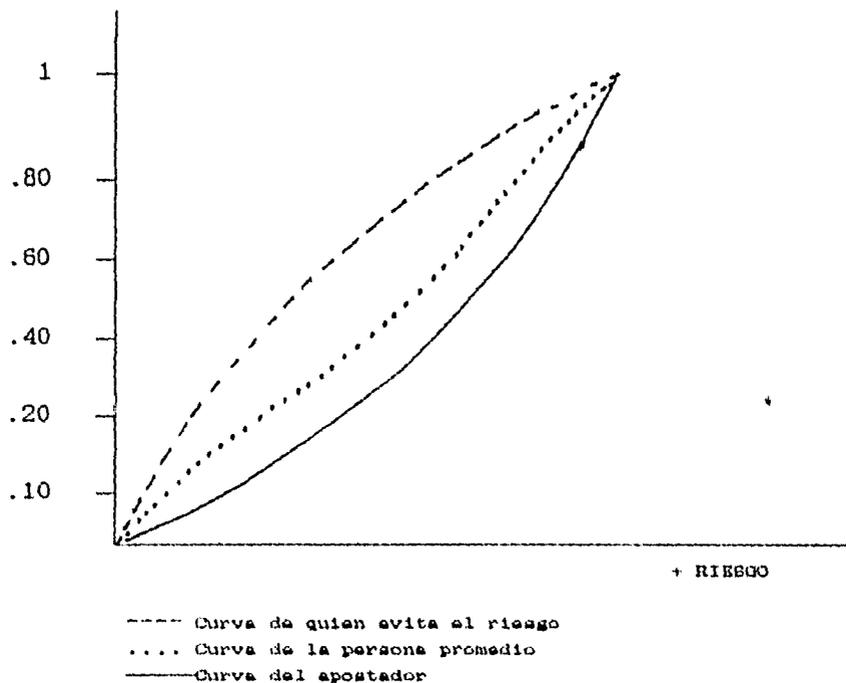
\* Modelos de programación lineal. Esta técnica está basada en la suposición de que existe una relación lineal entre las variables y de que es posible determinar los límites de las variaciones.

\* Análisis y preferencias de riesgos. Al verse enfrentados con la incertidumbre los TDD siempre desean conocer la magnitud del riesgo asumido al determinar el curso de acción por seguir. La técnica de investigación de operaciones no proporciona tal información, porque muchos de los insumos de modelos son simplemente estimaciones, mientras que otros se basan en probabilidades. El TDD cuenta normalmente con estimaciones preparadas por miembros de sus equipos, pero este procedimiento no cubre el elemento del riesgo.

La técnica del análisis del riesgo implica la preparación de una curva de distribución de probabilidades para cada variable. Para esto es necesario estimar el intervalo y la probabilidad de cada variable. No importa cuán acertado sea el criterio de la persona que prepara estas estimaciones, un intervalo de valores y probabilidades es mejor que una sola estimación óptima. Al contar con información como ésta, el TDD está en mejores condiciones para determinar la probabilidad de concluir un proyecto dentro de un costo máximo especificado.

Para tratar las probabilidades de una manera práctica en la toma de decisiones, el TDD debe examinar cómo se enfrenta al riesgo y qué tanto riesgo está dispuesto a asumir. Esto varía según el TDD, según la cantidad de riesgo involucrado y si se piensa si la organización puede o no tolerar una pérdida.

Algunos TDD eluden los riesgos en ciertas situaciones y actúan como apostadores en otros. Algunos TDD son arriesgados por naturaleza, en tanto que otros son excesivamente cautelosos en lo que hacen. La preferencia al riesgo puede ilustrarse mediante una serie de curvas tal como se muestra en la siguiente figura:



La gráfica muestra la curva del que evita riesgos, la curva del apostador y la curva de una persona promedio. Esta última curva indica que la mayoría somos apostadores, cuando el riesgo es bajo, pero nos volvemos cautelosos cuando el riesgo es alto.

## 2.5 Instrumentos para la toma de decisiones.

Cuando alguien plantea determinado problema y se cuenta con varias técnicas para llegar a una solución, ¿que técnica se

espera que produzca los mejores resultados?. Para contestar esta pregunta se deben considerar tres factores: factibilidad, confiabilidad y costo.

El factor más importante que el TDD debe considerar al seleccionar un instrumento de toma de decisiones es su nivel de confiabilidad. ¿Que margen de error es tolerable en una solución en particular?. Al llegar a una solución, al TDD le interesa saber no sólo el resultado final estimado, sino qué tan confiable puede ser éste. Algunos instrumentos son altamente confiables.

Cuando se conoce la confiabilidad de un instrumento de decisión, el riesgo o la incertidumbre resulta menor. El TDD podrá estar dispuesto a aceptar una solución con un resultado final menos favorable si su confiabilidad fuera mayor. Pero cuando el TDD llega a una decisión en forma intuitiva, la confiabilidad casi nunca puede ser determinada con anterioridad a los resultados, porque es muy difícil ensayar una solución obtenida de manera no sistemática. Aunque inicialmente pudiera parecer que la solución tiene validez, ella podría producir resultados muy diferentes de los esperados.

Una decisión tomada intuitivamente no permite pronosticar con cierto grado de seguridad si el resultado final esperado realmente se alcanzará.

Al igual que en cualquier empresa arriesgada, el costo del procedimiento o instrumento es un factor determinante de si se debe usar ese u otro método. El costo total de adoptar un enfoque matemático o analítico para tratar un problema, se puede calcular considerando el tiempo, el costo de personal y el costo de uso de un computador.

#### Modelos matemáticos para la toma de decisiones.

Hasta el momento se han revisado los conceptos básicos para la toma de decisiones; sin embargo, en ocasiones los problemas a resolver son de tal naturaleza que la solución sólo puede llevarse a cabo con modelos cuantitativos más complicados.

Algunas de las causas que incrementan la complejidad de los problemas pueden ser las siguientes:

- La presencia de un número considerable de variables.
- Que en el problema no sólo intervenga un individuo, sino de un grupo o varios.
- Que el problema esté sujeto a una alta dinámica de cambios.
- Que sean muchas las alternativas.

Se pueden resolver los problemas sencillos y complicados del mundo real, si nos concentramos en la situación global o en alguna porción o características principales, y no en cada detalle. Esa aproximación o abstracción de la realidad, que puede crearse de varios modos, se llama modelo, y por lo general se presenta por ecuaciones algebraicas. Los modelos proporcionan dos ventajas importantes. La primera es la economía de la presentación. Segunda los modelos permiten analizar y experimentar situaciones complejas, hasta un grado que sería imposible construyendo el sistema en la realidad.

Los parámetros o factores que intervienen en estos modelos pueden ser constantes o variables.

## 2.6 Criterios de decisión en condiciones de incertidumbre completa.

Existen diversos criterios de decisión que conducen a escoger el mejor curso de acción que en términos económicos concuerde mejor con los criterios elegidos, pero hasta el momento ninguno ha sido aceptado universalmente.

\* Criterio de Wald. Supone que el TDD debe pensar que una vez que ha elegido un cierto curso de acción, quizá la naturaleza se vuelva en su contra y en consecuencia produzca el estado natural que minimice los beneficios. Por tanto, según este criterio, el TDD debe escoger la estrategia que maximice su retribución de acuerdo con esa suposición pesimista. En otras palabras, una selección de lo mejor de lo peor, es la forma razonable de protegerse. Es el criterio maximin.

\* Criterio de Hurwicz. Partiendo de la información disponible y de los objetivos a lograr, propone la deducción y utilización de un índice de optimismo relativo. Es decir, si una persona se siente optimista, es capaz de expresar de modo inteligente esa situación mediante un cierto barómetro de optimismo: asignando determinados valores relativos a los resultados máximo y mínimo de cada una de las estrategias factibles.

Existen TDD que cuando toman decisiones, tienden a fijarse en las consecuencias extremas y a desconocer los resultados que se hallan entre ambos extremos. El procedimiento por Hurwicz señala este hecho y pondera los valores extremos en forma tal que reflejan consistentemente la importancia que le concede el TDD. Por lo tanto, si  $\alpha$  se define como el índice de pesimismo relativo y  $1-\alpha$  como el de optimismo relativo, el criterio de decisión de Hurwicz se determina calculando el coeficiente de optimismo  $H$  de la siguiente manera:

$$H = \alpha[\text{mínimo}] + [1-\alpha][\text{máximo}]$$

\* Criterio de Laplace. Puesto que no conocemos las probabilidades de ocurrencia de los estados naturales [posibles eventos], daremos por supuesto que las probabilidades son las mismas para estos estados. Calcúlese después el valor monetario esperado de cada estrategia y se escoge la que tenga el valor monetario esperado más elevado. Este criterio se refiere específicamente a las decisiones en el área económica.

\* Criterio de Savage. Una vez tomada la decisión y realizada, el TDD recibe el resultado de la misma. Savage argumenta que, después de saber el resultado, el TDD puede arrepentirse de la decisión tomada, puesto que tal vez hubiera preferido escoger una diferente. Savage sostiene que el TDD tiene que procurar que esta posible aflicción se reduzca al mínimo. Savage sugiere que podemos conocer el grado del arrepentimiento por medio de la diferencia entre el resultado realmente obtenido y el resultado que se hubiera obtenido en el caso de haber conocido de antemano lo que iba a ocurrir. Por criterio de Savage se quiere dar a entender tanto la medida recomendada de compensación como el criterio específico que se aplica para tomar la decisión.

C A P I T U L O   I I I

MODELOS   FINANCIEROS

### 3.1 Generalidades.

El campo de las finanzas es uno de los que ha recibido un tratamiento más intenso dentro de las ramas económicas en los últimos treinta y cinco años.

Desde los pioneros trabajos de Irving Fisher, hace un siglo, quien ha sido en cierta medida para las Finanzas lo que Adam Smith fue para la Economía, ha habido un lapso de seis o siete décadas en los que el análisis descriptivo dominó metodológicamente el área. Es, a partir de mediados de los 50's en donde comienza un tratamiento con creciente rigorismo científico, apareciendo nuevas teorías y evidencias empíricas que ensanchan y profundizan los conocimientos del tema. Lo que hoy son las finanzas se debe al esfuerzo de innumerables investigadores, pero sin duda con Von Neumaun, Mongernstern, Markowitz, Tobin, Arrow, Sharpe, Lintner, Mossin, Samuelson, Modigliani, Miller, Weston, Solomon, Jensen, Ross, Roll, Van Horne, por mencionar algunos de los más destacados, es con quienes se tiene la mayor parte de la deuda de haber impulsado hacia adelante la frontera del conocimiento en este campo. No es de extrañar, que varios de ellos hayan recibido el Premio Nobel en economía en reconocimiento a sus aportes científicos.

A viejos y nuevos desafíos han aparecido nuevas teorías y análisis de la evidencia empírica. Los últimos quince o veinte años, han sido sin embargo escenario de una muy intensa producción académica.

Los cambios cada vez más rápidos que se producen en todos los campos de la actividad humana, y especialmente en el mundo empresarial con el ingreso en el mercado de gran cantidad de nuevos productos dentro de una aguda competencia, hacen imprescindibles que el T.D.D. moderno sea consciente de las nuevas herramientas que se ponen a su disposición para el manejo de los negocios, y dentro de ellas, las herramientas financieras, que contribuyen decisivamente en un mayor rendimiento de los recursos que se le han confiado.

No cabe duda que los T.D.D. financieras de una empresa deben ser especialistas, y la especialización requiere práctica. Sin embargo el conocimiento teórico de la doctrina no sólo es el primer paso, sino que resulta de la mayor importancia.

Debe dejarse asentado que los recursos con que cuenta la empresa son limitados y cuestan dinero. Ya sea por intereses que deberán pagarse, o por los costos de oportunidad, i.e., el dinero que se deja de ganar por desviar la aplicación de esos recursos. Por lo tanto los T.D.D. tienen la obligación de hacer un uso racional, eficiente y hasta óptimo de los recursos propios de la empresa, y

de los que, dentro de la armonía necesaria que deberá coeservarse, pueden conseguirse en el mercado de dinero.

Al estudiar las cifras, al compararlas y deducir sus implicaciones, el T.D.D. puede acercarse a la historia de los hechos más importantes que tuvieron lugar en el período que se examina.

El análisis financiero se puede definir como un conjunto de principios y procedimientos que permiten que la información de la contabilidad, de la economía y de otras operaciones comerciales sea más útil para propósitos de toma de decisiones. Cualquiera persona que tome una decisión y que esté interesada en el futuro de una organización comercial o no lucrativa encontrará útil el análisis financiero.

Es conveniente señalar dos puntos muy importantes. Primero, aunque por lo general el análisis financiero se estudia en el contexto de una empresa, sus principios y procedimientos también son aplicables a otros tipos de organizaciones.

Segundo, el análisis financiero por sí mismo, no toma decisiones, son las personas quienes toman las decisiones. El propósito del análisis financiero es ayudar a las personas a tomar buenas decisiones.

Al elaborar el presente capítulo se supuso un nivel de conocimientos mínimos de contabilidad y matemáticas financieras. Por eso se parte dando una idea general de los conceptos básicos indispensables para asimilar algunos de los conceptos financieros.

### 3.2 *Análisis de Estados Financieros.*

Típicamente una organización tendrá uno o más de los siguientes objetivos:

- Obtener unas utilidades satisfactorias.
- Maximizar las utilidades.
- Mantener la participación o posición actual en el mercado.
- Obtener un adecuado crecimiento en la participación en el mercado o en las utilidades.

Lo anterior es solamente ilustrativo ya que pueden existir muchas variaciones. Sin embargo, cualesquiera que sean los objetivos establecidos por la gerencia y los propietarios, casi siempre se va a necesitar información sobre utilidades, crecimiento, liquidez, solvencia y otros factores similares. Los estados financieros

proporcionan mucha de esta información. En particular suministran información sobre el nivel de utilidades y la fortaleza de la posición financiera, i.e., sobre rentabilidad y patrimonio o riqueza.

Los estados financieros registran e informan acerca de los eventos financieros reales en la medida en que afectan a una organización, esto es, con el desempeño pasado. Los estados financieros persiguen varios propósitos:

1ro. Permiten que la gerencia evalúe la eficiencia de la organización.

2do. Se considera que el conocimiento del desempeño pasado es de utilidad en la toma de decisiones para el futuro.

Se eligió a las razones financieras ya que son las estrellas guías para la dirección de una organización: proporcionan sus objetivos y sus estándares. Ayudan a los TDD a orientarlos hacia las estrategias de largo plazo más beneficiosas, además de hacia la toma efectiva de decisiones a corto plazo.

También condicionan en cualquier organización, las operaciones cotidianas y, en esta situación dinámica, informa a la dirección acerca de los temas más importantes que requieren su atención inmediata. Las razones financieras muestran las conexiones que existen entre diferentes partes de la organización. Realzan las interrelaciones y la necesidad de un equilibrio adecuado entre diversas áreas de la organización. En consecuencia el conocimiento de las principales razones financieras permitirá a los TDD de diferentes áreas trabajar conjuntamente en beneficio de los objetivos generales de la organización.

### 3.2.1 *Aspectos básicos de contabilidad.*

A continuación se presentan brevemente algunos aspectos contables que serán fundamentales para poder comprender el resto del capítulo.

La contabilidad consta de dos elementos principales: los libros o técnicas para representar y registrar las operaciones y el análisis contable que va directamente a los hechos económicos y sus tendencias futuras.

El método de registro que hoy es la base fundamental de la contabilidad es el llamado de partida doble, que establece que la esencia de la contabilidad es una ecuación en el que la igualdad entre sus miembros nunca puede desaparecer i.e. siempre que entra algo a una empresa debe salir algo equivalente. Veamos un ejemplo

sencillo:

En la empresa Y entró dinero y otros bienes y salió el compromiso contraído con los propietarios. Digamos que entran N\$1,000 y salió un papel que dice que el Sr. 1 es propietario de N\$1,000, que es capital de la empresa Y. La anotación contable quedaría como:

Cuenta	Debe	Haber
caja y bancos	N\$1,000	
capital social		N\$1,000

Debe y Haber representan un convencionalismo donde Debe es todo lo que entra a la empresa y Haber todo lo que sale. Si se compra una mesa y se paga al contado tendremos el siguiente asiento:

Cuenta	Debe	Haber
muebles y enseres	N\$150	
caja y bancos		N\$150

Los N\$150 son el precio de la mesa.

Si la compra hubiese sido a crédito tendríamos:

Cuenta	Debe	Haber
muebles y enseres	N\$150	
cuentas por pagar		N\$150

Si un mes después se paga la mesa tendríamos lo siguiente:

Cuenta	Debe	Haber
cuentas por pagar	N\$150	
caja y bancos		N\$150

Los saldos de las cuentas antes del pago de la mesa serían:

muebles y enseres	cuentas por pagar		caja y bancos	
Debe      Haber	Debe	Haber	Debe	Haber
N\$150		N\$150	N\$1,000	
-----	-----	-----	-----	-----
Saldo N\$150	Saldo (N\$150)		Saldo N\$1,000	

Los saldos negativos se acostumbra ponerlos entre paréntesis.

Los saldos un mes después, es decir hecho el pago, serían:

muebles y enseres	cuentas por pagar		caja y bancos	
Debe      Haber	Debe	Haber	Debe	Haber
N\$150	N\$150	N\$150	N\$1,000	N\$150
-----	-----	-----	-----	-----
Saldo N\$150	Saldo N\$0		Saldo N\$850	

Analícemos el ejemplo en tres etapas distintas:

a) Inmediatamente después de haberse constituido la empresa.

b) Después de comprar la mesa y antes de pagarla.

c) Después de pagar la mesa.

a)	Debe	Haber
Cuentas caja y bancos	N\$1,000	
capital		N\$1,000
Sumas iguales	N\$1,000	N\$1,000

b)	Debe	Haber
Cuentas caja y bancos	N\$1,000	
muebles y enseres	N\$150	
cuentas por pagar		N\$150
capital		N\$1,000
Sumas iguales	N\$1,150	N\$1,150

c)	Debe	Haber
Cuentas caja y bancos	N\$850	
muebles y enseres	N\$150	
capital		N\$1,000
Sumas iguales	N\$1,000	N\$1,000

Continuando con los conceptos básicos, la ecuación contable se define como:

$$\text{Activo} - \text{Pasivo} = \text{Capital}$$

La ecuación señala que lo que posee la empresa, sus bienes, llamados activo menos lo que la empresa debe, sus deudas llamadas pasivo es igual al patrimonio o capital de la empresa.

La ecuación resulta evidente si consideramos que el activo es la totalidad de bienes que la empresa posee y que estos bienes han sido adquiridos con el capital de la empresa o por medio de deudas contraídas, es decir por medio del pasivo, de ahí que si restamos del activo las deudas, pasivo, obtendremos el capital.

También la ecuación se puede expresar como:

$$\text{Activo} = \text{Pasivo exigible} - \text{Pasivo no exigible}$$

Esto resulta de lo siguiente. El capital o patrimonio de la empresa constituye una obligación de la empresa para con sus propietarios por lo que también pudiera considerársele un pasivo.

El pasivo exigible agrupa las deudas de la empresa con terceras personas [cuentas por pagar, préstamos e hipotecas por pagar, etc.] mientras el pasivo no exigible es el capital o patrimonio de la empresa, i.e., lo que ésta debe a sus propietarios y que evidentemente no es exigible por estos, pues ello liquidaría a la empresa.

Periódicamente los propietarios desean recibir los beneficios que les corresponden pero sin descapitalizar su empresa, i.e., sin retirar el capital que aportaron. Por este motivo se acostumbra a separar dentro del capital o pasivo no exigible lo que representa el capital de aportación o capital social de los beneficios no distribuidos, para que los propietarios de la empresa decidan cuánto de esos beneficios se van a distribuir. En muchos países, a estos beneficios útiles no distribuidos se les llama superávit y cuando se trata de pérdidas déficit.

En las sociedades anónimas cuando se distribuyen los beneficios suele llamarseles dividendos y se les llama así porque la cantidad acordada se distribuye entre las acciones y por lo tanto es el resultado de una división en la que el divisor es el número de acciones y el cociente es lo que corresponde a cada acción.

### 3.2.2 *Estado contable o Balance General.*

Con las bases vistas anteriormente es posible elaborar un estado contable o balance general. Veamos como.

A.-Un negocio se empieza con un capital de N\$50,000.

B.-Se decide comprar mercancías por N\$25,000 [inventarios] pagando N\$12,500 en efectivo [se reduce el efectivo en N\$12,500] y el resto en un mes [cuentas por pagar] esto se coloca bajo el rubro pasivo corriente que son las deudas a pagar antes de un año, por lo tanto el activo corriente son las cuentas que se pueden convertir en efectivo en un año o en menos.

C.-Se decide ampliar el negocio y para ello se compra un edificio en N\$50,000 dando N\$12,500 como adelanto y tomando una hipoteca por N\$37,500 para el faltante [se crean las cuentas; deudas a largo plazo que son las que deben pagarse en un plazo mayor al año; activos fijos que incluye terrenos, edificios y equipo].

D.-Supongamos que se venden N\$10,000 de inventario en N\$12,500 [N\$7,500 al contado y N\$5,000 a crédito]. Se agrega una cuenta, la de cuentas por cobrar. Aquí se obtiene una utilidad bruta que es lo que se gana antes de descontar gastos e impuestos.

Para formar el estado contable homologemos a la columna Debe con

Activo y la columna Haber con Pasivo.

A continuación formaremos el Balance General con los anteriores movimientos.

A		Pasivo	
Activos	Activo Corrientes	Pasivos	Corrientes
Efectivo	N\$50,000	Capital contable	N\$50,000

B		Pasivo	
Activos	Activo Corrientes	Pasivos	Corrientes
Efectivo	N\$37,500	Cuentas por pagar	N\$12,500
Inventario	N\$25,000	Capital contable	N\$50,000
Sumas iguales	N\$62,500	Sumas iguales	N\$62,500

C		Pasivo	
Activos	Activo Corrientes	Pasivos	Corrientes
Efectivo	N\$25,000	Cuentas por pagar	N\$12,500
Inventarios	N\$25,000		
Total de Activos Corrientes	N\$50,000	Total de Pasivos Corrientes	N\$12,500
Edificios	N\$50,000	Dudas a largo plazo	N\$37,500
Total de Activos fijos	N\$50,000	Hipotecas	N\$37,500
Total de Activos	N\$100,000	Total de deudas a largo plazo	N\$37,500
		Total de Pasivos	N\$100,000

D		Pasivos	
Activos	Activos Corrientes	Pasivos	Corrientes
Efectivo	N\$32,500	Cuentas por pagar	N\$12,500
Cuentas por cobrar	N\$5,000		
Inventarios	N\$15,000		
Total de Activos Corrientes	N\$52,500	Total de Pasivos Corrientes	N\$12,500
Edificios	N\$50,000	Deudas a largo plazo	N\$37,500
Total de Activos fijos	N\$50,000	Hipotecas	N\$37,500
Total de Activos	N\$102,500	Total de Deudas a largo plazo	N\$37,500
		Capital contable al inicio	N\$50,000
		Utilidad Bruta	N\$2,500
		Capital Contable final	N\$52,500
Total de Activos	N\$102,500	Total de Pasivos	N\$102,500

Este Estado o Balance General es como una foto instantánea del

estado de un negocio o empresa en cualquier momento.

### 3.2.3 *El Estado de Pérdidas y Ganancias.*

Este nos muestra el total de transacciones de un negocio durante un período determinado que puede ser un mes, un trimestre, un año, etc..Debido a ello debe hacerse saber el período del que se trata.

El beneficio es el objetivo principal de la mayoría de las empresas y negocios y las transacciones que realizan generalmente van encaminadas a obtenerlo. Este Estado de Pérdidas y Ganancias agrupa los efectos de los distintos tipos de partidas que configuran el resultado de las operaciones de un período dado.

Este Estado comienza al hacerse una venta, así que la primera entrada o cuenta debe ser ventas, considerando el ejemplo anterior tendríamos:

Ventas                    N\$12,500

La siguiente cuenta podría ser el costo de los bienes vendidos [precio total por lo vendido más el costo de entrega al negocio]-. En el ejemplo el costo es de N\$10,000. Este se sustrae de la venta mostrando una utilidad bruta [utilidad después de deducir gastos de impuestos] de N\$2,500.

Las cuentas agregadas quedarían como sigue:

Ventas	N\$12,500
Costo de Bienes Vendidos	N\$10,000
Utilidad Bruta	N\$2,500

Las otras entradas serían los gastos relacionados con las operaciones del negocio.

Ventas	N\$12,500	
Costo de Bienes Vendidos	N\$10,000	
Utilidad Bruta	N\$2,500	
GASTOS:		
Sueldo Dueño	N\$250	
Publicidad	N\$40	
Impuestos [locales]	N\$20	
Salarios	N\$450	
Total de Gastos		N\$760
	Utilidad Neta	N\$1,740

La utilidad neta es el remanente de la utilidad bruta menos el total de gastos. Un ejemplo formal sería el siguiente:

<u>El Patito y Cía.</u>	
<u>Estado de Pérdidas y ganancias.</u>	
Ventas	N\$25,000
menos	
Costo de la mercancía vendida	N\$16,000
	-----
Beneficio Bruto en ventas	N\$9,000
Gastos Comerciales	N\$3,000
	-----
Beneficio neto en ventas	N\$6,000
Gastos Grales. y de Admón.	N\$2,000
	-----
Beneficio Neto en operaciones	N\$4,000
Otros Gastos	N\$500
Beneficio Neto antes de impues.	N\$3,500
Impuestos sobre beneficios	N\$1,225
	-----
Beneficio Neto del período	N\$2,275

### 3.2.4 *Métodos de Análisis.*

El Balance General y el Estado de Pérdidas y Ganancias por sí solos no ofrecen suficiente información financiera para llevar adelante un negocio. Por ejemplo, estos documentos no pueden decir cuánto tiempo han estado pendientes las cuentas por cobrar, como afectaría el flujo de efectivo si se coloca un nuevo empleado o cuánto dinero requeriría respaldar un plan de mercado.

Las respuesta a éstas otras preguntas claves se tendrán al saber cómo usar la información en un Balance General y en un Estado de Pérdidas y Ganancias.

Se conoce como métodos de análisis los medios o caminos que utilizados ordenadamente para separar, relacionar y comparar los valores de los Estados Financieros, llevan a conocer sus orígenes, los cambios sufridos y las causas. Todo con el objeto de tener una idea más precisa sobre la situación financiera de una empresa. Dicho análisis puede ser externo y/o interno.

Existen dos métodos de análisis.

**Método vertical.** Es estático ya que utiliza Estados Financieros correspondientes a un mismo período o ejercicio. Se encarga de analizar un solo estado financiero a la vez.

**Método Horizontal.** Se basa en los estados financieros de varios ejercicios con el objeto de observar los cambios en los valores del negocio.

El método de análisis que nos incumbe es el vertical y de este nos interesan las razones financieras.

### 3.2.5 Razones Financieras.

Su correcta utilización puede indicar los puntos débiles en el negocio y mostrar algunas fallas del mismo, siempre que se tenga cuidado de escoger las cifras de los Estados Financieros que tengan alguna relación entre sí.

Las razones más usadas en la práctica son:

\*Razones de Liquidez. Calculan la cantidad de efectivo disponible para cubrir los gastos, tanto corrientes [menores a un año] como a largo plazo. Son importantes para mantener vivo un negocio.

\*Razones de Utilidad. Calculan y ayudan a controlar los ingresos.

\*Razones de Rendimiento. Calculan y ayudan a controlar las operaciones del negocio.

#### Razones de Liquidez.

##### Razón de liquidez circulante o razón corriente

Calcula la capacidad para cumplir las obligaciones a corto plazo. Se fundamenta en que las deudas a corto plazo están garantizadas con los valores del activo circulante o corriente, ya que serán éstos últimos las fuentes a las que se acuda para el pago de las deudas próximas a vencer. El valor óptimo de esta razón debe ser dos. Si la razón es baja tal vez no se pueda pagar las facturas con tanta rapidez como se debiera. Una razón alta implicaría que hay dinero ocioso que no trabaja para el negocio. Su fórmula de cálculo es:

$$\text{Razón Corriente} = \frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

##### Razón del Efectivo

Calcula el movimiento de efectivo o capital de trabajo. Se llama capital de trabajo porque es la cantidad necesaria para operar un negocio diariamente. Es el dinero que se emplea para pagar salarios, facturas, etc. Varía cada vez que se recibe un pago en efectivo, se hace una venta en efectivo o se expide un cheque.

Mantener un saldo de capital de trabajo positivo dará un medio adecuado para financiar las ventas.

Las ventas deben ser cinco o seis veces el capital de trabajo.

Esta razón muestra que por cada nuevo peso de capital de trabajo se genera X nuevos pesos por ventas.

Si la razón es baja implica que hay fondos comprometidos en activos de bajo rendimiento a corto plazo lo cuál significa que se podría continuar trabajando con menos efectivo.

Una razón alta significa vulnerabilidad a los acreedores así como incapacidad de pagar salarios, facturas por servicio, etc..

Si la razón corriente es baja la razón del efectivo es alta. Esto se debe a la pequeña suma de capital de trabajo disponible.

La fórmula de cálculo de la razón de efectivo es:

$$\begin{aligned} \text{Razón de movimiento de efectivo} &= \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Capital de Trabajo}} \\ &= \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activo Corriente} - \text{Pasivo Corriente}} \end{aligned}$$

#### Razón de la deuda al Capital Contable

Calcula la cobertura de la deuda total, expresa la razón entre el capital contribuido por los acreedores y el contribuido por el [los] dueño [s]. Se fundamenta en que los medios de acción de una empresa tienen su origen principalmente en:

- Recursos provenientes de sus dueños.
- Recursos provenientes de personas ajenas.

La razón no debe ser menor a 1.25, de otro modo los acreedores tendrán gran injerencia en las operaciones del negocio.

Si fuera mayor esto indicaría que por cada nuevo peso de los propietarios hay X nuevos pesos de fuentes ajenas por lo que éstas se llevarán gran parte de las utilidades por intereses y recargos, e inclusive sus requerimientos y presiones de pago en un momento dado podrá afectar el desarrollo futuro de las actividades de la empresa. La habilidad para obtener o conseguir dinero de fuentes externas está limitada.

Si fuera menor indicaría seguridad financiera a mayor término, se tendría una mayor flexibilidad para pedir préstamos monetarios. Una razón extremadamente baja indicaría que la dirección de la empresa es demasiado conservadora logrando pedir préstamos a una

tasa de interés baja y lograr mayores ventas. Su fórmula es:

$$\begin{array}{r} \text{Razón de la deuda al} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Capital Contable}} \\ \text{Capital Contable} \end{array}$$

$$\frac{\text{Suma Total de Pasivos}}{\text{Suma de Activos} - \text{Suma de Pasivos}}$$

#### Razones de utilidad.

##### Razón de las utilidades Netas

Mide la eficiencia de la gerencia. Es una comparación válida entre las firmas de una misma industria. Esta razón filtra cualquier distorsión que pueda haber a causa de una deuda grande u otros factores que puedan afectar los pagos de impuestos o la falta de los mismos.

El valor de ésta razón depende de los negocios y/o de la industria de que se trate. Es por ello que mientras mayor sea la razón es mejor.

Una razón baja indica que los gastos son muchos, puede haber deficiencias o las ventas son demasiado bajas para los costos. Una razón alta indica un alto margen de ganancia. Se calcula como:

$$\text{Razón de la} = \frac{\text{Utilidad neta antes de impuestos e intereses}}{\text{Utilidad Neta} \quad \text{Ventas Netas}}$$

$$\frac{\text{Utilidad neta} + \text{Impuestos}}{\text{Suma de Ventas Netas} - \text{Devoluciones, rebajas a crédito o efectivo} \quad \text{bonificaciones y descuentos}}$$

##### Razón de la tasa de rendimiento sobre las ventas

Es una variante de la razón anterior, en la cual se considera sólo la utilidad neta. El valor de esta razón depende de los negocios y/o de la industria de que se trate; nos muestra el rendimiento o ganancia que genera cada nuevo peso vendido. Es por ello que mientras mayor sea su valor es mejor. Si dicha razón sobrepasa a la del año antecedente y muestra un aumento continuo se esta en buen camino. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

Razón de la tasa de Utilidad Neta  
rendimiento sobre -----  
las ventas Ventas Netas

Cantidad remanente después de  
impuestos e intereses

-----  
Suma de ventas a - Devoluciones, bonificaciones  
crédito o descuentos y rebajas sobre  
efectivo ventas

Razón del rendimiento sobre la inversión [ROI]

Calcula el rendimiento en la inversión de los dueños. Indica el rendimiento o ganancia por cada nuevo peso de capital propio. Una razón de por lo menos .41 se considera generalmente como necesaria para un crecimiento futuro. Si el valor de la razón es inferior se considera que hubiera sido mejor invertir en algún instrumento financiero; esto indicará una actuación deficiente del gerente o un negocio altamente capitalizado, capital por deuda. Una razón alta indica buenas ganancias. Se calcula como:

Razón del rendimiento Utilidad Neta  
sobre la inversión -----  
Capital Contable

Cantidad remanente después de  
impuestos e intereses

-----  
Suma de Activos - Suma de Pasivos

Razón de tasa de rendimiento sobre el activo

Calcula la utilidad generada por el uso del activo del negocio. Es decir proporciona una idea sobre el rendimiento generado por la máquina y equipo de trabajo para determinar si se produce lo suficiente que respalde la inversión hecha o bien orienta hacia la adquisición de nuevos activos. Su valor varía dependiendo de la industria; dicho valor indica la relación de ganancia correspondiente a cada nuevo peso invertido en activos, por ello a mayor razón mayor ganancia. Un valor alto indica buena ejecución o uso eficiente del activo, un valor bajo viceversa. Se calcula como:

Razón de la tasa de Utilidad Neta  
rendimiento sobre -----  
el activo Total de Activos

Razones de eficiencia.

## Razón del período promedio de recuperación

Calcula el movimiento de las cuentas cobrables, i.e., el período de tiempo promedio para cobrar las ventas a crédito o sea el número de días en transformar en efectivo las ventas realizadas. El valor de esta razón depende de la política de la empresa. Un valor alto indica un movimiento lento que puede deberse al hecho de estar utilizando el crédito para generar ventas. Un valor bajo indica un movimiento rápido que podría ser el resultado de una política de cobros estricta o clientes que pagan muy bien. Se calcula con la fórmula:

$$\text{Razón del período de recaudación} = \frac{[\text{Cuentas por Cobrar}] [\text{365 días/año}]}{\text{Ventas Netas}}$$

## Razón del movimiento del inventario

Calcula la rapidez con la cual se mueve el inventario es decir las veces que se reemplaza cada año/mes el inventario inicial. El valor de seis o siete veces es aceptable. Si el valor de la razón es menor indica la existencia de un gran inventario, una situación en que jamás se agota, podría señalar liquidez deficiente. Un valor alto muestra una selección de productos muy limitada, mercancías de salida rápida; puede indicar mayor liquidez, mercancías de calidad o escasez de inventarios para la venta. Se calcula así:

$$\text{Razón del movimiento de inventario} = \frac{\text{Costo de productos vendidos}}{\text{Inventario}}$$

$$= \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inventario}}$$

Si se quisiera saber el promedio de días que el inventario esta disponible se procedería así:

$$\frac{365}{\text{Razón de rotación de inventario}} = \text{días de disponibilidad}$$

## Razón de los Activos Fijos al Capital Contable

Calcula la cantidad de activos fijos que forman parte del capital contable. Es importante ya que indica que cantidad de un nuevo

peso esta invertido en activos fijos de poca liquidez.

Su excedente se considera que ha sido destinado a formar parte del capital de trabajo. Un valor del 70% se considera óptimo; si el valor es menor indica una buena situación para los acreedores ya que el capital contable puede consistir en activos con mayor liquidez. Un valor mayor indica difícil liquidez si se necesita efectivo, especialmente si no están pagados. Su fórmula es:

$$\text{Razón de Activos Fijos al capital contable} = \frac{\text{Activos fijos}}{\text{Capital Contable}}$$

#### Razón del Movimiento de la Inversión

Calcula la capacidad de la empresa para generar ventas en relación con los activos, i.e., miden el grado de contribución que tienen los activos en el estudio de la productividad. Significa la rapidez de las ventas de la empresa en relación con la inversión y mide la eficiencia con la cual la empresa está utilizando sus inversiones en activos.

El valor de la razón varía dependiendo de la empresa o industria y significa las veces que se han obtenido ingresos equivalentes a la inversión en activos. Es decir indica que por cada nuevo peso de activo se realiza X nuevos pesos en ventas.

Una razón baja indica que los activos no son usados totalmente o hay demasiados activos encaminados a un solo rubro. Un valor alto indica que se pueden generar más ventas con menos activos, por ejemplo que se están haciendo más ventas con el mismo nivel de equipos y edificios. Se calcula como:

$$\text{Razón del Movimiento de la inversión} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Total de Activos}}$$

#### 3.2.6 Casos prácticos.

A continuación se presentarán tres ejemplos en como se puede elaborar un análisis financiero. El primero de ellos es sobre los estados financieros de una empresa. El segundo sobre la situación financiera del Grupo Modelo S.A. de C.V. y el tercero sobre la estructura financiera y rentabilidad de las corporaciones en México.

3.2.6.a *Análisis Financiero de la empresa Cannon Mills S.A. y subsidiarias.*

Debido a la dificultad para conseguir los estados financieros de una empresa este ejemplo se aplica a los estados financieros de Cannon Mills del año de 1979 que se presentan en el anexo A.

Para poder efectuar el análisis en forma sencilla utilizaremos los formatos: Modelo de recolección de datos y Cuadro de comparación que se muestran enseguida.

MODELO DE RECOLECCION DE DATOS

NOMBRE DEL NEGOCIO: \_\_\_\_\_  
 DIRECCION COMERCIAL: \_\_\_\_\_  
 FECHA DE PREPARACION: \_\_\_\_\_

**RENGLONES**

**CIFRAS EN MILES DE NUEVOS PESOS**

-----  
 ACTIVOS CORRIENTES  
 PASIVOS CORRIENTES  
 VENTAS NETAS  
 CAPITAL DE TRABAJO  
 DEUDA TOTAL  
 CAPITAL CONTABLE  
 UTILIDADES ANTES DE INTE. E IMPU.  
 UTILIDAD NETA TOTAL DE ACTIVOS  
 CUENTAS POR COBRAR  
 COSTO DE LOS PRODUCTOS VENDIDOS  
 INVENTARIO PROMEDIO  
 ACTIVOS FIJOS

## CUADRO DE COMPARACION

NOMBRE DE LA EMPRESA: \_\_\_\_\_  
 DIRECCION COMERCIAL: \_\_\_\_\_  
 FECHA DE PREPARACION: \_\_\_\_\_

TITULO DEL INDICE	RAZONES	CIFRAS EN NUEVOS PESOS	RAZON	RAZON DE LA INDUSTRIA
Indice corriente	A.C. ----- P.C.			
Movimiento de efectivo	V. ----- C.T.			
Deuda al capital contable	D.T. ----- C.C.			
Utilidad neta	U.A.I. ----- V.N.			
Tasa de rendimiento de las ventas	U.N. ----- V.N.			
R.O.I.	U.N. ----- C.C.			
R.O.A.	U.N. ----- T.A.			
Tasa promedio de cobros	C.P.C.x365 días ----- V.			
Movimiento de inventario	C.P.V. ----- I.P.			
Activos fijos al capital contable	A.F. ----- C.C.			
Movimiento de la inversión	V.N. ----- T.A.			

Donde:

A.C.=Activos Corrientes.  
 P.C.=Pasivos Corrientes.  
 V.=Ventas.  
 C.T.=Capital de Trabajo.  
 D.T.=Deuda total.  
 C.C.=Capital contable.  
 U.A.I.=Utilidades antes de intereses e impuestos.  
 V.N.=Ventas netas  
 U.N.=Utilidad neta.  
 T.A.=Total de activos.  
 C.P.C.=Cuentas por cobrar.  
 C.P.V.=Costo de los productos vendidos.  
 I.P.=Inventario promedio.  
 A.F.=Activos fijos.  
 R.O.I.=Razón del rendimiento sobre la inversión.  
 R.O.A.=Razón de la tasa de rendimiento sobre activos.

Se procederá al llenado de los formatos anteriores a partir de los estados financieros proporcionados.

Se ha procedido a colocar claves en los estados financieros y en los formatos con la finalidad de clarificar de donde se han tomado las cifras.

Las claves que se utilizan son B-#=Balance General y E-#=Estado de Pérdidas y Ganancias.

#### MODELO DE RECOLECCION DE DATOS

NOMBRE DEL NEGOCIO: CANNON MILLS S.A. Y SUBSIDIARIAS

DIRECCION COMERCIAL: \_\_\_\_\_

FECHA DE PREPARACION: \_\_\_\_\_

RENGLONES		CIFRAS EN MILES DE NUEVOS PESOS
ACTIVOS CORRIENTES	(B-1)	405,830
PASIVOS CORRIENTES	(B-2)	205,008
VENTAS NETAS	(E-1)	741,020
CAPITAL DE TRABAJO	(B-1)-(B-2)=I	200,822
DEUDA TOTAL	(B-2)+(B-3)=II	339,669
CAPITAL CONTABLE	(B-4)-II+(B-5)	361,890
UTILIDADES ANTES DE INTE. E IMPU. (E-2)+(E-3)		116,732
UTILIDAD NETA	(E-2)	99,084
TOTAL DE ACTIVOS	(B-4)	701,687
CUENTAS POR COBRAR	(B-6)	233,087
COSTO DE LOS PRODUCTOS VENDIDOS (E-4)		(401,728)
INVENTARIO PROMEDIO	(B-7)	160,013
ACTIVOS FIJOS	(B-8)	295,857

Ahora se procederá a calcular las razones y vaciarlas en el cuadro de comparaciones.

CUADRO DE COMPARACION

NOMBRE DE LA EMPRESA: CANNON MILLS S.A. Y SUBSIDIARIAS  
 DIRECCION COMERCIAL: \_\_\_\_\_  
 FECHA DE PREPARACION: \_\_\_\_\_

TITULO DEL INDICE	RAZONES	CIFRAS EN NUEVOS PESOS	RAZON	RAZON DE LA INDUSTRIA
Indice corriente	A.C.	405,830	1.98	2 veces
	P.C.	205,008		
Movimiento de efectivo	V.	741,020	3.69 veces	6 veces
	C.T.	200,822		
Deuda al capital contable	D.T.	339,669	.94 veces	1.25 veces
	C.C.	361,890		
Utilidad neta	U.A.I.	116,732	15.75%	No listado
	V.N.	741,020		
Tasa de rendimiento de las ventas	U.N.	99,084	13.37%	10%
	V.N.	741,020		
R.O.I.	U.N.	99,084	27.37%	41%
	C.C.	361,890		
R.O.A.	U.N.	99,084	14.12%	8.9%
	T.A.	701,020		
Tasa promedio de cobros	C.P.C.x365 días	85076755	115 días	45 días
	V.	741,020		
Movimiento de inventario	C.P.V.	(401,728)	2.5 veces	6 veces
	I.P.	160,013		
Activos fijos al capital contable	A.F.	295,857	81.75%	70%
	C.C.	361,890		
Movimiento de la inversión	V.N.	741,020	1.1 veces	2 veces
	T.A.	701,687		

Ahora se procederá a obtener conclusiones mediante la comparación de las razones de Cannon Mills y los correspondientes promedios de la industria aplicando los criterios vistos anteriormente.

Razón de Cannon Mills	Promedio de la Industria	Conclusiones y recomendaciones
1.98 veces	2 veces	Dado que la razón de Cannon es casi igual al de la industria se puede afirmar que se tiene capacidad para hacer frente a las obligaciones a corto plazo.
3.69 veces	6 veces	De aquí se puede concluir que por cada peso de capital de trabajo se generan 3.69 pesos por ventas. Se tiene un superávit de efectivo que puede ser invertido o estinado a pagar deudas.
.94 veces	1.25 veces	Por ser menor la razón al promedio se concluye que hay seguridad financiera y mayor facilidad de obtener préstamos.
15.75%	No listado	Si la razón fuera mayor al promedio se estaría en lo correcto.
13.37%	10%	Esta razón nos muestra que por cada peso vendido se obtienen 13 centavos de ganancia.
27.37%	41%	Se observa que por cada peso de inversión de los dueños se obtienen 27 centavos de ganancia. Al ser menor la razón de Cannon que el promedio, hubiera sido mejor invertir en algún instrumento financiero. Por ello hay que revisar la estructura de la deuda, gastos y políticas de operación.
14.12%	8.9%	Esta razón nos indica que se han ganado 14 centavos de cada peso invertido en activos. Por ser mayor al del promedio esto nos indica que se tiene buena ejecución o uso del activo.

Razón de Cannon Mills	Promedio de la Industria	Conclusiones y recomendaciones
115 días	45 días	Como se observa hay 115 días por transcurrir para poder transformar en efectivo las ventas realizadas. Este valor tan superior al del promedio indica un movimiento lento en el promedio de cobros que puede deberse al uso del crédito para generar ventas, por ello hay que revisar las políticas de crédito.
2.5 veces	6 veces	La razón es menor al promedio lo cual indica que el reemplazo de inventario es muy lento, es decir hay un gran inventario lo cual implica liquidez deficiente por ello debe revisarse el exceso de inventario o productos obsoletos.
81.75%	70%	Se puede observar que un 81.5% del capital contable esta formado por activos. Esto indica que de cada peso 82 centavos están invertidos en activos fijos de poca liquidez y que 18 centavos de cada nuevo peso están formado parte del capital de trabajo. Por lo tanto existe poca liquidez y por ello se debe verificar la cesesidad de activos fijos.
1.1 veces	2 veces	De aquí se observa que por cada peso de activos se efectuan 1.1 pesos en ventas. Al ser la razón más baja que el promedio indica que los activos no son usados totalmente o hay demasiados activos dedicados a un solo rubro. Por ello se debe verificar la necesidad de todos los activos y ver si se pueden aumentar las ventas.

3.2.6.b

*Situación financiera del Grupo Modelo S.A. de C.V..*-Perfil de la empresa.

Grupo Modelo es una sociedad tenedora del 76.75% del capital de la subtenedora de acciones denominada DIBLO, S.A. DE C.V., que controla a su vez a un grupo de empresas dedicadas a la producción, distribución, venta, exportación e importación de cerveza.

-Capacidad de producción.

Grupo Modelo cuenta con siete plantas cerveceras localizadas en México D.F. [11.1 millones de hectolitros anuales]; Tuxtepec, Oax. [8.0 millones de hectolitros anuales]; Guadalajara, Jal.; Torreón, Coah.; Cd. Obregón, Son.; Mazatlán, Sin. y Mérida, Yuc..La capacidad instalada total anual asciende a 30.5 millones de hectolitros.

Actualmente se encuentra en construcción la planta de Zacatecas, esperando iniciar operaciones en 1997, con esta planta la capacidad productiva se incrementará en un 50%.

En México Grupo Modelo fabrica diez marcas de cerveza entre las que sobresalen:

Corona Extra, Modelo Especial, Victoria y Pacífico, las cuales representaron el 95.50% de las ventas en 1993. Grupo modelo es importador exclusivo de todas las marcas de cerveza producidas por ANHEUSER-BUSCH [BUD WEISER y BUD LIGHT].

-Mercado.

Modelo participa con el 52.23% del mercado cervecero mexicano y aporta el 68.3% de la cerveza mexicana vendida al exterior. Las exportaciones representan el 8.7% de las ventas totales del grupo a septiembre de 1993.

Para su distribución nacional cuenta con 633 distribuidoras [agencias y subagencias], teniendo el control directo sobre 454, mientras que en las restantes 179 se maneja con contrato de distribución con concesionarios independientes. El Grupo estima que el mercado nacional se forma de 346 mil puntos de venta divididos entre los dos grupos nacionales MODELO-FEMSA.

Al cierre de 1993 el consumo anual per cápita en México fue de 48 litros, mientras que en Colombia y Venezuela supera los 64 litros y en los países desarrollados se ubica por encima de los 100 litros.

Se estima que la tasa anual de crecimiento en el consumo de cerveza se ubica entre 5% y 6% anual para los siguientes 10 años.

-Análisis financiero.

Observación: No se trata de obtener las razones por los métodos descritos hasta aquí, pues en ellas han intervenido conceptos contables que no se han abarcado en el presente trabajo, lo que se pretende es que se de una interpretación a los estados financieros y a sus razones teniendo el material ya elaborado.

El análisis financiero se hará sobre cifras reportadas al primer trimestre de 1994, resumidas en el siguiente cuadro.

**RESUMEN DE INFORMACION FINANCIERA A MARZO  
DE LOS AÑOS INDICADOS**

[ Millones de nuevos pesos de marzo de 1994 ]

	1993	1994	VARIACION
<u>DATOS DE RESULTADOS</u>			
VENTAS	1,189.12	1,290.05	8.49
COSTO DE VENTAS	569.94	564.53	-0.95
GASTOS OPERATIVOS	492.99	515.67	4.60
UTILIDAD OPERATIVA	126.19	209.85	66.30
C.I.F.	-22.02	-11.28	NC
UTILIDAD NETA	64.80	77.35	19.37
<u>DATOS DE BALANCE</u>			
ACTIVOS TOTALES	7,685.05	9,229.61	20.10
PASIVOS TOTALES	535.64	733.80	38.99
CAPITAL CONTABLE	5,083.65	6,331.62	25.66
<u>RAZONES FINANCIERAS</u>			
PASIVO TOTAL	0.11	0.12	9.02
ACT.CIRC./PAS.C.P.	4.42	5.44	23.22
MARGEN OPERATIVO	10.6%	16.3%	53.29
MARGEN NETO	5.4%	6.0%	10.03
UT.NETA/CAP.CONTABLE [ ANUALIZADA ]	8.8%	8.3%	-5.03%

DATOS EN MILLONES DE NUEVOS PESOS. FUENTE: BOLSA MEXICANA DE VALORES  
NO COMPARABLE POR SER AMBOS NEGATIVOS

La empresa presenta excelentes indicadores de apalancamiento [pasivo/capital] y liquidez, complementada con aceptables indicadores de rendimiento. Apesar de la etapa recesiva en México, o desaceleración como pregona el gobierno, sus ingresos se vieron incrementados en 8.5%. Un punto relevante en cuanto a resultados es la reducción de 1.5 puntos porcentuales anuales del impuesto

especial a la cerveza, al cual llegará a 19% en 1996.

3.2.6.c *Estructura financiera y rentabilidad de las corporaciones mexicanas.*

El presente trabajo analiza el comportamiento que presentaron las principales razones financieras de las empresas mexicanas en el período 1992-1993, para lo cual se tomó una muestra de 118 empresas que envían sus estados financieros a la Bolsa Mexicana de Valores. Dichas empresas son aquellas cuyo comportamiento a través de los años ha probado ser excepcional, de vanguardia. En épocas de prosperidad beneficiándose más que el promedio; en épocas de contracción en la economía, demostrando una mayor capacidad que el promedio para superar las crisis.

El análisis se fundamenta en los datos por sector que se proporcionan en el anexo B.

Así como en los datos agregados que se dan en el anexo C.

**ACTIVO CIRCULANTE/PASIVO CIRCULANTE [ AC/PC ].**

Al cierre de 1993 la razón de AC/PC para el total de la muestra analizada se ubica en 1.98, ligeramente superior al 1.85 registrada un año antes.

Al analizar los sectores solamente tres presentaron retroceso en la razón corriente, ellos son: papel y celulosa, servicios y comercio.

La construcción es el sector que presenta la mayor razón corriente al ubicarse en 3.21 veces, notablemente superior a la registrada un año antes [2.40].

Otros sectores que muestran un elevado nivel corriente son autopartes, química y metalurgia. Cabe señalar que esta última presenta una muy importante mejoría en esta razón al pasar de 0.83 en 1992 a 2.44 en 1993.

A nivel empresa encontramos que Gec [11.2], Jdoore [7.3], Tmm [5.0], Telmex [4.7], Maseca [4.0], Maya [3.8], Gmodelo [3.8], Camesa [3.5] y Eaton [3.4] son las que registran mejores niveles de razón corriente, mientras que las más reducidas se presentan en Cma [0.26], Aeromex [0.48] y Ponder [0.55].

**ACTIVO TOTAL/CAPITAL CONTABLE [ AT/CC ]**

El promedio de apalancamiento financiero [uso que las empresas hacen de recursos ajenos, de tal forma que a mayor proporción de pasivo respecto al capital propio, habrá mayor apalancamiento] de

las empresas de la muestra aumenta al pasar de 2.04 veces en 1992 a 2.22 en 1993.

Los sectores que contribuyeron a lo anterior son autopartes, minería, papel y celulosa, y en especial servicios, que pasa de una razón promedio de AT/CC de 2.30 a 4.08 en el periodo de análisis.

Los sectores que en promedio presentan los más bajos niveles de apalancamiento se localizan en alimento [1.64], construcción [1.71] y electrónica [1.66].

Por lo que a empresas se refiere, las aerolíneas son las que muestran los mayores niveles de apalancamiento, de esta forma Aeromex y Cma registran respectivamente razones de 22.6 y 9.62, sin embargo, vale la pena señalar que estos elevados niveles son en parte explicados por la característica misma del negocio en que se desempeñan estas empresas. Empresas con altos niveles de apalancamiento son: Ponder [6.8], Epn [4.69] y Sidek [3.93].

Esta razón es importante ya que de no existir el elemento riesgo, a mayor apalancamiento financiero, mayor rentabilidad del capital propio. Por este motivo los bancos la analizan ya que a dichas instituciones les interesa que les paguen el capital y los intereses correspondientes y por lo tanto exige el respaldo del capital de la empresa previniendo una posible situación de insolvencia.

#### **PASIVO EN MONEDA EXTRANJERA/ACTIVO TOTAL [ PME/AT ]**

La participación que tiene la deuda en moneda extranjera en relación al activo total se mantuvo en un nivel similar al mostrado en 1992. De esta manera, el total de PEM/AT al cierre de 1993 es de 0.22.

Exceptuando a la metalurgia, que pasa de una razón de 0.24 a 0.14, el resto de los sectores presentaron una ligera variación en la razón analizada.

Las empresas que al cierre de 1993 tuvieron una relación superior al 50% son: Aeromex [0.67], Cma [0.65], Tmm [0.62], Sanluis [0.58]

Cabe señalar que el 36% de las empresas analizadas se ubican en un rango de 20-67% de PME/AT.

Mientras menor sea el valor de esta razón eso indicará que se tiene una buena posición para hacer frente a los requerimientos sobre los acreedores extranjeros. En otras palabras se tiene una mejor cobertura en las deudas al exterior.

**VENTAS EN MONEDA EXTRANJERA/PASIVO EN MONEDA EXTRANJERA  
[ VME/PMK ]**

Considerando los datos totales de la muestra se encuentra que esta razón registra una ligera reducción al pasar de 0.27 veces a 0.25 bajo el período de estudio, sin embargo, al calcular el promedio de las empresas analizadas se tiene un incremento de 0.63 a 0.70.

Más de la mitad de los sectores analizados presentaron reducción en ésta razón, registrándose la mayor caída la minería. Mientras que los sectores que mejoraron la razón en cuestión son metalurgia y química, a su vez éste último con la mayor relación a nivel sectorial [0.90].

Las empresas que presentan las más elevadas razones son Jdeere, Ucarbon, Gmodelo, Celanes, Latinca, Tremec y Eaton.

Por otra parte, empresas con montos importantes en deuda con el exterior y casi nulas ventas en moneda extranjera encontramos a Kimber, Dina, Sidek, Contal, Ggemex y Gmd.

**VENTAS/TOTAL DE ACTIVOS [ V/AT ]**

La razón del movimiento de la inversión presento una ligera reducción al pasar de 0.80 a 0.73.

A nivel sectorial se observa un retroceso prácticamente en todos los sectores, siendo la minería la única en presentar avance.

Las empresas comerciales son las que presentan el mayor movimiento de inversión mientras que en el caso de las industrias se pueden mencionar a Indetel [1.58] Kof [Coca-Femsa con 1.37], Herdez [1.32] y Selmec [1.18]. Por el contrario las razones más reducidas se presentaron en Tamsa, Aristos, Aatesa, Gmexico, Ponder y Gcc.

**UTILIDAD DE OPERACION/INTERESES NETOS [ UO/I ]**

Esta razón al cierre de 1993 se ubicó en 6.54, que resulta inferior al se compara con el 8.99 registrado un año antes.

El sector de construcción es el que presenta la reducción más importante, a pesar de ello mantiene una razón considerada como saludable dados los elevados niveles que todavía registra [10.76- La metalurgia es el que presenta el mayor incremento al pasar de 1.94 a 25.45. Asimismo vale la pena señalar que más de la mitad de los sectores muestran un retroceso. Las empresas con el mayor valor de la razón son Kimber, Bufete, Soriana y Maya, mientras que los valores más reducidos se presentan en Cydasa [0.1], Aatensa [0.2], Cierres [0.6] y Tremec [0.7].

Esta razón es importante pues mide el grado de cobertura de intereses de las empresas. Es por ello que mientras mayor se su valor se podrá hacer frente de mejor manera al pago de intereses.

#### **UTILIDAD NETA/CAPITAL CONTABLE [ UN/CC ]**

La rentabilidad o razón del rendimiento sobre la inversión sufrió un breve deterioro al pasar de 11.7% en el año anterior a 10.2% en 1993. Esto en parte es explicado dado que el 24% de la muestra registró pérdidas.

Sectores como autopartes y minería son los que presentan las más fuertes contracciones en su rentabilidad, el primero pasa de 20.8% a 8.31%, en tanto que el segundo de 7.04% a 1.58%.

Las mayores razones se presentan en el sector servicios [20.1] y construcción [13.6] mientras que las menores en siderurgia y metalurgia.

La Moderna es la que a nivel empresa registra la mayor rentabilidad, seguida de Sidek, Telmex, Tlevisa, Ggemex, mientras que los menores niveles de rentabilidad se encontraron en Aatensa, Gsy, Eaton y Peñoles.

Dentro de las empresas analizadas que presentaron pérdidas se encuentran: Tremec, Selmec, Camesa, Gmexico, Crisoba, Ponder, Aeromex y Cma.

#### **CUENTAS POR COBRAR/VENTAS [ CPC/V ]**

Para el total de la muestra analizada esta razón se mantuvo [0.13=13 días] en un nivel similar al del año anterior [0.12=12 días]. A el mismo nivel sectorial no se mostraron cambios significativos.

#### **EFFECTIVO=INVERSIONES TEMPORALES+CAJA [ E ]**

Al cierre de 1993, el total de efectivo presenta un incremento del orden del 11.4%. A nivel sectorial el comportamiento es muy disímil, ya que mientras en sectores como siderurgia, autopartes y electrónica los saldos de efectivo crecen por encima del 50%, en otros como en química, papel y minería se registran fuertes caídas.

#### **CONCLUSIONES.**

El deterioro en algunas razones financieras analizadas son en gran parte reflejo del período recesivo que se presentó en 1993, afectando el movimiento de la inversión y la rentabilidad, especialmente en aquellos sectores que se caracterizan por presentar elevados niveles de apalancamiento [autopartes y metalurgia] y por ende son muy sensibles al ritmo de actividad

económica.

El bajo ritmo en la actividad económica en el primer trimestre de 1994 y una devaluación del tipo de cambio del 8%, continuarán afectando los indicadores de rentabilidad de las empresas, que se traduce en una reducción de utilidades o pérdidas en algunos casos.

Sin embargo es sorprendente la salud financiera en la gran mayoría de las empresas, como puede observarse en la holgada cobertura de intereses.

### 3.3 *Valor presente y contabilidad financiera.*

La información financiera debe ser útil para la toma de decisiones económicas de los usuarios externos, principalmente inversionistas, lo cual conlleva al hecho de que la contabilidad debe ser un auxiliar, para deducir lo que es relevante en los mismos informes.

Dentro del proceso de la toma de decisiones de inversión, la técnica del valor presente [VP] ocupa un lugar respetable.

Los activos y los pasivos de las organizaciones son beneficios o sacrificios de beneficios económicos del futuro, o sea, flujos de efectivo del futuro que pueden expresarse bajo el concepto de VP.

Todos los activos y pasivos de una entidad pueden ser valuados en la misma forma ya que los factores que determinan una inversión o crédito están en función de la cantidad de dinero, su tasa de rendimiento y el tiempo en que se reciban o paguen los flujos de efectivo.

De tal forma que para los activos, la valuación estará determinada por el valor de los flujos a recibir en el futuro y para los pasivos por el monto de dinero que se necesita hoy para cubrir las obligaciones futuras. El procedimiento de valuación es el mismo ya que consiste en tomar el valor futuro [o de vencimiento] del activo o pasivo, asumir una tasa de interés por el período de tiempo involucrado y descontarlo al presente.

#### 3.3.1 *El valor del dinero en el tiempo.*

El valor del dinero no está dado solamente por el monto del mismo, sino también por el momento en el que se recibe o se gasta, de tal manera que la programación en el tiempo de los flujos de efectivo que se espera recibir o desembolsar determina-

rán la decisión de los individuos de consumir o invertir en el presente.

Solamente se invertirá si la compensación es suficiente para evitar el consumo presente, tal compensación está dada por el rendimiento o interés recibido por la inversión, de manera que serán las tasas de interés de la economía las que motiven a los individuos a alterar sus patrones de consumo.

Un nuevo peso disponible hoy siempre valdrá más que un nuevo peso que se reciba mañana, porque de tenerlo ahora se puede invertir ganando interés, es más un nuevo peso seguro vale más que uno con riesgo por lo que se puede pensar en flujos esperados y tasas de rentabilidad.

El mercado de capitales es un mercado en donde la gente intercambia nuevos pesos de hoy y del futuro, el equilibrio entre el consumo actual y el futuro dependerá de los gustos personales. Al crear oportunidades para prestar y pedir prestado, el mercado de capitales elimina la obligación de igualar el consumo actual al flujo de efectivo disponible.

Por ejemplo: Flujo de un individuo

Dinero hoy	N\$50,000
Dinero a recibir en un año	N\$30,000
Tasa de interés	5%

El monto de este individuo sería en un año de:

$$M=50,000(1+.05)+30,000=82,500$$

Si se decidiera consumir todo en el presente se podría pedir un préstamo a un año con valor al vencimiento de N\$30,000.

El valor presente sería de:

$$K=50,000+30,000(1+.05)^{-1} = 78,571.43$$

Además de poder invertir en el mercado de capitales existen opciones de inversión en otros proyectos. Estas oportunidades afectarán la decisión de distribución de los recursos iniciales, ya que de ellas podrá obtenerse una mejor ganancia.

El objetivo principal de la empresa será encontrar las mejores oportunidades para maximizar la riqueza de los accionistas, lo cual dependerá del flujo de efectivo que ellos esperan recibir en un futuro vía dividendos y precio de la acción.

La principal función de la administración financiera se referirá por lo tanto a las decisiones de inversión, financiamiento y política de dividendos.

Cuando se adquieren acciones se renuncia al consumo presente para obtener un consumo futuro, los inversionistas no pueden elaborar con seguridad patrones de consumo para toda la vida, ante la incertidumbre los rendimientos de su inversión y del momento en que se producirán intentan compensar esta falta de certeza buscando un rendimiento esperado lo bastante alto como para compensarlo, i.e., las inversiones seguras ofrecen tasas de rendimiento convencionales y las de alto riesgo ofrecen una sobre-tasa para hacerlas suficientemente atractivas.

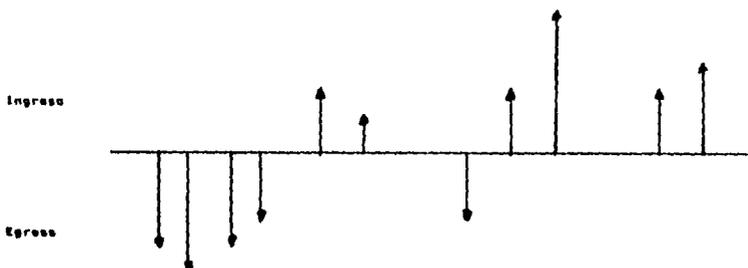
Cuando las empresas toman decisiones de inversión implícitamente hacen suposiciones acerca de las oportunidades de sus accionistas para dar y pedir prestado y consideran la existencia de un mercado de capitales perfectamente competitivo: ningún participante tiene posición de dominio para ejercer efecto sobre el precio, el acceso al mercado no tiene costos, la información esta disponible y no hay impuestos distorsionantes.

Además de seleccionar nuevas inversiones, las empresas tienen que administrar con eficiencia los activos ya existentes, ya que el número total de activos que posean, la composición de los mismos y la naturaleza de su riesgo comercial determinará las aportaciones que los accionistas estén dispuestos a hacer.

Solamente se llevarán a cabo inversiones con propuestas cuyos beneficios esperados sean mayores a los instrumentos de mercado con riesgos similares. En cuanto al financiamiento, deberá determinarse la mezcla adecuada para minimizar su costo. Dentro de esta decisión se incluirá la tendencia o política de pago de dividendos más conveniente.

En este tipo de decisiones siempre se verá involucrado el valor del dinero en el tiempo.

La importancia será analizar los flujos de efectivo, éstos pueden ser positivos si se recibe dinero, o negativos si se paga dinero pudiéndose trazar una línea de tiempo como la siguiente:



En el gráfico anterior los flujos se representan con flechas.

Se define entonces como valor futuro a la inversión actual más

los intereses ganados en el tiempo.

El interés que se usa es el interés compuesto con sus respectivas variantes.

El concepto de valor presente es muy importante ya que en las decisiones de inversión, financiamiento y política de dividendos necesariamente se ven involucrados flujos de dinero a recibir o a pagar en un futuro, o ambos.

En este tipo de decisiones los flujos a recibir no necesariamente serán iguales por lo que el proceso de descuento deberá hacerse por partes.

Lo anterior quiere decir que el valor presente de una serie de flujos, no es sino la suma de los valores presentes de cada uno de los pagos es decir:

$$VP = \frac{VF_j}{(1+i)^j}$$

donde:

VP=Valor Presente  
VF<sub>j</sub>=Valor Futuro en el año j

Así mismo en muchas decisiones sobre todo de financiamiento sucede que los flujos consisten en cantidades iguales de dinero a recibir o a pagar en cada período, a este tipo de flujos se les conoce como anualidades.

Si los flujos de efectivo a recibir o a pagar son por un número de períodos infinitos, entonces el término usado es el de perpetuidad.

### 3.3.2 *Importancia de las tasa de interés en la valuación.*

De manera general todas las tasas de interés siempre se expresan en términos nominales por períodos anuales, esto genera confusiones en cuanto al rendimiento de la operación en términos efectivos, ya que cuando el pago de interés se realiza en períodos más cortos de tiempo origina que el valor al vencimiento sea mayor.

Para ejemplificar supongamos un depósito de N\$10,000 a una tasa de interés nominal anual del 20%, su valor en un año será de:

Forma de pago de intereses	Valor Futuro
Anual	N\$12,000
Semestral	N\$12,100
Trimestral	N\$12,155.10

Forma de pago de intereses	Valor Futuro
Mensual	N\$12,193.90
Diario	N\$12,213.38
Continuo	N\$12,214.03

En todos los casos la tasa nominal es la misma pero la tasa efectiva es diferente, ya que el rendimiento va aumentando dependiendo de la periodicidad de pago de intereses por lo que las tasas efectivas no son equivalentes.

Forma de pago de intereses	I/K	Tasa efectiva
Anual	2,000/10,000	20%
Semestral	2,100/10,000	21%
Trimestral	2,155.1/10,000	21.55%
Mensual	2,193.9/10,000	21.94%
Diario	2,213.4/10,000	22.13%
Continuo	2,214.0/10,000	22.14%

Lo anterior muestra como una tasa nominal anual de 20% no es equivalente en términos efectivos a las demás tasas, ya que la periodicidad del pago de intereses incrementa el rendimiento.

Para encontrar las tasas efectivas equivalentes a la tasa anual del 20% utilizamos la triple igualdad obteniendo:

$$\frac{i^{(m)}}{m} = \{(1+i)^{1/m} - 1\}$$

Aplicando la anterior fórmula se obtiene:

Forma de pago de intereses	Tasa anual equivalente
Anual	20%
Semestral	9.54%
Trimestral	4.66%
Mensual	1.53%
Diario	0.04996%

Encontrar la tasa efectiva de cualquier operación es importante, ya que es ésta la que determinará finalmente, si la operación es conveniente o no.

Además de tomar en cuenta esta situación hay que considerar que todas las tasas se ven afectadas por dos fenómenos: la inflación y los impuestos. El efecto de estos fenómenos puede calcularse para encontrar la tasa efectiva real neta la cuál será mucho más representativa para la toma de decisiones que la tasa nominal.

El efecto inflacionario se incluye en todas las tasas de interés, de manera que la tasa nominal incluye la tasa real más la inflación, es decir:

donde:

$$\frac{i(m)}{m} = i_r + q + i_r q$$

$$\frac{i(m)}{m} = \text{Tasa nominal}$$

$i_r$  = Tasa real

$q$  = Tasa de inflación

$i_r q$  = Compensación inflacionaria sobre el interés

Para calcular  $i_r$ , se despeja quedando:

$$i_r = \frac{\frac{i(m)}{m} - q}{1+q}$$

Es incorrecto pensar que la tasa real se obtiene restando a la tasa nominal la inflación, ya que ésta también afecta a los intereses generados.

Así mismo los rendimientos obtenidos se ven sujetos al pago de impuestos, por lo que si se desea conocer el rendimiento después del efecto impositivo es necesario hacer el siguiente cálculo:

$$i_n = i_b - i_b i_t = i_b (1 - i_t)$$

donde:

$i_n$  = rendimiento neto

$i_b$  = rendimiento bruto

$i_t$  = tasa impositiva

$i_b i_t$  = compensación impositiva sobre el rendimiento bruto

Conjuntando los tres conceptos anteriores llegamos a la tasa efectiva real neta que es la tasa indicativa del rendimiento de la operación. A continuación se ejemplificarán los anteriores conceptos.

Supongamos una inversión con una tasa nominal de 18% cuyo pago de intereses se hacen en forma mensual, con una inflación esperada del 6% y que esta sujeta a una tasa impositiva del 10%. ¿Cuál será el rendimiento efectivo real neto?.

1ro. Se encuentra el rendimiento bruto es decir una tasa efectiva anual equivalente a la nominal [podría ser a la inversa].

$$i = \left(1 + \frac{.18}{12}\right)^{12} - 1 = 19.56\%$$

2do. Se encuentra el rendimiento neto que proporciona esta tasa anual.

$$i_n = i_b(1 - i_c) = .1956(1 - .10) = 17.60\%$$

3ro. Por último se obtiene el rendimiento real.

$$i_r = \frac{.1760 - .06}{1 + .06} = 10.94\%$$

#### 3.4 Toma de decisiones Financieras.

El tema central de las finanzas es la utilización más adecuada de los recursos financieros en términos de los objetivos perseguidos y su campo es el estudio de cómo las empresas y los individuos asignan sus recursos a través del tiempo.

El análisis de la asignación de los recursos financieros a través del tiempo origina lo que se conoce como decisiones financieras, las cuales a menudo se presentan combinadas. Tres son las principales decisiones financieras:

-De inversión. Involucran aquellas asignaciones de recursos a través del tiempo y su análisis se orienta desde una evaluación particular a una de carácter global, dándose origen al estudio del portafolio de inversiones.

-De Financiamiento. Indican cuales son las óptimas combinaciones de fuentes para financiar las inversiones.

-De Dividendos. Son las que deben balancear dos aspectos cruciales de la empresa. Por un lado una retribución del capital accionario y otra al privar a la empresa de ciertos recursos.

El objetivo de estas decisiones es la maximización en algunos casos y en otros su contraparte. En la mayor parte de las mismas aparecerán dos parámetros el riesgo y el retorno. La asociación habitual entre ellos será que a mayor riesgo mayor retorno esperado y a menor riesgo, menor retorno esperado. El riesgo de una inversión viene medido por la variabilidad de los posibles retornos sobre el valor medio o esperado de los mismos. Este riesgo tiene dos componentes: la que depende de la propia inversión y la que se vincula al mercado.

Los inversores son adversos al riesgo, i.e., para un nivel dado de riesgo buscan maximizar el rendimiento, lo que se puede también exponer como que para un nivel dado de retorno buscan minimizar el riesgo.

### 3.4.1. *Decisiones de Inversión.*

Toda inversión genera costos y beneficios. A estos se les llama flujos de fondos o flujos de caja. Sus componentes son:

- a) Monto y desplazamiento en el tiempo de las inversiones, por lo que se debe conocer la inversión inicial.
- b) Monto y desplazamiento de los rendimientos. Se debe conocer además del monto, el momento en el que se recibirán los rendimientos.
- c) Valor de rescate de las inversiones, i.e., el momento y el monto de la recuperación de las inversiones efectuadas.

Los criterios para el análisis de inversiones que se abarcarán son:

- Tasa interna de retorno (TIR).
- Valor presente neto (VPN).
- Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).
- Análisis Costo-Beneficio.

A continuación se hará un análisis de cada una de las anteriores técnicas.

#### Tasa Interna de Retorno (TIR).

Supongamos una inversión inicial  $F_0$  que genera durante 1, 2, 3, ..., n períodos, flujos de fondos  $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ .

Dado que los flujos de fondos se generan durante n períodos habrá que actualizarlos, con lo cual obtenemos:

$$\frac{F_1}{(1+i)} , \frac{F_2}{(1+i)^2} , \frac{F_3}{(1+i)^3} , \dots , \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

La tasa de descuento, que aplicada sobre los flujos de fondos esperados genera un valor actual de los mismos exactamente igual que el valor actual de la inversión considerada para obtenerlos, recibe el nombre de tasa interna de retorno o tasa de rentabili-

dad.

Es decir es aquella  $i$  que satisface

$$\frac{F_1}{(1+i)} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_n}{(1+i)^n} = F_0$$

$$\frac{F_1}{(1+i)} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_n}{(1+i)^n} - F_0 = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j} - F_0 = 0 \quad \text{ó} \quad \sum_{j=0}^n \frac{F_j}{(1+i)^j} = 0$$

En este criterio la tasa de descuento es una incógnita, que se determina mediante los flujos de fondos.

El algoritmo de cálculo es el siguiente:

1ro. Se selecciona una tasa arbitraria.

2do. Se actualizan los flujos de venta con la tasa arbitraria.

3ro. Se suman los flujos actualizados y se comparan con  $F_0$ . Si la suma es mayor a  $F_0$  se repiten los pasos 1ro. y 2do. con una tasa arbitraria mayor. En caso contrario la tasa arbitraria será menor.

4to. Se procede a interpolar en caso de ser necesario.

A continuación se hará una ejemplificación.

Calcular la TIR si  $F_0 = \text{N}\$15,500$  y  $F_1 = \text{N}\$2,000$ ,  $F_2 = \text{N}\$1,500$ ,  $F_3 = \text{N}\$3,000$ ,  $F_4 = \text{N}\$7,000$ ,  $F_5 = \text{N}\$2,500$ .

Sea  $i = 10\%$ .

$$\sum_{j=1}^5 \frac{F_j}{(1+.1)^j} = 11,845.2 = 15,500$$

Sea  $i = 6\%$

$$\sum_{j=1}^5 \frac{F_j}{(1+.06)^j} = 13,153.4 = 15,500$$

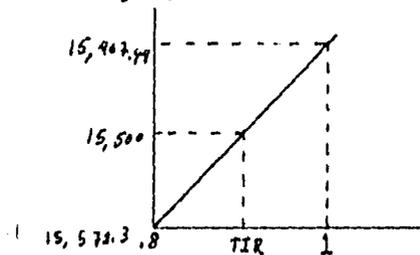
Sea  $i = 1\%$

$$\sum_{j=1}^5 \frac{F_j}{(1+.01)^j} = 15,467 = 15,500$$

Sea  $i = 8\%$

$$\sum_{j=1}^5 \frac{F_j}{(1+.008)^j} = 15,572.3 = 15,500$$

Como se observa la TIR se encuentra entre 1% y .8%, debido a ello se procederá a interpolar.



$$TIR = .8 + (1 - .8) \left[ \frac{15,572.3 - 15,500}{15,577.3 - 15,467.94} \right]$$

$$TIR = .9386\%$$

La importancia de la TIR radica en el hecho de que es la máxima tasa de retorno requerida [o costo del capital, i.e., fuentes de financiamiento] que la empresa puede aceptar para financiar el proyecto sin perder dinero. Por ejemplo en el caso anterior se encontró que la TIR era de .9386% y si el proyecto se financia con una tasa del .9386%, la empresa logrará que los fondos generados por el proyecto alcancen exactamente para pagar el servicio de la deuda [capital más intereses]. Si por el contrario la deuda hubiera sido contratada al 1.5% se perdería dinero y si se hubiera contratado al .8% el proyecto sería rentable.

La regla de aceptación de la TIR es aceptar toda inversión cuya tasa sea superior a la TIR requerida. Es decir si  $i = TIR$  y  $K = a$  la tasa de retorno requerida, entonces se acepta el proyecto si:  $i > K$ .

#### Observaciones al aplicar la TIR.

-La TIR que se obtiene no es la correspondiente a un año específico de la vida del proyecto, sino que se trata de una TIR promedio por el período, en el cual se ha dividido la vida útil de la inversión. Esto es claro con la siguiente ejemplificación.

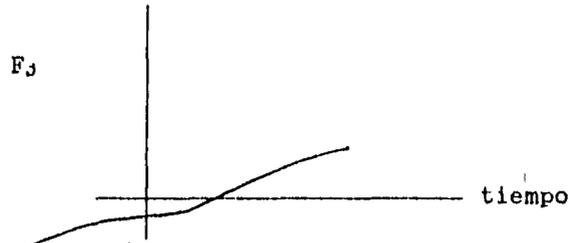
Sean dos proyectos X y Y con los siguientes flujos de efectivo

n	X	Y
0	(2487)	(2487)
1	100	1000
2	100	1000
3	36080	1000

La TIR en ambos casos es del 10%.

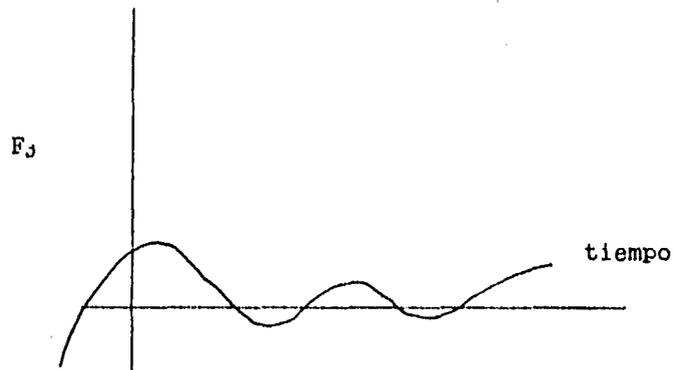
Como se observa a pesar de la regularidad de los flujos en Y y de la irregularidad en X los dos tienen la misma tasa.

-Cuando el patrón de flujos de fondos muestra que luego de un flujo negativo, que puede extenderse por un período o más, aparecen flujos positivos que se continúan hasta el fin de la vida útil de la inversión, existe una sola TIR.



Es decir el polinomio  $\sum_{j=0}^n \frac{F_j}{(1+i)^j} = 0$  presenta una sola raíz real que en este caso es la TIR.

Cuando existe un patrón irregular de flujos de fondos, i.e., positivos, negativos, negativos, negativos, positivos, etc., surge la posibilidad de que halla más de una TIR.



Esto es evidente.

El polinomio  $\sum_{j=0}^n \frac{F_j}{(1+i)^j} = 0$  por la regla de los signos de

Descartes puede tener tantas raíces como cambios de signo.

La regla de Descartes establece: el número de raíces positivas de la ecuación  $P(x)=0$ , no es mayor que el número de variaciones de

signos que presenta la serie de coeficientes del polinomio  $P(x)$  y puede diferenciarse de éste en sólo un número par.

Es por ello que al haber dos TIR's no se puede saber cuál es la correcta. Este problema se tratará más adelante.

La TIR recibe este nombre pues se supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad.

En la operación práctica de una empresa puede darse el caso de que exista una pérdida en cierto período. En esta situación no convendría usar la TIR.

#### Valor Presente Neto (VPN).

Se define como el valor presente del conjunto de flujos de fondos que deriva de una inversión, descontados a la tasa de retorno requerida de la misma al momento de efectuar el desembolso de la inversión, menos esta inversión inicial valuada también en ese momento.

Siendo  $K$  la tasa de retorno requerida [costo de capital] de la inversión, el VNP se define como:

$$VPN = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+K)^j} - F_0$$

El criterio de aceptación o rechazo de la inversión se establece en función del monto del VPN. La regla es aceptar toda inversión cuyo valor actual neto sea mayor que cero. El resultado que se obtiene significa que la riqueza de la empresa se va a incrementar en ese valor si se acepta el proyecto.

Visto desde otro ángulo significaría que la empresa puede pedir un préstamo a una cierta tasa de interés, al cual se le aumentará el VPN y que ese VPN al momento de recibir el préstamo se repartiera entre los accionistas como dividendos y con lo restante se llevaría a cabo el proyecto. El préstamo con sus intereses se pagarían con los flujos de fondo que genera el proyecto. Obsérvese el siguiente ejemplo:

Supongamos la siguiente inversión. Sabiendo que la tasa de retorno requerida es del 6%.

Años	Flujos
0	(N\$10,000)
1	N\$3,000
2	N\$3,000
3	N\$3,000
4	N\$3,000

El valor presente de estos flujos es de N\$395. Si se pide un préstamo por N\$10,395 con un interés del 6% anual e inmediatamente

te de recibido se distribuyeran N\$395 como dividendos a los propietarios de la inversión y con lo restante se realiza la inversión. El préstamo más sus intereses del 6% se pagarían con los flujos de fondos que genera el proyecto.

Obsérvese la siguiente tabla. Las cifras están dadas en miles de nuevos pesos.

Años	Saldo inicial (1)	Intereses (2)	(1)+(2) (3)	Flujos de fondos(4)	Saldo (3)-(4)
1	10,395	624	11,019	3,000	8,019
2	8,019	481	8,500	3,000	5,500
3	5,500	330	5,830	3,000	2,830
4	2,830	170	3,000	3,000	-o-

#### Observaciones al aplicar el VPN.

-La existencia de flujos de fondos variables no obstaculizan la obtención del VPN.

-La variación del costo del capital (K) durante la vida útil del proyecto tiene como solución la actualización de los flujos de fondos a la tasa que ha correspondido a los períodos transcurridos. Veamos el siguiente ejemplo:

n	F <sub>n</sub> N\$	K <sub>n</sub> %
0	(1,000)	-o-
1	700	8
2	900	10
3	1,200	12

$$\text{VPN} = \frac{700}{(1+.08)} + \frac{900}{(1.10)(1.08)} + \frac{1,200}{(1.08)(1.10)(1.12)} - \frac{1,000}{1} = 1,308$$

-El VPN muestra su resultado en pesos, que es un poco más difícil de apreciar de manera intuitiva.

-El VPN es negativo siempre que se use en evaluaciones de carácter social.

El VPN también se puede interpretar como el valor de oportunidad en nuevos pesos actuales de la alternativa en cuestión. Si es positivo, representa las ganancias extraordinarias que genera el proyecto, i.e., lo que se nos debe pagar para que lo cedamos y si es negativo representa lo que nos costaría comprometernos en el proyecto o lo que estaríamos dispuestos a pagar para que otro lo lleve a cabo en nuestro lugar. Esto es fácil de ver con el siguiente ejemplo:

El señor @ es un inversionista que tiene oportunidades de invertir al 2% mensual de interés. Se le presenta la oportunidad de

comprar un terreno en N\$300,000, el cual estima puede vender dentro de un año en N\$450,000. @ decide aplicar el criterio del VPN para ver la bondad de su decisión.

$$\text{VPN} = -300,000 + \frac{450,000}{(1+.02)^{12}} = 54,821.93$$

Por lo anterior @ decide aceptar el proyecto.

Una constructora pide a @ que no compre el terreno y que le permita adquirirlo, por ello esta dispuesta a dar una retribución a @ por los perjuicios que le ocasionaría el desistirse de su inversión. Por ello @ necesitaría saber la cantidad mínima a recibir como compensación.

Dado que puede invertir al 2% tiene la opción de invertir N\$300,000 hoy y recibir \$380,472.5 al finalizar el año es decir  $300,000(1+.02)^{12}$ . La inversión en el terreno es la posibilidad de cambiar N\$300,000 hoy por N\$450,000 en un año o sea la oportunidad de obtener  $N\$450,000 - \$380,472.5 = N\$69,527.5$  por encima de lo que ganaría. Por lo tanto no comprar el terreno le representa dejar de ganar N\$69,527.5 dentro de un año por lo que le pide dicha suma a la constructora. Pero dicha suma la recibirá a un año por lo que dicha suma en este momento valdría:

$$N\$69,527.5(1+.02)^{-12} = N\$54,821.96 = \text{VPN}$$

como se argumento.

#### Discordancia entre el VPN y la TIR.

La presencia de esta situación se debe a:

- El monto o tamaño de los proyectos.
- El desplazamiento temporal de los flujos.

Por ejemplo:

En cuanto al tamaño.

	Proyecto A	Proyecto B	K
n	F <sub>j</sub>	F <sub>j</sub>	
0	(50)	1	-o-
1	60	1.75	12
TIR	20	75	
VPN	3.57	.56	

En cuanto a TIR, B sería menor que A y en cuanto a VPN es mejor B.

En cuanto al desplazamiento.

	Proyecto A	Proyecto B	K
n	F <sub>j</sub>	F <sub>j</sub>	
0	(1.1)	(1.1)	-o-
1	.7	.1	7
2	.7	.5	7
3	.7	1.8	7
TIR	40.87	34.06	-o-
VPN	7.37	8.99	-o-

La TIR supone que los flujos de fondos se reinvierten a la misma TIR, en tanto que el VPN supone lo mismo pero con la tasa de retorno requerida.

En la medida en que los flujos estén distribuidos en el tiempo en forma diferente, al suponerse reinversiones distintas de los mismos, se obtienen conclusiones contradictorias.

Entonces ¿cuál sería el mejor criterio TIR o VPN?

Cuando no se conoce, o no puede utilizarse la tasa a que se reinvertirán los flujos, el supuesto de reinvertirlos a la tasa mínima de rendimiento aparece como el más adecuado y por tanto, el VPN surge como el criterio que reporta el resultado más confiable. Es por ello que la tasa K es importante.

#### Costo del Capital o Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).

El costo de capital se define como la aportación de capitales de individuos, cada uno de los cuales tendrá un costo asociado al capital que aporte para formar la empresa.

La tasa mínima aceptable de rendimiento es aquella que una persona o grupo de personas tiene en mente y que supone es la tasa mínima de ganancia sobre la inversión.

Es una creencia común que la TMAR debe ser la tasa máxima que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo, esto es errónea, debido a la inflación y los bajos intereses.

La referencia debe ser el índice inflacionario.

Cuando un inversionista arriesga su dinero para el no es atraído a mantener el poder adquisitivo de su inversión, sino más bien que éste tenga un crecimiento real, i.e., le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación. Es así que la TMAR se define como:

$$\text{TMAR} = \text{índice inflacionario} + \text{prima al riesgo}$$

El índice inflacionario debe ser el promedio del índice inflacionario pronosticado si el proyecto tiene varios años de horizonte.

El factor prima al riesgo es subjetivo y depende de la información que se tenga sobre el giro del negocio.

Efectos de la T<sub>MAR</sub> en la TIR y el VPN. Proyectos con múltiples TIR.

Como se menciona anteriormente al existir más de una TIR el problema es saber cual es la mejor. Para esto veremos el método de James C.T. Mao.

Antes de entrar en este estudio, se verá un método para identificar la posibilidad de tasas múltiples de rendimiento.

Supongamos los siguientes proyectos:

n	P	R	O	Y	E	C	T	O	S
	A			B		C			D
0	(8,000)			(8,000)		(10,000)			(3,000)
1	1,000			(1,000)		1,000			0
2	2,000			(800)		6,000			(7,000)
3	3,000			2,500		(15,000)			0
4	3,000			4,000		8,000			(6,000)
5	4,000			5,500		10,000			(8,000)

Se procederá a obtener el VPN del proyecto D.

$$VPN = -3,000 + \frac{7,000}{(1+i)^2} + \frac{(6,000)}{(1+i)^4} + \frac{(8,000)}{(1+i)^6} = 0$$

Haciendo un cambio de variable  $X = \frac{1}{1+i}$

$$VPN = -3,000 + 7,000 X^2 - 6,000 X^4 - 8,000 X^6 = 0$$

Para este polinomio existen cinco raíces reales o complejas, estas raíces como se menciona son las TIR's; para descartar las raíces complejas utilizamos la regla de los signos de Descartes la cual dice que el número de raíces reales y positivas de un polinomio de grado n con coeficientes reales nunca es mayor que el número de cambios de signo en la sucesión de sus coeficientes en caso de que el número de tales raíces sea menor, la diferencia será un número par.

Con lo anterior se analizan los proyectos:

A; hay un cambio de signo lo cual implica que hay una raíz por lo tanto hay una TIR.

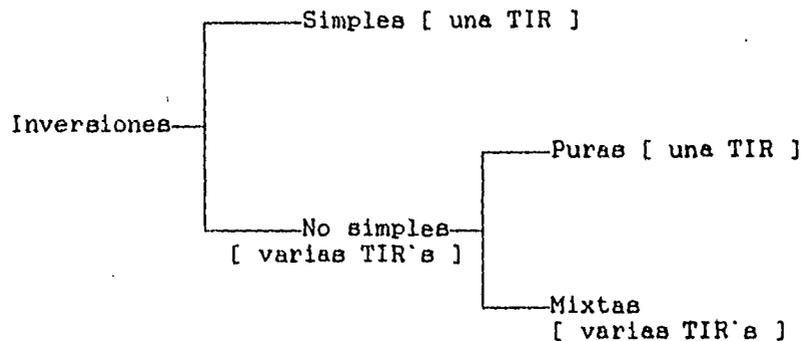
B; hay un cambio de signo por lo tanto habrá una TIR.

C; hay tres cambios de signo por lo tanto habrá tres TIR's.

D; al haber dos cambios de signo habrá dos TIR's.

#### Algoritmo de MAQ.

La aplicación de este algoritmo necesita de la siguiente clasificación de los proyectos de inversión:



La distinción entre simples y no simples es sencilla pues basta con determinar el número de cambios de signo en el flujo. La distinción entre puras y mixtas es más difícil y para ello habrá que basarse en los siguientes criterios:

#### CRITERIO 1.

Una inversión pura es aquella inversión en la que los saldos no recuperados evaluados con la TIR son negativos o cero. Se entiende como saldo no recuperado de una propuesta de inversión al momento  $t$  al valor futuro de la propuesta en ese tiempo. Se calcula como:

$$S_t = \sum_{j=t}^n F_j (1+TIR)^{t-j}$$

donde  $F_j$  = flujo en  $j$ . También se puede calcular como:

$$S_t = S_{t-1}(1+TIR) + F_t$$

Una inversión es pura si y sólo si,  $S_t(TIR) < 0$   $t=1, 2, \dots, n-1$ .

Por el contrario es mixta si  $S_t(TIR) > 0$  para algunas  $t$  y  $S_t(TIR) < 0$  para el resto. Resumiendo:

Sea TIR un valor tal que  $VPN(TIR) = 0$ .

Si  $S_t(TIR) < 0$  para  $t=1, \dots, n-1$  entonces la inversión es pura.

Si  $S_t(TIR) < 0$  para algunos valores de  $t$  y  $S_t(TIR) > 0$  para el resto, entonces, entonces la inversión es mixta.

## CRITERIO 2.

Debido a que la inversión inicial es un desembolso, se puede lograr que cualquier inversión satisfaga la condición  $S_t(i) < 0$  para  $t=1, \dots, n-1$ , al incrementar el valor de  $i$  a algún valor crítico llamado  $r_{min}$ . Con este valor de  $i$ ,  $S_n(r_{min})$  puede ser positivo, cero o negativo. Si  $S_n(r_{min}) > 0$ , entonces existe alguna  $TIR > r_{min}$  que hará  $S_n(TIR) = 0$ . Puesto que  $TIR > r_{min}$ , entonces  $S_t(TIR) < 0$  para  $t=0, 1, \dots, n-1$  y por lo tanto la inversión es pura. Sin embargo, si  $S_n(r_{min}) < 0$  existe alguna  $TIR < r_{min}$  que hará  $S_n(TIR) = 0$ . Puesto que  $r_{min}$  es la mínima tasa de interés para la que los saldos del proyecto para  $t=0, \dots, n-1$  son ceros o negativos, el proyecto no será una inversión pura, ya que los saldos no recuperados del proyecto utilizando  $TIR$  pueden ser positivos o negativos. Por consiguiente una inversión es pura si  $S_n(r_{min}) > 0$  y la inversión será mixta si  $S_n(r_{min}) < 0$ . Resumiendo:

Sea  $r_{min}$  un valor tal que  $S_t(r_{min}) \leq 0$  para  $t=0, \dots, n-1$ .

Si  $S_n(r_{min}) > 0$ , entonces la inversión es pura.

Si  $S_n(r_{min}) < 0$ , entonces la inversión es mixta.

Algoritmo de MAO.

Se usa en inversiones no simples.

1ro.-Se encuentra por tanteo  $r_{min}$ .

2do.-Se evalúa  $F_n(r_{min})$ .

3ro.-Si  $F_n(r_{min}) > 0$ , el proyecto es una inversión pura y por lo tanto hay una  $TIR$ . Si  $TIR > TMAR$  la inversión se acepta. Si no se cumple  $F_n(r_{min}) > 0$  ir a 4to..

4to.-Se calculan los saldos no recuperados

$$F_t(TIR, TMAR) = F_{t-1}(1+TIR) + F_t \quad \text{si } F_{t-1} < 0$$

$$F_t(TIR, TMAR) = F_{t-1}(1+TMAR) + F_t \quad \text{si } F_{t-1} > 0$$

5to.-Se determina el valor de la  $TIR$  tal que

$$F_n(TIR, TMAR) = 0$$

Si  $TIR > TMAR$  el proyecto se acepta.

A continuación se presentan varios ejemplos que muestran como utilizar el algoritmo.

EJEMPLO 1.

Una empresa usa una TMAR de 25%, se encuentra analizando la deseabilidad económica de una inversión que tiene el siguiente flujo de fondos o efectivo:

n	1	2	3	4	5
F	(1000)	200	(100)	400	1,000

La inversión es no simple pues tiene tres cambios de signo por lo que hay que determinar si la inversión es pura o mixta.

Por el criterio 1 se requiere encontrar la TIR.

$$-1000 + \frac{200}{(1+i)} - \frac{100}{(1+i)^2} + \frac{400}{(1+i)^3} + \frac{1000}{(1+i)^4} = 0$$

La TIR es de 12.64%. Con esta TIR se calculan los saldos no recuperados del proyecto.

Para ello se utilizan las siguientes fórmulas:

$$S_t = \sum_{j=0}^t F_j (1+TIR)^{t-j}$$

F = Saldo al momento dado.

$$S_t = S_{t-1}(1+TIR) + F_t$$

Aplicándolas se tiene:

$$n=t=0 \quad S_0 = \sum_{j=0}^0 F_j (1+TIR)^{t-j} = F_0 (1+.1264)^0 = -1000(1) = -10000$$

$$t=1 \quad S_1 = F_{t-1}(1+TIR) + F_t = F_0(1+.1264) + S_1 = -1000(1.1264) + 200 = -926.4$$

$$t=2 \quad S_2 = F_1(1+.1264) + F_2 = -926.4(1.1264) - 100 = -1143.5$$

$$t=3 \quad S_3 = F_2(1+.1264) + F_3 = -1143.5(1.1264) + 400 = -743.5$$

$$t=4 \quad S_4 = F_3(1+.1264) + F_4 = -743.5(1.1264) + 1000 = 162.5$$

y como  $S_t(.1264) < 0$  para  $t=0,1,2,3$  esto implica que el proyecto simple es una inversión pura.

Ejemplo 2.

En éste y en los siguientes ejemplos se utilizará el segundo criterio por ser más fácil de aplicar.

Determinar si el siguiente proyecto se justifica con una TMAR del 30%.

Años	0	1	2	3	4
Flujos	-200	100	300	-200	500

La inversión es no simple pues tiene tres cambios de signo, por lo que hay que determinar si la inversión es pura o mixta. Utilizando el criterio 2 se tiene:

determinar  $r_{min}$  y posteriormente se evalúa  $S_n(r_{min})$ , i.e.,  $S_4(r_{min})$ .

Para este caso existe la  $r_{min}$  entre 0 y 1 ya que si el saldo es cero en 1 entonces el saldo 1 al final del 0 sería negativo como lo pide este criterio.

Para hallar  $r_{min}$ :

$$-200(1+r_{min}) + 100=0$$

Si  $X=1+r_{min}$  entonces:

$$-200X + 100=0 \rightarrow X = \frac{-100}{-200} = .5$$

Por lo anterior se tendrá:

$$X=1+r_{min} \rightarrow .5=1+r_{min} \rightarrow r_{min}=-50\%$$

Con esta  $r_{min}$  el saldo del proyecto al finalizar el año 4 es:

$$S_4=(1-.5)^2 - 200(1-.5) + 500=475$$

Como el resultado es positivo la inversión es pura, esto implica que existe una sola TIR.

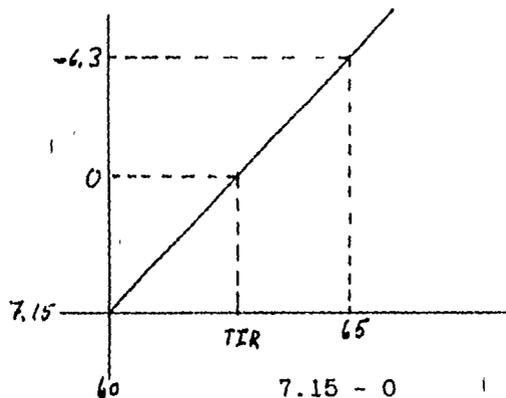
Para encontrar la TIR.

$$-200 + \frac{100}{(1+TIR)} + \frac{300}{(1+TIR)^2} + \frac{-200}{(1+TIR)^3} + \frac{500}{(1+TIR)^4} = 0$$

Por ser una ecuación de grado cuarto, no es fácil resolverla, por ello se recurre al tanteo.

Con TIR=10% el flujo vale 330  $\neq$  0  
 Con TIR=20% el flujo vale 217.1  $\neq$  0  
 Con TIR=50% el flujo vale 39.51  $\neq$  0  
 Con TIR=60% el flujo vale 7.15  $\neq$  0  
 Con TIR=65% el flujo vale -6.3  $\neq$  0

Como se observa la TIR. esta entre el 60% y 65%. Por ello se procede a interpolar.



$$TIR = 60 + (65 - 60) \left[ \frac{7.15 - 0}{7.15 - (-6.5)} \right]$$

$$TIR = 60.658\%$$

Concluimos que el proyecto es un proyecto de inversión puro y que debe aceptarse ya que  $TIR = 62.658\% > TMAR = 30\%$ .

### Ejemplo 3.

Determinar si el siguiente proyecto de inversión es una inversión pura o una mixta y si con una  $TMAR$  de 20% el proyecto debe ser aceptado.

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo	-2,000	0	10,000	0	0	-10,000

La inversión es no simple pues tiene dos cambios de signo, por lo que hay que determinar si es pura o mixta. Utilizando el criterio 2.

Se determina  $r_{min}$  y posteriormente  $S_5(r_{min})$ .

Del flujo se observa que hay una  $r_{min}$  entre 0 y 2 pues si el saldo al final del año 2 es cero el saldo a ese año será negativo.

Para encontrar la  $r_{min}$  entre 0 y 2.

$$-2,000(1+r_{min})^2 + 0(1+r_{min}) + 10,000 = 0$$

Si  $X = (1+r_{min})$

$$-2,000X^2 + 10,000 = 0 \rightarrow X = +2.2361 \text{ ó } X = -.2361$$

$$r_{min} = 123.61\%$$

Evalando ahora  $S_5 = (1.2361)$ .

$$S_5(1.2361) = 0(1+1.2361)^2 + 0(1+1.2361) - 10,000 = -10,000 < 0$$

Por ser negativo el valor encontrado la inversión es mixta.

Como la inversión es mixta de acuerdo al algoritmo de Mao, hay que encontrar la TIR que se obtiene de la ecuación  $S_n(TIR, TMAR)=0$ .

Supongase que  $TIR=TMAR$ , i.e.,  $TIR=20\%$ . El saldo al año 5 con esta TIR sería:

$$S_5 = -2,000(1.2)^5 + 1,000(1.20)^3 - 10,000 = 2,303.4 > 0$$

Por ser positivo el valor anterior eso indica que la  $TIR > 20\%$ , esto se deduce del hecho de que si

$$S_n(TIR, TMAR) > 0 \quad TIR > TMAR$$

$$S_n(TIR, TMAR) < 0 \quad TIR < TMAR$$

Por lo tanto el proyecto debe ser aceptado y la TIR exacta se calcula como sigue.

Supongamos  $TIR=30\% > TMAR=20\%$

$$S_0(.3) = -2,000 < 0$$

$$S_1(.3) = F_0(1+.3)+0 = -2,000 < 0$$

$$S_2(.3) = F_1(1+.3)+10,000 = 6,620 > 0$$

$$S_3(.3) = F_2(1+.2)+0 = 7,994 > 0$$

$$S_4(.3) = F_3(1.2)+0 = 10,327.2 > 0$$

$$S_5(.3) = F_4(1.2) - 10,000 = 2392.64$$

TIR=40%

$$S_0(.4) = -2,000 < 0$$

$$S_1(.4) = -2,800 < 0$$

$$S_2(.4) = ,080 > 0$$

$$S_3(.4) = 7,296 > 0$$

$$S_4(.4) = 8,755.2 > 0$$

$$S_5(.4) = 506.24$$

TIR=50%

$$S_0(.5) = -2,000 < 0$$

$$S_1(.5) = -3,000 < 0$$

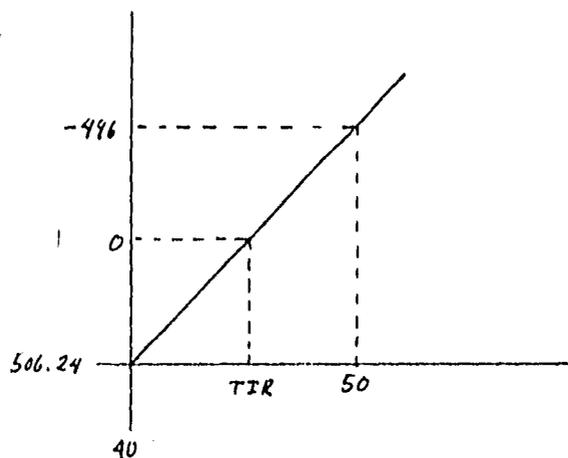
$$S_2(.5) = 5,500 > 0$$

$$S_3(.5) = 6,600 > 0$$

$$S_4(.5) = 7,920 > 0$$

$$S_5(.5) = -496$$

Por lo tanto la TIR se encuentra entre 40% y 50%. Se procede a interpolar.



$$TIR = 40 + (50 - 40) \left[ \frac{506.24 - 0}{506.24 - (-96)} \right] = 45.05\%$$

#### Ejemplo 4.

La Cía. Y utiliza una TMAR de 30% para evaluar sus proyectos de inversión, desea saber si el proyecto que se muestra a continuación es rentable.

Año	0	1	2	3	4
Flujo	-200	1,000	-200	800	500

La inversión es no simple pues tiene tres cambios de signo, i.e., habrá tres TIR's. Ahora se determinará si la inversión es pura o mixta.

Utilizando el criterio 2.

Se determina  $r_{min}$  y posteriormente  $F_4(r_{min})$ .

Del flujo se observa que hay una  $r_{min}$  entre 0 y 1. Se procede a su cálculo.

$$-200(1+r_{min}) + 1,000 = 0$$

Si  $X = (1+r_{min})$  se tendrá

$$-200X + 1,000 = 0 \rightarrow X = \frac{-1,000}{-200} = 5$$

De lo anterior  $r_{min} = 5 - 1 = 4$  por lo tanto  $r_{min} = 400\%$

Si de nuevo se observa el flujo se tiene otra  $r_{min}$  entre 2 y 3. Se procede a calcularla.

$$\begin{aligned} \text{Si } X=1+r_{min} \text{ se tiene} & \quad -200(1+r_{min}) + 800=0 \\ & \quad -200X + 800=0 \quad X=4 \end{aligned}$$

por lo tanto  $r_{min}=4-1=3=300\%$ .

Se evalúa  $r_{min}=400\%$  y  $r_{min}=300\%$  en  $S_t(r_{min})$  para ver cual cumple que  $S_t(r_{min}) < 0$  para  $t=0,1,2,3$ .

$r_{min}=400\%$	$r_{min}=300\%$
$S_0=-200 < 0$	$S_0=-200 < 0$
$S_1=F_0(1+4) + 1,000=0 \geq 0$	$S_1=F_0(1+3)+1,000=200 > 0$
$S_2=F_1(1+4) + (-200)=-200 < 0$	$S_2=F_1(1+3) + (-200)=60 > 0$
$S_3=F_2(1+4) + 800=-200 < 0$	$S_3=F_2(1+3) + 800=875 > 0$
$S_4=F_3(1+4) + 500=-500 < 0$	$S_4=F_3(1+3) + 500=1641.4 > 0$

Como se observa de estas dos tasas la que cumple que  $F_t(r_{min}) \leq 0$  para  $t=0,1,2,3$  es 400%.

Calculando el saldo del proyecto al año 4 se tiene

$$S_4(4)=-200(1+4)^2 + 800(1+4) + 500=-500$$

Puesto que este valor es negativo el proyecto de inversión es mixto.

Ahora se procede a encontrar la TIR mediante la ecuación  $S_4(TIR, -TMAR)=0$ .

Supongamos que  $TIR=30\%=TMAR$ .

$$\begin{aligned} S_4(.3) &= -200(1+.3)^4 + 1,000(1+.3)^3 - 200(1+.3)^2 + 800(1+.3) + 500 \\ &= 2827.78 \end{aligned}$$

como  $2827.7 > 0$  esto implica que la  $TIR > TMAR=30\%$  y por lo tanto el proyecto se acepta. Se procede por tanteo para encontrar la TIR.

TIR=100%	TIR=295%	TIR=390%
$S_0=-200 < 0$	$S_0=-200 < 0$	$S_0=-200 < 0$
$S_1=F_0(1+1)+1,000=600 > 0$	$S_1=300 > 0$	$S_1=20 > 0$

$$\begin{aligned}
 S_2 &= F_1(1+.3) - 200 = 580 > 0 & S_2 &= 190 > 0 & S_2 &= -148 < 0 \\
 S_3 &= F_2(1+.3) + 800 = 1,554 > 0 & S_3 &= 1,047 > 0 & S_3 &= -52.6 < 0 \\
 S_4 &= F_3(1+.3) + 500 = 520.2 > 0 & S_4 &= 1,861.1 > 0 & S_4 &= 242.26 > 0
 \end{aligned}$$

TIR=395%

$$S_0 = -200 < 0$$

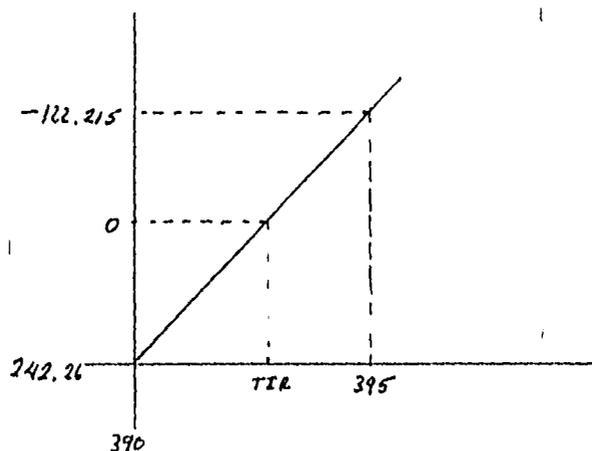
$$S_1 = 10 > 0$$

$$S_2 = -174 < 0$$

$$S_3 = -125.7 < 0$$

$$S_4 = -122.22 < 0$$

Por lo anterior la TIR esta entre 390% y 395%, ahora se procede a interpolar.



$$\begin{aligned}
 \text{TIR} &= 390 + (395 - 390) \left[ \frac{242.26 - 0}{242.26 - (-122.215)} \right] \\
 &= 393.32\%
 \end{aligned}$$

#### Análisis Costo-Beneficio (C/B).

Este criterio es muy utilizado en grandes proyectos públicos de inversión.

Se calcula de la siguiente manera:

1ro. Se calcula el valor presente [ VPN ] de los ingresos asociados con el proyecto en cuestión.

2do. Se calcula el valor presente [ VPN ] de los egresos del proyecto.

3ro. Se divide el VPN de los ingresos por el VPN de los egresos. En símbolos:

$$C/B = \frac{\text{Suma VPN}_{\text{Ingresos}}}{\text{Suma VPN}_{\text{Egresos}}}$$

#### Criterios de aceptación.

► Si  $C/B > 1$ , significa que el  $\text{VPN}_{\text{Ingresos}} > \text{VPN}_{\text{Egresos}}$ , i.e., que el VPN de todo el proyecto es positivo y en consecuencia el proyecto es atractivo.

► Si  $C/B = 1$ , significa que el  $\text{VPN}_{\text{Ingresos}} = \text{VPN}_{\text{Egresos}}$  cuando esto sucede el VPN de todo el proyecto es igual a cero. En tales circunstancias el proyecto es indiferente y la tasa de interés utilizada representa la TIR del proyecto.

► Si  $C/B < 0$ , significa que el  $\text{VPN}_{\text{Ingresos}} < \text{VPN}_{\text{Egresos}}$  cuando esto sucede el VPN de todo el proyecto es negativo, i.e., el proyecto no es atractivo.

El resultado del C/B no representa el rendimiento de la inversión. Su significado es el siguiente:

Cuando se habló del VPN se estableció que era el valor de oportunidad del proyecto, i.e., es la prima que se debe pagar al dueño de la opción para que acceda cederla. O sea:

$$\text{VPN} = \text{prima} = \text{VPN}_{\text{Ingresos}} - \text{VPN}_{\text{Egresos}}$$

manipulando algebraicamente, multiplicando ambos lados de la igualdad:

$$\text{prima} \left( \frac{1}{\text{VPN}_{\text{Egresos}}} \right) = (\text{VPN}_{\text{Ingresos}} - \text{VPN}_{\text{Egresos}}) \left( \frac{1}{\text{VPN}_{\text{Egresos}}} \right)$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{prima}}{\text{VPN}_{\text{Egresos}}} &= \frac{\text{VPN}_{\text{Ingresos}}}{\text{VPN}_{\text{Egresos}}} - 1 \\ \frac{\text{prima}}{\text{VPN}_{\text{Egresos}}} &= C/B - 1 \end{aligned}$$

De esta forma el significado del C/B es que al restarle la unidad se obtiene la relación entre la prima y el  $\text{VPN}_{\text{Egresos}}$ , i.e., la cantidad de prima que genera cada nuevo peso de inversión, en

otras palabras si  $@ - C/B=1$  entonces  $C/B=@ - 1$  indica que de cada nuevo peso de inversión en valor presente se genera  $@ - 1$  nuevos pesos de prima.

3.4.1.a *Caso práctico. La programación lineal en las decisiones de inversión.*

Como se ha visto anteriormente los criterios de VAN y TIR son aplicables en la escogencia de proyectos, siendo relativamente sencillos de aplicar. El VAN selecciona los proyectos que a largo plazo maximizan las utilidades de la empresa. Se supone implícitamente que se poseen varios proyectos entre los cuales se propone escoger que los mismos satisfagan la tasa de descuento escogida y que los recursos disponibles son ilimitados, dichos factores se satisfacen en pocas situaciones. En la mayoría de los casos se enfrenta serias limitaciones en uno o varios de los recursos necesarios para ejecutar todos los proyectos; de personal necesario, o de otro recurso. A pesar de éstas u otras limitaciones, el inversionista aún debe escoger los proyectos en que utilizará sus recursos limitados.

El enfoque es el de maximizar el VAN del total de proyectos seleccionados.

Las limitaciones a esta maximización son en general de tres tipos:

- i) recursos económicos disponibles.
- ii) recursos humanos disponibles.
- iii) activos disponibles.

Aun cuando los dos últimos recursos se pueden reducir, en última instancia a un equivalente monetario, en muchos casos esto no resulta factible a corto plazo. De manera que es común encontrar estas tres limitaciones en los proyectos de inversión.

Para ilustrar el planteamiento de estos problemas, supongamos que una empresa dispone de  $n$  alternativas de inversión, entre las cuales debe escoger. Estos  $n$  proyectos se analizan de acuerdo a técnicas ya vistas, resultando un flujo de fondos representativo y un VAN también representativo para cada uno de ellos. Supongamos además que este análisis preliminar indica que  $r$  proyectos tienen el VAN negativo y los restantes  $n-r$  lo tienen positivo. Esto señalaría que  $n-r$  proyectos son lo suficientemente atractivos como para efectuar la inversión.

Desafortunadamente los recursos de que dispone la empresa no son suficientes para ejecutar todos los proyectos. Estos requieren de las cantidades de recursos que se presentan en la siguiente tabla, en donde  $n-r=m$ .

Proyecto	VAN	Recur.finan. necesarios	Recur.human. necesarios	Act.fijos necesarios
P <sub>1</sub>	VAN <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>
P <sub>2</sub>	VAN <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	a <sub>2</sub>
P <sub>3</sub>	VAN <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>	h <sub>3</sub>	a <sub>3</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P <sub>m</sub>	VAN <sub>m</sub>	d <sub>m</sub>	h <sub>m</sub>	a <sub>m</sub>

Es decir para que exista un problema de eecogencia, al menos una de las siguientes desigualdades se cumple:

$$\sum_{i=1}^m d_i > D = \text{recursos financieros disponibles.}$$

$$\sum_{i=1}^m h_i > H = \text{recursos humanos disponibles.}$$

$$\sum_{i=1}^m a_i > A = \text{activos fijos disponibles.}$$

Los activos fijos necesarios para cada proyecto se expresan en unidades monetarias.

El problema consiste en averiguar en qué proyectos vale la pena invertir. Para resolver este problema hay que considerar las siguientes situaciones:

-El inversionista está obligado a aceptar o rechazar cada proyecto en sí. Esto es, los proyectos no se prestan para inversiones parciales; o se asignan todos los recursos requeridos o ninguno.

-El inversionista posee la oportunidad de invertir cualquier fracción del total requerido. Esto es, los proyectos se prestan para ejecuciones parciales, se pueden asignar recursos parcialmente sin tener que aceptar todo el proyecto.

En ambos casos el problema de asignación de recursos se plantea como sigue:

Maximizar: 
$$VAN_1 P_1 + VAN_2 P_2 + \dots + VAN_m P_m$$

limitado por

$$\sum_{i=1}^m d_i P_i \leq D$$

$$\sum_{i=1}^m h_i P_i \leq H$$

$$\sum_{i=1}^m a_i P_i \leq A$$

Este planteamiento es claramente un problema de programación lineal que puede resolverse por el método simplex.

En este caso la función objetivo de la maximización, el VPN de los proyectos seleccionados, es una función de la tasa de descuento adoptada.

Al escoger un portafolio de proyectos, el inversionista está afectando el costo de capital de la empresa, lo mismo que su sensibilidad, a los sucesos económicos del futuro. No obstante lo anterior, el supuesto de un costo de capital constante, para efectos de la evaluación de proyectos es aceptable.

Las variables  $P_i$  del problema deben ser especificadas según se trate de proyectos del tipo I ó II.

Proyectos del tipo I. Se considera que las variables  $P_i$  son binarias y sólo pueden asumir dos valores: uno cuando el proyecto se selecciona y cero cuando se rechaza. Es decir:

$$P_i = 1 \text{ ó } 0, \quad i=1,2,3,\dots,m$$

Este problema se puede resolver seleccionando todas las posibles combinaciones de proyectos, comprobar su factibilidad de ejecución, con las limitaciones de recursos y calcular el VAN de la combinación, cuando sea factible. Esto nos obliga a efectuar lo siguiente:

$${}^m C_1 = \frac{m!}{1!(m-1)!} = m$$

$${}^m C_2 = \frac{m!}{2!(m-2)!} = \frac{m^2 - 1}{2}$$

$${}^m C_3 = \frac{m!}{3!(m-3)!} = \frac{m^3 - 3m^2 - 2m}{6}$$

Como se puede apreciar el número de combinaciones es extenso por ello se utiliza el método simplex.

Proyectos del tipo II. Considera que es factible ejecutar los proyectos parcialmente, entonces las variables  $P_i$  pueden asumir cualquier valor entre cero y el total a invertir en cada proyecto, i.e.,:

$$0 \leq P_i \leq d_i \quad i=1,2,3,\dots,m$$

#### Algoritmo Simplex Binario.

A este algoritmo también se le conoce como algoritmo de Senju-Toyada.

		Rec. Disp. D	Rec. Nec. RN	Rec. Falt. R'=RN-D
(C <sub>j1</sub> )(R <sub>-j</sub> )	1	2	...	q
C <sub>11</sub> R <sup>-1</sup>	C <sub>11</sub> R <sup>-1</sup>	C <sub>12</sub> R <sup>-1</sup> ...	C <sub>1q</sub> R <sup>-1</sup>	
C <sub>21</sub> R <sup>-2</sup>	C <sub>21</sub> R <sup>-2</sup>	C <sub>22</sub> R <sup>-2</sup> ...	C <sub>2q</sub> R <sup>-2</sup>	
⋮	⋮	⋮	⋮	
C <sub>r1</sub> R <sup>-r</sup>	C <sub>r1</sub> R <sup>-r</sup>	C <sub>r2</sub> R <sup>-r</sup> ...	C <sub>rq</sub> R <sup>-r</sup>	
S <sub>i</sub> = $\sum_{j=1}^n C_{j1}R_j$	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	...	S <sub>q</sub>
Retornos	VAN <sub>1</sub>	VAN <sub>2</sub>	... VAN <sub>q</sub>	
VAN <sub>1</sub>	VAN <sub>1</sub>	VAN <sub>2</sub>	VAN <sub>q</sub>	
-----	-----	-----	-----	
S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>q</sub>	

En cada fila se coloca el producto del coeficiente  $C_{j1}$  por el recurso faltante  $R^{-j}$ , empezando en la primera fila [ $j=1$ ]. En la siguiente fila después de  $j=r$ , se coloca para cada proyecto  $i$  la suma  $S_i$  de estos productos. Es decir, se obtiene una fila de sumas  $S_i$ , desde  $i=1, 2, \dots, q$ , una en cada columna.

A continuación se colocan los  $VAN_i$ , debajo de la columna correspondiente  $S_i$  y para cada proyecto se divide el  $VAN_i$  por esta suma  $S_i$ , obteniéndose la siguiente fila. Este cociente es una medida de rendimiento de los recursos demandados por cada proyecto. Es una comparación con el VAN total generado por ese proyecto y constituye una relación de beneficio/recurso.

A continuación se selecciona el proyecto con la menor relación beneficio/recurso y se elimina del portafolio de proyectos, ya que no todos se pueden seleccionar. Con este nuevo portafolio se recalculan los recursos ociosos. Si alguno resulta positivo, se repite la iteración hasta que todos los recursos faltantes cumplan que  $R^{-j} > 0$ , i.e., hasta que los recursos disponibles sean suficientes para seleccionar los proyectos remanentes. En ese momento se comprueba si se pueden volver a incluir proyectos eliminados previamente sin violar las limitaciones de los recursos disponibles. Si no es así, se tiene el portafolio óptimo de inversión.

#### Modelo cronológico de programación lineal binario.

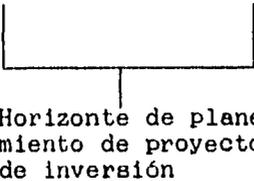
El caso anterior trataba sobre el problema de selección en un portafolio de proyectos compitiendo entre ellos por los recursos disponibles en un mismo año.

Otro planteamiento ocurre cuando existe competencia por los recursos limitados durante dos o más años. Cuando esta situación se presenta, resulta posible transformar todas las necesidades de recursos en necesidades de efectivo ya que es posible adquirir con anticipación los recursos no monetarios. Para que esto sea factible la empresa debe desarrollar un análisis detallado de los proyectos de inversión identificables en un horizonte de planeamiento dado.

Cuando se posee un planeamiento a corto, mediano y largo plazo en la presupuestación de inversiones, se obtiene como ventaja adicional, el poder escoger racionalmente la secuencia más adecuada de los proyectos, además de su evaluación. Es importante determinar la longitud del horizonte económico a considerar. En este problema surgen dos elementos. Primero el horizonte económico de cada proyecto a considerar y segundo, el horizonte de planeamiento del presupuesto de inversiones.

Construcción de la matriz cronológica.

Proyectos/Años	0	1	2	...	t
P <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	R <sup>-11</sup>	R <sup>-12</sup>	...	R <sup>-1t</sup>
P <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	R <sup>-21</sup>	R <sup>-22</sup>	...	R <sup>-2t</sup>
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
P <sub>m</sub>	I <sub>m</sub>	R <sup>-m1</sup>	R <sup>-m2</sup>	...	R <sup>-mt</sup>
Fondos disponibles	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , ..., D <sub>k</sub>				k ≤ t



Horizonte de planeamiento de proyectos de inversión

En esta matriz se identifica el flujo de fondos de cada proyecto en la fila correspondiente. El horizonte económico del proyecto está indicado por el último retorno en la fila correspondiente. El horizonte total de planeación está determinado por la longitud de los horizontes económicos de cada proyecto.

Si la empresa no tiene limitaciones de recursos puede escoger todos los proyectos rentables en cada año. Esta situación es poco frecuente, por lo que habrá que seleccionar los proyectos de un año particular considerando los retornos que producirán estos proyectos y compararlos con los retornos de las futuras oportunidades de inversión. No es adecuado comprometer los recursos de la Cía. en los primeros años y posteriormente dejar pasar los proyectos más atractivos. Tampoco sería eficiente mantener ociosos

los recursos de la Cía. en espera de los proyectos más rentables.

A continuación se desarrollará un modelo llamado Modelo cronológico de programación lineal binario.

Al igual que el modelo anterior la función objetivo de maximización será el VPN del portafolio de proyectos escogido. Es decir hay que maximizar:

$$VAN = VAN_1 P_1 + VAN_2 P_2 + \dots + VAN_m P_m = \sum_{j=1}^m VAN_j P_j$$

con  $m$  = total de proyectos considerados

Para el caso de la matriz cronológica supongamos que la Cía. ha presupuestado lo siguiente a inversiones:

► Un presupuesto de inversión, cuyo origen son fondos propios o préstamos, i.e.:

$$D_0, D_1, D_2, \dots, D_k \quad k \leq t$$

► Los retornos generados por los proyectos seleccionados.

Las limitaciones que se deben considerar se reducen a no sobrepasar los fondos disponibles en cada año. Es decir:

Año 0. Las inversiones escogidas no deben sobrepasar los fondos disponibles de este año, i.e.:

$$I_1 P_1 + I_2 P_2 + \dots + I_m P_m \leq D_0$$

Año 1. Las inversiones escogidas en este año, no deben sobrepasar los fondos disponibles en ese año. i.e.:

$$(I_1 - R^{-11})P_1 + (I_2 - R^{-21})P_2 + (I_3 - R^{-31})P_3 + \dots + (I_m - R^{-m1})P_m \leq D_0 + D_1$$

Año 2. Al igual que en los casos anteriores las inversiones no deben sobrepasar los fondos, i.e.:

$$(I_1 - R^{-11} - R^{-12})P_1 + (I_2 - R^{-21} - R^{-22})P_2 + \dots + (I_m - R^{-m1} - R^{-m2})P_m \leq D_0 + D_1 + D_2$$

Año  $t$ . Se debe seguir respetando lo anterior, i.e.:

$$(I_1 - R^{-11} - R^{-12} - \dots - R^{-1t})P_1 + \dots + (I_m - R^{-m1} - \dots - R^{-mt})P_m \leq D_0 + D_1 + \dots + D_m$$

Con lo anterior el modelo cronológico de programación binaria quedaría como:

Maximizar

$$VAN = \sum_{j=1}^m VAN_j P_j$$

limitado por

$$(I_1 - R^{-11})P_1 \leq \sum_{j=0}^t D_j$$



Para este ejemplo el modelo lineal sería el siguiente:

Maximizar

$$VAN = 36.5P_1 + 28.9P_2 + 41.7P_3 + 33.3P_4 + 36.1P_5 + 32.5P_6 + (2.5)P_7 + 21.8P_8 + 30.7P_9 + 30.7P_{10}$$

limitado por

$$120P_1 + 150P_2 + 120P_3 \leq 280$$

$$45P_1 - 15P_2 + 60P_3 + 120P_4 + 130P_5 \leq 300$$

$$-30P_1 - 15P_2 - 40P_3 + 20P_4 + 32.P_5 + 140P_6 + 160P_7 + 130P_8 \leq 320$$

$$-15P_1 - 40P_2 - 65P_3 - 30P_4 - 39P_5 + 98P_6 + 60P_7 + 130P_8 + 125P_9 + 135P_{10} \leq 340$$

Se puede observar que en la cuarta limitación quedan recursos ociosos ya que  $R_4 = (21)$ , i.e., se consumen menos recursos de los que habrían disponibles por lo cual se elimina de la iteración. Los coeficientes  $C_j$  negativos representan un consumo de recursos en dirección contraria, i.e., una fuente de recursos. En la página 109 se muestra la matriz de la primera iteración.

MATRIZ INICIAL														
PROYECTOS											RECURSOS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DISPONIB	NECESARIOS	OCIOSOS	
VAN	36.5	28.9	41.7	33.4	36.1	32.5	-2.5	0	30.7	30.7	D	RN	R=RN-D	
LIMITACION 1	120	150	120	0	0	0	0	0	0	0	280	390	110	
LIMITACION 2	45	-15	60	120	130	0	0	0	0	0	300	340	40	
LIMITACION 3	-30	-15	-40	20	32.5	140	160	130	0	0	320	397.5	77.5	
LIMITACION 4	-55	-40	-65	-30	-39	98	60	130	125	135	340	319	-21	
MATRIZ PRIMERA ITERACION														
PROYECTOS											RECURSOS			
Cij	R i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DISPONIB	NECESARIOS	OCIOSOS
C1i	R 1	13200	16500	0	0	0	0	0	0	0	0	280	0	0
C2i	R 2	1800	-600	2400	4800	5200	0	0	0	0	0	300	0	0
C3i	R 3	-2325	-1162.5	-3100	1550	2518.75	10850	12400	10075	0	0	320	0	0
C4i	R 4	NO ES LIMITANTE												
Si		121675	14737.5	12500	6350	7718.75	10850	12400	10075	0	0	0	0	0
VAN i		36.5	28.9	41.7	33.4	36.1	32.5	-2.5	21.8	0	0	0	0	0
VAN / Si		0.00288	0.00196	0.00334	0.00526	0.00468	0.003	-0.0002	0.00216	0	0	0	0	0

En la matriz anterior un valor positivo de la relación beneficio/recurso ( $VAN_1/S_1$ ) indica en cuanto se aumenta el VAN total por cada unidad de recurso asignado al proyecto. Un valor negativo indica en cuánto disminuye el VAN total con la misma asignación. Por lo anterior resulta conveniente eliminar los dos proyectos con la menor relación beneficio/recurso, i.e., eliminar P<sub>2</sub> y P<sub>7</sub> del portafolio de proyectos.

Se continua con la segunda iteración, por lo cual se procede a construir la matriz de la segunda iteración. Se presentan a continuación la matriz inicial modificada, la matriz inicial para la segunda iteración y por último la matriz de la segunda iteración.

Matriz Inicial Modificada

Proyectos	A	N		O		S		
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	120	75	75	25	25	25	-o-	-o-
3	120	60	100	25	25	25	-o-	-o-
4	-o-	120	100	50	20	20	20	20
5	-o-	130	97.5	71.5	20	20	20	20
6	-o-	-o-	140	42	154	25	25	25
8	-o-	-o-	130	-o-	169	25	25	25
9	-o-	-o-	-o-	125	160	30	30	-o-
10	-o-	-o-	-o-	135	-o-	180	50	50

Matriz Inicial  
(2ª Iteración)

	P R O Y E C T O S									Recursos		
	1	3	4	5	6	8	9	10	D	RN	R-	
Limitación 1	120	120	0	0	0	0	0	0	280	240	-40	
Limitación 2	45	60	120	130	0	0	0	0	300	355	55	
Limitación 3	-30	-40	20	32.5	140	130	0	0	320	252.5	-67.5	
Limitación 4	-55	-65	-30	-39	98	130	125	135	340	299	-41	

Donde:

A=120-75=45, B=120-60=60, C=120-(75+75)=-30,  
D=120-(60+100)=-40, E=120-100=20, F=120-(97.5)=32.5

## 2ª Iteración

C <sub>j</sub> R <sup>-j</sup>	P R O Y E C T O S										Recursos		
	1	3	4	5	6	8	9	10	D	RN	R-		
C <sub>1</sub> R <sup>-1</sup>	NO		ES		LIMITANTE						280		
C <sub>2</sub> R <sup>-2</sup>	2475	3300	6600	7150							300		
	A	B	C	D									
C <sub>3</sub> R <sup>-3</sup>	NO		ES		LIMITANTE								
S <sub>1</sub>	2475	3300	6600	7150									
VAN <sub>1</sub>	36.5	41.7	33.4	36.1									
VAN <sub>1</sub> /S <sub>1</sub>	.0147	.0126	.0051	.005									

Donde:

$$A=(55)(45)=2475, \quad B=(60)(55)=3300, \quad C=(120)(55), \\ D=(130)(55)=7150$$

Como se observa no hay limitantes para los recursos 1,3 y 4 por lo que se incluyen en el cálculo del beneficio/recurso. El cálculo sólo se efectúa para el segundo recurso donde sí existe una limitación que impide seleccionar los proyectos remanentes en la segunda iteración.

Se observa que el proyecto con menor beneficio/recurso es P<sub>2</sub> por lo que se elimina del portafolio, quedando reducidos a P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>8</sub> y P<sub>10</sub>.

A continuación se muestra la matriz inicial modificada para la tercera iteración, y enseguida la matriz de la tercera iteración.

## Matriz Inicial Modificada

Proyectos	A	N			O		S	
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	120	75	75	25	25	25	-o-	-o-
3	120	60	100	25	25	25	-o-	-o-
4	-o-	120	100	50	20	20	20	20
6	-o-	-o-	140	42	154	25	25	25
8	-o-	-o-	130	-o-	169	25	25	25
9	-o-	-o-	-o-	125	160	30	30	-o-
10	-o-	-o-	-o-	135	-o-	180	50	50

	Matriz Inicial (3ª Iteración)												
	P	R	O	Y	E	C	T	O	S	10	Recursos		
	1	3	4	6	8	9					D	RN	R-
Limitación 1	120	120	0	0	0	0	0	0	0	0	280	240	-40
Limitación 2	45	60	120	0	0	0	0	0	0	0	300	255	-75
Limitación 3	-30	-40	20	140	130	0	0	0	0	0	320	220	-100
Limitación 4	-55	-65	-30	98	130	125	135	340	338	-2			

Donde:

$A=120-75=45$ ,  $B=120-60=60$ ,  $C=120-(75+75)=-30$ ,  $D=120-160=-40$ ,  
 $E=120-100=20$ ,  $F=120-(75+75+25)=-65$ ,  $G=120-185=-65$ ,  
 $H=120-150=-30$ .

Como se observa ningún recurso presenta limitación, pues todos son negativos en R-, para la escogencia de los proyectos remanentes: la selección óptima de proyectos que maximiza el VAN es P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>, P<sub>10</sub>.

### 3.4.2 Decisiones de Financiamiento.

El objetivo de las decisiones de financiamiento es, al igual que las decisiones de inversión, lograr una maximización del valor de la empresa.

Para que estas decisiones de financiamiento tengan utilidad deben responder a las siguientes preguntas:

- ¿Que proporción de deudas y de fondos propios se debe adoptar?.
- ¿Cómo deben participar en el endeudamiento las deudas a corto y a largo plazo?.
- Tipo de moneda al endeudarse.
- ¿Qué proporción de las utilidades debe distribuirse?.

Las técnicas que se abarcan para las decisiones de financiamiento son:

- Costo de las deudas.

►Leasing.

►Amortización de deudas.

Una diferencia entre las decisiones de inversión y de financiamiento es el del valor de rescate; en las decisiones de inversión son más irreversibles que las de financiamiento.

#### Costo de las deudas.

Como principio no se tomará en consideración los efectos impositivos. De esta forma, el costo de la deuda estaría representado por la TIR que tiene para el inversor o prestamista la operación que efectúa, representemos este costo anual de capital como  $TIR_D$ .

La presencia de impuestos a las rentas, y el hecho de que los intereses son deducibles, hace que el costo después de impuestos, que se denotará como  $TIR_{D_i}$  tenga alguna variación de importancia.

Para encontrar  $TIR_{D_i}$  se usa:

$$TIR_{D_i} = TIR_D - TIR_D g = TIR_D(1-g)$$

donde  $g$  es la tasa impositiva.

Se generalizará el cálculo de la deuda, primero sin impuestos y luego considerándolos. Para el cálculo del costo de una deuda existe un capital que se recibe en términos netos, deducidos impuestos o descuentos de otra índole, el que luego dará lugar a una serie de pagos futuros por concepto de servicio de la deuda, i.e., amortización e intereses.

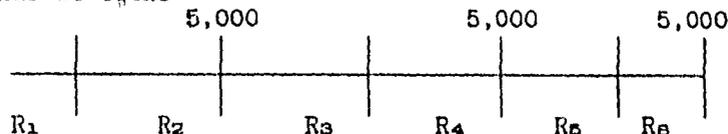
Sea  $K$  el capital recibido y  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  los pagos efectuados en los períodos  $1, 2, 3, \dots, n$  por concepto de amortización y/o intereses; el costo  $TIR_D$  de la deuda se puede definir como aquel que satisface la expresión:

$$K = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+TIR_D)^j}$$

Por ejemplo, calcular el costo de un préstamo por N\$15,000 que tiene una comisión flat [por una vez] del 15% y que se va a pagar en tres cuotas anuales de \$5,000, con un interés del 9% capitalizable semestralmente. Supongase que  $g=25\%$ . Se tendrá que:

$$K = 15,000 - 15,000(.15) = 12,750$$

Esquemmatizando se tiene



Calculando las rentas se tiene:

$$R_1 = \left( \frac{.09}{2} \right) (15,000) = 675$$

$$R_2 = \left( \frac{.09}{2} \right) (15,000) + 5,000 = 5,675$$

$$R_3 = \left( \frac{.09}{2} \right) (10,000) = 450$$

$$R_4 = \left( \frac{.09}{2} \right) (10,000) + 5,000 = 5,450$$

$$R_5 = \left( \frac{.09}{2} \right) (5,000) = 225$$

$$R_6 = \left( \frac{.09}{2} \right) (5,000) + 5,000 = 5,225$$

Ahora se calculará TIR<sub>D</sub>.

$$12,750 = \frac{675}{1+\text{TIR}_D} + \frac{5,675}{(1+\text{TIR}_D)^2} + \frac{450}{(1+\text{TIR}_D)^3} + \frac{5,450}{(1+\text{TIR}_D)^4} + \frac{225}{(1+\text{TIR}_D)^5}$$

$$\frac{5,225}{(1+\text{TIR}_D)^5} = 9.28\%$$

Como se trata de flujos semestrales, se utiliza la triple igualdad y se tendrá

$$\text{TIR}_D = (1 + .0928)^2 - 1 = 19.42\%$$

Por lo tanto el costo de la deuda es del 19.42% anual.

El cálculo incluyendo impuestos sería el siguiente, suponiendo que son deducibles en el mismo momento que se pagan intereses o gastos.

$$K = 15,000 - [(15,000)(.15)](1-.25)$$

$$R_1 = 675(1-.25) = 506.25$$

$$R_2 = 5,000 + (15,000) \left( \frac{.09}{2} \right) (1-.25) = 5,506.25$$

$$R_3 = 450(1 - .25) = 337.5$$

$$R_4 = 5,000 + 450(1 - .25) = 5,337.5$$

$$R_5 = 225(1 - .25) = 168.75$$

$$R_6 = 5,000 + 225(1 - .25) = 5,168.75$$

$$\begin{array}{r}
 12,312.5 = \begin{array}{cccccc}
 506.25 & 5,506.25 & 337.5 & 5,337.5 & 168.75 & \\
 \hline
 1 + TIR_D & (1 + TIR_D)^2 & (1 + TIR_D)^3 & (1 + TIR_D)^4 & (1 + TIR_D)^5 & \\
 \\
 5,168.75 & & & & & \\
 + \hline
 & & & & & = 6.74\% \\
 & & & & & (1 + TIR_D)^6
 \end{array}
 \end{array}$$

Pero el 6.74% es semestral, aplicando la triple igualdad

$$TIR_D = (1 + .0674)^2 - 1 = 3.93\%$$

Como se observa conviene aplicar impuestos pues la deuda se disminuye.

El costo de una deuda después de impuestos es la TIR que resulta de considerar el flujo de fondos compuesto por el monto neto recibido y los flujos de erogaciones por concepto de amortizaciones y/o intereses incluyendo el beneficio impositivo toda vez que sea necesario.

### Leasing.

Es una forma de financiamiento en la cual existe un contrato para el uso de un determinado activo fijo por un tiempo especificado, a cambio de pagos, los que normalmente se hacen en forma de renta. Quien usa el bien es el usuario [lessee] y quien lo presta es el dador [lessor].

El financiamiento mediante leasing es comparado con un préstamo garantizado.

Los tipos de leasing son:

- a) leasing operativo
- b) leasing financiero

El leasing operativo es acorto plazo [cinco años o menos] como los autos o máquinas de fotocopiado.

Los pagos que se hacen no son suficientes para cubrir el valor del activo y su plazo es menor que la vida útil del mismo. El activo es mantenido y asegurado por el dador y puede ser cancela-

do antes del vencimiento del contrato.

El leasing financiero es un contrato de largo plazo, el costo es completamente cancelado, no existe compromiso de mantenimiento del bien y no se prevé la posibilidad de cancelación antes de su vencimiento.

A su vez el leasing financiero se divide en:

- 1) leasing directo
- ii) sale and lease back

El leasing directo se presenta cuando una empresa que no era propietaria del bien lo adquiere para ser dado en contrato de leasing a su usuario.

En el sale and lease back un poseedor de un bien lo vende a una cia. financiera, la cual le paga por ello, y luego quien era originariamente el dueño lo vuelve a tomar con un leasing.

Como ejemplo supongase la siguiente situación:

-Una empresa puede comprar una máquina en N\$50,000 que se deprecia linealmente en 5 años o hacer un leasing a 5 años.

-El impuesto a la renta es de 50%.

-Los pagos anuales del leasing son de N\$11,500.

-Los ahorros de costos por la introducción del equipo son de N\$15,000 anuales.

Análisis de compra.

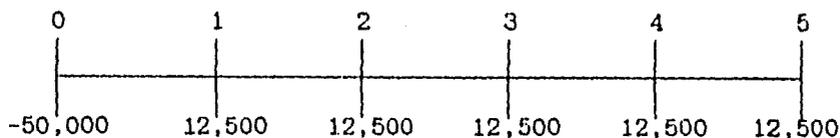
Costo N\$50,000

Ahorro de costos después de impuestos  $15,000(1-.5)=7,500$ .

Beneficios de impuestos por depreciación:

$$\frac{50,000}{5} = 10,000(1-.5) = 5,000$$

El flujo de fondos sería:



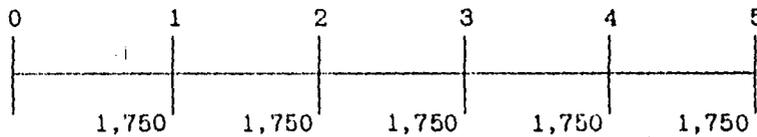
Análisis de leasing.

Los pagos de leasing son de N\$11,500.

Ahorro de costos después de impuestos  $15,000(1-.5)=7,500$ .

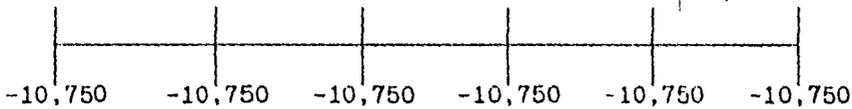
Beneficios de impuestos por leasing  $11,500(1-.5)=5,750$ .

El flujo de fondos sería:



Los flujos se obtienen como  $1,750 = -11,500 + 7,500 + 5,750$   
 ahora se calculará el flujo directo incremental del leasing,  
 restando al flujo neto del leasing el flujo neto de la compra.

Pago	-11,500
Beneficios por leasing	+ 5,750
	<hr/>
	- 5,750
Beneficios de impuestos de depreciación	- 5,000
	<hr/>
	-10,750



Ahora se debe calcular el valor presente neto primario. Para ello se debe conocer la tasa de préstamos garantizados pues el leasing se puede considerar como tal.

Supongamos que dicha tasa es del 7%; entonces:

$$VPNP = 50,000 - \sum_{j=1}^5 \frac{10,750}{(1+.07)^j} = 5,9228$$

Por lo tanto conviene el leasing.

#### Amortización de deudas.

Hoy en día las organizaciones públicas y privadas, en su mayoría, atraviesan por problemas de liquidez, ello se debe a la crisis económica del país y a los altos endeudamientos.

Para aliviar el problema de liquidez de las empresas el gobierno federal [Ernesto Zedillo Ponce de León, S.P.P.] creó el sistema FICORCA [Fideicomiso de Cobertura de Riesgos de Cambio] que

consiste en una amortización creciente, i.e., en adecuar de mejor manera las erogaciones del deudor a su capacidad de pago, evitando con ello que dichas erogaciones se recarguen en términos reales, en la primera etapa de vida del crédito, lo cual normalmente ocurre con los procedimientos tradicionales de amortización.

En seguida se hará una comparación entre los métodos existentes de amortización y el de FICORCA.

#### Amortización constante.

Supone que el préstamo se amortiza en cantidades iguales cada año o período. La tabla de amortización se muestra enseguida:

Período	Capital insoluto al principio del perí.	Intereses devengados	Deuda del crédito al final del perí.	Renta	Capital insoluto al final del perí.
1	$I = Ra_{n1}$	$Ii$	$I(1+i)$	$A/a_{n1}$	$I - R$
2	$II = I - R$	$IIi$	$II(1+i)$	$A/a_{n1}$	$II - R$
3	$III = I - 2R$	$IIIi$	$III(1+i)$	$A/a_{n1}$	$III - R$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
t	$\beta = I - (t-1)R$	$\beta i$	$\beta(1+i)$	$A/a_{n1}$	$I - tR$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
n	$\hat{O} = I - (n-1)R$	$\hat{O}i$	$\hat{O}(1+i)$	$A/a_{n1}$	$I - nR$

#### Amortización del capital en partes iguales e intereses sobre saldos insolutos.

En este caso la renta no es constante pues va disminuyendo conforme la deuda va disminuyendo. A continuación se presenta la tabla de amortización correspondiente.

Período	Capital insoluto al principio del perí.	Intereses devengados	Deuda del crédito al final del perí.	Renta	Capital insoluto al final del perí.
1	$A$	$\hat{O} = Ai$	$A(1+i)$	$A/n + \hat{O}$	$\hat{O} = A - A/n$
2	$\hat{O}$	$\hat{O} = \hat{O}i$	$\hat{O}(1+i)$	$A/n + \hat{O}$	$\mu = A - 2A/n$
3	$\mu$	$\mu = \mu i$	$\mu(1+i)$	$A/n + \mu$	$\hat{U} = A - 3A/n$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
t	$\hat{U} = A - (t-1)/n$	$\hat{U} = \hat{U}i$	$\hat{U}(1+i)$	$A/n + \hat{U}$	$A - tA/n$

3.4.2.a *Caso práctico. Formulación del modelo de amortización FICORCA.*

La característica principal, es que el valor presente de todas las amortizaciones que se harán para saldar el crédito, es constante. En este caso las rentas van aumentando y la deuda disminuyendo. Pero esto es aparente pues en realidad el valor de dicha renta es el valor presente de la renta inicial  $[A/n]$ .

**Cálculo de la renta.**

Para el primer período se tendrá:

$$R = \frac{A(1+i)}{n}$$

Ahora, dado que el método se basa en el valor presente de las amortizaciones se tendrá:

$$VP = \frac{A(1+i)}{n} (1+i)^{-1} = \frac{A}{n}$$

Para el segundo período:

$$R = \frac{A(1+i)^2}{n}$$

$$VP = \frac{A(1+i)^2}{n} (1+i)^{-2} = \frac{A}{n}$$

Obsérvese que sólo se toman intereses más no lo amortizado.

Generalizando se tiene:

$$R = \frac{A(1+i)^t}{n}$$

$$VP = \frac{A(1+i)^t}{n} (1+i)^{-t} = \frac{A}{n}$$

Lo que significa que el valor presente de cualquier amortización

a futuro es  $A/n$ .

Cálculo del capital insoluto al final del período.

Para el primer período se tendrá:

$$\boxed{A(1+i)} - \boxed{\frac{A}{n}(1+i)} = A(1+i)\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

deuda del
renta del  
crédito al
primer  
final del
período  
período

Para el segundo período se tendrá:

$$\begin{aligned} [A(1+i)^2(1 - \frac{1}{n})] - \frac{A}{n}(1+i)^2 &= A(1+i)^2 - \frac{A(1+i)^2}{n} - \frac{A(1+i)^2}{n} \\ &= A(1+i)^2 - \left[\frac{A(1+i)}{n} + \frac{A(1+i)^2}{n}\right] \\ &= A(1+i)^2 - \left[\frac{2A(1+i)^2}{n}\right] \\ &= A(1+i)^2\left[1 - \frac{2}{n}\right] \end{aligned}$$

Generalizando se tendrá:

$$A(1+i)^t\left(1 - \frac{t-1}{n}\right) - \frac{A}{n}(1+i)^t = A(1+i)^t\left(1 - \frac{t}{n}\right)$$

A continuación se presenta la tabla de amortización correspondiente:

Período	Capital insoluto	Intereses devengados
1	A	Ai
2	$A(1+i)(1-1/n)$	$A(1+i)(1-1/n)i$
3	$A(1+i)^2(1-2/n)$	$A(1+i)^2(1-2/n)i$
⋮	⋮	⋮
t	$A(1+i)^{t-1}(1-t-1/n)$	$A(1+i)^{t-1}(1-t-1/n)i$

	Deuda del crédito al final del periodo	Renta	Capital insoluto al final del periodo
1	$A(1+i)$	$A/n(1+i)$	$A(1+i) - A/n(1+i) =$ $A(1+i)(1-1/n)$
2	$[A(1+i)(1-1/n)](1+i) =$ $A(1+i)^2(1-1/n)$	$A/n(1+i)^2$	$A(1+i)^2(1-2/n)$
3	$A(1+i)^3(1-2/n)$	$A/n(1+i)^3$	$A(1+i)^3(1-3/n)$
.	.	.	.
.	.	.	.
t	$A(1+i)^t(1-t-1/n)$	$a/n(1+i)^t$	$A(1+i)^t(1-t/n)$

Las ventajas de la amortización creciente [FICORCA] son entre otras:

1.-Libera una gran cantidad de flujo de efectivo en los primeros años de vida del crédito, lo que garantiza la buena marcha del negocio en sus inicios.

2.-Se mejoran las razones financieras de liquidez, pues el efectivo excedente aumenta el activo circulante.

3.-Los pagos de amortización son pequeños al inicio.

Entre sus desventajas se tienen:

1.-Si los excedentes de flujos no son manejados adecuadamente [rentables] se puede tener problemas a la larga, pues las amortizaciones van aumentando.

2.-La utilidad puede ser negativa por lo anterior, por lo que es conveniente una estricta vigilancia contable.

Como se ha podido observar este método es conveniente si se lleva una adecuada administración financiera de la institución.

C A P I T U L O I V

MODELO DE TRANSPORTE

#### 4.1 *Generalizaciones en la modelización del transporte.*

El desarrollo vertiginoso del tráfico en los últimos decenios no ha tenido únicamente consecuencias benéficas. ¿Cómo entender el tráfico, cómo preverlo? Son estas cuestiones las que se plantean con una premura cada vez mayor. El interés de los investigadores por la comprensión de los fenómenos del tráfico se remonta por lo menos a los años cincuenta. Fue entonces cuando se elaboraron los primeros modelos de descripción del transporte. Actualmente la urgencia de la situación y el desarrollo de nuevas tecnologías a convertido la modelización del tráfico en una herramienta esencial para quienes toman decisiones tanto para regular el tráfico urbano como para establecer planes razonados de infraestructura del transporte.

Esta mañana el tráfico le parece anormalmente denso, y va aumentando su temor a encontrarse con un embotellamiento. ¿Qué ocurre con este itinerario, habitualmente tan fluido? La radio que escucha distraídamente, no tarda en anunciarle que un accidente sucedió a unos tres kilómetros de donde esta, provocando importantes embotellamientos:!! ya está identificada la causa del retraso!! Inmediatamente se pone a pensar en otros posibles itinerarios a partir de la próxima salida que le permita, al menos eso espera, evitar la zona de mayor embotellamiento y llegar a tiempo a su cita matutina. No tarda en realizar la elección y pronto recobra su serenidad inicial, apenas perturbada por la duda que siempre plantea sobre la corrección de tales decisiones.

¿Quién no ha experimentado alguna vez, si se dirige cada mañana a una cita, este escenario o alguna de sus variantes? ¿Quién no se ha preguntado por la mejor manera de prever la ruta que le llevará al trabajo, al colegio o al supermercado? Y en general, ¿quien no se ha hecho algunas preguntas sobre las razones y las reglas de comportamiento que presiden el desplazamiento cotidiano de auténticas mareas de viajeros?

El transporte, sea ferroviario, aéreo, marítimo o por carretera, es indispensable para el funcionamiento de nuestras sociedades. Pero las sumas que requieren las infraestructuras de la red de transporte, su funcionamiento y su mantenimiento, son gigantes. Además los diversos medios de transporte, y sobre todo el transporte por automóvil, provocan numerosas molestias: embotellamientos, contaminación, ruido, etc., por no hablar de las numerosas víctimas de los accidentes de circulación. Por ello, la comprensión y la previsión del tráfico, gracias sobre todo a su modelización, son cada vez más cruciales para garantizar una gestión satisfactoria en un campo frecuentemente condicionado por opciones político-económicas.

Si el análisis y la modelización del tráfico responden a la curiosidad natural del hombre por el comportamiento de sus semejantes, la utilidad de esta disciplina aparece plenamente cuando se observa que es indispensable para la elaboración de estrategias de transporte a nivel de la sociedad. Y la necesidad de tales estrategias es indiscutible. Para convencerse de ello, basta medir, al menos parcialmente el enorme costo social del sistema de transporte que conocemos.

Solo en los países latinoamericanos, año con año mueren en accidentes de tráfico unas 175,000 personas en promedio, 1.7 millones resultan heridas y 315,000 quedan con secuelas que los incapacitan de por vida. El costo social y humano de estos accidentes es incalculable. Su costo puramente financiero excede los 50 millones de dólares anuales. El costo financiero global del tráfico propiamente dicho para los países en cuestión se estima en 500 millones de dólares anuales gran parte de los cuales se debe a embotellamientos y a errores en la elección de itinerarios. La contaminación provocada por los medios de transporte es preocupante. Estos datos de un análisis del CEMLA [Centro de Estudios Monetarios para América Latina] en 1993 revelan la necesidad de una planificación de los transportes.

Dicha necesidad es tanto más apremiante cuanto que se prevé un crecimiento anual de más del 75% en la demanda de transporte de aquí al año 2000.

Importa pues comprender en profundidad el fenómeno del transporte. Esta comprensión a de desembocar idealmente en instrumentos [los modelos de transporte] que permitan prever el tráfico en función de las modificaciones de la red de transporte o de la evolución de la demanda. La utilidad de estos instrumentos es doble: por una parte, permiten profundizar la propia comprensión; de otra, han de ser útiles para la gestión de los transportes, tanto en sus aspectos cotidianos [se habla entonces de regulación del tráfico] como a más largo plazo, por ejemplo brindando orientaciones pertinentes para la planificación y las inversiones estratégicas. Es inevitable que las cuestiones abordadas desde esta perspectiva sean extraordinariamente diversas.

Los problemas de transporte más preocupantes se plantean en las grandes aglomeraciones urbanizadas. La mayoría de las ciudades importantes del mundo sufren un tráfico extremadamente denso: París, Londres, Bruselas, Tokio, México, Brasil, N.Y., etc., están confrontadas, en diversos grados, a las múltiples molestias engendradas por la diaria marea de personas que entran y salen de la ciudad.

No es de extrañar, pues, que las metodologías básicas para la modelización del tráfico hayan aparecido en el contexto urbano. Ya estudiadas antes de la segunda guerra mundial, estas metodologías se han desarrollado sobre todo una vez terminada ésta, con la

llegada de los primeros ordenadores y los progresos de la investigación de operaciones.

#### 4.2 *División del territorio en zonas.*

Como todos los modelos, los modelos de transporte simplifican considerablemente la realidad que tratan. Por ejemplo, casi nunca es posible tratar un nivel de detalle en el que se puedan especificar los individuos de cada edificio o dirección de una ciudad. Por lo tanto, se suele descomponer el territorio a estudiar en zonas, o barrio, cuya población y actividades se concentran en un punto [el centroide de la zona]: los trayectos se consideran entonces entre una zona de origen y una zona de destino.

En este punto, es importante notar que la determinación de las zonas está íntimamente ligada a las posibilidades de la recolección de datos, tomados en general de censos, registros administrativos, encuestas, etc.. Si se desea estimar la demanda de transporte a partir de estas zonas o hacia ellas, está claro que hay que conocer, al menos parcialmente, distintas características de ellas: población, estructura sociológica, menor o mayor atractivo para distintos motivos de desplazamiento, medios de transporte de que disponen, etc.. Es frecuente que la división en zonas tenga en cuenta explícitamente la disponibilidad de datos de esta clase o en su defecto del esfuerzo que se pueda realizar para conseguirlos.

Aparte de los problemas de la recolección de datos, otros factores influyen en la división en zonas. Los objetivos del estudio en curso pueden sugerir determinadas divisiones o agrupamientos. Si nos interesan, por ejemplo, las perturbaciones del tráfico causadas por la apertura de una tienda comercial, está claro que las cercanías de este centro se habrán de describir con un detalle relativamente grande, mientras que podrán efectuarse agrupamientos a medida que nos alejamos de él.

#### 4.3 *Red de transportación.*

Una vez aceptado el principio de la división en zonas, puede especificarse de zona en zona la red de transporte urbano. Esta red constará en general de varias subredes correspondientes a carreteras, líneas en contraflujo u otros medios de comunicación. En la jerga de la disciplina a estos medios de comunicación se les llama modos. Una red de transporte que contenga varios modos [automóviles, autobuses, metro, etc.] será llamada multimodal.

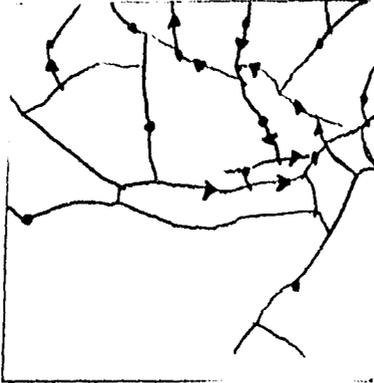
La modelización del territorio así obtenida se asocia a un objeto matemático llamado grafo orientado: se trata de un conjunto de nodos [por ejemplo, puntos de un plano] unidos entre sí por unas flechas, los arcos, que indican sentidos de recorrido. Las zonas se asociarán entonces a los nodos del grafo, mientras que los ejes de la red serán asimilados a los arcos. Véanse las siguientes figuras.



División en zonas de la zona geográfica a estudiar



Representación de zonas, de la red de comunicación y de centroides



Modelo matemático (grafo) del problema real

Para determinar la distribución del tráfico en la red, hay que fijar un criterio que permita privilegiar determinados itinerarios entre todos los posibles.

Para los usuarios, la utilización de una red de transporte supone siempre un cierto costo. Este costo puede evaluarse por la duración de un desplazamiento, pero el aspecto tiempo no es el único. Pueden también influir en la definición del costo del precio del boleto del metro, R100, el de la gasolina que consume nuestro vehículo, el número de paradas en semáforos o paradas debidas a embotellamientos a lo largo del trayecto, el riesgo de accidentes, el malestar y nerviosismo causado por los embotellamientos, etc.. La sociedad soporta también diversos costos asociados al transporte: contaminación atmosférica, seguridad, ruido y otros.

#### 4.4 *Función de costos.*

Esta noción de costo global ligada a los desplazamientos suele modelizarse mediante una función de coste que a cada eje de la red le asocie un cierto costo en función de coste y/o de la densidad de tráfico que soporta. Las unidades en que se expresa este costo varían de un modelo a otro y se eligen en función del propósito final de la modelización.

Si por ejemplo se trata de determinar el impacto de la contaminación, se mide la cantidad de gas emitido; si lo que interesa en cambio es la frecuencia de paso de una línea de transporte colectivo se puede elegir el tiempo de recorrido. No obstante, el aspecto general de las distintas curvas que dan el costo en función del tráfico en el eje es similar, independientemente de las unidades consideradas.

Para un tráfico débil, el costo queda determinado sobre todo por las características del eje en cuestión [la geometría de la carretera o el horario ideal de la línea de transporte público por ejemplo]. Cuando el tráfico aumenta, lo hace también el costo, primero debilmente y luego cada vez más de prisa. Cuando se tiene en cuenta la espera en los cruces, se observa efectivamente que a partir de un cierto umbral [que define la capacidad del eje] el tráfico queda bloqueado y el costo asociado al eje puede considerarse infinito.

Así, el tiempo recorrido de un eje es relativamente independiente del tráfico cuando éste es débil, pero un tráfico más importante puede crear un embotellamiento, que va frenando al usuario hasta bloquearlo completamente.

Hay varias maneras de establecer una función de coste. Uno de los primeros enfoques fue el que propuso en 1934, en Estados Unidos, el ingeniero B.D. Greenshields que permite evaluar el tiempo de recorrido en una carretera. Este método postula una relación lineal decreciente entre la velocidad del tráfico y su concentración. El tiempo de recorrido puede obtenerse entonces como una función inversa de la velocidad. Se siguen utilizando técnicas desarrolladas sobre esta base, se les considera macroscópicas porque consideran el tráfico globalmente como un flujo, sin diferenciar sus componentes [vehículos, viajeros]. Los enfoques microscópicos se sitúan a un nivel de detalle mucho más fino y analizan el tráfico en un tramo dado simulando el comportamiento de los vehículos individuales que se mueven en él y sus interacciones: la velocidad de uno de estos vehículos depende esencialmente de la velocidad del que lo precede y de la distancia a que se encuentra de él. Algunos enfoques, como el de la universidad alemana de Karlsruhe, llevan el refinamiento hasta integrar los umbrales psicológicos de apreciación de estos factores por parte de los conductores. Los métodos microscópicos permiten realizar un análisis más fino de los costos de transporte para un tramo de la red, pero al precio de un mayor esfuerzo de cálculo.

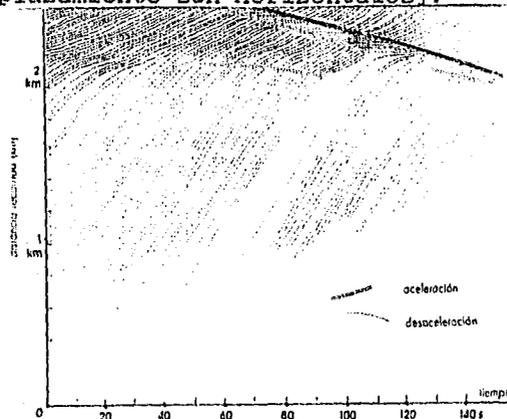
#### 4.5 *Tipos de modelización.*

Llegado a este punto, se impone una distinción fundamental entre dos tipos de modelización: la modelización estática y la modelización dinámica, que se diferencian por su distinta manera de considerar el tráfico a lo largo del tiempo.

Los modelos estáticos, que son históricamente los primeros, pretenden describir el tráfico en un período lo bastante largo [por ejemplo un día] como para que todos los usuarios que inician su trayecto dentro de este período lleguen a su destino antes de que finalice. Se obtiene una considerable simplificación, ya que

no se analiza el tráfico en los ejes de la red de transporte en distintos momentos; se retiene sólo su valor acumulado durante el período considerado. Aunque esta simplificación se hace en detrimento de un cierto realismo, los resultados pueden ser suficientes para ciertos tipos de análisis, dado que el volumen del tráfico en las calles no depende de la distribución de éste en el tiempo, basta conocer una aproximación del tráfico total en las calles de una ciudad para establecer un plan razonado de su mantenimiento. En Francia, el modelo DAVIS, desarrollado por el INRET [Instituto Nacional de Investigación sobre los Transportes y su Seguridad] a fines de los años sesenta, es un instrumento de esta clase, que ha sido aplicado a muchas ciudades.

Los modelos dinámicos introducen explícitamente el transcurso del tiempo. Estos modelos surgieron de la evidente incapacidad de los modelos estáticos para describir correctamente la elección de itinerarios en los períodos picos, durante los cuales la densidad de la red puede diferir notablemente: los modelos dinámicos son indispensables para describir fenómenos transitorios, como la congestión de los accesos a las grandes ciudades. Un ejemplo de modelo dinámico es el que idearon, en 1955, M.J. Lighthill y G.B. Whitnam para explicar un fenómeno bien conocido por la mayoría de conductores: el movimiento de las zonas de fuerte reducción de velocidad y de aceleración rápida [ondas de choque] en el flujo de vehículos en las autopistas. El modelo a grandes rasgos es el siguiente: en la figura que se muestra, la trayectoria de cada vehículo esta representada por una curva [la distancia recorrida en función del tiempo] se pueden observar dos ondas de choque de desaceleración [en verde] una onda de aceleración [de azul] que se propagan a contracorriente de los vehículos. El intervalo que en la gráfica está comprendido entre las ondas de desaceleración y de aceleración contiene vehículos que circulan muy juntos [curvas muy próximas entre sí] y prácticamente estacionarias [las curvas de desplazamiento son horizontales].



En la práctica, los modelos dinámicos son mucho más difíciles de elaborar por que la cantidad de parámetros y de resultados es más

importante que en los modelos estáticos: cada dato está asociado a un tiempo. La recolección de datos, así como la validación a posteriori de los resultados, son más complejos. Esta es la razón por la cual los modelos dinámicos están mucho menos desarrollados que los estáticos.

Entre los modelos dinámicos, los llamados discretizados analizan la evolución del tráfico dividiendo el tiempo en una serie de pequeños intervalos durante los cuales el estado de la red se supone constante. Los distintos fenómenos estudiados [embotellamientos por ejemplo] varían de un intervalo a otro.

A menudo se calculan a partir de leyes que relacionan los valores de intervalos específicos de tiempo con los valores de los intervalos precedentes.

Esta manera de operar tiene la ventaja añadida de permitir una transición más progresiva entre los modelos estáticos y dinámicos. Un modelo estático puede considerarse como un modelo dinámico con un solo intervalo de tiempo [largo]. Se dinamiza la modelación aumentando el número de intervalos y reduciendo su longitud. Por medio de esta técnica, los expertos llegan a unos modelos mixtos que se comportan como modelos estáticos durante los intervalos de tiempo largos [entre medianoche y las seis de la mañana, por ejemplo] y que hacen posible también un análisis temporal fino cuando los intervalos de tiempo son más cortos [en las horas pico].

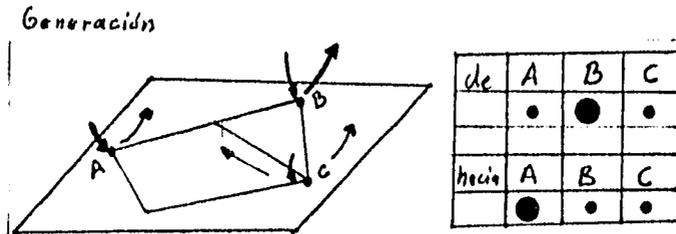
Una vez tomadas las decisiones básicas relativas a la representación del territorio y a la manera de tener en cuenta el tiempo, el modelo considerado comienza a tomar verdadera forma: contiene ya las zonas y una red que describe la manera de pasar de una zona a otra.

#### 4.6 *Descripción del tráfico.*

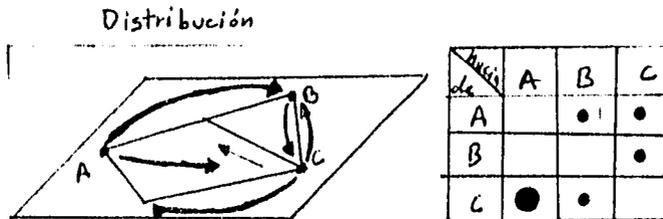
Hay que utilizar ahora esta estructura para describir el tráfico. De acuerdo con la formulación ya clásica propuesta a principio de los setenta por el británico A.G. Wilson, la metodología procede en cuatro etapas sucesivas.

La primera llamada de generación, consiste en examinar cada zona y en prever cuántos trayectos se originan en ella. Esta etapa suele recurrir a técnicas estadísticas para predecir la emisividad de una zona, i.e., el número de trayectos que parten de ella. Estas técnicas se basan en una distribución de los habitantes en grupos socioculturales coherentes, cuyo comportamiento en materia de transporte es típico. La atractividad de una zona [el número de trayectos que acaban en ella] se establece de un modo

similar. Véase la siguiente figura.

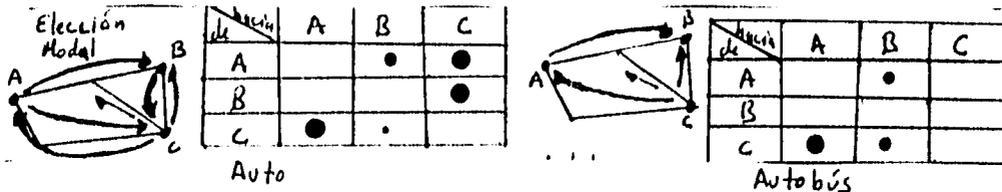


La segunda etapa calcula la distribución de estos trayectos por pares (origen, destino). Es la etapa de la distribución, cuyo resultado puede ponerse en forma de cuadro: cada casilla contiene un número de trayectos cuyo origen está asociado a la fila del cuadro y cuyo destino lo está a la columna. Este cuadro lleva el nombre de matriz origen-destino. El instrumento clásico es aquí el modelo gravitatorio, [llamado así pues se inspira en la ley de la gravitación], propuesto en 1955 y que postula que el número de desplazamientos entre dos zonas varía aproximadamente como una función del inverso del costo del trayecto. Esta función puede depender, del motivo del desplazamiento. Véase la siguiente figura.



La tercera etapa modeliza la competencia entre los distintos modos de transporte [vehículo privado, trolebús, metro, R100, etc.] y establece, para cada par (origen, destino), la proporción de trayectos correspondientes a cada modo.

Esta es la etapa de la elección modal. Estas proporciones se calculan con métodos estadísticos clásicos que proceden por comparación sistemática de las ventajas que para el usuario tienen las distintas alternativas a su disposición. Véase la figura.



Finalmente la cuarta etapa, llamada de asignación, determina

entre todos los itinerarios posibles para cada par (origen, destino), los que son efectivamente utilizados por cada uno de los modos y de ahí deduce la carga de la red para el período considerado.

Esta metodología ha sido criticada con frecuencia por su carácter secuencial.

Por ejemplo, la elección entre el R100 y el vehículo para un trayecto dado puede depender del nivel de embotellamiento de las calles o de saturación de los transportes públicos, un nivel que solo se conoce en la cuarta etapa. Los embotellamientos también pueden alentar a los conductores a cambiar de destino o, en ciertos casos, a renunciar por completo al viaje. En la práctica las cuatro etapas sucesivas suelen estar integradas y ser interdependientes.

Pese a su carácter restrictivo, el método en cuatro etapas es un ejemplo inesquivable en la modelización del transporte. Se han propuesto muchas variantes para paliar el inconveniente de una secuencialidad demasiado rigurosa. Estos métodos, llamados a veces simultáneos, también se han utilizado [con éxito variable] en América del Norte y en Europa. Una tendencia importante es la de considerar modelos más detallados, tanto en la estimación de la demanda de desplazamiento, donde se simula el comportamiento de los usuarios, como en la asignación, donde se consideran paquetes de viajeros.

#### 4.7 *Importancia de la asignación del tráfico.*

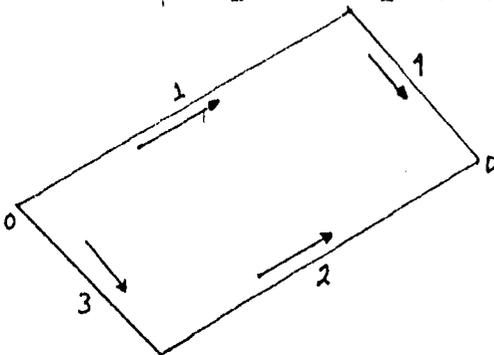
Se habrá notado que en la etapa de asignación no se precisó el tipo de metodología utilizada para distribuir por la red de transporte el tráfico calculado en las etapas precedentes. Esto se debe a la gran diversidad de estos métodos. La primera idea utilizada supone que los usuarios de la red eligen el más corto de los itinerarios; en tiempo, en distancia o en cualquier otro criterio. Esta técnica tiene la ventaja de ser muy económica desde el punto de vista del cálculo, principalmente porque gracias a la teoría matemática de los grafos se conocen algoritmos muy eficaces para calcular estos caminos más cortos de una red, aunque sea una red de gran tamaño. Pero tiene el inconveniente de distribuir todo el tráfico entre un origen y un destino dados a lo largo de un itinerario único: la variabilidad de las decisiones humanas no intervienen en absoluto y ello no puede considerarse como muy realista.

A fin de introducir el elemento de variabilidad otra técnica ideada por R.B. Dial hacia 1970, consiste en hallar el conjunto de caminos razonables entre un origen y un destino [en el sentido

de que no se alejan del camino más corto]. El tráfico se distribuye desigualmente entre estos itinerarios múltiples cargando más los más cortos.

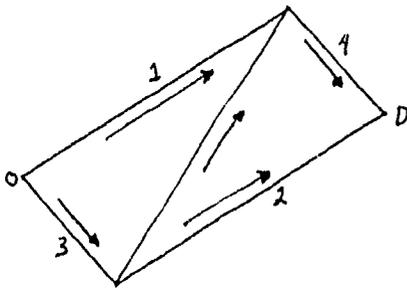
Pero el método de asignación más famoso y probablemente más utilizado se basa en la noción de equilibrio de tráfico. Según la formulación que de este concepto dió J. Wardrop en 1952, "los costos de recorrido para todos los itinerarios realmente utilizados en la red son menores o iguales que los de un vehículo único que adopte un itinerario no utilizado". Dicho de otro modo, en una situación de equilibrio ningún usuario de la red puede reducir su costo de desplazamiento por una decisión unilateral. De ahí que todos los itinerarios utilizados entre un origen y un destino dados tengan el mismo costo. Se trata evidentemente aquí de un concepto mucho más complejo, pues la elección de un itinerario entre dos colonias hace intervenir no sólo los trayectos que los unen sino también la carga de la red que resulta de todos los demás trayectos entre los demás pares de orígenes y destinos. En tal caso se habla de equilibrio descriptivo porque el criterio utilizado es el costo de desplazamiento para cada usuario individualmente considerado. Se puede considerar también el equilibrio normativo, que consiste en dividir el tráfico de tal modo que se minimice el costo total para el conjunto de los usuarios o para la sociedad en su conjunto. Pero por desgracia estas dos nociones de equilibrio no coinciden, ya que el beneficio de todos puede requerir que algunos elijan deliberadamente un itinerario menos favorable. El carácter poco realista de esta hipótesis explica que el equilibrio descriptivo sea mucho más utilizado para predecir el comportamiento de los usuarios; el equilibrio normativo se calcula a veces para el caso de una situación ideal. Esto nos lleva a la paradoja de Braess en los modelos de equilibrio que a continuación se describe.

La extensión de una red de transporte puede producir un efecto contrario al que se pretende. Para ilustrar esta situación en el marco de los modelos de equilibrio, consideremos la red simple descrita en el gráfico siguiente:



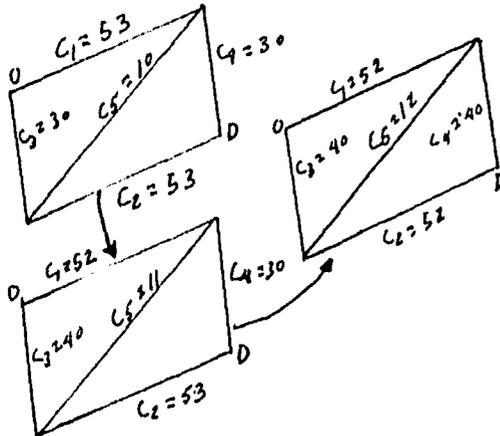
Comprende 4 arcos numerados del 1 al 4. Supongamos que las funciones de costo asociadas a estos arcos [en unidades arbitrarias] son:  $C_1(f_1) = 50 + f_1$ ,  $C_2(f_2) = 50 + f_2$ ,  $C_3(f_3) = 10f_3$  y  $C_4(f_4) = 10f_4$  donde los símbolos  $f_1$  a  $f_4$  representan los flujos de tráfico en los correspondientes arcos. Supongamos ahora que seis usuarios quieren ir de un origen O a un destino D siguiendo los dos únicos itinerarios  $i_1 = (1, 4)$  e  $i_2 = (3, 4)$  posibles de la red.

Si cada itinerario es tomado por tres usuarios, se puede comprobar que los costos asociados a los arcos son  $C_1(3)=53$ ,  $C_2(3)=53$ ,  $C_3(3)=30$  y  $C_4(3)=30$ , mientras que los costos de cada usuario en los dos itinerarios seguidos son  $C(i_1)=C(i_2)=83$  unidades además ningún itinerario inutilizado tiene un costo inferior al de un itinerario no, utilizado [en este ejemplo se utilizan todos]. Así pues, ningún usuario puede reducir el costo que soporta decidiendo unilateralmente un cambio de itinerario. Se trata de una situación de equilibrio descriptivo, con un costo total para los seis usuarios de  $(6)(83)=498$  unidades. Supongamos que las autoridades de transporte deciden extender el modelo a fin de mejorar la circulación y reducir los costos de los usuarios [esperando también un ahorro de energía y una reducción de la contaminación]. Aparece un nuevo arco, el arco 5 [de costo asociado  $C_5(f_5)=50+f_5$ ] y un nuevo itinerario posible  $i=(3,5,4)$  como se muestra en el siguiente gráfico:



En cuanto se abre al tráfico el nuevo itinerario los usuarios se percatan enseguida de que el equilibrio ha sido roto, ya que el costo del itinerario  $i_3$ ,  $C(i_3)$ , es igual a 70 unidades [el flujo  $f_5$  es nulo] y por lo tanto éste itinerario es más ventajoso que  $i_1$  ó  $i_2$ . Uno de los usuarios que antes tomaba  $i_1$  toma ahora  $i_2$ . Como consecuencia de esta decisión, aumenta el tráfico en el arco 3 y su costo pasa de 30 a 40 unidades.

Este aumento no es bien recibido por un usuario que hasta ahora seguía  $i_2$ , que ahora decide también seguir  $i_3$ , de costo inferior, como se muestra en la siguiente gráfica:



Los flujos de tráfico en los distintos arcos pasan a ser  $f_1=2$ ,  $f_2=2$ ,  $f_3=4$ , y  $f_4=2$  esto permite calcular los costos asociados a los arcos  $C_1(2)=52$ ,  $C_2(2)=52$ ,  $C_3(4)=40$ ,  $C_4(4)=40$  y  $C_5(2)=12$ . Los costos de los 3 itinerarios posibles son entonces los siguientes:  $C(i_1)=C(i_2)=C(i_3)=92$  y el tráfico pasa a estar en equilibrio. Surgen ahora unas consecuencias sorprendentes: pese a la extensión de la red, el costo soportado por cada usuario pasa de 83 a 92 unidades y el

costo total pasa de 498 a 552 unidades. La extensión de la red habrá tenido un efecto global negativo.

Este resultado inesperado lleva el nombre de "paradoja de Braess", del nombre del investigador alemán que lo descubrió en 1968. En realidad la situación no tiene nada de paradójico. El aumento del costo está ligado al uso del equilibrio descriptivo por oposición al normativo. Según aquella noción, cada usuario minimiza su costo, pero nada garantiza que esta estrategia provoque una reducción de dicho costo. La situación sería completamente distinta si los usuarios llegaran a un entendimiento para realizar una situación de equilibrio normativo en la que algunos aceptaran pagar más en beneficio del grupo.

Con mayor generalidad, la paradoja de Braess indica la importancia de un análisis en profundidad de los efectos de los cambios en las infraestructuras urbanas: demuestra que los beneficios que intuitivamente se esperan de ciertos cambios pueden no materializarse y que la situación puede incluso empeorar. Volviendo al argumento, la paradoja demuestra que la distribución del tráfico puede mejorarse restringiendo la libertad de movimientos de los usuarios en la red he aquí por qué pueden ser útiles los recorridos de sentido único.

Uno de los modelos más conocido basado en el concepto de equilibrio descriptivo es el SATURN, desarrollado por D. Van Vliet, de la Universidad de Leeds, en Gran Bretaña, hacia 1986, que es uno de los modelos de asignación más utilizados en la actualidad.

Todos los métodos de asignación están basados en un cierto número de hipótesis relativas al comportamiento de los usuarios de la red y su validez, en consecuencia, depende del realismo de dichas hipótesis. Un gran número de métodos suponen que los usuarios de la red tienen un comportamiento uniforme, que todos utilizan la misma función de costo asociado a los ejes de la red. La noción de equilibrio de tráfico supone también que los usuarios pueden llegar a adquirir un conocimiento perfecto de la red [el estado de éste, por lo tanto, ha de ser estable] y utilizarlo lo mejor posible.

Sin embargo, la introducción de nuevas técnicas de información de los usuarios del transporte perturban considerablemente la disciplina de modelización tal como ha sido descrita hasta aquí. La más usual de estas técnicas es la radioguía o emisión por las estaciones de radio de auténticos boletines que permitan a los viajeros en camino a punto de partir, la elección del mejor itinerario.

Pero además de la radioguía ya familiar hay otras técnicas más avanzadas en estudio o en fase de prueba. La guía interactiva por ejemplo, permite que el conductor pueda preguntar a un centro especializado cuál es el mejor itinerario a seguir para llegar a su destino habida cuenta del estado actual de la red. Hay otros

muchos ejemplos: la detección automática de incidentes de tráfico por cámara de video, la instalación de microprocesadores especializados en la elección de itinerarios a bordo de los vehículos [que reciben entonces información sobre la red a través de canales de radio especiales], la utilización de paneles de mensaje variable para la regulación del tráfico e incluso el control de tráfico automatizado en los centros urbanos.

Estas técnicas dan una nueva dimensión a la gestión de los sistemas de transporte, cuyos responsables tienen una necesidad cada vez más evidente de modelos que sirven como ayudas a la decisión. También plantean retos muy importantes a los modelizadores porque introducen explícitamente factores que no siempre pueden tratarse correctamente con los métodos clásicos.

Así, los sistemas de información de los usuarios en tiempo real producen unas variaciones de tráfico a muy corto plazo que los modelos clásicos no pueden realmente representar. La mayoría de las metodologías suponen que el usuario elige su itinerario en la red conociendo la carga de éste. Aunque razonable en el caso de una red no perturbada, esta hipótesis se vuelve muy discutible en cuanto hay incidentes [se sabe que son muy numerosos] y sobre todo cuando la información sobre sus efectos se difunde rápidamente y diferenciadamente entre varias clases de usuarios [por ejemplo, los que están equipados con la tecnología adecuada y los que no lo están].

Así pues, la distribución de informaciones en el tiempo prácticamente impone la utilización de modelos dinámicos tanto en la asignación del tráfico como en la estimación de la demanda de transporte. Además, esta distribución se vuelve parte integrante del fenómeno del tráfico y por lo tanto también de la modelización.

#### 4.8 *Caso práctico. Una propuesta de la modelización del tráfico.*

La conjunción de semáforos y automóviles ha revolucionado el ritmo de vida de las urbes durante el siglo XX. Las grandes concentraciones de vehículos que se producen en ellas han llevado en diversos lugares y en distintas temporadas a restringir su libre circulación. Al margen de posteriores medidas que se lleguen a adoptar algún día, a continuación se propone un modo de mejorar la regulación del tráfico que efectúan los semáforos. El método matemático de la teoría de gráficas permite formular este asunto y poner al alcance soluciones óptimas que, en última instancia, va a facilitar tomar decisiones.

En pleno siglo de las Luces, el prolífico matemático Leonhard

Euler publicó la resolución de un célebre pasatiempo. Demostró que era imposible recorrer los siete puentes tendidos sobre el río Pregel en la ciudad de Königsberg, pasando una sola vez por cada uno de ellos. El procedimiento que empleó ha dado lugar a la teoría de gráficas, método con el que pueden formularse cuestiones en muy diversas áreas científicas en la búsqueda de respuestas óptimas que faciliten la toma de decisiones. Aquí se va a describir su aplicación concreta al control de tráfico urbano efectuado con semáforos.

Medio siglo después de la solución de Euler, un clérigo e ingeniero francés Claude Chappe, diseñó el primer semáforo. Esta voz compuesta por la raíz griega sema [signo] y por el sufijo griego phorós [que lleva], fue introducida, al igual que la palabra telégrafo, por el propio Chappe. Tres años después de su invento, en 1794, la Asamblea Legislativa francesa dio luz verde al plan de semáforos propuesto por Chappe y encendidamente defendido por su hermano Ignace. París y Lille quedaron así unidas por una serie de torres equipadas con un par de telescopios y un semáforo de dos brazos, constituyendo un sistema de transmisión de información a distancia cuya primera finalidad fue militar. La tarea que realizan hoy en día, sin embargo, es muy distinta: controlar el tráfico de vehículos.

Por lo que atañe a los automóviles, cabe decir que en 1879 el norteamericano George Selden solicitó la patente del automóvil de gasolina moderno que le fue concedida más de quince años después. En 1885, Gottlieb Daimler introdujo su motor de gasolina y un año más tarde el también alemán Carl Benz fabricó el modelo que se conoce actualmente como primer coche de gasolina, con cambio de marchas y que alcanzaba los 25 kms. por hora. Resulta significativo que a finales de siglo se fabricaran en todo el mundo unos 3,000 coches y que pasado un decenio esta cantidad ascendiese a 350,000. El orden de magnitud se disparó diez años después, pues sólo en Estados Unidos ya había 9 millones de automóviles. En 1985 se calcularon en más de 400 millones los coches existentes en el planeta.

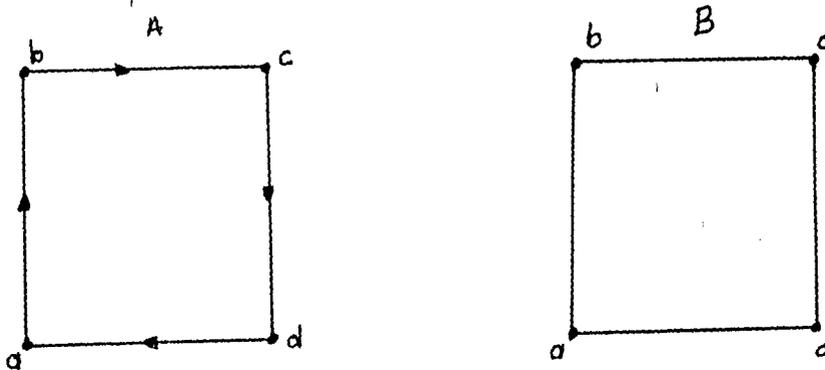
Veamos a continuación algunos conceptos básicos de la teoría de gráficas que van a permitir plantear adecuadamente el problema. Se llama gráfica dirigida  $G$  a un par de conjuntos  $(V, A)$  donde  $V$  está formado por vértices y  $A$  por arcos, que son pares de vértices ordenados. Así si se recorre una ciudad con un autobús de una agencia de turismo, el trayecto desarrollado puede señalarse en un plano mediante un punto [vértice] para los lugares donde se detiene, uniendo cada punto con el siguiente mediante una flecha [arco]. De este modo dispondremos de una gráfica dirigida que marcará el camino efectuado. Si se ha vuelto al punto de partida, se dice que el camino es cerrado y ciclo si además no se ha repetido ningún lugar.

Se dice que una gráfica dirigida  $G$  es conexa si dados dos vérti-

ces cualesquiera  $x, y$  existe un camino en  $G$  para ir de  $x$  a  $y$ . La longitud [número de arcos] del camino más corto se llama distancia y se representa por  $d(x, y)$ .

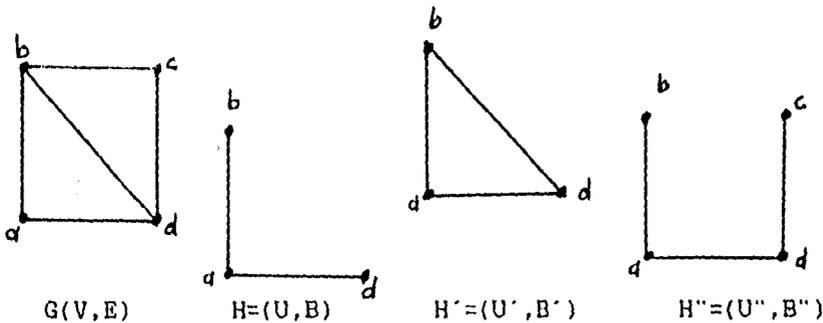
Si se prescinde del sentido de cada arco, éste pasa a llamarse rama y a la gráfica no dirigida que resulta se le denomina simplemente gráfica y se representa como  $G=(V, E)$ .

Dos vértices de una gráfica  $x$  y  $y$  son adyacentes si están unidos mediante una rama. El grado de un vértice  $x$  se define como el número de ramas que confluyen o parten de él. Si todos los vértices de una gráfica  $G$  tienen el mismo grado se dice que  $G$  es regular. Véase la siguiente figura:



Supongamos que una ruta turística consiste en recorrer cuatro centros históricos que designaremos por las letras  $a, b, c, d$ . Si el autobús parte de  $a$  y hace tres paradas en  $b, c$  en  $d$  y antes de volver de nuevo al punto de partida, podemos generar la gráfica dirigida  $A$ , el camino que ha seguido el autobús es un ciclo, ya que se retorna al punto  $a$  sin repetir ningún lugar. La distancia entre los puntos  $a$  y  $c$  de la gráfica dirigida es dos:  $d(a, c)=2$ . Si se prescinde del sentido de cada arco de la gráfica dirigida, se obtiene el grafo regular  $B$ .

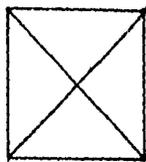
Una subgráfica de la gráfica  $G=(V, E)$  es una gráfica  $H=(U, B)$  tal que todos sus vértices están en  $V$  y todas sus ramas en  $E$ . La subgráfica  $H$  es generadora de  $G$  si el conjunto de sus vértices coincide con el de  $G$ , es decir:  $U=V$ . Y se dice que es inducida de  $G$  si  $B$  está formado por las ramas de  $E$  que unen vértices de  $U$ , como se muestra en la siguiente figura:



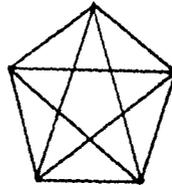
Las gráficas  $H$ ,  $H'$  y  $H''$  son subgráficas de  $G$ , como se puede apreciar. Pero sólo  $H''$  es una subgráfica generadora de  $G$ , ya que los vértices de ambas gráficas son los mismos. La única subgráfica inducida de  $G$  es  $H'$ , ya que las ramas que unen sus tres vértices están definidas en  $G$ .

Una gráfica completa es la que tiene una rama entre cualquier par de vértices.

A una subgráfica completa de una gráfica  $G$  se le llama peña [clique en inglés] y se dice que es dominante si no está contenida en otra peña de  $G$ , como se muestra enseguida:



$K'$



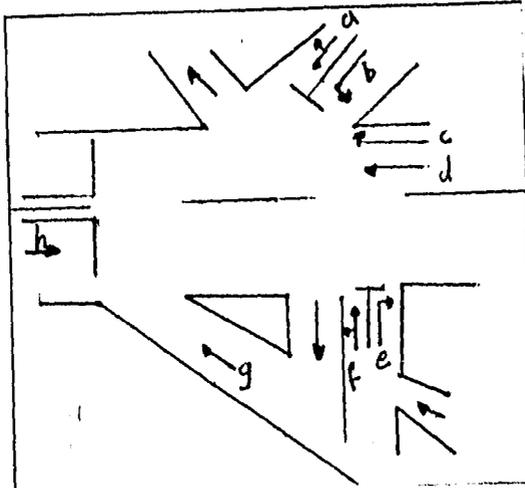
$K''$

La gráfica  $K'$  es una gráfica completa de 4 vértices y de 6 ramas, por lo que entre cualquier par de vértices existe una rama. Lo mismo sucede para la gráfica completa  $K''$ , con 5 vértices y 10 ramas. Se puede apreciar también que  $K'$  es una peña (clique) de  $K''$ , ya que es una subgráfica completa de  $K''$ . No obstante  $K'$  no forma una peña dominante en  $K''$  ya que ésta es una gráfica completa que contiene a  $K'$ .

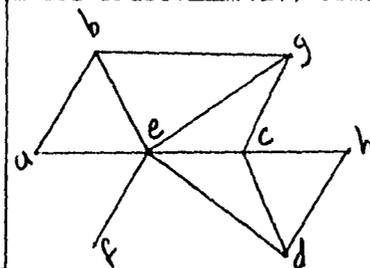
Ahora se verá, a través de un ejemplo, cómo la teoría de gráficas puede resultar una herramienta interesante en el diseño de un sistema de semáforos.

Supongamos que en un cruce de calles confluyen un total de ocho sentidos de circulación que se designarán por:  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $g$ ,  $h$ . Algunos de los cuales podrán acceder simultáneamente ya que

los vehículos que circulan no corren evidente riesgo de chocar entre sí, como se observa en la siguiente figura:



Esta situación puede modelarse de la siguiente manera: cada sentido de circulación se representará por un vértice y diremos que dos vértices son adyacentes si los sentidos correspondientes pueden tener luz verde a la vez, y no lo son cuando el riesgo de colisión así lo justifica. De este modo disponemos de una gráfica de compatibilidad del cruce  $G=(V,E)$ , como se muestra enseguida:

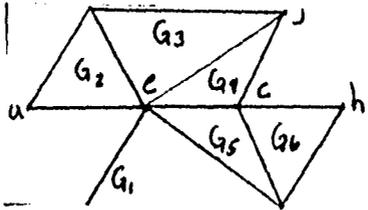


Al cruce de calles podrán acceder simultáneamente los vértices de la gráfica de compatibilidad  $G$  que definen el conjunto  $V'$  de una subgráfica completa  $G'$ . Para el ejemplo que se está tratando, los vehículos cuyo sentido de circulación se encuentra en  $@=\{a,b,e\}$  pueden circular por el cruce sin riesgo de chocar ya que todos los sentidos son compatibles entre sí [hay una rama entre cualquier par de vértices de  $@$ ], o lo que es lo mismo, existe una subgráfica completa  $G'=(V',E')$  donde  $V'=@$ .

Así tenemos que los coches de  $\&=\{a,f,e\}$  no pueden cruzar a la vez ya que los de  $a$  y los de  $f$  correrían un riesgo claro de chocar, o bien, en términos de gráficas porque la subgráfica inducida correspondiente  $G'=(\&,E')$  no es completa al no existir una rama entre  $a$  y  $f$ .

Lo que se persigue es diseñar un sistema de asignación de luces que por un lado garantice la eficacia en el acceso: ningún coche que pueda circular debe permanecer parado, y que por otro nos asegure un cierto orden: la asignación de luces ha de ser cíclica y en cada ciclo todos los vehículos deben disponer de una fase de luz verde y de una fase de luz roja.

Lo primero que se ha de hacer para satisfacer los requisitos anteriores es buscar todas las peñas dominantes de la gráfica de compatibilidad, tarea que en gráficas de cierta complejidad no resulta sencilla y que en muchos casos requiere la ayuda de la computadora. En el ejemplo trabajado existen seis peñas dominantes:  $G_1=\{e,f\}$ ,  $G_2=\{a,b,e\}$ ,  $G_3=\{b,e,g\}$ ,  $G_4=\{c,e,g\}$ ,  $G_5=\{c,d,e\}$  y  $G_6=\{c,d,h\}$ , como se muestra enseguida:

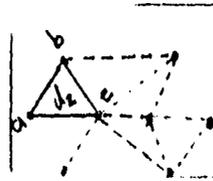


Con la lista de peñas ya confeccionada se está en condiciones de establecer el proceso de control. Al asignar luz verde a una peña  $G_i$  se permite el acceso a todos los vértices que la definen. Como  $G_i$  es peña dominante de  $G$  en ningún instante puede acceder un nuevo sentido de circulación que no éste incluido en ella.

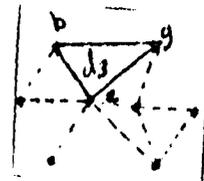
Se supondrá la siguiente asignación de luz verde a las peñas:  $G_1$  dispondrá de  $d_1$  segundos de luz verde,  $G_2$  de  $d_2$  segundos y así sucesivamente hasta  $G_6$ , volviéndose a repetir a continuación el mismo proceso, como se muestra a continuación:



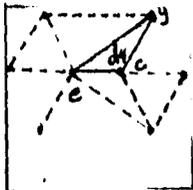
G1



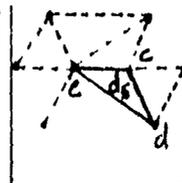
G2



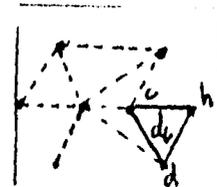
G3



G4



G5



G6

El sistema de asignación de luces consiste en dar luz verde a las peñas dominantes de la gráfica de compatibilidad. De esta forma se asignarán  $d_1$  segundos a la peña (1),  $d_2$  segundos a la peña (2), etc., repitiéndose el proceso al expirar los  $d_6$  segundos de que dispone la peña (6). Así se consigue optimizar la eficiencia en el proceso, ya que en ningún momento puede circular por el cruce un nuevo sentido de circulación que no pertenezca a la peña dominante de vértices que en ese instante tiene luz verde. Para la ordenación de peñas que aquí se ha propuesto, todos los coches tienen una fase de luz verde y una fase de luz roja en cada tiempo de ciclo.

Si consideramos que  $d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6 = T_{ciclo}$ , todos los sentidos de circulación tendrán posibilidad de acceder en un intervalo de tiempo de duración  $T_{ciclo}$ .

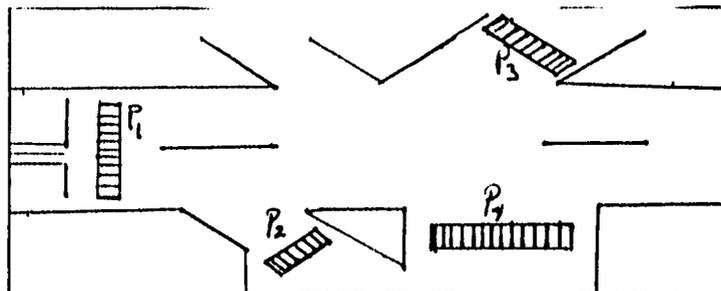
El único requisito que queda por cumplir es que todos los sentidos de circulación dispongan de una fase de luz verde y una fase de luz roja con periodicidad igual al tiempo de ciclo, con ello se evitará una asignación caótica de luces y sus posibles consecuencias, ello exige la existencia de una ordenación adecuada de las peñas dominantes de la gráfica, esta propiedad se verifica en un cierto tipo de gráficas que reciben el nombre de circulantes. En el caso en que la gráfica no fuera circulante, será preciso buscar alternativas que nos permitan disponer de una gráfica de compatibilidad que si lo sea, en bastantes casos la solución consistirá en reducir el número de sentidos de circulación que se definen en el cruce de calles.

Se ha demostrado mediante medios computacionales que todas las gráficas con un máximo de cuatro vértices son circulantes, el porcentaje baja a un 97% para los de cinco y disminuye progresivamente al aumentar el número de vértices. Se puede extraer la conclusión de que es relativamente improbable que nos encontremos con un diseño inicial que nos lleve a una gráfica no circulante, habida cuenta que es difícil encontrar cruces con un número elevado de sentidos de circulación.

No obstante, es preferible diversificar al máximo el tráfico por el cruce, definiendo tantos sentidos de circulación como sea posible. De esta forma se puede diseñar sistemas de control más flexibles, con más grados de libertad y que respondan mejor a todas las situaciones que puedan plantearse. Se tendrá que encontrar un equilibrio entre la obligación de obtener grafos de compatibilidad circulantes, la necesidad de maximizar el número de sentidos de circulación y las limitaciones que en este último aspecto ofrezca el entorno [carril R100, carril bicicleta, anchura de la calle, etc.].

Una vez concluido el diseño del cruce y de que se disponga de una gráfica de compatibilidad circulante, se puede introducir en el

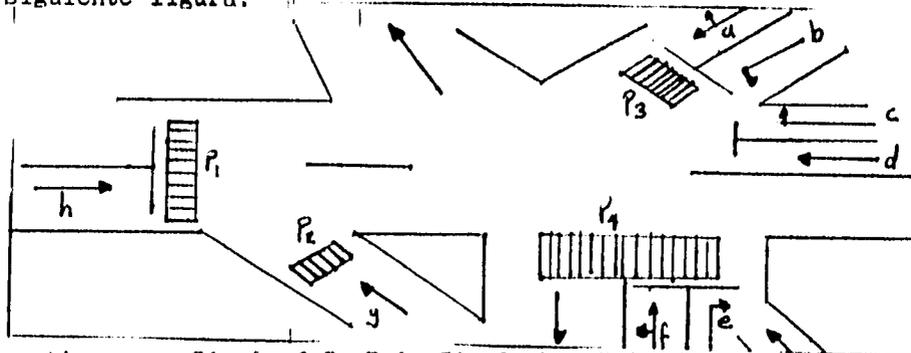
sistema los pasos de peatones como se muestra enseguida:



Aquí se representa con  $P_i$ , con  $i=1, \dots, 4$ , los pasos de peatones.

Cada uno de estos pasos supone un nuevo vértice en la gráfica de compatibilidad. En efecto, los peatones como usuarios del cruce que son, también tienen derecho a circular. Todos los pasos de peatones son compatibles entre sí, pero esto no sucede entre peatones y vehículos, por lo que habrá que contemplar esta eventualidad.

Hasta ahora se ha hablado de la gráfica de compatibilidad  $G$  refiriéndose exclusivamente a los sentidos de circulación de vehículos. Pero tal como se ha indicado es necesario hacer extensiva la gráfica a todos los usuarios del cruce. La gráfica  $G'$  que se busca tendrá al igual que  $G$ , seis peñas dominantes  $G'_1, G'_2, \dots, G'_6$ , de forma que:  $G'_1 \cup P_1$ . Donde  $P_1$  es el conjunto de pasos de peatones que pueden circular cuando lo hagan los vehículos asociados a la peña  $G_1$ . Por consiguiente para la siguiente figura:



se tiene que  $G'_1 = \{e, f, P_2, P_3\}$ ,  $G'_2 = \{a, b, e, P_2\}$ ,  $G'_3 = \{b, e, g, P_3\}$ ,  $G'_4 = \{c, e, g, P_1, P_3\}$ ,  $G'_5 = \{c, d, e, P_2, P_3\}$  y  $G'_6 = \{c, d, h, P_2, P_3, P_4\}$ . La gráfica  $G'$  resulta ser circulante, esto no es una casualidad, por un paso de peatones no se podrá cruzar cuando circulen coches en determinados sentidos, de esta forma se tendrá que por  $P_2$  no se podrá pasar mientras los coches de  $g$  tengan luz verde, por  $P_4$  no se podrá cuando la tengan  $f, e, a$ , etc..

Esta correspondencia directa es la que posibilita que  $G'$  sea circulante, siempre y cuando lo sea  $G$ . Se puede ver que todos los usuarios del cruce van a disponer de un tiempo de fase verde  $TV_x$ , donde  $x$  es cualquiera de los vértices de  $G'$ , que es combinación lineal de los tiempos de luz verde de las peñas dominantes:  $d_1$ . Así los vehículos de  $b$  podrán circular durante  $d_2+d_3$  segundos en cada ciclo:  $TV_b=d_2+d_3$ ; los de  $e$  durante  $d_1+d_2+d_3+d_4+d_5$  segundos:  $TV_e=d_1+d_2+d_3+d_4+d_5$ ; de igual forma  $TV_x=d_1$ ,  $TV_f=d_5+d_6+d_1+d_2$ ,  $TV_g=d_4+d_5+d_6+d_1$ , etc.. Los tiempos de luz roja  $TR_x$  se definen de forma análoga, aplicando que  $TR_x=T_{ciclo} - TV_x$ .

De cara a asignar los tiempos  $d_i$  se impone una distinción fundamental entre dos tipos de control del semáforo: el estático y el dinámico. En el control estático los tiempos  $d_i$  son fijos. Se obtiene una considerable simplificación, ya que no se tiene en cuenta las fluctuaciones de la intensidad de tráfico. Aunque esta simplificación, se hace en detrimento de la realidad, los resultados pueden ser suficientes en la mayoría de los casos. De hecho en las grandes urbes actuales este sistema es el que se utiliza.

Lógicamente, el control dinámico es más difícil de implantar, no sólo por la necesidad de recolección y validación a posteriori de los datos sino también por la aparición de un ente inteligente que gestione esta información y determine los  $d_i$  más adecuados en cada ciclo.

Será necesario entonces determinar qué datos se van a suministrar a la unidad de control y qué proceso sigue ésta para calcular los tiempos de asignación a las peñas dominantes.

Por un lado habrá que tener en cuenta que el tiempo de ciclo es constante:

$$d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6=T_{ciclo} \quad (I)$$

Tanto coches como peatones deben poder pasar por el cruce cada ciclo de tiempo:

$$TV_x > T_{min_x}, \text{ siendo } x \text{ un vértice de } G' \quad (II)$$

$T_{min_x}$  es el tiempo mínimo de luz verde que precisa cada usuario. Si  $x$  es un paso de peatones, entonces el valor de  $T_{min_x}$  dependerá principalmente de la anchura de la calle y de la velocidad de los peatones en atravesarla. Si  $x$  es un sentido de circulación,  $T_{min_x}$  será el tiempo mínimo de luz verde que se quiere asignar a ese sentido en un ciclo concreto.

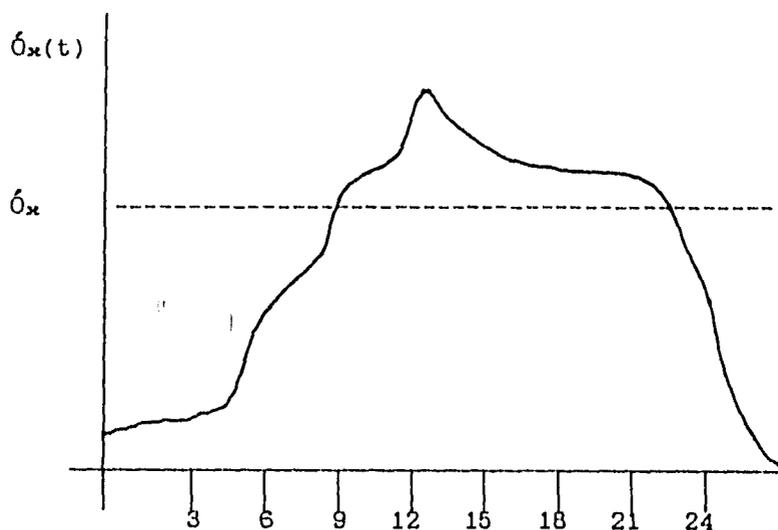
Si conocemos la intensidad de tráfico en todos los sentidos de circulación existentes en el cruce:  $\hat{O}_a, \hat{O}_b, \hat{O}_c, \dots, \hat{O}_n$ , en vehículos por segundo, podemos estimar el número de automóviles con fase roja que tendremos para una asignación  $d_1, \dots, d_6$ :

$$\beta = TR_a(\hat{O}_a) + TR_b(\hat{O}_b) + \dots + TR_n(\hat{O}_n) \quad (III)$$

Obsérvese que (I) y (II) pueden ser las restricciones de un problema de programación lineal, donde (III) es la función a minimizar. Si al acabar un ciclo se conoce el valor de las tasas de tráfico de vehículos  $\bar{O}_x$ , con  $x$  vértice de  $G$ , que en ese momento circulan por el cruce, se podrán calcular los  $d_i$  que minimicen el número de coches con fase roja en el siguiente ciclo de asignación, para ello bastará con resolver el problema lineal que se plantea en I) y (II), minimizando la función (III). Si este proceso se repite en cada ciclo del semáforo obtendremos un control dinámico y óptimo.

Si se considera que las tasas de tráfico permanecen constantes, o bien sufren pequeñas variaciones en torno a un valor medio, puede repetirse de la misma manera todo el proceso anterior; calculándose los  $d_i$  óptimos que minimicen el número de coches con fase roja que en promedio circulan por el cruce. Este sistema de asignación es estático, ya que el valor de los tiempos  $d_i$  se mantienen siempre constante.

Es evidente, que este sistema no conviene en el caso de que la tasa media  $\bar{O}_x$  no se ajuste bien a las evoluciones de su valor instantáneo  $\hat{O}_x(t)$ , como se muestra enseguida:



Los tiempos de asignación a las peñas dominantes de la gráfica de compatibilidad se calculan resolviendo un problema lineal: las restricciones consisten en asegurar un mínimo de luz verde a vehículos y peatones, y en imponer una duración de ciclo determinada; la función a minimizar es el número de coches que van a encontrar el semáforo en rojo. Si se considera el valor medio de la

intensidad de tráfico,  $\hat{O}_x$ , en cada uno de los accesos del cruce, el valor de los tiempos  $d_i$  permanece constante a lo largo del tiempo, se hablará entonces de un control estático del sistema semáforos. Pero si se calculan los  $d_i$  en base al valor instantáneo de  $\hat{O}_x(t)$ , en el que se tiende a dar más luz verde a aquellos sentidos que soporten una mayor intensidad de tráfico, favoreciendo la fluidez en períodos de máxima intensidad [hora pico].

y que en su lugar es preferible un sistema de control dinámico donde para cada ciclo de asignación los  $d_i$  pueden ser diferentes [para lo cual se deberá resolver el problema lineal anterior antes de iniciar un nuevo ciclo de asignaciones, tomando unas  $\hat{O}_x$  más acordes al tráfico que en esos momentos circula por el cruce]. Un control dinámico permite asegurar que en todo momento los tiempos de asignación son los óptimos, pero obliga al sistema a conocer puntualmente los valores de  $\hat{O}_x(t)$ , por lo que será necesario instalar sensores de tráfico que nos señalen el número de vehículos que circulan en cada sentido.

Antes de poner en marcha, en un entorno real, el sistema de control adaptado, se simulará este proceso, esto es, se hará funcionar dicho sistema e la realidad ficticia, de un computador. Para ello se sustituirá el tráfico real por otro virtual que se comporte según un modelo previamente definido.

De este modo se evitarán los problemas derivados del hardware de la instalación y se podrá comparar en esta realidad simulada el sistema de control estático frente al dinámico.

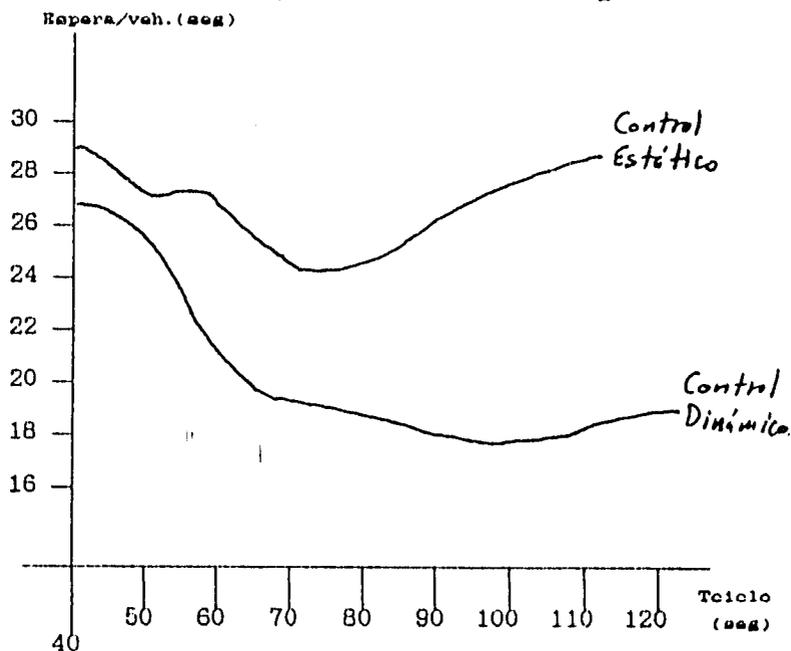
Para definir un modelo, es conveniente observar con atención las evoluciones del tráfico circulante en una gran ciudad. No se tarda mucho tiempo en apreciar que cualquier vehículo pasa alternativamente por situaciones de reposo y de movimiento. Obviamente una vez puesto en marcha, es preferible que un vehículo esté en movimiento que detenido, pero esto último es inevitable al ser los cruces recursos de uso restringido a la libre circulación. De ahí que no se puede evitar que los coches formen una línea de espera hasta que les sea permitido el paso.

A cada sentido de circulación que se define en un cruce se le asocia una cola o línea de espera, la cual se llena y se vacía en razón de las fases de luz roja y de luz verde que ofrece el semáforo. Para evaluar si el control es correcto o no habrá que contar con algún parámetro, aquí se empleará el tiempo de espera total acumulado por todos los vehículos que circulan por el cruce, se considerará que un control será mejor que otro si la espera acumulada por los coches a lo largo de la simulación es menor.

Una línea de espera se vacía cuando el semáforo se pone verde, un modelo realista ha de tener en cuenta que existe un retardo entre

el momento en que un automóvil puede ponerse en movimiento y el instante en que éste en efecto se empieza a mover; lo que induce a pensar en un tiempo medio de reacción para todos los conductores, que puede variar según la hora del día o el estado de ánimo de cada cual. Una vez que un coche se empieza a mover, se supone que seguirá un movimiento acelerado hasta alcanzar una velocidad más o menos constante, aunque no hay que olvidar que cuando se circula en caravana el movimiento de un vehículo está condicionado por lo que haga su predecesor en la fila. Si se desea simular el control de un cruce aislado, se considera que el tráfico que entra en las líneas de espera tiene un comportamiento no determinista según un modelo de Poisson. Si bien, frecuentemente, el tráfico de entrada en una cola coincide con el de salida de otra, por lo que su modelo se ajustará más al de tráfico con racha, pudiéndose buscar una sincronización entre semáforos consecutivos que minimice el número de paradas de los vehículos.

El entorno de simulación propone las condiciones bajo las que se va a desarrollar el proceso en el computador. En este caso, quedará determinado por la gráfica de compatibilidad del cruce, el tiempo de ciclo, la evolución de la intensidad del tráfico que entra en las filas, los parámetros del modelo que se utiliza [velocidad de los vehículos, tiempos de reacción, longitudes medias, etc..] y el tipo de asignación [fija o dinámica]. La simulación permite obtener la espera media y el número medio de paradas de los vehículos, datos capitales para decidirse por un sistema de control u otro, como se muestra enseguida:



Antes de proceder a diseñar un sistema de semáforos, se debe conocer las características del tráfico que circula para poder modelarlo, se deberán cuantificar los tiempos de reacción, la velocidad máxima, la aceleración, distancias medias, etc., las posibilidades físicas del cruce con el fin de definir adecuadamente los sentidos de circulación y la evolución de la densidad de tráfico a lo largo del día por cada uno de los accesos del cruce. Con toda esta información, se puede definir a gráfica de compatibilidad  $G'$  y con ayuda de la simulación por computadora, realizar un estudio de aquellos parámetros del entorno que permitan minimizar la espera acumulada por los vehículos: tiempo de ciclo, sistema de control [estático o dinámico], etc.. Finalmente hay que considerar la viabilidad económica del sistema, un control estático tendrá unos costos inferiores a uno dinámico, por lo que se ha de valorar en cada caso si las mejoras que se introducen con un diseño compensan su costo económico.

Un sistema de control dinámico sólo mejora de forma sustancial los tiempos de espera frente a un sistema estático cuando la intensidad de tráfico fluctúa de forma importante a lo largo del día.

Sin embargo, en un cruce con una alta densidad de tráfico, la espera será siempre elevada, por más sofisticado que sea el sistema de control utilizado. En tales casos, la única solución eficaz es construir pasos a desnivel o contar con una infraestructura vial adecuada.

En las grandes ciudades actuales, la circulación es uno de los problemas más serios con los que se enfrentan sus habitantes. Dotar con cierta inteligencia a los semáforos, tal como se propone, puede permitir un considerable ahorro de tiempo perdido en esperas crispadas y por consiguiente una mejora en la calidad de vida.

## C O N C L U S I O N E S.

Como resultado de la presente investigación se puede concluir que la toma de decisiones basada en la intuición, adivinanza, suerte o experiencias anteriores está dejando paso a la toma de decisiones más racional, confiada al enfoque científico en la resolución del problema.

Es natural que ninguna técnica podrá sustituir al acto decisorio, pero muchas de ellas pueden ayudar a plantear correctamente la problemática y presentar las distintas soluciones alternativas debidamente valoradas.

Las decisiones afectan múltiples intereses. Casi todas las personas moderadamente activas actúan tanto en papeles individuales como de organización. Es esencial averiguar a que intereses se les debe dar prioridad y cuáles pueden desatenderse sin peligro, pero es difícil estimar cómo verán otros el impacto de la decisión en sus propios intereses.

Las decisiones producen cambios y éstos a su vez crean temores y ansiedades que producen resistencia y hostilidad. La resistencia puede parecer irracional y desligada de los cambios benéficos, pero debe preverse.

El Actuario debe estar preparado para distinguir y evaluar las distintas alternativas a su alcance utilizando para ello las técnicas matemáticas que conoce y aplicándolas oportunamente en el proceso de toma de decisiones, señalando sus ventajas y limitaciones para así conocer que tipo de decisiones pueden aplicarse a problemas determinados, ponderando su responsabilidad hacia los distintos aspectos o niveles que puedan resultar afectados por las mismas, es decir el Actuario debe considerar su ética como profesional.

Como se ha visto, se requieren suposiciones sobre el ambiente de decisión, sobre factores ambientales generales y sobre los intereses de varios grupos demandantes, como ya se ha mencionado. Las personas se incorporan a los escenarios que describen la visión del estado futuro del ambiente, de quien toma la decisión.

El proceso de tomar decisiones acarrea costos que deben considerarse y limitarse cuanto sea posible.

Las decisiones involucran eventos futuros; pero si el futuro es incierto, no se pueden diferir las decisiones. El mejoramiento en tomar decisiones se juzga en comparación con los resultados y técnicas de otros, y no de acuerdo con estándares absolutos. Las decisiones requieren de un momento oportuno y de un balance psicológico apropiado entre el pasado, el presente y el futuro. La toma de decisiones exige la máxima creatividad.

Considero al Actuario una de las personas más idóneas para

ejercitar el proceso de toma de decisiones, pues posee una sólida preparación profesional y el conocimiento de la teoría, así como la madurez de criterio que da la aplicación práctica de la misma.

Como se ha visto el material contenido en ésta investigación no le es desconocido al Actuario, pues a lo largo de su preparación académica se ha encontrado con materias tanto de actuaría como de matemáticas que le permiten una comprensión fácil del material de éste trabajo, lo cual viene a confirmar que el Actuario esta capacitado para participar en la toma de decisiones racional.

Como argumento de lo anterior se tiene el capítulo III el cual abarca dos técnicas de la toma de decisiones de una corporación las razones y las decisiones financieras. Como se mostró las razones financieras comprende los tipos más comunes de comparaciones para determinar el grado de endeudamiento de la empresa al igual que su capacidad para cumplir con los pagos asociados a la deuda; lo cual resulta de interés tanto para accionistas y acreedores como para la administración de la empresa. Los accionistas presentes, al igual que los futuros, se interesan por los niveles de riesgo presentes y futuros (liquidez, actividad y deuda), así como por los rendimientos (rentabilidad).

Por otro lado las decisiones financieras, se enfocan al estudio de dos funciones principales de un corporativo; la financiación y la inversión. Como se vió la financiación describe la administración de fuentes de capital. Por otro lado, las decisiones en materia de financiamiento se concentran en el conjunto, dimensión y composición de las fuentes de financiación. La inversión, por otra parte, describe la administración de usos de capital. Las decisiones de inversión se avocan a la selección de las mejores alternativas de invertir los recursos.

En vista de lo anteriormente expuesto, al examinar el organigrama de cualquier empresa de dimensiones importantes será posible comprobar que el área de finanzas tiene dispensado un máximo nivel. En este sentido los esfuerzos académicos y la divulgación doctrinaria han fructificado, logrando para la gestión financiera un merecido prestigio y reconocimiento.

Es por ello que al ejecutivo del área de finanzas le corresponden tres funciones fundamentales: planeación financiera, asignación de fondos a activos específicos y obtención de fondos, funciones que como se ha mostrado pueden ser resueltas por un actuario.

Es decir responsabilidades tan cruciales para la supervivencia y expansión de la firma no pueden sino corresponder a un funcionario con un lugar destacado en la estructura de la organización y que mejor que dicho lugar sea ocupado por el actuario.

El ejemplo de programación lineal en finanzas fue motivado por lo siguiente: toda conducta individual, grupal u organizacional está

orientada hacia el cumplimiento de objetivos. La palabra objetivo sugiere estructurar determinada actividad en una dirección precisa.

Los objetivos de la empresa son las condiciones que determinan sus prioridades, políticas y procedimientos; constituyen un punto de referencia para la planeación y el instrumento para coordinar el accionar de todas las áreas. Se necesita establecer objetivos explícitos y medibles, pues sólo así será posible identificar los cursos de acción que mejor se corresponden con ello. Posteriormente en los hechos consumados, esos mismos objetivos servirán para evidenciar la bondad de las decisiones adoptadas. Una organización sin objetivos claros en sus áreas esenciales es un cuerpo no preparado para la sobrevivir.

En vista de lo anterior la responsabilidad principal del actuario es aportar las técnicas adecuadas para resolver los problemas de inversión y financiación de manera apropiada a los objetivos de la empresa. Es decir, debe entender que el objetivo de la empresa en el mundo capitalista es la de maximizar la ganancia.

En cuanto al capítulo IV, como se ha observado no es en esencia el modelo de transporte de la programación lineal, es una variante que utiliza parte de la teoría del modelo antes citado.

El modelo de transporte aborda el problema del tráfico, i.e., de la circulación de vehículos, en una ciudad. La propuesta de solución a éste problema se enfoca en la dosificación del tráfico de vehículos mediante la adecuada coordinación en el cambio de las luces de los semáforos, solucionando de paso las aglomeraciones peatonales en los cruces.

## B I B L I O G R A F I A

- HUBER C. P.  
TOMA DE DECISIONES EN LA GERENCIA  
EDITORIAL TRILLAS  
MEXICO 1984
- SANTIAGO LAZZATI  
CLAVES DE LA DECISION EN LA EMPRESA. METODO Y PARTICIPACION  
EDICIONES MACCHI  
ARGENTINA 1993
- CIARAN WALSH  
RATIOS CLAVE PARA LA DIRECCION DE LA EMPRESA  
EDITORIAL FOLIO  
ESPANA 1994
- E. GALVEZ AZCANIO  
ANALISIS DE ESTADOS FINANCIEROS Y SU INTERPRETACION  
EDICIONES CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS  
MEXICO 1992
- BLANK TARQUIN  
INGENIERIA ECONOMICA  
EDITORIAL MCGRAW-HILL  
MEXICO 1978
- ARTURO INFANTE VILLARREAL  
EVALUACION FINANCIERA DE PROYECTOS DE INVERSION  
EDITORIAL NORMA  
COLOMBIA 1991
- DOMINGO J. MESSUTI-VICTOR A. ALVAREZ-HUGO R. GRAFFI  
SELECCION DE INVERSIONES. INTROD. A LA TEORIA DE LA CARTERA  
EDICIONES MACCHI  
ARGENTINA 1992
- Y. SHEFFI  
URBAN TRANSPORTATION NETWORKS  
PRENTICE-HALL  
INGLATERRA 1985
- J. NASARRE  
SEMAFOROS INTELIGENTES  
BARCELONA 1992
- F. ROBERTS  
GRAPHS THEORY AND ITS APPLICATION TO PROBLEMS OF SOCIETY  
SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS  
PENNSYLVANIA 1978

A N N E X O I S

CANNON MILLS, S.A. Y SUBSIDIARIAS  
ESTADO CONSOLIDADO DE POSICION FINANCIERA

ANEXO A-1

31 de diciembre de 1979 y 1978

Presentado en miles de pesos mexicanos

INVERSIONES	1979		1978
<b>CORTO PLAZO</b>			
Efectivo y valores de realizaci3n inmediata	\$81,413		\$34,374
Cuentas y documentos por cobrar			
Clientes	\$129,137		\$129,058
Personal	\$3,573		\$867
Otras cuentas y documentos por cobrar	\$18,964		\$16,251
	-----		-----
Inventarios	\$233,087	(B-6)	\$180,550
Costos diferidos por impuestos y participaci3n	\$160,013	(B-7)	\$92,180
corto plazo	\$12,730		\$7,307
	-----		-----
Total de Inversiones a Corto Plazo	\$405,830	(B-1)	\$280,037
<b>LARGO PLAZO</b>			
Propiedades, planta y equipo, menos depreciaci3n			
acumulada	\$274,111		\$227,921
Derechos y fondos en fideicomiso	\$4,690		\$9,371
Muebles exhibidores e intangibles, menos amortizaci3n			
acumulada	\$521		\$821
Costos diferidos por impuestos-largo plazo, y otros			
activos	\$16,535		\$9,732
	-----		-----
Total de Inversiones a Largo Plazo	\$295,857	(B-8)	\$247,845
	\$701,687	(B-4)	\$527,882

CANNON MILLS, S.A. Y SUBSIDIARIAS  
 ESTADO CONSOLIDADO DE POSICION FINANCIERA  
 31 de diciembre de 1979 y 1978

Presentado en miles de pesos mexicanos

OBLIGACIONES	1979	1978
<b>CORTO PLAZO</b>		
Cuentas y documentos por pagar		
Vencimientos en 1980 y 1979, respectivamente, de		
obligaciones a largo plazo	\$11,710	\$36,054
Préstamos bancarios a corto plazo	\$74,984	\$29,937
Proveedores	\$23,340	\$21,861
Otras cuentas, documentos y gastos por pagar	\$71,019	\$24,552
Impuestos y otras obligaciones acumuladas		
Total de Obligaciones a Corto Plazo	\$205,008 (B-2)	\$150,700
<b>LARGO PLAZO</b>		
Documentos y cuentas por pagar		
Proveedores de maquinaria	\$16,582	\$109
Préstamos de Instituciones de crédito	\$0	\$21,274
Obligaciones en circulación	\$60,000	\$60,000
Impuesto y participación latentes sobre super-vit por		
actualización del valor de propiedades	\$58,079	\$66,093
Total de Obligaciones a Largo Plazo	\$134,661	\$147,476
Total de Obligaciones	\$339,669	\$298,176
Participación de accionistas minoritarios en el capital de		
subsidiarias consolidadas	\$128 (B-5)	\$80
<b>CAPITAL</b>		
Capital de Cannon Mills, S.A.	\$166,555	\$109,555
Super-vit por actualización del valor de prop	\$49,171	\$64,591
Utilidades retenidas	\$146,164	\$55,480
Total de Capital	\$361,890	\$229,626
	\$701,687	\$527,882

CANNON MILLS, S.A. Y SUBSIDIARIAS  
ESTADO CONSOLIDADO DE RESULTADOS Y DE  
UTILIDADES RETENIDAS

ANEXO A - 2

Años terminados el 31 de diciembre de 1979 y 1978

Presentado en miles de pesos mexicanos

RESULTADOS DEL EJERCICIO:	1979		1978
Ventas Netas	\$741,020	(E-1)	\$462,751
Gastos variables			
Costo de manufactura de los productos vendidos	\$379,113		\$275,128
Costos directos de distribución	\$22,615		\$17,690
	-401,728	(E-4)	-292,818
Margen para absorber gastos fijos	\$339,292		\$169,933
Gastos fijos			
Administración, venta y distribución	\$151,746		\$91,262
Intereses y otros gastos sobre financiamientos	\$17,648	(E-3)	\$23,085
	-169,394		-114,347
Utilidad antes de impuesto, participación y resultados extraordinarios	\$169,898		\$55,586
Impuesto sobre la utilidad	\$70,727		\$24,523
Participación al personal en la utilidad	\$13,681		\$4,710
	(\$84,408)		(\$29,233)
Utilidad antes de resultados extraordinarios y participación a minoritarios	\$85,490		\$26,353
Resultados extraordinarios	\$13,645		\$2,030
Utilidad neta antes de participación a minoritarios	\$99,135		\$28,383
Participación de accionistas minoritarios en	(\$51)		(\$18)
UTILIDAD NETA	\$99,084	(E-2)	\$28,365
UTILIDADES RETENIDAS:			
Al iniciar el año	\$55,480		\$27,115
Dividendos decretados y capitalizados	(\$8,400)		\$0
Utilidades retenidas al 31 de diciembre	\$146,164		\$55,480

RAZONES FINANCIERAS POR SECTOR (Promedios)

ANEXO B

	Act. Circ./ Pas.Circ.		Act.Total/ Cap.Cont.		Pas.Mon.Ext./ Act.Total	
	1993	Var.	1993	Var.	1993	Var.
Alimentos	1.95	0.06	1.64	(0.29)	0.10	(0.02)
Autopartes	2.19	0.07	2.82	0.54	0.13	0.00
Comercio	1.53	0.05	1.73	(0.06)	0.04	0.00
Construcción	3.01	0.62	1.66	(0.43)	0.14	0.00
Electrónica	2.20	0.11	1.71	(0.07)	0.12	(0.03)
Controladoras	1.28	0.00	2.60	0.02	0.31	0.05
Metalurgia	2.44	1.61	1.95	(0.75)	0.15	(0.12)
Minería	1.73	0.31	2.06	0.14	0.32	0.08
Papel y celu.	1.62	(0.01)	2.67	0.67	0.29	0.09
Química	2.29	0.24	1.74	0.13	0.15	0.04
Servicios	1.91	(0.23)	4.08	1.78	0.27	0.05
Siderurgia	1.22	0.23	2.62	0.29	0.31	0.02
Textil	1.80	(0.39)	1.72	0.16	0.13	0.04
Otras	1.67	0.31	2.35	0.06	0.15	0.02
PROMEDIO	1.98	0.13	2.22	0.18	0.17	0.02
TOTAL	1.57	0.13	1.90	0.00	0.22	0.01

a=Reporto p[er]dida NC=No comparable

RAZONES FINANCIERAS POR SECTOR (Promedios)

Vtas.Mon.Ext./ Pas.Mon.Ext.		Vtas./ activo total		Util.oper./ Intereses netos		Util.Neta/ Cap.Cont.	
1993	Var.	1993	Var.	1993	Var.	1993	Var.
0.56	(0.30)	0.95	(0.03)	5.25	0.60	13.09	(2.84)
2.97	1.64	0.97	(0.23)	6.18	(7.52)	7.96	(11.28)
0.00	0.00	1.16	(0.10)	6.86	NC	8.76	(1.85)
0.20	0.06	0.52	(0.05)	10.76	(18.87)	11.08	(3.53)
1.00	(0.27)	1.05	(0.07)	4.38	(3.07)	11.84	1.57
0.50	(0.05)	0.60	(0.05)	2.78	(0.25)	10.97	(1.16)
0.67	0.17	0.45	(0.09)	1.21	(0.86)	10.40	0.85
0.66	(0.48)	0.37	(0.07)	2.24	1.30	7.68	2.07
0.06	(0.06)	0.49	0.04	25.45	23.51	9.31	0.98
1.21	0.41	0.77	(0.04)	3.19	NC	7.82	0.73
0.74	0.32	0.43	(0.08)	6.86	NC	11.55	0.64
0.27	0.05	0.40	(0.12)	2.49	0.75	10.16	0.94
0.55	(0.86)	0.4	(0.08)	0.83	(0.52)	a	NC
0.00	0.00	0.60	(0.16)	0.84	0.27	a	NC
0.70	0.07	0.73	(0.07)	6.54	(2.45)	10.2	(1.54)

RAZONES FINANCIERAS POR SECTOR (Promedios)

Clas. scob. a ventas 1993	Var.	Efectivo
0.07	0.00	107.92
0.17	0.03	54.97
0.16	0.03	53.04
0.17	0.04	159.05
0.19	0.02	21.42
0.14	0.00	173.00
0.30	0.07	70.93
0.13	0.02	59.20
0.20	0.10	(37.39)
0.19	0.05	(33.01)
0.23	0.00	42.22
0.29	0.06	143.73
0.30	0.07	82.74
0.27	0.06	406.74
0.18	0.03	97.23
0.13	0.01	11.39

RAZONES FINANCIERAS 1993

A N E X O C

		Act. Cir. / Pas. Cir.	Act. Tot. / Cap. Cont.	Pas. Mon. Ext. / Act. Tot.	Vtas. Mun. / Pas. Mon. E.
Alimentos	ACCO	1.01	1.39	0.15	0.03
	ARGOS	1.6	1.65	0.08	0.4
	BIMBO	1.10	1.41	0.1	0.06
	CAMPUS	0.24	1.35	0.12	0
	CONTAL	1.31	2.17	0.01	0
	EMVSA	2.75	1.52	0.13	0
	FEMSA	1.55	1.03	0.23	0.08
	GEUPEC	1.69	1.60	0.06	0
	GGUMEX	2.23	1.7	0.22	0
	GMODELO	3.0	1.51	0.01	5.02
	HEROZ	2.34	1.75	0.03	1.19
	KOF	1.53	1.14	0	f
	MASECA	4.03	1.67	0.01	0
	MODERNA	1.65	2.37	0.4	0.07
	TABEX	1.61	1.43	0.01	1.01
	TOTAL	1.94	1.66	0.13	0.17
	Autopartes	PRIMEDIA	1.95	1.64	0.1
ACMEX		0.25	7.47	0.02	0
CHIKAS		1.31	2.27	0	f
DINA		3.07	1.91	0.39	0.04
EATON		3.40	1.14	0.05	1.30
GRICA		1.45	3.76	0.06	2.01
JDEHUE		7.36	1.1	0.01	17.05
RAMIREZ		0.46	3.7	0.13	0.41
SUDISA		0.89	2.35	0.26	0.65
TREMEC		1.41	1.64	0.24	1.43
TOTAL		2.17	1.03	0.26	0.29
PRIMEDIA		2.19	2.02	0.13	2.97

A N E X O

RAZONES FINANCIERAS 1973

	Vtas./ Act.Tot.	Util.Oper/ Ac.P.Tot.	Util.Oper./ Interese netos	Util. net Cap.Cont.
Alimentos	1.54	0	0.6	a
	0.88	0.1	2.4	0.13
	1.23	0.1	b	0.11
	0.03	a	a	a
	0.99	0.1	2.3	0.06
	0.87	0.1	b	0.14
	0.75	0.1	1.6	0.11
	0.86	0.1	b	0.07
	0.88	0	11.9	0.22
	0.62	0.1	b	0.06
	1.32	0.1	5.6	0.12
	1.37	0.2	2.4	0.13
	1.1	0.2	5.4	0.16
	1.07	0.2	10.2	0.26
	0.7	0.1	10.1	0.11
	0.9	0.1	5.8	0.11
	0.95	0.12	5.25	0.13
Autoparte	0.34	c	a	a
	2.08	0.1	b	0.06
	1.27	0.1	23.7	0.22
	1.1	0.1	b	0.02
	0.64	0	0.2	a
	0.8	0	b	0.03
	0.51	a	a	a
	1.12	0	0.1	a
	1.03	0	0.7	a
	1.07	0.1	2.7	0.08
	0.99	0.05	6.18	0.08

RAZONES FINANCIERAS 1993

	Act. Cor. / Pas. Cor.	Act. Tot. / Cap. Cont.	Ext. / Act. Tot.	Var. Mon. / Pas. Mon. f
Comercio				
ATY	1.86	1.76	0.07	0
BEVIDES	1.52	1.7	0.1	0
CIERA	1.22	1.64	0	f
COMERCI	1.2	1.81	0.11	0.01
GMU	2.15	1.36	0	f
GIGANTE	0.89	1.91	0.05	0
GMARI	2.51	1.42	0.02	0
GSYR	1.21	2.40	0	f
LEVAPOL	3.05	1.55	0.19	0
SANTORN	0.93	1.6	0	f
SORTANA	0.94	1.39	0.01	0
SURMEX	0.82	1.45	0	0
SYR	1.92	2.45	0	f
TIDMEX	0.70	2.05	0	0
VITRIFAL	1.99	1.62	0	f
TOTAL	1.33	1.69	0.05	0
PROMEDIO	1.53	1.73	0.04	0
Construcción				
APASCO	2.22	1.39	0.22	0
DUFETE	2.1	1.82	0.01	0.44
CEBOSA	2.1	1.29	0.06	0.03
CEMEX	1.36	2.49	0.44	0.01
CERAMIC	1.07	2.47	0.45	0.47
CMOCTEZ	6	1.06	0	f
GCE	11.26	1.08	0.01	1.13
GMD	1.78	1.81	0.04	0
ICA	1.46	2.24	0.24	0.1
INACESA	1.83	1.55	0	0
LAMBDA	1	1.78	0.19	0.52
MAYA	3.84	1.2	0.06	0.1
PORCE	4.32	1.37	0.11	0
TOLMEX	1.65	1.41	0.08	0.2
TRIBASA	1.47	2.23	0.09	0
TITOLMEX	4.77	1.3	0.17	0.06
TOTAL	1.77	1.84	0.25	0.05
PROMEDIO	3.01	1.66	0.14	0.2

RAZONES FINANCIERAS 1993

	Util. / Act. Tot.	Util. Oper. Act. Tot.	Util. Oper. / Intereso netos	Util. net. Cap. Cont.
Comercio	2.64	0.1	3.3	0.14
	1.44	0.1	4	0.16
	1.59	0.1	b	17
	1.56	0.1	10.1	0.09
	0.67	0	b	0.1
	1.52	0	1.1	0.03
	0.68	0.1	8.4	0.09
	0.45	0	0.8	0.01
	0.71	0	b	0.09
	0.65	0.1	2.3	0.06
	1.21	0.1	32.7	0.07
	1.04	0	2.2	0.05
	0.63	0	b	0.06
	1.60	0.1	1.7	0.9
	1.17	0	b	a
	1.19	0.1	b	0.1
	1.16	0.05	6.86	0.09
Construcción	0.51	0.1	7.5	0.11
	1.06	0.1	55.1	0.17
	0.38	0.1	b	0.13
	0.36	0.1	2	0.16
	0.62	0.1	2.8	0.1
	0.66	0.1	b	0.07
	0.3	0.1	b	0.07
	0.65	0.1	1.2	0.07
	0.54	0.1	b	0.12
	0.54	0.1	1.2	0.04
	0.57	0	0.9	0.03
	0.54	0.1	50.6	0.1
	0.54	0.2	6.7	0.17
	0.54	0.1	7.8	0.14
	0.34	0.1	2.6	0.14
	0.41	0.1	b	0.16
	0.45	0.1	4.4	0.14
	0.52	0.09	10.76	0.11

RAZONES FINANCIERAS 1993

	Vtas./ Act.Tot.	Util.Oper. Act.Tot.	Util.Oper./ Interese netos	Util. net Cap.Cont.	
Electronica	0.87	0.1	10.4	0.12	
	0.64	0.1	1.3	0.01	
	1.19	0.1	b	0.18	
	1.58	0.1	b	0.19	
	0.83	0.1	b	0.08	
	1.18	0	1.4	a	
	1.03	0.1	31.5	0.12	
	1.05	0.09	4.38	0.12	
	Controladoras	1.04	0.1	1.6	0.04
		0.65	0	1.3	0.04
0.79		0.1	6.2	0.13	
0.1		a	a	0.11	
0.59		0.1	4	0.16	
0.71		0.1	b	0.1	
0.32		0.1	5.6	0.26	
0.53		0.1	1.1	0.08	
0.64		0.1	1.3	0.09	
0.64		0.1	1.1	0.09	
Metalurgia	0.61	0.1	2	0.11	
	0.6	0.07	2.78	0.11	
	0.32	a	a	a	
	0.58	0.1	1.2	0.1	
	0.54	0.1	0.8	0.03	
	0.45	0.7	1.21	0.1	

RAZONES FINANCIERAS 1993

		Act.Cir./	Act.Tot./	Pas.Mon.Ext./	Vtas.Mon.	
		Pas.Cir.	Cap.Cont.	Act.Tot.	Pas.Mon.E	
Electrónica	CODUMEX	1.91	2.07	0.29	0.32	
	CONELEC	1.67	1.49	0.05	0.86	
	ERICSON	1.21	2.54	0.19	0.9	
	INDETEL	1.83	1.62	0.03	0.65	
	LATINCA	4.5	1.11	0.05	2.88	
	SELMEC	2.09	1.45	0.13	0.38	
	TOTAL	1.65	1.9	0.2	0.48	
	PROMEDIO	2.2	1.71	0.12	1	
	Controladoras	ACCELSA	1.04	2.65	0.36	2.54
		ALFA	1	2.19	0.37	0.33
DESC		1.11	2.38	0.32	0.46	
FIASA		0.2	2.98	0.36	0	
GCARSO		1.59	1.79	0.12	0.35	
GISSA		2.1	1.4	0.2	0.98	
SIDEK		1.52	3.93	0.36	0.02	
SYNKRO		1.31	2.81	0.5	0.03	
VISA		1.46	3.28	0.2	0.08	
VITRO		1.5	2.59	0.33	0.24	
TOTAL		1.33	2.39	0.27	0.27	
PROMEDIO		1.28	2.6	0.31	0.5	
Metalurgia		CAMESA	3.57	1.34	0.18	0.76
	NACOBRA	1.31	2.56	0.13	0.58	
	TOTAL	1.47	2.23	0.14	0.62	
	PROMEDIO	2.44	1.95	0.15	0.67	

RAZONES FINANCIERAS 1993

		Act.Cir.	Act.Tot.	Pas.Mon.Ext./	Vtas.Mon.	
		Pas.Cir.	Cap.Cont.	Act.Tot.	Pas.Mon.E	
Aerolínea	FRISCO	1.19	1.78	0.2	0.77	
	GMEXICO	1.37	2.18	0.23	0.68	
	PEJONES	3.31	1.6	0.25	0.75	
	SANLUIS	1.05	2.7	0.58	0.45	
	TOTAL	1.63	1.97	0.26	0.67	
	PROMEDIO	1.73	2.06	0.32	0.66	
	AATENSA	0.48	1.72	0.18	0.12	
Teléfono y Cel.	CRISOBA	2.57	1.28	0.06	0	
	EMPAQ	2.89	1.8	0.35	0.12	
	GIDUSA	0.55	3.25	0.36	0.03	
	KIMBER	2.67	1.5	0.24	0.05	
	PONDER	0.55	6.48	0.57	0.06	
	TOTAL	1.2	1.96	0.29	0.06	
	PROMEDIO	1.62	2.67	0.29	0.06	
	Química	CELANES	2.95	1.43	0.13	3.57
		CYDSASA	1.8	2.26	0.44	0.28
		GRUFIN	1.48	2.48	0.37	0.66
LABPISA		4.3	1.48	0.07	0.19	
LINDE		1.04	1.32	0.18	0	
OXY		3.37	1.15	0.03	0.33	
PENWALT		1.62	2.14	0.13	0.03	
QBINDUS		1.05	1.77	0.02	0.09	
REGIEM		1.84	2.24	0.04	0.65	
UCARBON		3.34	1.15	0.04	6.32	
TOTAL		2.12	1.73	0.25	0.9	
PROMEDIO		2.29	1.74	0.15	1.21	

RAZONES FINANCIERAS 1973

	Vtas./ Act.Tot.	Util.Oper. Act.Tot.	Util.Oper./ Interese netos	Util. net Cap.Cunt.	
Mineria	0.3	a	c	0.14	
	0.27	a	a	a	
	0.49	0	b	0.02	
	0.4	0	2.2	0.07	
	0.34	0	0.5	0.02	
	0.37	0.02	2.24	0.08	
	Papel y C	0.25	0	0.2	0
		0.9	0	b	a
		0.56	0.1	6.6	0.16
		0.19	0	0.4	0
0.76		0.2	74.5	0.19	
0.3		a	a	a	
0.52		0.1	3.7	0.07	
0.49		0.09	25.45	0.09	
Quimica		0.63	0	b	0.04
		0.55	0	0.1	a
	0.76	0.1	0.6	a	
	1.17	0.2	b	0.21	
	0.61	0.1	10.8	0.06	
	1.35	0.1	b	0.01	
	0.43	0	b	a	
	0.54	a	a	a	
	1.06	0.1	1.2	0.1	
	0.6	0.1	b	0.05	
0.61	0	2.7	0.02		
0.77	0.07	3.19	0.08		

RAZONES FINANCIERAS 1993

		Act.Cir./ Pas.Cir.	Act.Tot./ Cap.Cont.	Pas.Mon.Ext./ Act.Tot.	Vlas.Mon. Pas.Mon.E	
Servicios	ABROMEX	0.36	22.59	0.67	0.35	
	ARISTOS	2.05	1.82	0	f	
	BRISAS	1.87	1.33	0	f	
	CALINDA	1.17	1.42	0	f	
	CMA	0.26	9.62	0.65	0.44	
	GCALIND	0.36	1.52	0.01	5.71	
	GVIDKO	2.06	1.35	0.17	0	
	POSADAS	1.14	1.84	0.34	0.11	
	RKALTUR	2.28	2.18	0.31	0	
	SITUR	2.28	2.16	0.31	0	
	TELMEX	3.09	1.43	0.12	0.34	
	TLEVISIA	2.94	2.91	0.28	0.21	
	TMM	5	2.95	0.62	0.2	
	TOTAL	1.7	1.85	0.25	0.27	
	PROMEDIO	1.91	4.08	0.27	0.74	
Miderurgia	EPN	0.82	4.69	0.34	0.12	
	SIDEGU	1.65	1.95	0.1	0.56	
	SIMEC	1.28	2.13	0.4	0.08	
	TAMSA	1.15	1.7	0.39	0.3	
	TOTAL	1.19	1.91	0.34	0.25	
	PROMEDIO	1.22	2.62	0.31	0.27	
	CIERRES	1.55	1.71	0.15	0.12	
Textil	GEASA	1.19	2.21	0.27	0	
	HICKOK	1.57	2.3	0.03	0.34	
	LUXOR	1.13	1.49	0.07	1.35	
	MARTI	2.38	1.52	0	f	
	PARRAS	3.68	1.27	0.1	0.7	
	TEXEL	1.08	1.57	0.3	0.76	
	TOTAL	1.63	1.61	0.15	0.44	
	PROMEDIO	1.8	1.72	0.13	0.55	
	Otras	BRMUDEZ	3.21	2.13	0.46	
		CALIDAT	0.62	3.31	0	f
DIANA		1.17	1.63	0	f	
TOTAL		1.83	2.23	0.33	0.02	
PROMEDIO		1.67	2.35	0.15	0	
TOTAL	1.57	1.9	0.22	0.25		

a= numerador egativo, b= denominador negativo, c= ambos  
f=Pasivo en moneda extranjera igual a CERO.

RAZONES FINANCIERAS 1993

	Vtas./ Act.Tot.	Util.Oper. Act.Tot.	Util.Oper./ Interese netos	Util. net Cap.Cont.
Servicios	0.87	a	a	a
	0.11	0	1.1	0.03
	0.18	0	b	0.02
	0.22	0	0.4	0.07
	0.71	a	a	a
	0.25	0	0.3	0.08
	0.85	0	b	a
	0.31	0	2.6	0.09
	0.31	0.1	7.1	0.14
	0.31	0.1	7.1	0.14
	0.47	0.2	b	0.24
	0.56	0.1	29.4	0.22
	0.46	0	b	0.12
	0.49	0.1	34.8	0.2
	0.43	0.06	6.86	0.12
	Siderurgi	0.5	a	a
0.53		0.1	2.3	0.11
0.37		0	2.7	0.1
0.18		a	a	a
0.3		0	0.6	0.01
Textil	0.4	0.05	2.49	0.1
	0.42	0	0.6	a
	0.28	0	0	a
	0.62	0.1	0.9	a
	0.56	a	a	a
	0.62	0.1	2.3	0.04
	0.66	0.1	b	0.07
	0.63	0	0.4	a
	0.52	0	0.7	a
	0.54	0.05	0.83	0.06
Otras	0.11	0.1	1.2	0.02
	0.77	0.1	0.5	a
	0.91	0.1	0.8	0
	0.31	0.1	0.9	a
	0.6	0.07	0.84	0.01
	0.62	0.1	5.3	0.13