

(43) Zijent.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“ANALISIS DE DOS METODOS DE EVALUACION  
DE PROYECTOS DE INVERSION:  
VALOR PRESENTE NETO  
Y TASA INTERNA DE RETORNO”**

**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**

**JORGE ROSAS LARDIZABAL**

**México, D. F.**

**1981**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E

	PAGINA
<u>INTRODUCCION</u>	
I. DEFINICION E IMPORTANCIA DE LOS PROYECTOS DE INVERSION.	3
1. Los Proyectos de Inversión entre las funciones de la Dirección de Finanzas.	3
2. Importancia de los proyectos de inversión.	4
3. Definición de un proyecto de inversión.	
4. Clasificación.	
5. Formulación del proyecto de inversión.	
6. Evaluación Financiera.	10
II. EL PROBLEMA DE LA SELECCION ENTRE DIFERENTES PROYECTOS DE INVERSION.	13
III. DIFERENTES METODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION.	15
1. Tasa Promedio de Rentabilidad.	18
2. Interés simple sobre el Rendimiento.	21
3. Período de Recuperación de la Inversión.	23
4. Valor Presente Neto (VPN)	28
5. Tasa Interna de Retorno (TIR)	31
- Dos breves consideraciones sobre la TIR.	38

	PAGINA
IV. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE VPN Y LA TIR	44
1. Diferencias básicas entre los métodos VPN y TIR	44
2. El problema de la tasa de reinversión	49
V. CONCLUSIONES	52

## INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es estudiar dos de los métodos más completos de la evaluación de proyectos de inversión, el del valor presente neto (VPN) y el de la tasa interna de retorno (TIR).

El tema tratado no es nada nuevo en la evaluación de proyectos de inversión pero lo que aquí se pretende es aclarar varias dudas que consistentemente surgen en torno a los métodos del VPN y de la TIR.

Para alcanzar nuestro objetivo primeramente se da un concepto de proyecto de inversión y su importancia dentro de la Dirección Financiera de la empresa. En el siguiente Capítulo, se plantea el origen del problema de la selección de proyectos de inversión; la empresa puede tener un gran número de posibilidades de inversión, pero ¿cómo escoger los mejores proyectos?

En el tercer Capítulo se señalan varios métodos de evaluación de proyectos, que si bien no son todos, si son los más completos y los más comunmente utilizados en la evaluación de éstos; se menciona el concepto, su cálculo matemático-financiero, su criterio de decisión, así como sus alcances y limitaciones.

El cuarto Capítulo es el centro de este estudio, se dedica a

hacer un análisis comparativo entre los métodos del VPN y la TIR; se explica que la diferencia básica entre ellos se refiere a la suposición de la tasa de reinversión, en que casos podría existir un conflicto entre los criterios de decisión de ambos modelos y en que situaciones pueden coincidir.

Por último se mencionan las Conclusiones necesarias para entender los conceptos del valor presente neto y el de la tasa interna de retorno.

Durante el desarrollo de este trabajo se podrá observar la aplicación de las matemáticas financieras en el ejercicio profesional de la Actuaría.

## 1. DEFINICION E IMPORTANCIA DE LOS PROYECTOS DE INVERSION.

Los proyectos de inversión tienen su origen en el presupuesto del capital de la empresa, el cual comprende todo el proceso de planeación de las inversiones, cuyas utilidades se espera se extiendan más allá de un cierto periodo de años.

El presupuesto óptimo de capital; el nivel de inversión que eleva al máximo el valor actual de las empresas, es fijado simultáneamente por la interacción de las fuerzas de la oferta y la demanda en condiciones de incertidumbre. Las fuerzas de la oferta son la aportación de capital a la empresa. Las fuerzas de la demanda se relacionan con las oportunidades de inversión que se le ofrecen a la empresa, medidas por la corriente de ingresos que resultarán de una decisión de invertir. La incertidumbre entra en la decisión porque es imposible conocer con precisión el costo del capital o la corriente de ingresos que se obtendrá de un proyecto.

### 1. Los Proyectos de Inversión entre las funciones de la Dirección de Finanzas.

Entre las funciones más importantes de la Dirección Financiera se encuentra la denominada Administración de Activos, la cual consiste en el análisis y control continuo de las inversiones de la empresa, así como la evaluación y control de los programas de inversión.

En los programas de inversión destacan los proyectos para nuevas plantas de producción, sustituciones de maquinaria obsoleta, elaboración de nuevos productos, construcción de edificios, etc. Estos requieren de una adecuada evaluación-

financiera para asegurar que la rentabilidad de la empresa se mantenga como una garantía de permanencia a largo plazo.

El Director de Finanzas también participa en la preparación de los proyectos de inversión en la fase de selección de las fuentes de financiamiento. Para esta labor debe contar con un profundo conocimiento de la estructura financiera de la empresa y del mercado de capitales, para seleccionar la alternativa de financiamiento adecuada a las características del proyecto.

Por supuesto, para una correcta selección de la fuente de financiamiento y para una adecuada evaluación financiera, es necesario que se conozca qué es un proyecto de inversión y cómo se lleva a cabo una adecuada evaluación, así como también la importancia que tienen estos factores en la empresa.

## 2. Importancia de los proyectos de inversión.

Si bien es cierto que la responsabilidad de los ejecutivos es mantener las normas y los estándares, también debemos hacer hincapié en la responsabilidad que tienen de innovar, crear y modificar continuamente.

En este papel, el ejecutivo debe buscar alternativas y adaptarlas con criterio económico. Podemos decir que las compañías que se conforman únicamente con mantener sus normas y estándares de trabajo, están destinadas a declinar. El efecto de la competencia de compañías progresistas que constantemente mejoran sus métodos y aumentan sus utilidades, tarde-



o temprano desplazarán del mercado a las primeras, al no poder satisfacer los precios, la calidad, etc.

Las decisiones de inversión son las más complejas pero, a su vez, de las más importantes que el grupo directivo de la empresa debe tomar. Son complicadas porque, aún cuando normalmente es posible estimar el monto a invertir, es difícil calcular las utilidades que se obtendrán, lo cual es en extremo importante pues las inversiones que estamos haciendo tendrán una influencia determinante en las operaciones de los siguientes 5, 10 ó 20 años.

### 3. Definición de un Proyecto de Inversión.

Es un conjunto de elementos técnicos, económicos, financieros y de organización que permiten visualizar los beneficios de la adquisición, construcción, instalación y operación de una empresa.

### 4. Clasificación:

Los proyectos de inversión se pueden clasificar, en función del beneficio esperado, en proyectos lucrativos y no lucrativos.

Dentro de los proyectos no lucrativos están los proyectos para la infraestructura económica y para el beneficio social.

Los proyectos para la infraestructura económica son aquellos que se originan para ayudar al desarrollo económico de una región; por ejemplo, en la construcción de presas y carreteras, en donde el beneficio empieza con la utilización de mano de obra y materiales de la región y culmina con el beneficio de la irrigación de las tierras y una mejor comunicación con los centros de consumo para dar salida a sus productos.

Los proyectos de beneficio social como su nombre lo indica, persiguen objetivos cuantificables en sectores, regiones y números o niveles de personas que se benefician con un determinado tipo de inversión; por tanto, estos proyectos se identifican plenamente con la función del sector público.

En las empresas también se tienen proyectos de inversión cuyo beneficio es de carácter eminentemente no lucrativo. Por ejemplo: la inversión que se necesita para incrementar la seguridad de una planta, las relativas a otorgar mayor comodidad en los lugares de trabajo, las inversiones para cafeterías, áreas de descanso; precios a bajo del costo, para a la competencia, etc., estos proyectos también se le conocen con el nombre de proyectos Estratégicos, que no necesariamente requieren de una evaluación financiera, pero si del análisis de la estrategia.

Los proyectos de beneficio lucrativo, persiguen objetivos cuantificables en unidades monetarias; del estudio de éstos nos ocuparemos en el desarrollo del presente trabajo.

A su vez, los proyectos lucrativos se clasifican, por el origen de su necesidad en seis modalidades:

1. Expansión: construcción de una nueva planta.
2. Reemplazo: sustitución de equipo obsoleto.
3. Reducción de costos: compra de maquinaria más eficiente.
4. Nuevos productos: incrementar el número de productos de la línea o bien, establecer una nueva línea de productos.
5. Rentar o comprar equipo.
6. Fabricar o comprar el producto.

5. Formulación del proyecto de inversión.

Para que una empresa pueda seleccionar las oportunidades de inversión de fondos, debe llevar a cabo un análisis previo de todos los factores que determinen la viabilidad de cada una de esas oportunidades.

Los aspectos que es necesario considerar en los proyectos son generalmente los siguientes:

- a). El Mercado.
- b). Ingeniería del proyecto.
- c). Tamaño y localización de la planta.
- d). Inversiones permanentes y de capital de trabajo.
- e). Presupuesto de costos e ingresos.
- f). Financiamiento.
- g). Organización y ejecución.

a). Estudios de Mercado.

Es importante mencionar que los proyectos que incluyen productos nuevos, o modificación de los mismos, deben estar respaldados en estudios serios de mercado que permitan determinar por anticipado la demanda, los pre

cios, los canales de comercialización, etc.

b). Ingeniería del proyecto.

La ingeniería del proyecto comprenderá una descripción técnica del proyecto y abordará cuestiones relacionadas con: las investigaciones técnicas preliminares, los problemas específicos de ingeniería que plantea el proyecto, la selección de procesos de elaboración, la especificación de los equipos y la estructura, la justificación del grado de mecanización adoptado, la cantidad y calidad de los insumos requeridos, los problemas técnicos relativos al montaje y realización del proyecto.

c). Tamaño y localización de la planta

Trata de la determinación de la capacidad de producción que ha de instalarse y de la localización de la nueva unidad productora.

d). Inversiones permanentes y de capital de trabajo.

Determinación de las inversiones totales en moneda nacional o moneda extranjera que el proyecto exige, considerando la inversión en activos fijos y el capital de trabajo.

e). Presupuesto de costos e ingresos.

Se debe presentar un cálculo estimado de los costos e ingresos que resultarán del funcionamiento de la empresa, de los efectos sobre el balance de pagos, presupues

to y disponibilidad de mano de obra, del examen o justificación de los tipos de cambio estimado en los cálculos y otros puntos cuya discusión y análisis sea anterior a la evaluación financiera propiamente dicha.

Se debe examinar también la incidencia que tendrá sobre el presupuesto estimando las variaciones en el porcentaje de capacidad instalada, en el precio de venta y otros factores significativos.

f). Financiamiento.

Aquí se trata de especificar las fuentes monetarias a que se recurrirá y las formas en que se proyecta canalizar los recursos financieros para aplicar con éxito la iniciativa.

g). Organización y ejecución.

Se explicará cómo se propone resolver los problemas relativos a la constitución legal de la empresa y a la organización para el montaje y realización del proyecto.

Es importante mencionar que todos los conceptos anteriores están interrelacionados. Es obvio que la demanda tendrá un efecto sobre la capacidad de producción, pero -- también es importante mencionar que la demanda estará -- en relación con la localización de la empresa y del mercado; por otro lado, los precios de venta también influyen sobre la demanda proyectada y los precios de venta están íntimamente ligados a los volúmenes de producción

a la calidad de materia prima, mano de obra capacitada, etc. Los problemas de financiamiento también pueden influir sobre las decisiones acerca del tamaño de la planta; en fin, no se puede decidir sobre un proyecto sin conocer la cuantía de la demanda, sin discutir los problemas de ingeniería, sin considerar la localización o sin tener una estimación sobre las inversiones necesarias y los costos de producción.

#### 6. Evaluación Financiera.

La necesidad de una correcta evaluación financiera de los proyectos de inversión, tiene su origen en la necesidad de conocer el beneficio esperado que compense la inversión realizada y el riesgo que se tome.

El resultado de la evaluación financiera será un elemento muy importante en la toma de decisiones; sin embargo, también deben tomarse en cuenta las políticas o consideraciones corporativas que son muy variadas entre sí y están íntimamente ligadas a las características particulares de las empresas, al ámbito económico de donde se desarrollan, a las características del mercado de consumo, a su estructura financiera, tecnológica, etc. Conscientes que los recursos financieros no son ilimitados, las empresas tratan de encauzar generalmente los proyectos de inversión para que ayuden a cumplir los objetivos de la empresa en relación con su crecimiento y rentabilidad.

En el caso de los proyectos de inversión para nuevos -- productos, adquisiciones, etc., las políticas corpora-- tivas establecen, por lo general, requisitos que permi-- tan asegurar una contribución mínima en el aumento de -- ventas con márgenes de utilidad semejantes a los produc-- tos actuales. Sin embargo, en compañías relacionadas -- con productos de rápido crecimiento y corta duración, -- es recomendable que los proyectos se encaucen a produc-- tos con mayor duración, aún cuando el porcentaje sea -- menor. Esta política podría asegurar una combinación -- que proporcionará una estabilidad futura, incluso cuan-- do hubiese cierta reducción de sus utilidades.

Otros ejemplos de políticas corporativas pueden ser:

- a). Inversión en compañías con administración o sin ella.
- b). Desarrollo de proyectos con recursos exclusivamente generados por la propia empresa (re inversión de uti-- lidades, aportación de socios, etc.).
- c). Proyectos exclusivamente con recursos bancarios.
- d). Proyectos exclusivamente bajo el concepto de compra.
- e). Proyectos exclusivamente bajo el concepto de renta.
- f). Proyectos estratégicos, sin beneficio lucrativo.

El proyecto de inversión resumirá sus resultados en el flu-- jo neto de fondos periodicos que éste genere durante toda su vida, entendiendo por esto el importe que resulte de la suma de la utilidad neta después de impuestos y sin deducir carga

financiera, más la depreciación y amortización.

Sobre el importe del flujo neto de fondos se medirán los resultados financieros del proyecto de inversión, salvo en los métodos que se indique lo contrario.

Al flujo neto de fondos también se le reconoce con el nombre de corriente de efectivo.

A continuación presentamos un ejemplo de la composición del flujo de fondos de un proyecto en operación, obtenido del estado de resultados de un año dado, el cual produjo 12'000 de utilidad neta con un cargo de depreciación de 5'000, que sumados dan un flujo neto de 17'000.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS AL 31 DE  
DICIEMBRE DE 1981.

Ventas	100'000
Costo de Ventas	60'000
Utilidad bruta	40'000
Depreciación y Amortización	5'000
Gastos de venta y admón.	11'000
Utilidad antes de impuestos	24'000
Impuestos / 50%	12'000
Utilidad Neta	12'000

Flujo neto de fondos = (Utilidad neta) + (De-  
preciación) =

$$= 12'000 + 5'000 = 17'000$$



## II. EL PROBLEMA DE LA SELECCION ENTRE DIFERENTES PROYECTOS DE IN-- VERSION.

---

Supongamos que la administración financiera puede predecir - - exactamente los flujos netos de fondos asociados con los dife-  
rentes proyectos de inversión. ¿Cómo debe combinar sus datos la  
administración con el fin de decidir la inversión elegida? El  
problema consiste en idear un criterio de elección. Más especí-  
ficamente, consideremos el caso de una empresa que contempla -  
dos proyectos de inversión, cada uno de los cuales cuesta - -  
\$1 000. El proyecto A rinde \$200 anuales durante 6 años; el --  
proyecto B rinde \$225 anuales durante 5 años. Si la firma dis-  
pone de amplios fondos, la decisión crítica de inversión es: \_  
"¿Cuáles son las tasas de rentabilidad de estos proyectos, y -  
son tan elevadas que se justifica realizar ambos? Si la firma  
tiene fondos limitados y por lo tanto debe elegir entre los --  
proyectos A y B el problema fundamental es "¿Cuál de los dos -  
proyectos es más rentable?".

Generalmente en la empresa hay más propuestas de inversión que  
las que la firma es capaz de financiar. En parte las propuestas  
se eliminan porque son mutuamente excluyentes, es decir son for-  
mas alternativas de hacer el mismo trabajo; así, por ejemplo:-  
si hay necesidad de mejorar el sistema de manejo de materiales  
en una fábrica, el trabajo puede hacerse mediante transportado-  
res de correa o por camiones grúas. La selección de un método-  
hace innecesario el otro.

El objetivo del presupuesto del capital, apoyado en los métodos

de la evaluación de proyectos de inversión, es tomar decisiones que eleven al máximo el valor presente del capital contable de la empresa. De esta forma la evaluación de los proyectos de inversión tratan de contestar a estas dos preguntas:

1. ¿Cuáles proyectos, por su rentabilidad deben escogerse?
2. ¿Cuántos proyectos deben aceptarse para elevar al máximo el valor de las acciones, con un límite de capital?

En el capítulo siguiente se explican los diferentes modelos de evaluación de proyectos, que ayudarán a contestar las dos preguntas planteadas.

111. DIFERENTES METODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION.

Supuestos Iniciales.

Antes de estudiar cada uno de los métodos de evaluación de proyectos de inversión, mencionaremos unos supuestos iniciales que ayudarán al desarrollo matemático-financiero de cada uno de estos métodos.

En esta sección el análisis considerará dado el costo marginal del capital y también supondrá la perfecta divisibilidad de las inversiones, la independencia de los proyectos, un mercado de capital perfecto y total certeza acerca de los resultados de la inversión. Al eliminar ciertas complicaciones, estos cuatro supuestos nos permitirán introducir el tema del análisis de las inversiones en un nivel mucho más simple de lo que sería posible en otras condiciones.

Hay acuerdo más o menos general entre los autores de temas financieros acerca del sentido y las implicaciones de estos cuatro supuestos.

Para fines de evaluación de proyectos de inversión, el costo de capital es la tasa que sirve de límite mínimo para la asignación de recursos financieros a nuevos proyectos.

Hay diferentes formas de medir el costo del capital, entre las cuales destaca el costo de oportunidad y la del costo marginal del capital. Entendiendo por costo de oportunidad la utilidad que se deja de recibir en la segunda mejor alternativa de inversión, una vez tomada la decisión.

Se define el costo marginal del capital como el costo ponderado del último peso reunido para la inversión.

En este estudio consideraremos el costo marginal de capital para la evaluación de los proyectos de inversión.

La divisibilidad perfecta de las inversiones significa que la magnitud de cualquier proyecto puede variar en un incremento o un decremento tan pequeño como uno lo desee. La implicación de este supuesto es que la administración puede comprometer cualquier suma, por reducida que sea, en cualquier proyecto, y que no es necesario adoptar decisiones de inversión sobre la base del agregado o la eliminación de proyectos enteros. Un conjunto está formado por proyectos "independientes" entre sí cuando la rentabilidad de cualquiera no se encuentra afectada significativamente por la aceptación o el rechazo de otros proyectos del conjunto. Una implicación fundamental de este supuesto es que impide la existencia de proyectos que se excluyen mutuamente los que por definición son dependientes.

Es importante aclarar que el supuesto de la independencia de los proyectos es necesario para evaluar el proyecto por sí y así decidir si el proyecto se acepta o se rechaza. Una vez tomada la decisión se procederá a una segunda eliminación dentro de aquellos que sean mutuamente excluyentes, es decir se elimina la hipótesis de independencia que sirvió para evaluar cada proyecto.

En un mercado perfecto de capital cada comprador o vendedor de valores negocia con cantidades tan reducidas (comparadas con el mercado total) que ninguna ejerce un efecto apreciable sobre los precios de los valores. Es decir, que en su condición de vendedor de valores una empresa puede obtener todos los fondos que desea a la tasa corriente de interés. Como la firma posee fondos suficientes para aceptar todas las inversiones rentables, no es necesario clasificar las inversiones de acuerdo con su rentabilidad. Un mercado

perfecto de capital también significa que en su condición de compradora de valores una empresa puede invertir todos los fondos que desea a la tasa de interés del mercado. Como puede suponerse razonablemente que la firma ya ha realizado todas las inversiones rentables, la tasa de interés del mercado mide con precisión la rentabilidad de las oportunidades marginales de inversión de la firma. Finalmente, la certidumbre total significa que tanto las empresas como los compradores de valores conocen exactamente los flujos de fondos actuales y futuros asociados con cualquier proyecto. En vista de este conocimiento, las empresas no consideran necesario asignar un papel a la incertidumbre en la apreciación de sus proyectos. Además, los compradores de valores no distinguen entre acciones y bonos, y por lo tanto para la administración también es innecesaria la distinción entre flujos de fondos antes y después de financiar la deuda. Como no hay incertidumbre, todas las rentabilidades de los valores son iguales al índice de interés libre de riesgos (es decir, puro), al que denominaremos el costo del capital.

Los cuatro supuestos anteriores describen lo que puede denominarse situación ideal, muy distinta de la situación real.

Durante el desarrollo del presente estudio se eliminarán algunos de estos supuestos, y se ampliará el análisis a situaciones más realistas en las que no se satisfacen todos estos supuestos. Los modelos en condiciones de incertidumbre no se contemplan en ningún momento.

A continuación se expondrán diferentes métodos de evalua-

ción de proyectos de inversión, estos son los más frecuentemente utilizados y algunos de ellos son considerados los más completos, como se mostrará en su oportunidad:

1. Tasa promedio de rentabilidad.
2. Interés simple sobre el rendimiento
3. Periodo de recuperación de la inversión.
4. Valor presente neto.
5. Tasa interna de retorno.

1. Tasa Promedio de Rentabilidad (TPR).

Este es un método basado en procedimientos contables y está constituido por la relación que existe entre el promedio anual de utilidades netas, (después de impuestos) y la inversión promedio de un determinado proyecto. Por ejemplo si la utilidad neta promedio (contable) durante cinco años es \$1,500.00 y la inversión promedio en el proyecto es \$30,000.00, entonces tenemos:

$$\text{TPR} = \frac{\text{PROMEDIO ANUAL DE UTILIDAD NETA}}{\text{Inversión Promedio}}$$

$$\text{Tasa Promedio de rentabilidad} = \frac{1,500}{30,000} = 5\%$$

La ventaja de este método es la facilidad de su aplicación ya que usamos información contable de fácil obtención. Una vez que hemos determinado la TPR, ésta se compara con la tasa mínima exigida por la empresa y entonces se vé si el proyecto se acepta o se rechaza. Sin embargo, este método tiene algunas desventajas que hacen su uso para toma de decisiones un poco peligroso, tales como:

- a). Está basado en la utilidad contable en lugar de basarse en los ingresos netos que produce la inversión
- b). No toma en cuenta el tiempo en que los desembolsos y los ingresos tienen lugar; esto es, ignora el valor del dinero en función del tiempo.

Estas desventajas pueden ser comprendidas más fácilmente con el siguiente ejemplo.

Supongamos que tenemos tres proyectos de inversión, cuyo costo es de \$50,000.00 en cada caso. Los tres proyectos tienen una vida económica de 5 años (depreciables en línea recta), También supongamos que estos proyectos proporcionarán las siguientes utilidades netas (contablemente determinadas) e ingresos netos:

PROYECTO 1

<u>AÑO</u>	<u>UTILIDADES NETAS</u>	<u>INGRESOS NETOS</u>	<u>DEPRECIACION</u>
1	15,000	25,000	10,000
2	12,000	20,000	8,000
3	10,000	15,000	5,000
4	8,000	10,000	2,000
5	<u>5,000</u>	5,000	
PROMEDIO	10,000		25,000

PROYECTO 2

1	10,000	15,000	5,000
2	10,000	15,000	5,000
3	10,000	15,000	5,000
4	10,000	15,000	5,000
5	<u>10,000</u>	15,000	<u>5,000</u>
PROMEDIO	10,000		25,000

PROYECTO 3

1	5,000	5,000	
2	8,000	10,000	2,000
3	10,000	15,000	5,000
4	12,000	20,000	8,000
5	<u>15,000</u>	25,000	<u>10,000</u>
PROMEDIO	10,000		25,000

Puesto que se emplea el método de depreciación en línea recta, los tres proyectos tienen la misma TPR, ( $\$10,000/25,000 = 40\%$ ) pero creemos que muy pocas empresas considerarían a los tres proyectos como iguales y inclinamos a creer que la mayoría de empresas favorecería al Proyecto 1, pues la mayor par



inclinamos a creer que la mayoría de empresas favorecería al Proyecto 1, pues la mayor parte de los beneficios es obtenido en los primeros años. Sin embargo, si solo considerásemos la TPR para tomar una decisión nos daría lo mismo aceptar cualquier proyecto, no obstante que claramente uno es mejor que los otros dos.

## 2. INTERES SIMPLE SOBRE EL RENDIMIENTO (ISSR)

Como antes mencionamos se pueden usar varios métodos para estimar la tasa de rendimiento sobre las inversiones de capital. Estos métodos están comprendidos en dos categorías generales: los que toman en consideración el valor del dinero a través del tiempo y los que no lo hacen. Estos últimos pueden llamarse métodos de interés simple.

Uno de ellos se representa por la siguiente fórmula:

$$ISSR = \frac{(\text{Rendimiento neto en efectivo anual promedio}) - (\text{Recursos de Capital})}{(\text{Inversión Inicial del Capital})}$$

La aplicación de la fórmula anterior puede ilustrarse suponiendo que se tiene en proyecto una inversión de \$10,000, - con una vida productiva estimada de 10 años y sin ningún valor de recuperación. También se espera que la inversión rinda un ingreso de efectivo neto anual de \$4,000; y que los costos en efectivo, incluyendo impuestos, asciendan a \$2,500. Bajo este método la inversión daría un rendimiento del 5%, - es decir (\$1,500 - \$1,000) sobre los \$10,000 que constituyen la inversión inicial.

Donde:  $1,500 = 4,000 - 2,500$

$$1,000 = \frac{10,000}{10} = \text{Depreciación Anual} \\ \text{o Recursos del capital}$$

Esta forma de analizar el problema puede indicar resultados falsos puesto que no toma en consideración el hecho de que se trata de una inversión cuyo monto está constantemente -- disminuyendo a medida que genera ingresos. Por ejemplo, el monto de la inversión al comienzo del segundo año sería más bien de \$9,000. que de \$10,000. (10,000 - 1,000).

Otro método de interés simple que si toma en consideración la disminución del valor de la inversión es:

$$\frac{(\text{Rendimiento en efectivo anual promedio}) - (\text{Recuperación de Capital})}{(\text{Inversión Promedio de Capital})}$$

Bajo este método se obtiene un rendimiento estimado del -- 10%, es decir:

$$\frac{\$1,500 - \$1,000}{\$5,000} = 10\% \text{ donde } 5,000 = \frac{10,000}{2}$$

Este método reconoce que hay una disminución gradual en el valor de la inversión. Sin embargo, no toma en consideración el valor del dinero en el tiempo. El valor actual de un peso ganado durante el décimo año es considerablemente menor al de un peso recibido durante el primer año.

Otra diferencia de los métodos de interés simple es que no pueden aplicarse a las inversiones de capital que se prevee que van a tener movimientos en efectivo disparejos. Muchas inversiones de capital tienen flujos de caja irregulares, -

frecuentemente, un activo rendirá menos ingreso durante -- sus primeros años de servicios. Es probable que esto ocurra cuando el ingreso emerge de un producto que está siendo in-- troducido en un mercado competitivo y que primero debe es-- tablecerse a si mismo. Otras inversiones pueden obtener más ingresos durante los primeros años de sus vidas, como por -- ejemplo, cuando un producto recientemente introducido "cap-- tura" el mercado temporalmente. Los desembolsos por costos-- también pueden seguir un patrón irregular. Los costos de -- mantenimiento y reparación tienden a aumentar durante los - últimos años de operación. En estos casos no se podría apli-- car este método que resulta de una utilidad muy dudosa y de limitado uso.

### 3. PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION (PRI). O PERIODO DE PAGO.

Su objetivo es indicar el número de años que serán requeri-- dos para recuperar una inversión.

En términos aritméticos se establece del siguiente modo:

$$PRI = \frac{IN}{VFx}$$

en donde:

PRI : periodo de recuperación de la inversión

IN: Inversión neta requerida.

VFx: Ingresos netos por año

Supongamos los siguientes datos:

$$IN = \$10,000$$

$$VFx = 2,500$$

$$N = \frac{10,000}{2,500} = 4 \text{ años}$$

Los datos anteriores se interpretan del siguiente modo:

Teniendo una inversión neta de \$10,000 y unos ingresos anuales esperados de \$2,500, el tiempo en el que la inversión se recuperará es de 4 años.

#### Ventajas del Método.

- a). Indica un criterio adicional para elegir entre varias alternativas que presentan iguales perspectivas de rentabilidad y riesgo.
- b). Puede ser de gran utilidad cuando el factor más importante de un proyecto sea precisamente el tiempo de recuperación, debido a que la empresa tenga una escasez pronunciada de fondos y no pueda emprender proyectos cuya recuperación toma mucho tiempo.

#### Desventajas del Método.

- a). Si el tiempo de recuperación deseado es muy corto, puede ocurrir que la rentabilidad que se exija de un proyecto sea muy alta y que, por tanto, se rechacen proyectos que podrían ser aceptados en otras condiciones.
- b). No da ninguna indicación sobre la rentabilidad de un proyecto de inversión.
- c). El método no toma en cuenta el valor del dinero en función del tiempo.
- d). No considera los flujos de fondos más allá del PRI.

Aunque el periodo de pago es muy fácil de calcular puede inducir a forma decisiones erróneas. Como lo demuestra el

ejemplo, ignora el ingreso más allá del periodo de pago. Si el proyecto vence en años posteriores, el uso del periodo de pago puede hacer que se escojan inversiones menos convenientes. Proyectos con periodos de pago más largos son los relativos a planeamiento a largo plazo -crear un nuevo producto o explotar un nuevo mercado. Estas son precisamente las decisiones estratégicas que determinan la posición fundamental de una empresa, pero suponen también inversiones que no rinden utilidades más altas en un número determinado de años. Esto significa que el método de pago puede influir en contra de las inversiones que son más importantes para el éxito a largo plazo de la empresa.

El reconocimiento del periodo más largo en el que una inversión es probable que rinda ahorros señala otra debilidad -- del uso del método de pago para clasificar las propuestas -- de inversión: el no tomar en cuenta el factor interés. Para ilustrarlo, consideremos dos activos: X y Y, cada uno de -- los cuales cuesta \$300 y que poseen las siguientes corrientes de efectivo:

<u>Año</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
1	200	100
2	100	200
3	100	100

Cada proyecto tiene un pago a dos años; por tanto, los dos serán igualmente convenientes. Sin embargo, sabemos que un peso actual vale más que un peso del año próximo, por lo

que el proyecto X, con su corriente de efectivo más rápida, es ciertamente más convenientes.

El uso del periodo de pago es preconizado a veces basándose en que las utilidades más allá de tres o cuatro años están cargadas de tal grado de incertidumbre que es mejor desecharlas totalmente en una decisión de planeamiento. Sin embargo, este es claramente un procedimiento débil. Algunas de las inversiones con utilidades más altas son las que puede que no se logren cumplidamente durante ocho o diez años. El nuevo ciclo de productos de industrias que poseen tecnologías avanzadas puede que no tenga un rendimiento hasta -- dentro de ocho o nueve años. Además, aunque las utilidades que se obtienen transcurridos cuatro o cinco años son muy -- inciertas, es importante juzgar la probabilidad de que se -- produzcan. Ignorarlas es asignar una probabilidad nula a es -- tos ingresos distantes. Esto difícilmente puede producir -- los mejores resultados.

Otra defensa final del método de pago es que una empresa -- que tiene escasez de efectivo debe prestar necesariamente -- gran atención a una rápida devolución de sus fondos para -- poder usarlos en otros lugares o para satisfacer otras nece -- sidades.

Sólamamente puede decirse que esto no alivia en nada al método de pago de sus numerosas limitaciones y que existen mejores métodos para abordar la situación de escasez de efec-

tivo. (\*)

Una tercera razón para usar el pago es que, típicamente, los proyectos con pagos más rápidos producen efectivos a corto-plazo más favorables sobre las ganancias por acción. Las empresas que usan el pago por esta razón están sacrificando - el crecimiento futuro en favor del ingreso corriente, y en general tal práctica no elevará al máximo el valor de la -- empresa. Las técnicas de corriente de efectivo descontado-- expuestas en la sección siguiente, si se usan apropiadamente, dan consideración automática a las ganancias presentes frente al crecimiento futuro y afectan al saldo que elevará al máximo el valor de la empresa.

Igualmente, el método de pago es usado a veces simplemente porque es muy fácil de aplicar. Si una empresa está tomando decisiones sobre muchos pequeños gastos de capital, los costos de usar métodos más complejos pueden superar a los beneficios de posiblemente "mejores" elecciones entre proyectos competitivos. Así, muchas compañías de suministro de ener-- gía eléctrica con procedimientos muy complicados de presu-- puesto de capital usan técnicas de corriente de efectivo -- descontado para proyectos competitivos.

-----  
(\*) Interpretamos una escasez de efectivo en el sentido de que la empresa tiene un alto costo de oportunidad para sus fondos y un alto costo del capital. Consideraríamos este alto costo - del capital en el método de tasa interna de rendimiento o el - método de valor presente neto, tomando así en cuenta la escasez de efectivo.

pero recurren al pago en ciertas decisiones de corrientes - de sustitución, de poca importancia. Cuando estas compañías usan el método de pago, lo hacen así generalmente después de estudios especiales que indican que el método de pago proporcionará respuestas suficientemente precisas a las decisiones que han de tomar.

Finalmente, muchas empresas usan el pago en combinación con uno de los procedimientos de corriente de efectivo descontado descritos a continuación. El método VPN (valor presente neto) o la TIR (Tasa interna de rendimiento) se usa para estimar la lucratividad del proyecto, mientras que se usa el pago para mostrar cuánto tiempo estará en riesgo la inversión inicial, es decir, se usa el pago como un indicador -- del riesgo. Encuestas recientes han demostrado que cuando - las empresas más grandes usan el pago en relación con pro-- yectos importantes, casi siempre lo usan de esta manera.

#### 4. METODO DEL VALOR PRESENTE NETO Ó DEL VALOR ACTUAL NETO.

Cuando se reconocieron las fallas del método de pago, se comenzó a buscar métodos de evaluar proyectos que reconocieran que un peso recibido inmediatamente es preferible a un peso recibido en cierta fecha futura. Este reconocimiento condujo a la creación de técnicas de corriente de efectivo - - descontado para tomar en cuenta el valor del dinero en el - tiempo. Una de dichas técnicas de corriente de efectivo - - descontado se llama "método del valor presente neto", Para llevar a la práctica este enfoque, simplemente halle el - -



valor presente del efectivo neto esperado de una inversión, descontado al costo del capital y réstese de él el desembolso inicial por costo del proyecto. Si el valor presente neto es positivo, el proyecto debe aceptarse; si es negativo, debe rechazarse. Si los dos proyectos se excluyen mutuamente, debe elegirse el que posee un valor actual neto más alto.

La ecuación del valor presente neto (VPN) es:

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= \frac{R_1}{(1+k)^1} + \frac{R_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+k)^n} - C \\ &= \sum \frac{R_t}{(1+k)^t} - C. \end{aligned}$$

Aquí  $R_1$ ,  $R_2$ , etc. representan las corrientes de efectivo netas;  $k$  es el costo del capital,  $C$  es el monto de la inversión y  $n$  es la vida esperada del proyecto.

Considerese el siguiente ejemplo, donde los valores presentes netos de dos proyectos A y B se calcularon en el cuadro I. El proyecto A tiene un VPN de \$80, mientras que el del proyecto B es \$400. Sobre esta base, los dos deben aceptarse si son independientes, pero debe escogerse B si se excluyen mutuamente.

Cuando una empresa aprueba un proyecto con un VPN positivo, el valor de la empresa aumenta en el importe del VPN. En nuestro ejemplo, el valor de la empresa aumenta \$400

-----  
1) Si los costos se distribuyen entre varios años, debe tenerse en cuenta esto. Supongamos, por ejemplo, que una empresa adquirió terreno en 1977, construyó un edificio en 1978, instaló el equipo en 1979, e inició la producción en 1980. Podría considerarse a 1977 como el año base, comparando el valor actual de los costos en 1977 con el valor actual de la corriente de beneficios en esa misma fecha.

adopta el proyecto B, pero sólo \$80 si adopta el proyecto - A. Examinando de esta forma las alternativas, es fácil ver porqué se prefiere B aA, y también se descubre con facilidad la lógica del enfoque VPN.

Cuadro I.

CALCULO DEL VALOR PRESENTE (VPN) DE PROYECTOS CON UN COSTO DE \$1,000. a la tasa del 10% anual.

Año	PROYECTO "A"			PROYECTO "B"		
	Flujo neto de Fondos	$(1+i)^{-t}$ (10x100)	Valor presente del flujo neto de fondos.	Flujo neto de Fondos	$(1+i)^{-t}$ (10x100)	Valor presente del flujo neto de fondos.
1	\$500	.91	\$455	\$100	.91	\$ 91
2	400	.83	332	200	.83	166
3	300	.75	225	300	.75	225
4	100	.68	68	400	.68	272
5				500	.62	310
6				600	.56	<u>336</u>
	V.P. de entradas		\$1'080			\$1'400
	Menos costo		<u>-1'000</u>			<u>-1'000</u>
	VPN		\$ 80			\$ 400

5. Método de la tasa interna de retorno.

Se define la tasa interna de retorno (TIR) como la tasa de interés que iguala el valor actual de los flujos o ingresos, de efectivo futuros esperados con el desembolso inicial por costo. La ecuación para calcular la tasa de utilidad interna es:

$$\frac{R_1}{(1+r)^1} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} - C = 0$$

III.4.

$$= \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - C = 0$$

Aquí conocemos el valor de C\* y también los valores de R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, ..., R<sub>n</sub>, pero no conocemos el valor de r. Cierta valor de r hará que la suma de los ingresos descontada sea igual al costo inicial del proyecto, haciendo la ecuación igual a cero, y dicho valor de r se define como la tasa de utilidad interna o tasa interna de retorno; es decir, el valor de la solución de r es la TIR. Obsérvese que la fórmula de la tasa interna de retorno - - ecuación es simplemente la fórmula del VPN despejando aquel valor particular de k que hace que el VPN sea igual a Cero. En otras palabras se usa la misma ecuación básica para ambos métodos pero: 1) en el método VPN la tasa de descuento (k) se especifica y se halla el VPN, mientras que, 2) en el método TIR se especifica que el VPN es igual a cero y se halla el valor de r que hace que el VPN sea igual a cero.

\* De igual forma que en el método del VPN, cuando la inversión del capital se realice en mas de un año (o de los períodos considerados) se debe traer a valor presente de cada partida de inversión, para formar el valor de C.

Cuadro II.

PROCEDIMIENTO PARA HALLAR LA TASA DE UTILIDAD INTERNA.

		Flujo de Fondos (Valores $R_t$ )	
		$R_A$	$R_B$
$C =$ Inversión = \$1 000	Año		
	1: $R_1$	= \$500	\$100
	2: $R_2$	= 400	200
	3: $R_3$	= 300	300
	4: $R_4$	= 100	400
	5: $R_5$	=	500
	6: $R_6$	=	600

Año	10 por 100		15 por 100		20 por 100	
	$(1+.10)^{-t}$	Valor Ac- tual	$(1+.15)^{-t}$	Valor Actual	$(1+.20)^{-t}$	Valor= Actual
		A B		A B		A B
1	0.91	455 91	0.87	434 87	0.83	415 83
2	0.83	332 166	0.76	304 152	0.69	276 138
3	0.75	225 225	0.66	198 198	0.58	174 174
4	0.68	68 272	0.57	57 228	0.48	48 192
5	0.62	310	0.50	250	0.40	200
6	0.56	336	0.43	258	0.33	198
Valor presente		1080 1400		994 1173		913 985
Valor presente Neto = VP - C		80 400		(6) 173		(87) (15)

La tasa interna de retorno puede hallarse por tanteo. Prime-  
ro, calcule el valor actual de las corrientes de efectivo -  
de una inversión, usando una tasa de interés arbitrariamen-  
te escogida. (Si el costo del capital para muchas empresas -

varía de 10 a 15 por 100, se espera que los proyectos den un rendimiento de por lo menos 10 por 100. Por consiguiente 10 por 100 es un buen punto de partida para muchos problemas). Luego, compare el valor actual así obtenido con el costo de la inversión. Si el valor actual es mayor que la cifra del costo, busque una tasa de interés más alta y aplíquelo el procedimiento nuevamente. Por el contrario, si el valor actual es menor que el costo, reduzca la tasa de interés y repita la operación. Continúe hasta que el valor actual de las corrientes producidas por la inversión sea aproximadamente igual a su costo. La tasa de interés que produce esta igualdad es la tasa de Utilidad Interna. \*)

Este proceso de cálculo se ilustra en el cuadro II para los proyectos A y B.

¿Qué hay de especial en la tasa particular de interés que iguala el costo de un producto con el valor actual de sus ingresos?. Supongamos que una empresa obtiene todo su capital pidiendo prestado a un banco y que el costo del interés de esta deuda es 6 por 100. Si se calcula que la tasa de utilidad interna de un proyecto particular es 6 por 100, la

---

\*) Con objeto de reducir el número de pruebas necesarias para hallar la tasa de utilidad interna, es importante reducir al mínimo el error en cada iteración. Un procedimiento razonable es efectuar la mayor aproximación posible, luego "aproximar" la tasa interna de utilidad efectuando cambios bastante grandes en la tasa de interés al principio del proceso iterativo. En la práctica, si han de evaluarse muchos proyectos o si se trata de muchos años, no deben efectuarse los cálculos a mano, sino usando una computadora. Se han usado técnicas de cómputo para poder obtener la TIR en tres o cuatro pruebas.

misma que el costo del capital, la empresa podría invertir en el proyecto, usar la corriente de efectivo generada por la inversión para liquidar el principal y el interés del préstamo bancario, y terminar sin haber sufrido pérdida por la transacción. Si la tasa interna de utilidad excede de 6 por 100, el proyecto sería lucrativo, aunque si la tasa interna de utilidad fuera menor de 6 por 100, el proyecto produciría pérdidas. Esta característica de "punto de equilibrio" es la que nos hace interesarnos por la tasa de utilidad interna.

Suponiendo que la empresa usa un costo de capital de 10 por 100, el criterio de tasa interna de retorno afirma que, si los dos proyectos son independientes, ambos deben ser aceptados -son mejores que el "punto de equilibrio". Si son mutuamente exclusivos, B califica más alto y debe ser aceptado, mientras que A debe ser rechazado.

Una ilustración más completa de cómo sería usada en la práctica la tasa de utilidad interna se da en el cuadro III.

Suponiendo un costo de capital de 10 por 100, la empresa debe aceptar los proyectos 1 a 7, rechazar los proyectos 8 a 10 y tener un presupuesto total de capital de \$10 millones.

#### TIR para flujos de efectivos constantes.

Si los flujos de efectivo de un proyecto son constantes, -- o iguales cada año, la tasa de utilidad interna del proyecto puede hallarse por un procedimiento relativamente sencillo. En esencia, tal proyecto es una anualidad; la empresa hace-

un desembolso,  $C$  y recibe una corriente de beneficios de flujo de efectivo  $R$ , durante un número de años dado. La TIR del proyecto se halla aplicando la ecuación.  $C = R A_{n \ i}$ .\*)

Para ilustrar esto, supóngase que un proyecto tiene un costo de \$10 000 y se espera que produzca corrientes de efectivo de \$1 627 al año durante 10 años. El costo del proyecto \$10 000, es el valor actual de una anualidad de \$1,627 al año durante 10 años, por lo que aplicando la ecuación 9.6 obtendremos:

$$\frac{\text{Costo}}{R} = \frac{\$10\ 000}{\$1,627} = 6.146 = A_{10 \ i}$$

Examinando esta  $A_{10 \ i}$  en la tabla de anualidades en la fila de 10 años, lo hallamos (aproximadamente) debajo de la columna de 10 por 100. Por tanto, 10 por 100 es la TIR del proyecto. En otras palabras, 10 por 100 es el valor de  $r$  que impulsaría la ecuación del VPN a cero cuando  $R$  es constante en \$1 627 durante 10 años y  $C$  es \$10 000. Este procedimiento solo se aplica si el proyecto tiene, la TIR debe hallarse por tanteo como se describió anteriormente.

- \*) La notación  $A_{n \ i}$  indica el valor presente de una anualidad de un peso pagadero al final de cada año, durante un plazo de  $n$  años a la tasa  $i$ . Con la letra  $R$  se denota el flujo de efectivo anual que se multiplicará por el valor presente de la anualidad.

Existen diferentes tablas con los valores calculados del valor presente neto de una anualidad, a continuación se muestra el valor de  $A_{10 \ .10}$  de las tablas Financieras del Act. Benjamín de la Cueva.

CUADRO III. DE PROYECTOS EN PERSPECTIVA.

	Cantidad de Fondos requeridos.	Total Acumulado.	TIR (por 100)
1. Compra de espacio arrendado	\$2'000.000	\$2'000.000	23
2. Mecanización del sistema contable	1'200,000	3'200,000	19
3. Modernización del edificio para oficinas	1'500,000	4'700,000	17
4. Aum.de instalaciones de energía eléctrica	900,000	5'600,000	16
5. Compra de una filial	3'600,000	9'200,000	13
6. Compra de muebles de carga	300,000	9'500,000	12
7. Compra de camiones tanque	500,000	10'000.000	11
			Reducción de 10 por 100
8. Instalación de sistema de transportadores	200,000	10'200,000	9
9. Construcción de una nueva planta	2'300,000	12'500,000	8
10. Compra de un avión para los ejecutivos	200,000	12'700,000	7



Tablas de Interés Compuesto  
10% (0.1)

n	$(1+i)^n$	$V^n$	$S_n$	$am$	$am^{-1}$	n
1	1.100000	0.909091	1.000000	0.909091	1.100000	1
2	1.210000	0.826446	2.100000	1.735528	0.576190	2
3	1.331000	0.751315	3.310000	2.486852	0.402114	3
4	1.464100	0.683013	4.641000	3.159871	0.315470	4
5	1.610510	0.620921	6.105100	3.79079	0.263797	5
6	1.771561	0.564474	7.715610	4.35526	0.229607	6
7	1.948717	0.513158	9.487170	4.86842	0.205405	7
8	2.143589	0.466507	11.435890	5.33493	0.187444	8
9	2.357948	0.424098	13.579480	5.75902	0.173640	9
10	2.593742	0.385543	15.937420	6.14457	0.162745	10
11	2.853117	0.350494	18.531170	6.49506	0.153963	11
12	3.138428	0.318631	21.384280	6.81369	0.146733	12
13	3.452271	0.289664	24.522710	7.10336	0.140778	13
14	3.797498	0.263333	27.974980	7.36669	0.135746	14
15	4.177248	0.239392	31.772480	7.60608	0.131473	15
16	4.594973	0.217629	35.949730	7.82371	0.127816	16
17	5.055470	0.197845	40.544700	8.02155	0.124641	17
18	5.559917	0.179859	45.599170	8.19141	0.121902	18
19	6.115909	0.163508	51.159090	8.33492	0.119556	19
20	6.727500	0.148644	57.275000	8.45356	0.117459	20
21	7.400250	0.135131	64.002500	8.54869	0.115562	21
22	8.138428	0.122846	71.400250	8.62170	0.113825	22
23	8.949735	0.111628	79.549735	8.67322	0.112200	23
24	9.834706	0.101369	88.497350	8.70477	0.110681	24
25	10.80706	0.092229	98.347060	8.71704	0.109261	25
26	11.918177	0.083905	109.181770	8.70995	0.107919	26
27	13.109994	0.076278	121.099940	8.68322	0.106637	27
28	14.420994	0.069243	134.209940	8.63657	0.105410	28
29	15.863093	0.062709	148.630930	8.57061	0.104231	29
30	17.449402	0.056589	164.494020	8.48269	0.103092	30
31	19.194342	0.050899	181.943420	8.37901	0.102049	31
32	21.113777	0.045673	201.137770	8.25263	0.101071	32
33	23.225154	0.040857	222.251540	8.10857	0.100143	33
34	25.547670	0.036453	245.476700	8.00857	0.100073	34
35	28.102437	0.032384	271.024370	8.04416	0.103689	35
36	30.912681	0.028549	299.126810	8.07651	0.103343	36
37	34.003949	0.024908	330.039490	8.05922	0.103029	37
38	37.404343	0.021473	364.043430	8.03265	0.102749	38
39	41.144778	0.018205	401.144778	8.00790	0.102496	39
40	45.259256	0.015195	442.592560	8.07905	0.102259	40
41	49.785181	0.012386	487.851810	8.07991	0.102049	41
42	54.763699	0.009726	537.636990	8.08174	0.101864	42
43	60.240069	0.007200	592.400690	8.08340	0.101688	43
44	66.226407	0.004801	652.640700	8.08490	0.101529	44
45	72.890488	0.002519	718.904880	8.08628	0.101384	45
46	80.179532	0.001247	791.795320	8.08752	0.101263	46
47	88.197485	0.000628	871.974850	8.08866	0.101160	47
48	97.017234	0.000307	960.172340	8.08969	0.101074	48
49	106.718957	0.000159	1057.189570	8.09063	0.100999	49
50	117.390853	0.000083	1163.908530	8.09148	0.100932	50
60	304.481640	0.000328	3034.816400	8.09671	0.100329	60
70	789.746995	0.000128	7897.469950	8.09873	0.100126	70
80	2048.400215	0.000048	20484.002150	8.09951	0.100046	80
90	5313.022612	0.000018	53130.022612	8.09981	0.100007	90
100	13780.612340	0.000007	137796.123400	8.09992	0.100001	100

- DOS BREVES CONSIDERACIONES SOBRE LA TIR

a.- El problema de los múltiples valores de la Tir.

En algunas ocasiones se presentará el problema en que existan varios valores de la TIR para un mismo proyecto de inversión. Esta situación, que sólo sucede excepcionalmente, se puede -- presentar cuando existan flujos netos negativos dentro de la serie de flujos del proyecto, esto a su vez se puede deber a posteriores inversiones de capital a la erogación inicial.

El hecho de que existan múltiples valores de la TIR en un mismo proyecto de inversión se debe a una solución matemática, - pero en el sentido estricto - financiero, la TIR es única. La ecuación empleada para el cálculo de la TIR es un polinomio de grado N, el cual puede tener como máximo tantas soluciones reales como cambios de signos tenga su serie de sumandos que lo componen.

Aquí mencionaremos brevemente en que situaciones se presenta este problema y su solución conceptual, sin profundizar en su cálculo matemático, lo cual se sale de nuestro objetivo principal. ( para ampliar este tema vease: "James H. Lorie y -- Leonard J. Savage, "THREE PROBLEMS IN RATIONING CAPITAL"; --- Journal of Bussiness, Octubre de 1955.)

A continuación explicaremos el ejemplo clásico de la bomba de petróleo de James H. Lorie y Leonard J. Savage que ilustra el caso de las multiples TIR.

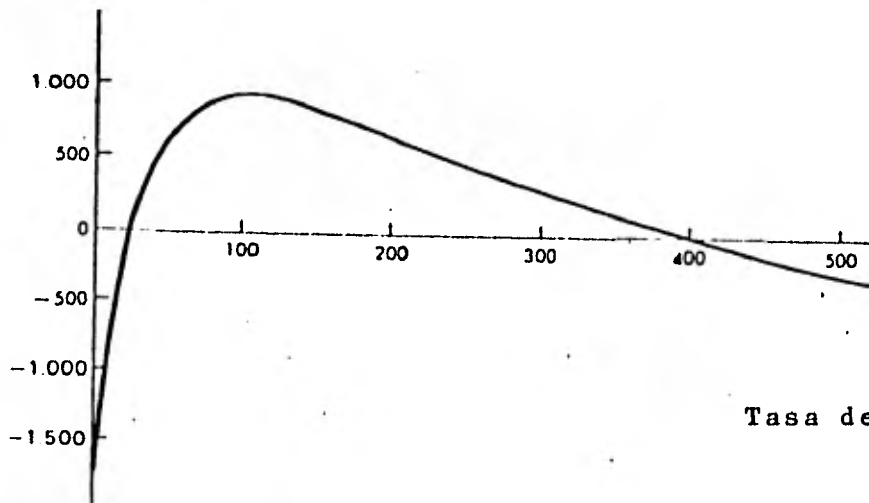
La decisión que se analiza es la instalación de una nueva bomba que puede extraer una cantidad fija de petróleo de un pozo con más eficiencia que la bomba empleada actualmente. Supongamos que la nueva bomba cuesta \$1.600 y que aumenta los ingresos de fondos en \$10.000 al final del año 1, disminuye los ingresos de fondos en la misma suma al fin del año 2:

FIN DEL AÑO:	0	1	2
Flujo de fondos.	-\$1.600	+\$10.000	-\$10.000

Para esta inversión las TIR son el 25 por ciento y el 400 por ciento.

En la siguiente gráfica se ilustra el VPN de este flujo a diferentes tasas de interés y los dos valores de la TIR

Valor Presente Neto



Tasa de Descuento Neta

Para una tasa de descuento de 0% el valor presente del proyecto es negativo (1.600), debido a que la suma de los egresos no descontados es mayor que el total de los ingresos no descontados. Conforme la tasa de descuento crece, el valor presente de los egresos del segundo año decrece con relación a los ingresos del primer año y el valor presente del proyecto es positivo cuando la tasa de descuento sobrepasa el 25%. El valor presente de los flujos de fondos de los años 1 y 2 decrece con relación al pago del año cero, cuando la tasa sobrepasa el 100%. El valor presente de todos los flujos es cero nuevamente para una tasa de descuento de un 400%.

El problema planteado ahora es cuando existen múltiples valores de la TIR ¿Cómo decidir cual es la correcta?. En el caso de la bomba de petróleo, ¿ será la correcta el 25% ó el 400%?. En este caso ambas son incorrectas porque ninguna de las dos miden el valor de la inversión, pues de ser así, para un costo de capital de 10% se aceptaría el proyecto porque ésta es menor que la TIR del 25% pero el valor presente del proyecto al 10% es negativo.

Lo que sucede es que la empresa "obtiene un préstamo" de \$10,000 del proyecto al final del año 1 y los paga al final del año 2. La pregunta que surge ahora es, ¿cual es el valor que tiene para la empresa el uso de los 10,000 durante un año?. Esta respuesta depende, a su vez, de las tasas de retorno de las alternativas de inversión existentes durante ese mismo periodo. Si

. . .

la empresa pudiera obtener un 20% por el uso de estos fondos - y recibir esa ganancia al final del periodo, el valor de esa -- alternativa seria de 2.000 obtenidos al final del año 2. La ta sa interna de retorno que iguala el valor presente de esta can tidad al valor presente del desembolso inicial, de 1.600 es -- 11.8%. De una forma análoga, se pueden evaluar otras propues-- tas para encontrar una tasa interna de retorno que tenga un sen tido económico.

b.- La Tasa Interna de Retorno y la Rentabilidad de un Proyecto no son lo mismo.

La mayoría de los autores que tratan de la tasa interna de re-- torno dan una definición de ésta mas o menos en los siguientes términos; " Es la tasa de descuento para la cual el valor pre-- sente de los ingresos es igual al valor presente de los egresos o costo de inversión", como nosotros mismos la definiamos ante-- riormente, pero esta es una definición basada únicamente en una igualdad aritmética y no apoyada en un concepto financiero, como es la que le corresponde.

El problema de la selección entre diferentes alternativas de in-- versión se plantea la pregunta ¿Cuál o cuáles proyectos de in-- versión deben escogerse? es decir, el objetivo de la evaluación de proyectos de inversión es medir la rentabilidad del capital-- invertido en cada proyecto de inversión.

. . . .

El hecho de que el valor presente de los egresos sea igual al valor presente de los ingresos de un proyecto de inversión a una cierta tasa de reinversión llamada TIR, esto únicamente nos indica que exactamente lo que yo invertí lo recupero, a la tasa de reinversión TIR, pero hasta aquí no dice si esto es bueno o malo. Es importante resaltar que esta TIR es la tasa de reinversión que se obtiene hasta el final del proyecto de inversión, independientemente de que a lo largo de la vida del proyecto se puedan obtener valores diferentes. Con la TIR final calculada se conoce la tasa de interés compuesto a que se reinvierten tanto los ingresos como los egresos del proyecto de inversión.

Si analizamos la fórmula de cálculo de la TIR (Cap. III. 5) podemos concluir que su valor depende de tres variables: la duración total del proyecto, el momento en que se realiza cada uno de los flujos y del monto de cada uno de éstos, no intervienen para nada el costo del capital invertido en el proyecto de inversión.

Por eso a la TIR se le llama la tasa intrínseca de retorno, es la tasa de rentabilidad del proyecto el cual no considera el costo del capital invertido y por lo tanto ignora su origen.

Ahora podremos entender que la TIR de un proyecto de inversión y la rentabilidad de la inversión no son lo mismo. Por su definición la TIR de una inversión es la tasa de rentabilidad calculada antes de deducir el costo de los fondos empleados (Cap.

1.6 Evaluación Financiera ). De esta forma se concluye que la TIR es una tasa de rentabilidad bruta y la rentabilidad de la inversión es la diferencia aritmética entre la TIR y el costo del capital invertido, y la inversión es rentable sólo cuando su TIR es mayor al costo del capital del proyecto de inversión.

El cálculo de la TIR es un medio para conocer la rentabilidad de la inversión.

Con lo anterior podemos definir la tasa interna de retorno como "la tasa intrínseca de un proyecto de inversión que sirve - para dar una medida de la rentabilidad del capital invertido - en dicho proyecto".

7. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL VPN Y LA TIR.

1. Diferencias Básicas entre los Métodos VPN y TIR.

Como se indicó antes, el método VPN: 1) acepta todos los proyectos independientes cuyo VPN es mayor que cero, y 2) califica los proyectos mutuamente exclusivos por sus VPN, escogiendo el proyecto con el VPN más alto según la ecuación:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+k)^t} - C$$

El método TIR por el contrario, halla el valor de  $r$  que obliga a la ecuación a ser igual a cero.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - C = 0$$

El método TIR requiere aceptar proyectos independientes en los que  $r$ , la tasa interna de retorno es mayor que  $k$ , el costo del capital y escoger entre proyectos mutuamente exclusivos, según cuál tenga la más alta TIR.

Es evidente que la única diferencia estructural entre los métodos VPN y TIR reside en las tasas de descuento usadas en las dos ecuaciones todos los valores de las ecuaciones son idénticos, excepto para  $r$  y  $k$ . Además, podemos ver que si  $r > k$ , entonces  $VPN > 0$ .

Puede verse esto observando que  $VPN = 0$  solo cuando  $r = k$ :

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+k)^t} - C = \frac{R_t}{1+r)^t} - C = 0$$



si y solo si,  $r = k$ , entonces  $VPN = 0$ , y si  $r > k$ , entonces  $VPN > 0$ .

En consecuencia los dos métodos dan las mismas decisiones de aceptar-rechazar para proyectos específicos- si el proyecto I es aceptable según el criterio VPN, también es aceptable si se usa el método TIR.

Sin embargo, en determinadas condiciones los métodos VPN y TIR pueden calificar los proyectos diferentemente, y si se trata de proyectos mutuamente exclusivos o si el capital es limitado, las calificaciones pueden ser importantes. Las condiciones en que pueden producirse diferentes calificaciones son como sigue:

1. El costo de un proyecto es mayor que el de otro.
2. El resultado de los flujos de fondos o efectivo de los proyectos, puede diferir en el tiempo. Por ejemplo, los flujos de efectivo de un proyecto pueden aumentar con el tiempo, mientras que los de otro pueden reducirse, o los proyectos pueden tener diferentes vidas esperadas.

El primer punto puede verse considerando dos proyectos mutuamente exclusivos, L y S, de tamaños muy diferentes. El proyecto S requiere la inversión de \$1.00 y rinde \$1.50 al final de un año. Su TIR es 50 por 100, y a un costo de capital de 10 por 100 su VPN es 0.36. El proyecto L cuesta \$1 millón y rinde \$1.26 millón al final del año. Su TIR solo es de 26 por 100, pero su VPN en 10 por 100 es \$113 625. Los dos métodos califican los proyectos diferentemente:  $TIR_S > TIR_L$ , pero  $VPN_L > VPN_S$ .

Por supuesto, este es un caso extremo, pero cuando los proyectos difieren en tamaño, el VPN y la TIR pueden dar diferentes calificaciones. (\*)

El efecto de los flujos de efectivo diferentes es algo más difícil de comprender, pero puede ser ilustrado con un ejemplo. Consideremos dos proyectos, A y B. cuyos flujos de efectivo durante sus vidas de tres años son los siguientes:

Flujo de Efectivo del Proyecto.

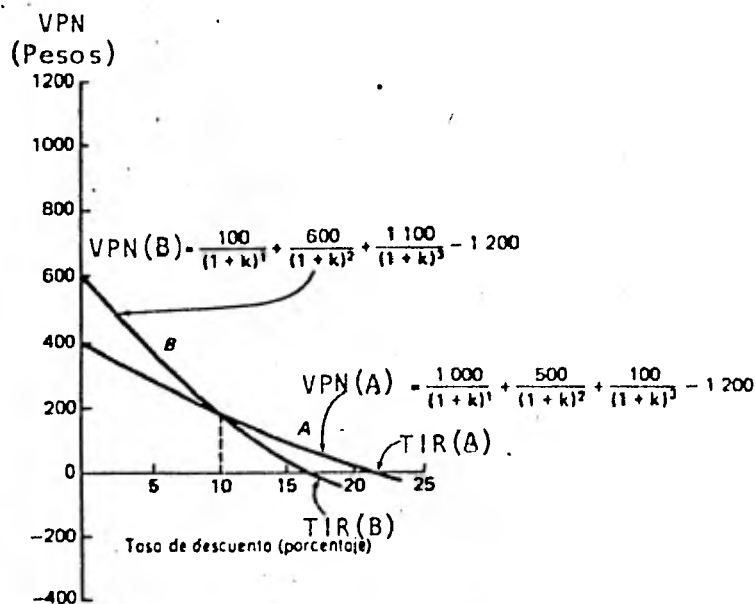
<u>Año</u>	<u>A</u>	<u>B</u>
1	\$1 000	\$ 100
2	500	600
3	100	1 100

Los flujos de efectivo del proyecto A son mayores en los primeros años, pero los flujos de efectivo de B aumentan con el tiempo y superan a los de A en los últimos años. Cada proyecto cuesta \$1 200, y sus VPN, descontados a las tasas especificadas son:

	<u>VPN</u>	
Tasa de descuento:	A	B
0 por 100	\$ 400	\$ 600
5	300	400
10	200	200
20	50	(85)
25	(25)	(175)
30	(100)	(250)

-----  
 (\*) Proyectos de diferente tamaño podrían ser calificados igual por los métodos VPN y TIR; es decir, diferentes tamaños no significan necesariamente diferentes calificaciones. Para ver la demostración de esto puede consultarse "Análisis Financiero" de Mao, Editorial Ateneo.

FIG. 1 GRAFICA DE VALOR PRESENTE



A la tasa de descuento de cero, el VPN de cada proyecto es simplemente la suma de sus ingresos menos su costo. Así, - el VPN del proyecto A a 0 por 100 es \$1000 + \$500 + \$100 - -\$1200 = \$400; el del proyecto B es de \$100 + \$600 + \$1100 - \$1200 = \$600. Cuando la tasa de descuento se eleva de ce- ro, los VPN de los dos proyectos bajan de estos valores.

Los VPN son representados gráficamente en función de la ta- sa de descuento apropiadas en la figura 1, una gráfica - de valor presente. Obsérvese que la - ordenada en el origen del eje vertical es el VPN cuando la - tasa de descuento es cero, mientras que la ordenada en el -- origen en el eje horizontal muestra la TIR de cada proyecto. La tasa interna de retorno se define como aquel punto en el

que el VPN es cero; por consiguiente, la TIR de A es 22 por 100, mientras que la de B es 17 por 100. Puesto que sus flujos de efectivo más grandes se obtienen al final de la vida del proyecto, cuando los efectos del tiempo en el descuento son más importantes, el VPN de B desciende rápidamente al elevarse la tasa de descuento. Sin embargo, como los flujos de efectivo de A se reciben temprano, cuando el impacto de las tasas de descuento más altas no es tan severo, su VPN baja menos rápidamente al elevarse las tasas de interés.

Obsérvese que si el costo del capital es inferior a 10 por 100, B tiene el VPN más alto, pero la TIR más baja, mientras que a un costo del capital superior a 10 por 100 A tiene el VPN más alto y la TIR más alta. Podemos generalizar estos resultados: Cuando los perfiles VPN de dos proyectos se cruzan entre sí, existirá un conflicto si el costo del capital es inferior a la tasa del punto de cruzamiento. Para nuestros proyectos ilustrativos, no existiría ningún conflicto si el costo del capital para la empresa superara 10 por 100 pero los dos métodos calificarían diferentemente a A y B si  $k$  es menor de 10 por 100.

¿Cómo deben resolverse tales conflictos? Por ejemplo, cuando los métodos VPN y TIR dan calificaciones opuestas, ¿cuál de los dos proyectos mutuamente exclusivos deben escogerse? Para contestar estas dos preguntas se debe estudiar el siguiente tema.

## 2. El Problema de la Tasa de Reinversión.

El problema de las calificaciones diferentes del VPN y de la TIR, estriba en poder determinar el valor de la tasa de reinversión.

El método del VPN supone una reinversión de los flujos netos generados por el proyecto a la tasa de descuento utilizada, mientras que el método de la TIR implica una reinversión de los flujos intermedios a la tasa interna de retorno resultante del proyecto de inversión.

Si se pudiese saber el valor futuro de la tasa de reinversión sería la tasa de descuento utilizada o se compararía con la TIR calculada y así se podría decidir con certeza que método utilizar y por lo tanto que proyecto seleccionar y el problema estaría resuelto, pero la verdad es que hasta ahora no ha habido quien conozca la tasa de reinversión de los años futuros de un proyecto.

El criterio de la TIR tiene la ventaja de que se manifiesta con claridad al sentido común. Como los hombres de negocios tienden a pensar con referencia a una tasa de rentabilidad de la inversión, para muchos el criterio de la TIR es más fácil de entender que el criterio del VPN. Pero por otra parte, una ventaja muy importante del criterio del VPN es su vínculo tan estrecho con el objetivo primordial de la administración financiera. Como el objetivo es elevar al máximo posible el valor actual neto de la empresa, el VPN de una inversión suministra un criterio claro de la aceptación o rechazo de un proyecto.

El modelo de la TIR se prefiere sobre el VPN porque evita enfrentarse al problema de fijar la tasa de descuento presente y futura, que se utiliza en el modelo del VPN. Al calcular una TIR, por su concepto intrínseco, hace caso omiso del costo del capital invertido, el cual plantea dos grandes cuestiones : Primero, ¿Cómo considerar el costo del capital? : el de la tasa de interés del prestamista, el rendimiento actual sobre el capital de la empresa en marcha, un rendimiento mínimo esperado por el inversionista o una mezcla de éstos; además ¿cómo estimar la tasa para los años futuros? Para evitar este problema complejo es mejor utilizar el método de la tasa interna de retorno cuando se trata sólo de decidir si se acepta o se rechaza un proyecto por ser rentable per se.

El modelo del VPN se prefiere sobre el de la TIR cuando se trata de escoger solo algunos proyectos entre varios ya calificados como buenos, porque existe un racionamiento de capital o son mutuamente excluyentes entre sí. La razón de esto se debe a que con el método del VPN se está homogeneizando el criterio de comparación al utilizar la misma tasa de descuento para evaluar los diferentes proyectos; por el contrario, el método de la TIR, nos dice que el proyecto A es rentable a la TIR (a) y que el proyecto B lo es a la TIR (b) y nos lleva al problema de que si la rentabilidad es TIR (a) o TIR (b), no hay homogeneidad en la tasa de reinversión.

Otra razón más poderosa para recomendar el método del VPN se debe a que no basta con aceptar un proyecto rentable - sino el que maximice el valor presente de las acciones de la empresa y esto solo se puede calcular con el método del VPN.

En caso de que exista conflicto entre los criterios del VPN y la TIR para calificar un proyecto, es decir, mientras uno lo califica de bueno, el otro lo rechaza o viceversa, el criterio que se debe utilizar es el del VPN.

## V. CONCLUSIONES.

Como conclusión en seguida se contestarán las preguntas más --  
críticas que surgen alrededor del estudio de los dos mejores -  
métodos de evaluación financiera de proyectos de inversión: --  
TIR y VPN.

1. ¿Porqué se dice que el VPN y la TIR son los dos mejores modelos de evaluación de proyectos de inversión?.

La TIR y el VPN son los dos mejores modelos de evaluación de proyectos de inversión porque son los más completos en su -  
concepto; ambos modelos consideran el valor del dinero en -  
el tiempo y se enfocan al objetivo de la empresa: maximizar la rentabilidad de lo invertido y del valor presente de sus acciones.

2. ¿Qué método es el mejor? ¿Cuál de los dos modelos utilizar?

Para decir que método es el mejor y cuál de los dos utili--  
zar, primeramente se debe saber para qué.

Si se trata sólo de decidir si un proyecto es bueno o es malo, y así tomar la decisión de aceptarlo o rechazarlo, entonces el mejor método es el de la TIR y este se debe utilizar.

Si además de una vez seleccionados varios proyectos buenos, se debe realizar una segunda elección, ya sea porque algunos proyectos sean mutuamente excluyentes entre si o porque exista un racionamiento de capital y por lo tanto los recursos -  
son insuficientes para llevar a cabo todos los proyectos anteriormente seleccionados, entonces el mejor modelo es el -



del VPN y éste es el que se debe utilizar.

3. ¿Porqué en algunos casos se prefiere el modelo de la TIR sobre el del VPN?

El modelo de la TIR se prefiere sobre el del VPN porque -- evita enfrentarse al problema de fijar la tasa de descuento presente y futura, que se utiliza en el modelo del VPN. Al calcular una TIR, por su concepto intrínseco, hace caso -- omiso del costo del capital invertido, el cual plantea dos grandes cuestiones: Primero: ¿Cómo considerar el costo del capital?: el de la tasa de interés del prestamista, el rendimiento actual sobre el capital de la empresa en marcha, -- un rendimiento mínimo esperado por el inversionista o una mezcla de éstos; además ¿cómo estimar la tasa para los años futuros?. Para evitar este problema complejo, es mejor utilizar el método de la tasa interna de retorno cuando se trata sólo de decidir si se acepta o se rechaza un proyecto -- por ser rentable per se.

4. ¿Porqué en otros casos, se prefiere el modelo del VPN sobre la TIR?

El modelo del VPN se prefiere sobre el de la TIR cuando se trata de escoger solo algunos proyectos entre varios ya calificados como buenos, porque existe un racionamiento de -- capital o son mutuamente excluyentes entre sí. La razón de-

esto se debe a que con el método del VPN se está homogeneizando el criterio de comparación al utilizar la misma tasa de descuento para evaluar los diferentes proyectos; por el contrario, el método de la TIR, nos dice que el proyecto A es rentable a la TIR (a) y que el proyecto B lo es a la TIR (b) y nos lleva al problema de que si la rentabilidad es TIR (a) o TIR (b), no hay homogeneidad en la tasa de reinversión.

Otra razón más poderosa para recomendar el método del VPN se debe a que no basta con aceptar un proyecto rentable sino el que maximice el valor presente de las acciones de la empresa y esto solo se puede calcular con el método del VPN.

5. ¿En caso de conflicto entre el VPN y la TIR para calificar un proyecto qué criterio utilizar?

En caso de que exista conflicto entre los criterios del VPN y la TIR para calificar un proyecto, es decir, mientras uno lo califica de bueno, el otro lo rechaza o viceversa, el criterio que se debe utilizar es el del VPN. La razón es la misma que se explicó en el inciso anterior.

6. ¿Utilizar una tasa constante de descuento en el método del VPN puede ocasionar errores de decisión?

Si puede ocasionar errores de decisión, al seleccionar entre varios proyectos de inversión, el utilizar una tasa constante de descuento para toda la vida del proyecto; esto puede suceder cuando exista un comportamiento muy diferente

entre los flujos de fondos de cada proyecto, es decir que mientras algunos proyectos generen unos altos flujos de fondos en los primeros años de su duración otros los generen en los últimos años y otros generen unos flujos mas o menos constantes durante todo su desarrollo.

Lo correcto será utilizar la tasa descuento mejor estimada para cada período del proyecto, lo cual no es nada fácil; por esta razón, para simplificar el problema se emplea una tasa constante de descuento. Por otra parte, el utilizar una tasa estimada de descuento para cada período no modifica en nada la fórmula del concepto del VPN que utiliza una tasa constante de descuento.

7. ¿Cual es la diferencia básica entre los modelos del VPN y la TIR?

La diferencia básica y la única, es el supuesto de la tasa de reinversión. El modelo del VPN supone que los flujos netos generados por el proyecto se reinvertirán al valor de la tasa de descuento empleada mientras que el modelo de la TIR supone que los flujos netos del proyecto se reinvierten al valor de la TIR encontrada.

8. ¿Que se entiende por el problema de la tasa de reinversión?

El problema de la tasa de reinversión se entiende como el problema creado ante la incertidumbre de cuál será la verdadera tasa de reinversión de los flujos netos generados-

por el proyecto de inversión, la supuesta por el VPN o la del TIR.

9. ¿Por qué el valor de la tasa de descuento no es la tasa de reinversión?

La tasa de descuento empleada en el modelo del VPN supone que esta tasa de reinversión de los flujos netos del proyecto, pero ésta solo es una estimación de la tasa futura a la que podrán reinvertir los flujos futuros de fondos generados por el proyecto de reinversión.

10. ¿Por qué el valor de la tasa interna de retorno no es la tasa de reinversión?

De igual forma que la tasa de descuento, utilizada en el método del VPN, es una estimación de la de la tasa de reinversión. El modelo de la TIR supone que los flujos netos generados por el proyecto se reinvierten al valor de la tasa interna de retorno.

Pero, ¿porque suponerlo?

¿Si dados unos flujos netos se calcula una TIR?

¿Por qué nos preocupa reinvertir necesariamente los flujos netos generados del proyecto?

¿Dónde reinvertirlos, si la reinversión presupone el análisis de otro nuevo proyecto?

Bien, para entender mejor el problema de la tasa de reinversión contestaremos a estas cuestiones.

Se podría pensar en que no necesariamente se tendrán que reinvertir los flujos netos generados de un proyecto, este sería el caso, por ejemplo, del último proyecto que realizara una empresa y que una vez terminada la vida del proyecto también la empresa cerrará su existencia. Pero esto es imposible por dos razones. La primera se refiere a que no se puede pensar en el último proyecto de una empresa, lo cual implicaría el término de vida de ésta, dado que esto sería contrario a uno de los tres requisitos necesarios que configuran el ente de la empresa: valor humano agregado - rentabilidad y permanencia.

Es importante hacer notar que cualquiera de éstos tres requi

sitos podrían no cumplirse en un momento dado pero, no por eso dejan de ser objetivos primarios de la empresa. La segunda razón por la cual es válido el supuesto de la reinversión de los flujos netos de fondos se debe al concepto del interés compuesto implicado en el desarrollo de los métodos Matemático-Financieros, de la TIR y del VPN; en efecto, al utilizar el concepto del valor presente o el de valor futuro, el concepto del interés compuesto supone una reinversión del interés ganado en cada uno de los períodos considerados. Así podemos recordar la definición de valor presente: "El valor presente de cualquier suma futura se define como la cantidad inicial que cuando se acumula a interés compuesto a una tasa específica de interés, crecerá hasta igualar la cantidad futura durante el período de tiempo fijado".

Es importante notar que no se puede asegurar que los flujos netos de fondos generados por un proyecto se reinviertan, pero tampoco se puede anular la suposición de dicha reinversión.

11. ¿Cuál es el tratamiento de la carga financiera y de la amortización del capital en el flujo de fondos?

Al flujo neto de fondos no se le debe restar la carga financiera del capital invertido en el proyecto. La amortización del capital ya se dedujo automáticamente a valor presente, en el momento de su inversión precisamente para calcular el flujo neto, ingresos menos egresos, en el caso de la TIR y

y el valor presente neto, valor presente de los ingresos menos el valor presente de los egresos, en caso del VPN.

La razón por la cual no se debe restar la carga financiera del flujo neto de fondos es diferente para el caso de la TIR y del VPN. El método de la TIR calcula la rentabilidad del proyecto independientemente del origen del capital y por lo tanto ignora la tasa de interés que se tendría que pagar en caso de pasivo o el dividendo en caso de aportación de los accionistas; de esta forma si se tuviera que deducir la carga financiera, para ser congruentes también se tendría que deducir el dividendo por pagar. Al momento de utilizar el criterio de decisión, la TIR se compara contra el costo del capital, en caso de haber restado toda o parte de la carga financiera en el flujo neto de fondos se estaría falseando la comparación dado que la parte sustraída se duplicaría.

En el caso del VPN tampoco se debe restar la carga financiera del flujo neto de fondos porque precisamente su importe es la diferencia entre valor futuro de una cantidad y su valor presente.

12.¿ Cuando pueden existir múltiples valores de la TIR y como saber cuál es la correcta?

El problema de los múltiples valores de la TIR para un mismo proyecto de inversión de capital se puede presentar, -- aunque no necesariamente, cuando parte de la inversión se realiza en el año cero del proyecto, es decir antes de la operación y la otra parte se efectúa durante alguno o algunos de los períodos de operación, siendo dichas inversiones parciales mayores que los resultados generados en ese período de operación, lo que daría como consecuencia flujos netos negativos en algunos períodos de la vida del proyecto.

Esta situación no es común en la realización de proyectos de inversión, debido a que cuando se realizan inversiones fuertes durante la vida del proyecto, entonces dicha inversión se debe considerar como un proyecto ajeno y evaluar los flujos que genere en forma independiente a los generados por la inversión en el año cero.

En algunas ocasiones las inversiones de capital durante -- la vida del proyecto se deben al mantenimiento o reemplazo de la maquinaria y equipo pero no de un incremento en el activo fijo, que de lo contrario debe considerar flujos incrementales y por lo tanto evaluarlo como otro nuevo proyecto.

Pero dado el caso en que se considere un proyecto de inversión con flujos netos negativos y se presente mas de un valor de la TIR, para conocer el verdadero valor de la TIR



se debe seleccionar aquella tasa que le de un sentido al problema planteado, considerando únicamente los intervalos de las TIR encontradas para las cuales la gráfica del valor presente neto toma valores positivos. Por otra parte, ya existe un algoritmo matemático, descrito por los autores James H. Lorie y J. Savage en su obra ya citada, cuya explicación por ahora es ajena a este estudio.

13. ¿No basta el criterio de la TIR o del VPN para tomar la decisión sobre la factibilidad de un proyecto?

No es suficiente con aplicar el criterio de la TIR o del VPN para decidir si un proyecto debe o no llevarse a cabo. Se deben considerar otros factores no cuantificables, aspectos cualitativos.

Es cierto que algunos aspectos cualitativos de alguna forma se tratan de medir en el estudio de mercado, localización de la planta, la administración, etc., y que estas mediciones se resumirán en el volumen de ventas esperado y específicamente en el importe de las utilidades generadas.

Las matemáticas financieras y todas herramientas de la dirección financiera solo miden la rentabilidad de la empresa en función de un entorno no fácil de cuantificar.

Se deben considerar otros aspectos como el socio-económico, los planes del gobierno, la economía mundial, tanto en su situación presente como futura, en la medida que afecten directamente o indirectamente al proyecto de inversión en - - cuestión.

Por otra parte; existen los proyectos llamados estratégicos que no requieren de una evaluación financiera ya que independientemente del monto y costo de la inversión involucrada la empresa debe realizarla por cuestiones de estrategia; así por ejemplo la empresa decidirá dar cierta prestación adicional a su personal para evitar problemas laborales, o no dudará en asumir cierta medida de mercado para impedir que entre la competencia, como el ofrecer precios mas bajos que el costo de ciertos productos.

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

1. "ANALISIS FINANCIERO"  
JAMES C. MAO.  
EDITORIAL ATENEO, 1978
2. "FINANCIAL MANAGENET AND POLICY"  
JAME C. VAN HORNE.  
PARACTICE-HALL; CUARTA EDICION, 1977.
3. "FINANZAS EN ADMINISTRACION"  
J. FRED WESTON Y EUGENE F. BRIGHAM.  
EDITORIAL INTERAMERICANA; QUINTA EDICION, 1977
4. MEMORIA DEL CURSO "EVALUACION DE PROYECTOS DE  
INVERSION"  
FONDO NACIONAL DE EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL (FONEI).  
MERIDA, YUCATAN, NOVIEMBRE DE 1980.

