

UNIVERSIDAD  
PANAMERICANA

**ORDEM**

Ingeniería · Inteligencia · Estrategia

# Evaluación Económico Financiera de Proyectos de Inversión

Especialidad en Ingeniería y Gestión de  
Proyectos Posgrados de Ingeniería

Posgrados de la Facultad de Ingeniería

Apuntes elaborados por  
Mtro. Rodrigo Navarro Guerreo

## ÍNDICE:

### I. RELACIÓN DINERO EN EL TIEMPO

- I. Antecedentes
- II. Interés Simple
- III. Interés Compuesto
  - i. Valor Futuro
  - ii. Tasa de Interés Nominal y Efectiva
  - iii. Tasa de Interés Real y Nominal
  - iv. Valor Presente
- IV. Efectos del Plazo y la Tasa de Interés
- V. Anualidades
- VI. Tablas de Amortización
- VII. Ejercicios

### II. PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN PROYECTOS DE INVERSIÓN

- I. ¿Por qué surgen los Proyectos?
- II. ¿Qué es un Proyecto?
- III. ¿Qué es un Proyecto desde el punto de vista Económico?
- IV. ¿Por qué Evaluamos un Proyecto?
- V. ¿Qué es Evaluación de Proyecto?
- VI. Preparación y Evaluación de Proyectos
  - i. Ciclo de los proyectos
- VII. Estudio de Viabilidad
  - i. Estudio de mercado
  - ii. Estudio técnico
  - iii. Estudio legal
  - iv. Estudio Financiero
- VIII. Tipología de proyectos
- IX. Flujo de Efectivo
- X. Con y Sin Proyecto
- XI. Ejercicios

### III. CRITERIOS DE RENTABILIDAD

#### I. Técnicas que no Tienen en Cuenta el Valor del Dinero en el Tiempo

##### i. Plazo de Recuperación Descontado

#### II. Técnicas que Tienen en Cuenta el Valor del Dinero en el Tiempo

##### i. Plazo de Recuperación Descontado

##### ii. Valor Presente Neto

##### iii. Tasa Interna de Rendimiento

##### iv. Restricciones en la Utilización de la Tasa Interna de Retorno y el Valor Presente Neto

##### v. Relación de Beneficios a Costos

##### vi. Porcentaje de Recuperación a Valor Presente

#### III. Ejercicios

### Acerca de Rodrigo Navarro Guerrero:



Es Ingeniero Civil y Administrador por la Universidad Panamericana, Especialista en Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión por el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) y Maestro en Finanzas por la Universidad Panamericana; ha cursado diversos diplomados en Alta Dirección en el IPADE y Project Management. Actualmente se encuentra estudiando el Doctorado en Dirección de Proyectos en la Universidad Panamericana.

En lo que respecta a su trayectoria profesional, fue director de la Maestría en Evaluación de Proyectos en la Universidad Panamericana; se ha desempeñado como funcionario de BANOBRAS en el gobierno federal; ocupó la Subdirector Regional para la Zona Occidente para el Banco Interacciones; y fue responsable de la Tesorería del Holcim-Apasco. Actualmente es el Director de la Escuela de Ingeniería Civil y Administrador en la Universidad Panamericana.

Durante este tiempo, ha sido consultor de diferentes dependencias federales y estatales, así como para empresas concesionarias de infraestructura, constructoras, empresas del sector agroindustrial, desarrolladoras de vivienda y universidades.

Ha impartido las cátedras en Preparación, Evaluación y Estructuración de Proyectos, Ingeniería Financiera, Planeación Estratégica, Finanzas Corporativas y Microeconomía.

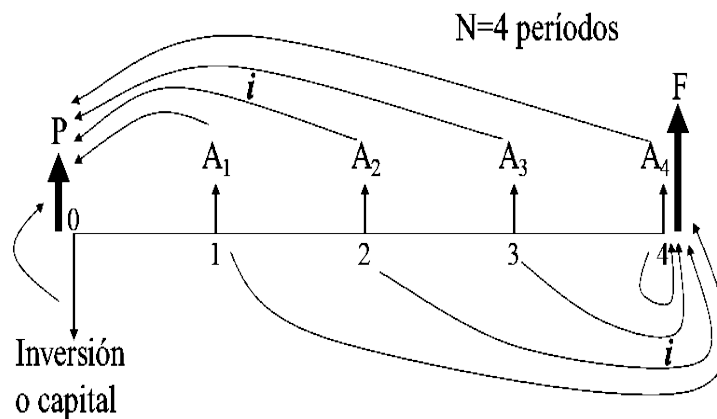
## 1. FUNDAMENTOS DE MATEMATICAS FINANCIERAS

### 1.1 Antecedentes

Las matemáticas financieras son la herramienta que permite determinar el valor del dinero en el tiempo.

**El dinero tiene dos coordenadas (cantidad y tiempo).**

Utilizando una misma tasa o costo de oportunidad, se obtiene el valor futuro de una cantidad presente o cuando obtenemos el valor presente de una cantidad futura, en realidad estamos hablando de la misma cantidad, pero ubicada en tiempos diferentes.



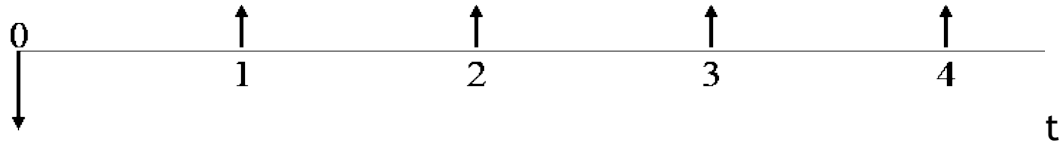
### Presentación de los Cálculos

Todo análisis de inversión implica entradas y salidas de dinero a lo largo del tiempo.

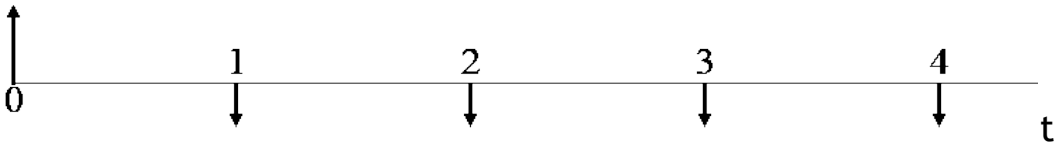
- Entrada de dinero: los beneficios de un período exceden a los costos del mismo período. Se representan gráficamente con una flecha hacia arriba.
- Salida de dinero: los costos de un período exceden a los beneficios del mismo período. Se representan gráficamente con una flecha hacia abajo.

### Ejemplos:

- Inversión convencional



- Préstamo:



Se pueden realizar múltiples combinaciones de los diagramas de entradas y salidas. También puede haber diferentes tipos de crecimientos en los flujos.

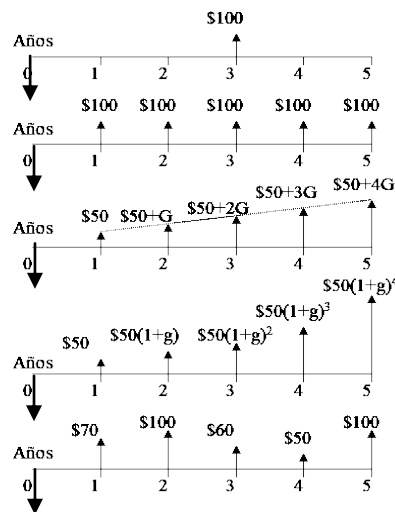
(a) Flujo de caja único

(b) Serie de pagos iguales (uniforme)

(c) Series de gradiente lineal

(d) Series de gradiente geométrica

(e) Series de pagos irregulares



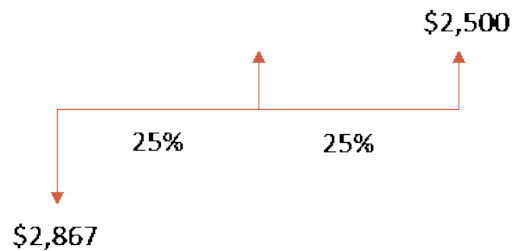
El flujo de efectivo de un proyecto se puede representar de tres maneras: en forma tabular, gráfica o de ecuación. Cualquiera que sea la presentación que se utilice, los resultados son exactamente los mismos.

Ejemplo: Se tiene una inversión que producirá \$1,500 el primer año y \$2,500 el segundo. Obtener el valor presente de la inversión, si costo del dinero es del 25% para el primer año y del 20% para el segundo.

**Presentación Tabular.** En esta presentación se acostumbra colocar los años de manera vertical (como en el problema anterior) o de forma horizontal. Esta presentación permite seguir los cálculos de manera sencilla.

	0	1	2
Flujo de Efectivo		1,500	2,500
Tasa de Interés		25%	20%
Factor Valor Presente		0.8000	0.6670
Valor Presente Flujos	2,867	1,200	1,667

**Presentación Gráfica.** Permite visualizar la forma como se dan los flujos de efectivo. Se acostumbra utilizar una flecha ascendente para entradas de dinero y descendente para salidas. A fin de evitar errores, no se deben de incluir cálculos.



**Tabla 2.1** Presentación Gráfica del Flujo de Efectivo

**Presentación como Ecuación.** Se aplica para visualizar de manera conceptual de los cálculos efectuados.

$$VP = \frac{1,500}{(1 + 0.25)} + \frac{2,500}{(1+0.25)(1+0.20)} = 2,867$$

## 1.2 Interés Simple

Para una inversión en la que sólo el capital genera intereses durante el tiempo de la transacción, la ganancia al final del período se conoce como interés simple. El cálculo de los intereses se efectúa de la siguiente manera:

- Si
- C = Capital
  - r = Tasa de Interés Anual (%)
  - n = Número de Años
  - I = Intereses Generados (\$)
  - S = Monto o Valor Futuro al final del periodo

$$I = C r n \quad (2.1)$$

El monto "S" al final del período correspondería al capital inicial más los intereses generados.

$$S = C + I \quad (2.2)$$

Substituyendo (2.1) en (2.2), el pago al final del período es igual al capital inicial más los intereses generados, esto es:

$$S = C + C r n$$

Factorizando la expresión anterior:

$$S = C (1 + r n) \quad (2.3)$$

En la práctica se requiere la determinación de los intereses para períodos menores de un año. En las operaciones bancarias se utiliza lo que se conoce como base mixta<sup>1</sup>, a través de la cual los intereses se calculan considerando años de 365 días, así como los días efectivamente transcurridos.

$$I = Crn/365 \quad \dots (2.4)$$

Ejemplo: Se otorga un crédito a TR + 2.5. Si la Tasa de Referencia (TR) es 17.25% y el saldo del crédito \$12,500, obtener los intereses para 30 días.

$$I = \frac{(12,500 \times (0.1725 + 0.025) \times 30)}{365} = 202.9$$

### 1.3 Interés Compuesto

#### 1.3.1 Valor Futuro

Una inversión en la cual los intereses que se generan se continúan reinvertiendo, se efectúa a interés compuesto.

Si      VP = Valor Inicial  
        r = Tasa anual de interés del periodo "i"  
        n = Numero de Periodos  
        VF = Valor Futuro

<sup>1</sup> Para un tratamiento más profundo sobre el tema, el lector puede referirse a cualquier texto sobre cálculos mercantiles.



Utilizando la ecuación 2.3, es posible conocer el valor de una inversión al final de un período:

$$VF_1 = VP (1 + r_1)$$

Si se reinvierten los recursos a la tasa del segundo período, al finalizar éste se tendrá:

$$VF_2 = VF_1 + VF_1 r_2 = VP(1 + r_1) + VP(1 + r_1)r_2 = VP(1 + r_1)(1 + r_2)$$

Si se continúa reinvertiendo a la tasa correspondiente para cada período:

$$VF_n = VP(1 + r_1)(1 + r_2) \cdots (1 + r_n) \quad (2.5)$$

Para el caso particular en que la tasa a la que se reinvierten los recursos sea igual para todos los períodos se tiene:

$$VF_n = VP (1 + r)^n \quad (2.6)$$

Para un valor unitario la expresión  $(1 + r)^n$ , se conoce como factor de acumulación.

Es importante destacar que la formula (2.1) sólo es válida cuando la tasa de inversión es igual, en el caso contrario se requiere utilizar la tasa correspondiente a cada año.

Ejemplo: Un inversionista cuenta con excedentes de \$1,000, los cuales no requerirá durante los próximos tres años. Una casa de bolsa le asegura una tasa del 22% capitalizable anualmente. Por otra parte, tiene la opción de depositar sus recursos en un banco, el cual le pagará la tasa de interés que al inicio de cada año esté vigente en el mercado. Si la tasa para el primer año es del 25%, para el segundo del 22% y para el tercero del 20% anual, determinar en qué institución le conviene efectuar su depósito.

Casa de Bolsa

$$VF_3 = \$1,000 (1 + 0.22)^3 = \$1,816$$

Banco:

$$VF_3 = \$1,000 (1 + 0.25) (1 + 0.22) (1 + 0.20) = \$1,830$$

### 1.3.2 Tasa de Interés Nominal y Efectiva

Los intereses siempre se expresan en términos anuales, pudiendo capitalizarse en forma anual, semestral, diaria, etc. El número de veces que el interés se capitaliza en un año se conoce como la frecuencia de conversión. El plazo entre capitalizaciones sucesivas es el periodo de los intereses o periodo de conversión.

Dos tasas anuales de interés con diferentes períodos de capitalización se dice que son equivalentes, si el rendimiento obtenido por la capitalización es igual al final del año.

Cuando los intereses se capitalizan más de una vez al año, la tasa de interés anual se conoce como tasa nominal. La tasa de interés anual que realmente se obtiene se conoce como tasa efectiva.

Cuando el interés se capitaliza "m" veces por período se tiene:

$$VF = VP (1 + j/m)^m \quad (2.7)$$

La tasa efectiva "r", es el rendimiento anual que se obtendrá al final del período, cuando la tasa nominal "j" se capitaliza "m" veces.

Para una inversión unitaria anual se tiene la siguiente situación:

$$r = \left(1 + \frac{j}{m}\right)^m - 1 \quad (2.8)$$

Despejando "j" se obtiene la tasa nominal por período:

$$j = m \left[ (1 + r)^{1/m} - 1 \right] \quad (2.9)$$

Cuando lo interese se capitalizan por "n" años, se obtiene para un año:

$$VF = VP (1 + j/m)^{mn} \quad (2.10)$$

Ejemplo: Se depositan \$1,000 a un año, a una tasa de interés del 20% anual. Si los intereses se calculan mensualmente, ¿Cuál sería la tasa que efectivamente se recibe por el depósito?

$$r = ((1 + 20\%/12)^{12}) - 1 = 21.9\%$$

Ejemplo: La tasa de un crédito es del 7.5% semestral. ¿Cuál es la tasa equivalente mensual?

$$1 + r = \left(1 + \frac{j}{6}\right)^6$$

$$j/6 = ((1 + 0.075)^{1/6}) - 1 = 1.2126\% \text{ mensual}$$

Cuando los intereses se capitalizan en forma continua, el rendimiento anual se conoce como tasa de interés continua o instantánea.

### 1.3.3 Tasa de Interés Real y Nominal

La ganancia que se obtiene por una inversión en términos monetarios está dada por la tasa de interés nominal; cuando dicha ganancia se da en relación al poder de compra, el rendimiento es la tasa de interés real. Si "In" es la tasa de la inflación, "TR" la tasa real de interés y "TN" la tasa nominal, para una inversión unitaria se tiene que  $TN=1$ , por lo que la tasa de interés real será:

$$(1 + TN) = (1 + TR)(1 + In)$$

$$TN = (1 + TR)(1 + In) - 1 \quad (2.13)$$

$$TR = \frac{(1 + TN)}{(1 + In)} - 1 \quad (2.14)$$

Ejemplo: Una inversión produjo un rendimiento anual del 35%, si la inflación fue del 28%, aplicando la fórmula 2.14 se tiene que la tasa real que obtuvo el inversionista fue del 5.47%. Es importante resaltar que este resultado es distinto a la diferencia entre la tasa nominal y la inflación, práctica que, aunque errónea, es frecuente de observar.

### 1.3.4 Valor Presente

De la misma manera que el Valor Futuro (VF) representa el valor del dinero al final en un determinado período, el Valor Presente (VP), indica el valor "el día de hoy" que tendrían futuras cantidades de dinero. Despejando el VP de la ecuación 2.5:

$$VP = \frac{VF_n}{(1 + r_1)(1 + r_2) \cdots (1 + r_n)} \quad (2.15)$$

En caso de que las tasas de interés sean iguales:

$$VP = \frac{VF_n}{(1+r)^n} \quad (2.16)$$

La expresión  $1/(1+r)^n$  se conoce como factor de descuento. El factor de descuento para diversos valores se presenta en Tablas.

Ejemplo: Un inversionista retira \$250,500 a principios de 2017. Si la tasa de interés anual de los tres últimos años fue de 9.9%, 8.7% y 10.7%, ¿A cuánto ascendió su inversión al inicio de 2014?

$$VP = \$250,000 / (1 + 0.099) \times (1 + 0.087) \times (1 + 0.107) = \$189,423$$

Ejemplo: Un pagaré estipula el pago de 975,000 dentro de 10 años. Si la tasa de interés que se podría obtener en una inversión alternativa es del 15% anual ¿Cuál es el valor actual de dicho pagaré?

$$VP = \$975,000 / (1 + 0.15)^{10} = \$241,005$$

#### - Regla de la Adición de los Valores Presentes

El Valor Presente de cualquier secuencia de flujos de efectivo, es igual a la suma de los valores presentes de cada uno de los flujos en la secuencia. En términos algebraicos la regla de la adición se puede expresar de la siguiente manera:

$$VP = \frac{FE_1}{(1+r_1)} + \frac{FE_2}{(1+r_1)(1+r_2)} + \dots + \frac{FE_n}{(1+r_1)(1+r_2)\dots(1+r_n)} \quad (\text{formula General})$$

$$VP = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} \quad (2.17)$$

Donde:

$FE_t$  = Flujo de efectivo por período

$\Sigma$  = Suma de los flujos descontados

$t$  = Índice de tiempo

$1/(1+r)$  = Factor de descuento

Es importante destacar que la expresión 2.17, sólo es válida cuando las tasas de interés por período son iguales, en caso contrario, deberá utilizarse la fórmula general.

Cuando se utiliza como tasa de descuento el costo de oportunidad de los recursos, un inversionista sería indiferente entre un determinado monto de recursos en el futuro o su valor presente el día de hoy. Por ejemplo, un inversionista sería indiferente entre tener \$100 el día de hoy o \$125 en un año, si el costo de oportunidad de sus recursos es el 25%.

Por lo anterior, el Valor Presente de un flujo, es el máximo valor que un inversionista estaría dispuesto a pagar por una inversión que produjese dichos flujos.

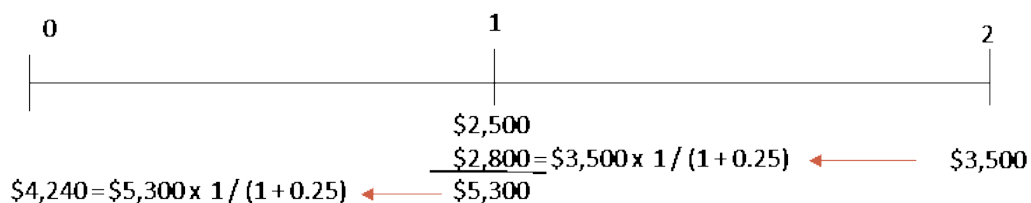
Ejemplo: Se tiene una inversión que producirá \$ 2,500 el primer año y \$3,500 el segundo. Obtener el valor presente de la inversión, asumiendo un costo del dinero del 25%.

			Factor	Valor
Año	Flujo	Tasa	V.P.	Presente
1	2,500	25%	$1/(1+0.25)$	2,000
2	3,500	25%	$1/(1+0.25)^2$	<u>2,240</u>
			<b>Valor Presente</b>	<b>4,240</b>

#### - Regla de la Agrupación de los Valores Presentes

Los valores presentes de una secuencia de flujos de efectivo pueden ser agrupados en un determinado período, mediante el cálculo del valor presente de los flujos de efectivo que preceden a dicho período.

Ejemplo: Cuál es el valor de una inversión que producirá \$ 2,500 el primer año y \$3,500 el segundo, si el costo de oportunidad de los recursos es del 25%:



### - Regla para el tratamiento de las Tasas Reales y Nominales en los cálculos del Valor Presente

Es indistinta la utilización de tasas reales o nominales en el cálculo del valor presente de una secuencia de flujos de efectivo, siempre y cuando la totalidad de los flujos correspondientes estén expresados en términos reales o nominales.

Para comprobar esta propiedad, recuérdese que, para convertir un flujo expresado en términos reales, éste debe ser multiplicado por uno más el incremento en los precios. En cuanto a la tasa nominal, de la ecuación 2.13 se tiene que, para la transformación de una tasa real a una nominal, la primera debe ser multiplicada por uno más la inflación.

Aplicando lo señalado a la ecuación 2.15 se obtiene:

$$VP_n = \frac{FE(1+ln_1)(1+ln_2)...(1+ln_n)}{(1+TR_1)(1+ln_1)(1+TR_2)(1+ln_2)...(1+TR_n)(1+ln_n)}$$

El cálculo del valor presente no se altera ya que se afecta el numerador y el denominador por el mismo factor (uno más la inflación).

Cabe señalar que esta conclusión es válida, si y sólo si, tanto el numerador como el denominador se afectan por la misma tasa de cambio en los precios; sin embargo, cuando esto no es el caso (por ejemplo, cuando el precio de un bien va a permanecer constante durante un período considerable de tiempo), los cálculos deberán efectuarse en términos nominales y, por lo mismo, el valor presente del flujo será diferente.

Ejemplo:

Año	Tasa Real	Flujo Real	Factor V.P.	Valor Presente
1	5%	\$ 150.00	0.9520	\$ 142.90
2	4%	\$ 200.00	0.9150	\$ 183.10
<b>Valor Presente Flujos Reales</b>				<b>\$ 326.00</b>

Año	Inf.	Tasa Real	Tasa Nominal	Flujo Real	Flujo Nominal	Factor V.P.	Valor Presente
1	15.00%	5.00%	20.75%	\$ 150.00	\$ 172.50	0.8280	\$ 142.90
2	10.00%	4.00%	14.40%	\$ 200.00	\$ 253.00	0.7240	\$ 183.10
<b>Valor Presente Flujos Nominales</b>							<b>\$ 326.00</b>

### 1.4 Efectos del Plazo y la Tasa de Interés

A medida que el tiempo se incrementa, el valor de los flujos en el presente disminuye. Esta observación que intuitivamente es aceptable, se comprueba por inspección del factor de descuento  $1 / (1 + r)^t$ , en donde a mayores valores de "t", corresponde un incremento exponencial del denominador y, por lo mismo, una disminución del valor presente.

Ejemplo: Obtener el factor de valor presente de una tasa del 10%, para 5, 10 y 15 años.

	5 años	10 años	15 años
$1/(1 + 0.10)^t$	0.621	0.386	0.239

De manera similar, cuando la tasa aumenta el denominador del factor de descuento se incrementa y el valor presente disminuye.

Ejemplo: Obtener el factor de valor presente para un período de 10 años y tasas de descuento del 5, 10 y 15%.

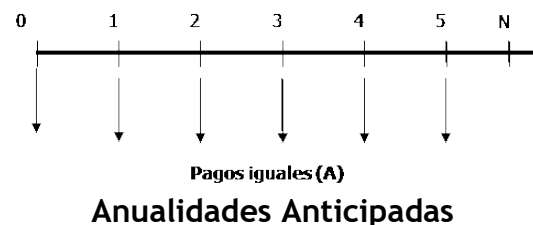
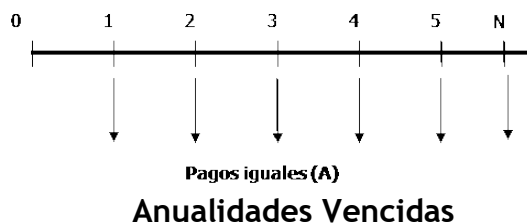
	r=5%	r=10%	r=15%
$1/(1 + r)^{10}$	0.614	0.386	0.247

### 1.5 Anualidades

Una anualidad es aquel valor que se repite durante un número determinado de períodos.

Las anualidades en que el primer flujo se da al final del período 1, se conocen como **Anualidades Vencidas**.

Las anualidades en que el primer flujo se da al final del período 0, se conocen como **Anualidades Anticipadas**.



Donde:

VP = Vapor Presente.

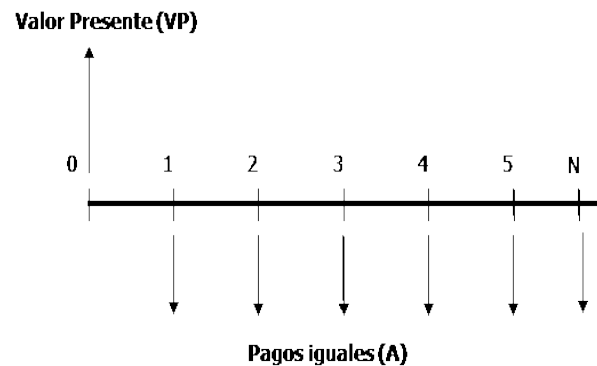
VF = Valor Futuro.

A = Anualidad.

N o n = número de periodos.

r = Tasa de Interés.

### 1.5.1 Valor Presente de una Anualidad Vecindad



El Valor Presente de una Anualidad Vencida "A", se obtiene de la siguiente manera:

$$VP = A * \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} \quad (2.18) \text{ ó}$$

$$VP = A * \frac{(1+r)^N - 1}{i * (1+r)^N}$$

Ejemplo: Si se pagan cuatro pagos de \$5,565 pesos mensuales, siendo el primer pago dentro de un mes y la tasa de interés es del 5%. ¿Qué préstamo se le puede realizar hoy?

$$VP = \$5,565 * \frac{1 - (1 + 0.05)^{-4}}{0.05} = \$19,733$$

En múltiples ocasiones se requiere obtener una anualidad, dado el plazo y la tasa de interés, despejando "A" de 2.18, la fórmula a aplicar será:



$$A = VP \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} \quad (2.19)$$

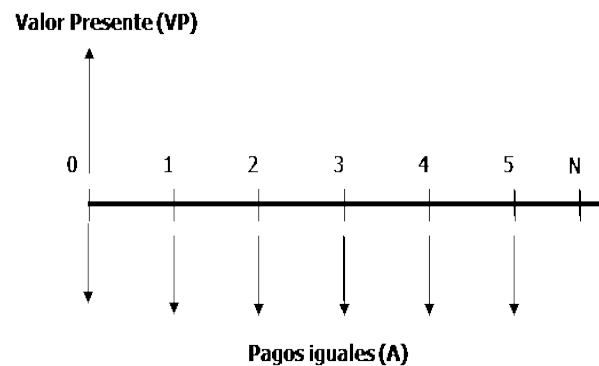
ó

$$A = VP * \frac{i * (1+r)^N}{(1+r)^N - 1} \quad (2.20)$$

Ejemplo: Se recibe un préstamo para comprar un auto de \$250,000, que deberán pagarse mediante 24 pagos mensuales iguales, siendo el primer pago un mes después de haber recibido el auto, si la tasa de interés que se ofrece es del 1.5% mensual ¿Qué monto deberá pagar cada mes?

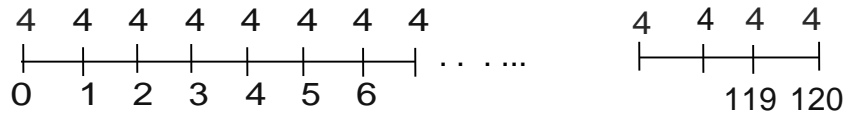
$$A = \$250,000 \frac{0.015}{1 - (1 + 0.015)^{-24}} = \$12,481$$

### 1.5.2 Valor Presente de una Anualidad Anticipada



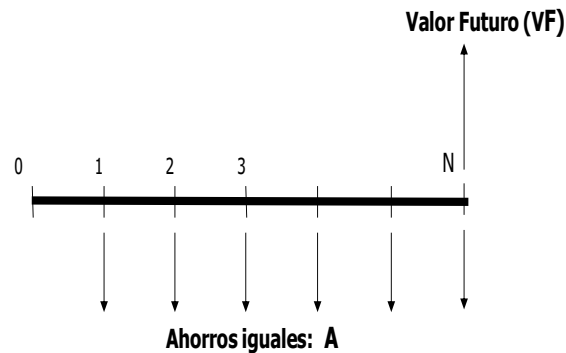
El Valor Presente de una Anualidad Anticipada para “n” períodos, se obtiene aplicando la fórmula del Valor Presente de una Anualidad Vencida (2.18) con (n - 1) períodos y sumando el primer pago.

Ejemplo: En lugar de pagar una renta mensual anticipada de \$4,000 durante los próximos 10 años se decide comprar una propiedad, encontrar el valor máximo que se podría pagar por dicha propiedad, considerando un costo del dinero de 8% anual.



$$VP = 4,000 \frac{1 - (1 + 0.08 / 12)^{-119}}{0.08 / 12} + 4,000 = 331,884$$

### 1.5.3 Valor Futuro de una Anualidad Vecindad

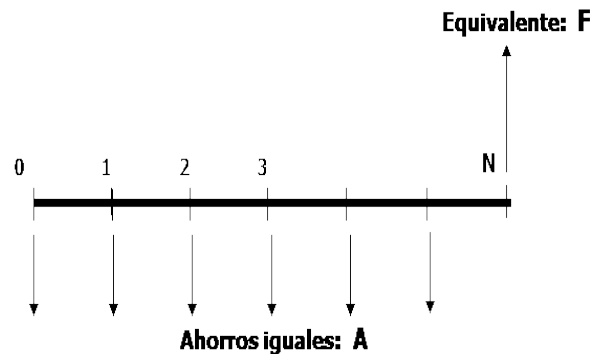


El Valor Futuro de una Anualidad Vencida se puede encontrar llevando al futuro su valor presente; o con las siguientes formulas:

$$VF = A * \frac{(1+r)^N - 1}{r}$$

$$A = VF * \frac{r}{(1+r)^N - 1}$$

### 1.5.4 Valor Futuro de una Anualidad Anticipada



$$VF = A(1+r) * \frac{(1+r)^N - 1}{r}$$

$$A = VF * \frac{r}{(1+r) * ((1+r)^N - 1)}$$

### 1.7 Tablas de Amortización

Una tabla de amortización es una descripción analítica que muestra la forma en que se extingue una deuda. Las condiciones financieras de los créditos son:

- El monto;
- La tasa;
- El plazo; y
- El esquema de amortización de la deuda.

Dichas condiciones dependen, en adición a factores macroeconómicos y de competencia entre los diversos intermediarios financieros, del tipo de instrumento (bancario o bursátil), el riesgo del crédito, las garantías a otorgar y el poder de negociación del acreditado, entre otros.

La amortización de una deuda (pago del capital prestado) puede realizarse en cualquier plazo (mensual, trimestral, anual e inclusive algunos bonos se amortizan a través de un solo pago al final del periodo).

La tasa de interés aplicable a un crédito se debe especificar con toda claridad y generalmente comprende una tasa base y un diferencial. El diferencial puede incluir los costos de operación, la utilidad del intermediario y el riesgo crediticio. En otros casos (tasa PRIME en E.U.), sólo incluye el riesgo del crédito.

## Artículo de la tasa de interés:

COLABORADOR INVITADO

# Qué hay detrás de la tasa de interés de un crédito

Por Patricia Armentariz

Muchos piensan que las tasas de interés cargadas por los bancos a sus acreditados únicamente dependen de los niveles en que se encuentran las tasas libres (TIE, CETES), y los márgenes de intermediación que los bancos quieren cobrar.

**E**sta es la frecuente interpretación errónea en el sentido de que, cuando las tasas de interés libres están bajas, y las tasas de interés de los créditos son lo hacen, o cuando las tasas de interés están altas y las tasas de interés de los créditos también lo hacen, se piensa que los bancos "siempre" están aumentando o reduciendo a medida de las variaciones de las tasas libres.

Lo cierto es que son varios los factores que inciden en la determinación de la tasa de interés que un banco cobra a sus acreditados, que son considerados a través de variables estadísticas, previsiones y análisis cualitativos, o incluso comparados y sofisticados. El interés en este artículo es informar al lector en lenguaje claro acerca de las previsiones, con la finalidad de permitir sus deducciones respecto en el futuro.

Quedando así tal es el efecto de las tasas libres, quedan dos grandes rubros de riesgo que los bancos deben de incluir en la base de interés cobrada a sus acreedores.

El primer rubro de todos, el más evidente, está conformado por los siguientes elementos:

La tasa de interés que el banco cobra por pagar para obtener el dinero prestado por el lado de los depositarios o otros intermediarios.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar por tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

La tasa de interés que el banco cobra por pagar para obtener el dinero prestado por el lado de los depositarios o otros intermediarios.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar por tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El costo de oportunidad que el banco debe de pagar al tener el crédito que presta al acreedor, es decir, el costo de oportunidad de tener el dinero en el banco.

El principio fundamental es que al estar representado el costo del dinero por la tasa de interés, es necesario calcular los intereses devengados sobre el capital vigente o saldo insoluto del crédito; sin embargo, podemos encontrar diferentes modalidades de tablas de amortización:

- Cuando sólo se pagan intereses se dice que se cuenta con un plazo de gracia de capital

Ejemplo: prestan \$100,000 con una tasa de interés del 20% anual, solo se pagarán intereses en los primeros 4 años del préstamo y en el año 5 se pagará el monto del préstamo.

Periodo	Saldo Inicial	Intereses Generados	Pago Interés	Pago Principal	Pago Total	Saldo Final
0	100,000	-	-	-	-	100,000
1	100,000	20,000	20,000	-	20,000	100,000
2	100,000	20,000	20,000	-	20,000	100,000
3	100,000	20,000	20,000	-	20,000	100,000
4	100,000	20,000	20,000	-	20,000	100,000
5	100,000	20,000	20,000	100,000	120,000	-
Suma			100,000	100,000	200,000	

- Cuando los intereses no se pagan, estos se deben añadir al capital vigente, esta operación se conoce como capitalización de intereses

Ejemplo: prestan \$100,000.00, con un plazo de 5 años, una tasa de interés del 20% anual, sin embargo, no se pagan intereses hasta el último periodo y hago un solo pago de capital al final.

Periodo	Saldo Inicial	Intereses Generados	Pago Interés	Pago Principal	Pago Total	Saldo Final
0	100,000	-	-	-	-	100,000
1	100,000	20,000	-	-	-	120,000
2	120,000	24,000	-	-	-	144,000
3	144,000	28,800	-	-	-	172,800
4	172,800	34,560	-	-	-	207,360
5	207,360	41,472	41,472	207,360	248,832	-
Suma			41,472	207,360	248,832	

- En aquellos casos en que la amortización del financiamiento se estructura de acuerdo a las necesidades específicas de las empresas se dice que se cuenta con un traje a la medida

Ejemplo: prestan \$100,000.00, con un plazo de 5 años, una tasa de interés del 20% anual, sin embargo, no se pagan intereses hasta el último periodo y hago un solo pago de capital al final; pero se puede pagar principal en cualquier periodo.

Periodo	Saldo Inicial	Intereses Generados	Pago Interés	Pago Principal	Pago Total	Saldo Final
0	100,000	-	-	-	-	100,000
1	100,000	20,000	-	-	-	120,000
2	120,000	24,000	-	50,000	50,000	94,000
3	94,000	18,800	-	-	-	112,800
4	112,800	22,560	-	-	-	135,360
5	135,360	27,072	27,072	135,360	162,432	-
Suma			27,072	185,360	212,432	

### - Amortización con Pagos Nivelados

Este esquema de amortización ha sido frecuentemente utilizado cuando existe estabilidad en las tasas de interés o se contempla una tasa fija dentro del esquema, la mecánica para su cálculo se presenta a continuación:

Ejemplo: Se otorga un crédito por \$100,000 a cinco años y al 20% anual. Si se pactan pagos nivelados (pagos iguales de capital e intereses), obtener la tabla de amortización correspondiente.

Debido a que los pagos son iguales, éstos corresponden al Valor Presente de una Anualidad Vecindad formula (2.19):

$$A = VP \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} \quad (2.19)$$

Sustituyendo:

$$A = 100,000 \frac{0.20}{1 - (1+0.20)^{-5}} = 33,438$$

Para obtener la tabla de amortización, los intereses se calculan sobre el saldo insoluto del crédito, por lo que el pago a capital será el resultado de substraer de la anualidad los intereses devengados.

La Tabla de Amortización de Pagos Nivelados sería la siguiente:

Periodo	Saldo Inicial	Intereses Generados	Pago Interés	Pago Principal	Pago Total	Saldo Final
0	\$ 100,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 100,000
1	\$ 100,000	\$ 20,000	\$ 20,000	\$ 13,438	\$ 33,438	\$ 86,562
2	\$ 86,562	\$ 17,312	\$ 17,312	\$ 16,126	\$ 33,438	\$ 70,436
3	\$ 70,436	\$ 14,087	\$ 14,087	\$ 19,351	\$ 33,438	\$ 51,086
4	\$ 51,086	\$ 10,217	\$ 10,217	\$ 23,221	\$ 33,438	\$ 27,865
5	\$ 27,865	\$ 5,573	\$ 5,573	\$ 27,865	\$ 33,438	\$ 0
Pago Total de Capital				\$ 100,000		

### - Amortización con Pagos Iguales de Capital

Este método es el más usual y permite con gran sencillez el cálculo de los intereses cuando las tasas son variables<sup>2</sup>.

Ejemplo: Si se conviene que el crédito se amortice a través de pagos iguales de capital, la amortización anual de capital sería de \$20,000, esto es  $(100,000/5)$ , por lo que la tabla de amortización sería la siguiente:

Periodo	Saldo Inicial	Intereses Generados	Pago Interés	Pago Principal	Pago Total	Saldo Final
0	\$ 100,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 100,000
1	\$ 100,000	\$ 20,000	\$ 20,000	\$ 20,000	\$ 40,000	\$ 80,000
2	\$ 80,000	\$ 16,000	\$ 16,000	\$ 20,000	\$ 36,000	\$ 60,000
3	\$ 60,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 20,000	\$ 32,000	\$ 40,000
4	\$ 40,000	\$ 8,000	\$ 8,000	\$ 20,000	\$ 28,000	\$ 20,000
5	\$ 20,000	\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 20,000	\$ 24,000	\$ -
Pago Total de Capital				\$ 100,000		

## 1.7 Ejercicios

1.- Obtener el Valor Futuro en el año 4 de los siguientes flujos de efectivo, así como la suma de los mismos:

Flujos	r	0	1	2	3	4
A	5%		\$ 50	\$ 100	\$ 125	\$ 150
B	15%		\$ 30	\$ -	\$ 30	\$ 45
C	10%		\$ 50	\$ 75	\$ 125	\$ 150
D	10%		\$ 150	\$ 125	\$ 75	\$ 50
E	18%	-\$ 1,750	\$ 50	\$ 200	\$ 500	\$ 1,000
F	35%	-\$ 1,500	\$ 500	\$ 1,200	-\$ 750	\$ 1,000

2.- Obtener el Valor Presente de los siguientes flujos de efectivo:

Flujos	r	0	1	2	3	4
A	5%		\$ 50	\$ 100	\$ 125	\$ 150
B	15%		\$ 30	\$ -	\$ 30	\$ 45
C	10%		\$ 50	\$ 75	\$ 125	\$ 150
D	10%		\$ 150	\$ 125	\$ 75	\$ 50
E	18%	-\$ 1,750	\$ 50	\$ 200	\$ 500	\$ 1,000
F	35%	-\$ 1,500	\$ 500	\$ 1,200	-\$ 750	\$ 1,000
G	37%	-\$ 1,500	-\$ 1,200	\$ 400	-\$ 1,300	\$ 400
H	15%	-\$ 1,500	\$ 300	\$ 500	\$ 800	\$ 1,000
I	30%	-\$ 1,500	\$ 300	\$ 500	\$ 800	\$ 1,000

3.- Obtener el valor equivalente del flujo de efectivo en el año 3:

Flujo	r	0	1	2	3	4
A	5%		\$ 50	\$ 100	\$ 125	\$ 150
B	15%		\$ 30	\$ -	\$ 30	\$ 45
C	10%		\$ 50	\$ 75	\$ 125	\$ 150
D	10%		\$ 150	\$ 125	\$ 75	\$ 50
E	18%	-\$ 1,750	\$ 50	\$ 200	\$ 500	\$ 1,000
F	35%	-\$ 1,500	\$ 500	\$ 1,200	-\$ 750	\$ 1,000
G	37%	-\$ 1,500	-\$ 1,200	\$ 400	-\$ 1,300	\$ 400
H	15%	-\$ 1,500	\$ 300	\$ 500	\$ 800	\$ 1,000
I	30%	-\$ 1,500	\$ 300	\$ 500	\$ 800	\$ 1,000

4.- Obtener el VP para los resultados del problema 3.



5.- Obtener el factor de descuento del valor presente para cada uno de los años.

	1	2	3	4
A	10%	10%	10%	10%
B	15%	15%	20%	20%
C	25%	20%	15%	15%
D	12%	14%	16%	16%
E	13%	15%	15%	15%
F	40%	40%	40%	40%

6.- Obtener el Valor Presente de cada uno de los siguientes flujos:

	0	1	2	3	4
TASA		10%	15%	20%	25%
FLUJO		\$ 1,250	\$ 1,500	\$ 1,750	\$ 2,000

	0	1	2	3	4
TASA		25%	20%	15%	10%
FLUJO	-4200	\$ 1,250	\$ 1,500	\$ 1,750	\$ 2,000

	0	1	2	3	4
TASA		16%	14%	12%	10%
FLUJO	-4200	\$ 1,250	\$ 1,500	\$ 1,750	\$ 2,000

	0	1	2	3	4
TASA		15%	10%	10%	10%
FLUJO	-3000	\$ 1,750	\$ 2,500	-\$ 500	\$ 875

7.- Dado el siguiente flujo de efectivo y tasas de interés, obtener:

- a) El factor de descuento del valor presente para cada uno de los años.  
b) El valor presente de cada uno de los flujos y la suma de los valores presentes.

Año	0	1	2	3	4
Flujo de efectivo		\$ 2,500	\$ 2,500	\$ 2,500	\$ 2,500
Tasa de interés		15%	15%	15%	15%

8.- Repetir el ejercicio 7 con la siguiente información:

AÑO	0	1	2	3	4
FLUJO	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000
TASA		20%	20%	20%	20%

9.- Dado el siguiente flujo de efectivo y tasas de interés, obtener el valor presente:

AÑO	0	1	2	3	4
FLUJO		\$ 2,500	\$ 2,500	\$ 2,500	\$ 2,500
TASA		15%	15%	15%	15%

10.- Repetir el ejercicio 9 con la siguiente información:

AÑO	0	1	2	3	4
FLUJO	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000
TASA		20%	20%	20%	20%

11.- Obtener la tasa que se presenta como incógnita:

Opción	A	B	C	D	E
Inflación	15.0%	Inf	15.0%	35.0%	25.0%
Tasa Real	10.0%	15.0%	TR	15.0%	TR
Tasa Nominal	TN	25.0%	25.0%	TN	35.0%

12.- Un economista proyecta las siguientes inflaciones anuales para los próximos 3 años: 5.0%, 6.5%, 4.5%. Obtener aplicando los conceptos de valor futuro, el índice de precios asociado a las proyecciones de inflación señaladas.

13.- La tarifa por kilómetro de una carretera es de \$2.80. Utilizando el ejemplo anterior, obtener la tarifa final para los próximos tres años.

14.- Un producto tiene a inicios del año un precio de \$3,500 y a finales de éste su precio será de \$4,375. Utilizando los conceptos de valor futuro, determinar el incremento en el precio.

15.- Supóngase que para el ejercicio anterior la inflación durante el año fue del 15%, obtener la tasa real de incremento en el precio. Comprobar el resultado.

16.- Un producto vale el día de hoy \$ 5,500. Si la inflación durante el último año fue del 15%, aplicando las fórmulas de valor presente obtener el precio del producto hace un año.

17.- En enero de 2009, el importe del sueldo de un empleado era de \$11,809.70 mensuales. En enero de 2012 se incrementó su sueldo a \$25,666.50. Si la inflación anual para 2009, 2010 y 2011 fue de 6.5%, 3.5% y 4.0%; obtener el sueldo de 2012 en términos del de 2009.

18.- Se otorga un crédito por \$ 1,000 a un plazo de un año y una tasa de interés del 25%. Obtener el valor de la deuda al finalizar el año.

19.- En un año un acreditado efectuará un pago por \$1,250 millones (\$1,000 de capital y \$250 de intereses). El acreditado ofrece el pago del crédito el día de hoy. Determinar el monto mínimo del pago si:

- Los recursos que se obtengan pueden ser colocados al 25%.
- Los recursos que se obtengan pueden ser aplicados al pago de un crédito con un costo del 30%.
- Los recursos que se obtengan pueden ser colocados al 15%.

20.- Dentro de exactamente 20 años el señor Ramos recibirá una pensión de \$10,000 por año. La pensión continuará por 20 años. ¿Cuánto vale la pensión el día de hoy, suponiendo una tasa de interés real a largo plazo del 5% anual?

21.- El señor Hernández se retirará en 10 años. El desea ahorrar suficiente para contar con \$20,000 anuales de manera perpetua una vez que se retire. La tasa de interés a la que puede ahorrar es del 10% anual. ¿Qué cantidad debe ahorrar cada año? Suponga que el primer retiro se efectúa en el año 11.

22.- Obtener la tabla de amortización de un crédito a cuatro años por \$ 1,000, para el cual se conviene que el pago de capital sea del 15% del monto para el primer año, del 25% para el segundo y del 30% para el tercer y cuarto año. Se estima que las tasas de interés serán del 15%, 20%, 20% y 15% anual.

23.- Obtener una tabla de amortización con pagos nivelados para un crédito por \$10,000, a cinco años y una tasa de interés del 15% anual.

24.- Repetir el ejercicio anterior con pagos iguales de capital.

25.- Obtener la tabla de amortización de un crédito por \$10,000, con una tasa de interés del 12%, a cinco años incluyendo uno de gracia y pagos iguales de capital.

26.- Obtener las siguientes incógnitas:

Periodo	0		1		2		3
Precio Nominal	\$ 1.00		¿?		¿?		\$ 5.57
Tasa Nominal		18%		12% Anual Cap. Mensual		¿? % Anual Cap. Diario	
Inflación		6%		¿?		11%	
Tasa Real		¿?		6%			
Precio Real	\$ 1.00		¿?		¿?	¿?	¿?

27.- ¿Cuál será la mensualidad a pagar si tomo prestado \$2,000 por dos años al 10% anual, capitalizado mensualmente? Encuentre la tasa de interés efectiva.

28.- ¿Cuánto tengo que depositar hoy para poder retirar \$2,000 al principio de cada uno de los próximos 3 años? La tasa de interés es 8.2% anual.

29.- Tengo \$2,000 depositados en estos momentos y mi meta es tener ahorrado \$5,000 en el año 6. ¿Cuánto tendría que depositar mensualmente para lograr mi meta? La tasa de interés es 4% anual, capitalizada mensualmente.

30.- Si deposito \$800 al final de cada uno de los próximos 7 años y al final del año 7 tengo ahorrado \$6,500, ¿qué tasa de rendimiento estoy recibiendo?

## 2. CONCEPTO FUNDAMENTALES

Sería interesante que antes de que iniciemos el estudio de la evaluación de proyectos es conveniente que el lector se pregunte e intente contestar las siguientes preguntas: **¿Por qué surgen los Proyectos?, ¿Qué es un Proyecto?, ¿Qué es un Proyecto desde el punto de vista Económico?, ¿Por qué Evaluamos un Proyecto?, ¿Qué es Evaluación de Proyecto?** Después contraste sus respuestas con diferentes disciplinas arquitectos, ingenieros, administradores, economistas, financieros, abogados, etc. Comprobará la existencia de sesgos profesionales; es importante reconocer dichos sesgos y conjugarlos en aras de conseguir un “equipo” de trabajo que logre mayores éxitos en la ejecución de proyectos de inversión.

### 2.1 ¿Por qué surgen los Proyectos?

El proyecto surge como respuesta a una “idea” que busca la solución de un problema, necesidad o deseo. En la empresa se pueden ubicar diferentes situaciones, como es reemplazo de tecnología, abandono de una línea de producción, introducción a un nuevo canal de comercialización o la manera de aprovechar una oportunidad de negocio. Por otro lado, a la solución de un problema de terceros, como es el caso de la demanda insatisfecha de algún producto o la situación de productos que se encarecen por el flete.



## 2.2 ¿Qué es un Proyecto?

Por lo general, las personas hablan de un proyecto cuando en realidad se están refiriendo a un plan de acción o una idea que pretende realizar, lograr un objetivo. Asimismo, las expresiones en este sentido suelen ser una maqueta, planos o un calendario. También, cuando se habla de proyectos comúnmente se piensa en la construcción de obras.



Una este trabajo se definirá a los proyectos de la siguiente manera:

Una propuesta de acciones que implican la utilización de un conjunto determinado de recursos para el logro de ciertos resultados esperados.

Siendo las palabras más importantes de la definición las siguientes: propuesta, utilización, recursos y resultados.

## 2.3 ¿Qué es un Proyecto desde el punto de vista Económico?

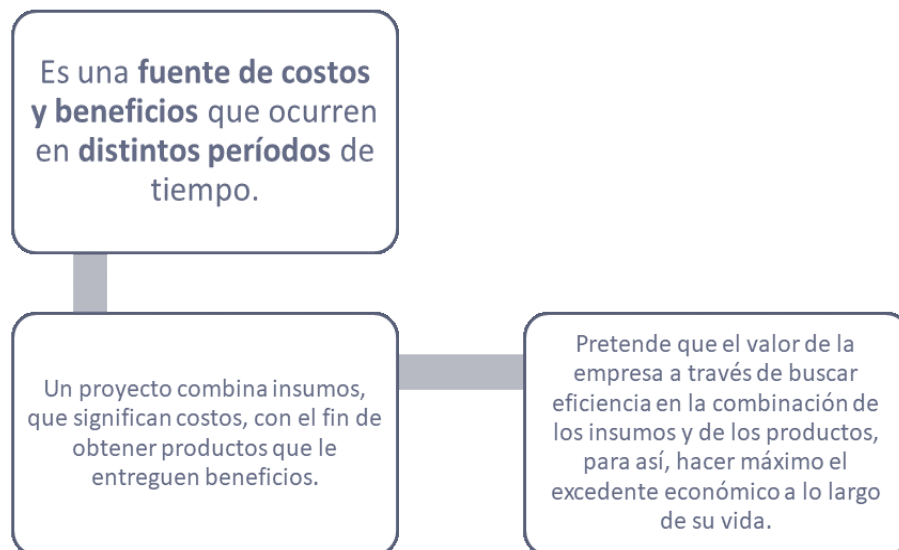
Cuando un proyecto se lleva acabo se utilizan recursos, provocando costos, a fin de obtener beneficios que solucionen un problema, necesidad o deseo. Debido a que la característica esencial de un proyecto implica costos y beneficios para quien la realiza, la definición de un proyecto desde el punto de vista económico es:

**Es una fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos períodos de tiempo.**

En la mayoría de las decisiones, si no es que todas, en el individuo, de la familia, de la comunidad o de los distintos órdenes de gobierno y la empresa, podrían

considerarse como un proyecto, por lo que ocasionan costos y beneficios. Por ejemplo: asistir a la universidad, adquirir una casa, fundar una compañía, construir una carretera, sembrar jitomates o prohibir la circulación de autos en determinado día de la semana.

En la empresa, un proyecto combina insumos, que significan costos, con el fin de obtener productos que le entreguen beneficios, con ello pretende que el valor de la empresa a través de buscar eficiencia en la combinación de los insumos y de los productos, para así, hacer máximo el excedente económico a lo largo de su vida.



De la misma manera podríamos hablar de proyectos de inversión en infraestructura para el gobierno, no es la construcción de la obra en sí misma, si no la solución a un problema de la población correctamente definido e identificado. Dicha solución, y no solo la construcción de la obra, hará que se generen costos y beneficios para que se pueda considerar un proyecto desde el punto de vista económico.

## 2.4 ¿Por qué Evaluamos un Proyecto?

La escasez se define en la situación en la que los deseos (necesidades) exceden a los recursos disponibles para satisfacerlos, viéndolo como una ecuación esto sería:

$$\text{RECURSOS} < \text{NECESIDADES}$$

Las necesidades de una persona, familia, comunidad, gobierno y la empresa son ilimitadas mientras que los recursos son escasos, lo que provoca que, aunque cuando aproveche al máximo los medios, quedan necesidades sin satisfacer.

Al afrontar la escasez, las personas y las empresas tienen que elegir, esto origina el problema económico, el cual debe responder las siguientes preguntas:

**Pregunta**

¿Qué Producir?

¿Cuánto Producir?

¿Para quién Producir?

¿Cómo producir?

Al afrontar la escasez, las personas y las empresas tienen que elegir. Pero entonces ¿Qué elegir? Si un proyecto combina insumos, que significan costos, con el fin de obtener productos que le entreguen beneficios, entonces se deberá elegir aquello con lo cual el valor de la empresa a través de buscar eficiencia en la combinación de los insumos y de los productos, maximice el excedente económico a lo largo de su vida.

Imaginar por un momento, si nosotros tuviéramos recursos infinitos y que, por lo tanto, no sufriéramos escasez, ¿habría el problema económico?

Si los recursos fueran infinitamente abundantes,  
la escasez no existiría.

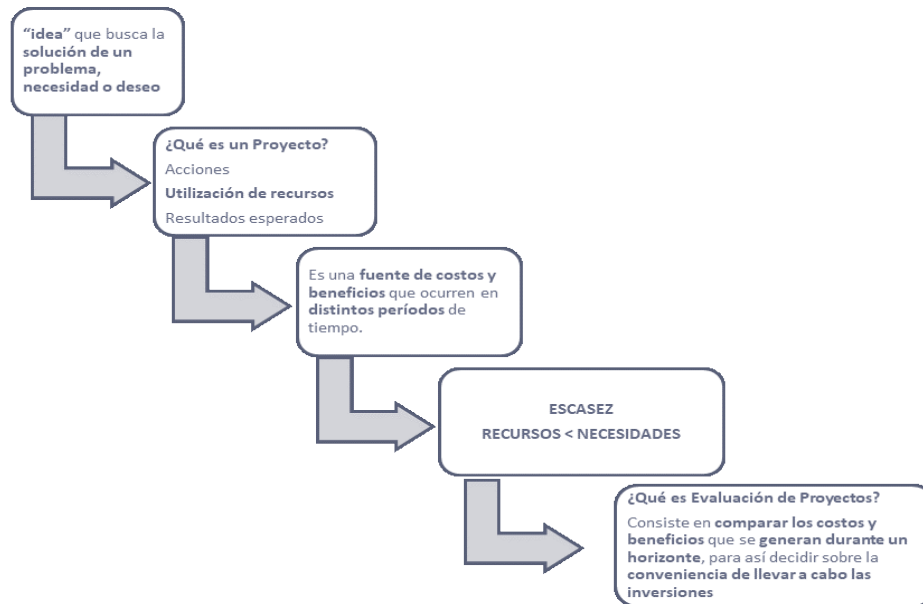
**NO HABRÍA PROBLEMA ECONÓMICO**



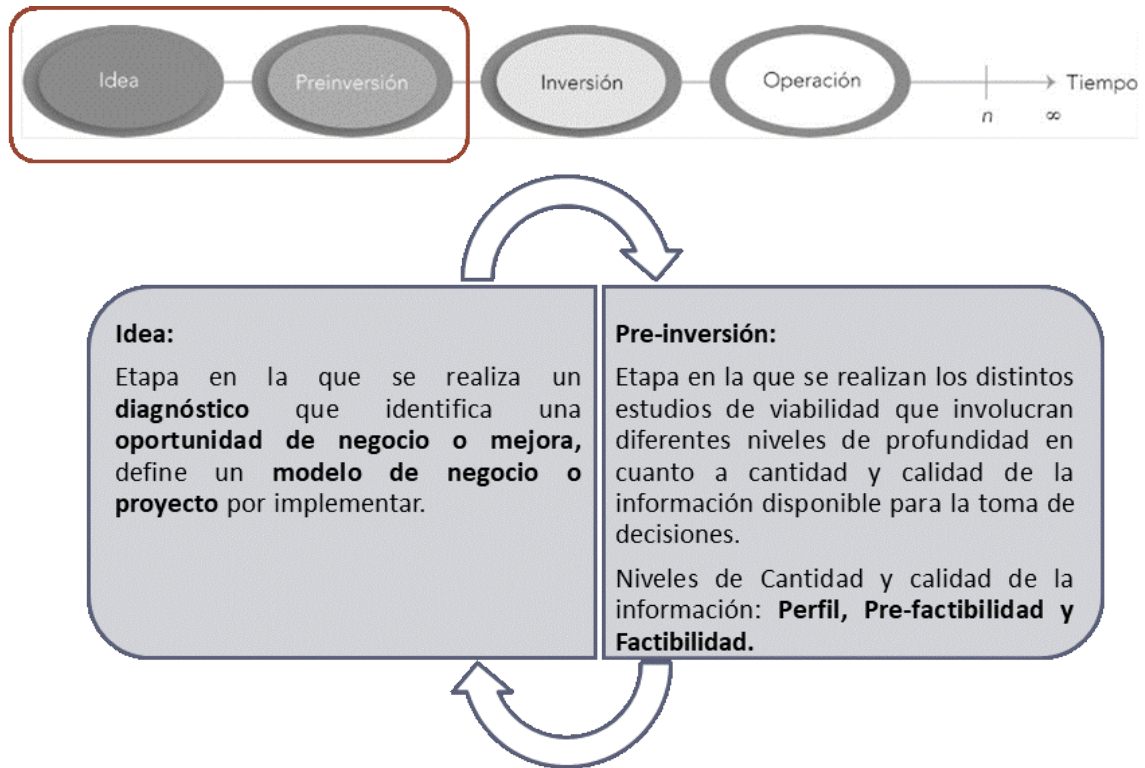
## 2.5 ¿Qué es Evaluación de Proyecto?

Consiste en comparar los costos y beneficios que se generan durante un horizonte, para así decidir sobre la conveniencia de llevar a cabo las inversiones.

La siguiente grafica se representa los conceptos más importantes vistos hasta el momento:



## 2.6 Preparación y Evaluación de Proyectos.





### Algunos conceptos:

- Con la preparación y evaluación será posible reducir la incertidumbre inicial respecto de la conveniencia de llevar a cabo una inversión.
- La decisión que se tome con más información siempre será mejor, que aquella que se adopte con poca información.
- La evaluación de proyectos es un conjunto de antecedentes justificatorios mediante los cuales se establecen las ventajas y desventajas que tiene la asignación de recursos para una idea o un objetivo determinado.
- La evaluación de proyectos pretende medir objetivamente ciertas variables resultantes del estudio del proyecto, las cuales permiten obtener diferentes indicadores financieros que finalmente sirven para evaluar la conveniencia económica de implementar el proyecto.
- Las premisas y los supuestos deben nacer de la realidad misma en la que el proyecto estará inserto y en la que deberá rendir sus beneficios.
- El objetivo de la evaluación no es la búsqueda de la precisión de los antecedentes económicos que dan origen a un resultado, sino más bien analizar y estimar con un cierto orden de magnitud un conjunto de variables que permitan juzgar la conveniencia de su implementación.

### 2.7 Estudios de Viabilidad

Aunque no existen probablemente dos proyectos de inversión iguales, el estudio de su viabilidad puede enmarcarse en una cierta rutina metodológica que, en general, se adapta casi a cualquier proyecto.

El estudio de viabilidad debe simular lo que sucedería con el proyecto si este fuese implementado, por difícil que sea determinar con exactitud el resultado que se logrará.

Los estudios básicos para la preparación y evaluación de un proyecto son los siguientes:

- **Viabilidad de Mercado:** el estudio que indica si el mercado es o no sensible al bien que producirá o al servicio que ofrecerá el proyecto y a la aceptabilidad que tendría en su consumo o uso.

- **Viabilidad Técnica:** el estudio que analiza las posibilidades materiales, físicas o químicas de producir el bien o servicio que desea generarse con el proyecto.
- **Viabilidad Organizacional:** el estudio que define si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación de un proyecto, tanto en lo estructural como en lo funcional.
- **Viabilidad Legal:** Las relaciones internas, proveedores, arrendamiento, y trabajadores, así como las relaciones externas, con la institucionalidad, organismos fiscalizadores o reguladores, impuestos, etcétera, están administradas por un contrato, o bien, por un marco regulatorio que genera costos al proyecto.
- **Viabilidad Financiera:** el estudio de un proyecto que determina, en último término, su aprobación o rechazo. Este mide la rentabilidad que retorna la inversión, todo medido con bases monetarias.

## 2.8 Tipología de Proyectos

El concepto de Evaluación de Proyectos se refiere a la utilización de herramientas analíticas que permiten valorar si cada una de las etapas del ciclo del proyecto justifica su realización. La Evaluación de Proyectos consiste en comparar los costos con los beneficios que se generan durante el horizonte de evaluación, para así decidir sobre la conveniencia de llevar a cabo las inversiones. La evaluación se puede desarrollar desde el punto de vista privado o social.

Evaluación Privada: Determina la rentabilidad del proyecto, comparando los costos y beneficios obtenidos a lo largo de un horizonte de evaluación, considerando los costos y beneficios monetarios, utilizando los precios de mercado.

La evaluación privada de proyectos supone que la riqueza (el dinero) constituye el principal interés del inversionista. Para comparar los flujos monetarios se utiliza la tasa de interés que se puede obtener o debe pagarse por los fondos, esto es el costo de oportunidad del dinero. En la evaluación privada, los beneficios o ingresos provienen de la venta de los productos o servicios, y los costos o egresos de la compra de insumos y el pago de factores (materias primas, mano de obra y capital).

La evaluación privada se divide en financiera y económica. La financiera considera un financiamiento parcial o total por parte de una institución bancaria. La económica supone que todo el recurso necesario para el proyecto es proporcionado el dueño del proyecto.

Evaluación social. La evaluación social de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; para este fin se utilizan precios sociales. En la evaluación social de proyectos, los beneficios sociales anuales se obtienen del aumento en el ingreso nacional que la ejecución del proyecto provoca, mientras que los costos corresponden al ingreso sacrificado por ejecutar ese proyecto en lugar de otro.

Ejemplo 1: Se está analizando un proyecto para comunicar dos poblaciones a través de una carretera de cuota.

- Si el proyecto se evalúa desde el punto de vista privado, los beneficios o ingresos del proyecto serían el número de vehículos que transitarían por la carretera por la cuota por vehículo.
- Si la carretera se evalúa desde el punto de vista social, los principales beneficios del proyecto serían la suma de los ahorros que se tendrían por la construcción de la carretera (ahorros en los costos generalizados de viaje o CGV).

## 2.9 Flujo de Efectivo

### Inversión

Una Inversión son todas las erogaciones necesarias para crear o incrementar la capacidad de dotación de bienes y servicios.

La determinación de los costos de inversión, la tecnología a utilizar, el proceso constructivo, etc., deberán derivarse del estudio del técnico, en conjunto con los estudios de mercado, organizacional, legal y financiero, o algunos otros que el proyecto en particular necesite.

Dos o más inversiones se pueden clasificar de la siguiente manera:

### **Inversiones Independientes**

Una propuesta de inversión es económicamente independiente de una segunda, si los flujos de efectivo (beneficios y costos) de la primera inversión, son los mismos independientemente de que se acepte o rechace la segunda. Para que dos inversiones sean económicamente independientes, deben prevalecer los siguientes criterios:

- Debe ser técnicamente posible realizar la primera inversión sin la segunda.
- Los beneficios netos que se obtendrían por la primera inversión, no deben ser afectados por la decisión de realizar la segunda.

### **Inversiones Dependientes**

Si al analizarse dos inversiones los beneficios y costos de la primera se ven influidos por la realización de la segunda, dichas inversiones son dependientes y se pueden desagregar de la siguiente manera:

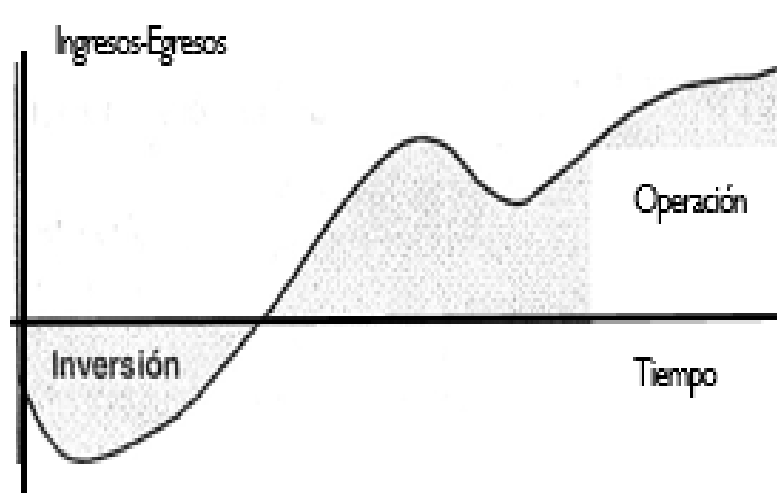
Inversiones Complementarias. Si se llevan a cabo dos inversiones y una de ellas incrementa los beneficios esperados de la primera o reduce sus costos sin cambiar los beneficios, la segunda inversión es complementaria de la primera. Ejemplo: Se invierte en una planta de tratamiento de aguas residuales y en una línea de conducción que permitirá vender el agua tratada a la industria.

Inversiones Substitutivas. En aquellos casos en que por el hecho de realizar una inversión se reducen los beneficios esperados de otra o se incrementan sus costos sin modificarse los beneficios, la segunda inversión es substituta de la primera. Ejemplo: Para una misma ruta se invierte en autobuses y en un tren ligero.

Inversiones Mutuamente Excluyentes. Cuando por el hecho de realizar una inversión se eliminan totalmente los beneficios de otra, o bien es técnicamente imposible llevar a cabo la primera si la segunda es aceptada, ambas inversiones son mutuamente excluyentes. Ejemplo: La construcción en un mismo terreno de un hospital o de un edificio de oficinas públicas.

### **Flujo de Efectivo del Proyecto**

El análisis del Flujo de Efectivo de un proyecto se debe contemplar la totalidad de recursos requeridos o generados después de impuestos, tanto en el período de inversión como en el de operación.



Flujo de recursos durante la vida del proyecto.

La diferencia entre los beneficios y los costos asociados a un proyecto determinan su flujo de caja o efectivo.

➤ Durante el período de inversión se efectúan erogaciones por los siguientes conceptos; cabe mencionar que cada proyecto es diferente, pero a manera de ejemplo se describen los siguientes:

- Estudios y Proyectos
- Terreno
- Obra Civil (mano de obra y materiales) Maquinaria y Equipo (nacional e importada) Gastos de Instalación
- Gastos Pre operativos
- Capital de Trabajo Inicial

➤ En cuanto a la etapa de operación, se tienen los siguientes rubros:

- Ingresos
- Costos de Operación Gastos de Administración Gastos de Mantenimiento Impuestos
- Incrementos al Capital de Trabajo

➤ Al final del período de análisis, se requiere estimar el valor de rescate de las inversiones.

Es importante señalar que no se han incluido los intereses y la amortización del financiamiento crediticio, ya que la evaluación financiera de un proyecto debe establecer su capacidad para hacer frente a un determinado monto crediticio.



## Flujo de Efectivo Durante la Inversión

El análisis de las inversiones comprende dos actividades principales:

- la primera consiste en el estudio de la alternativa técnica planteada, sus costos y programa de desembolsos; asegurándose, entre otros, que dicha alternativa es la del mínimo costo y que se han tomado en cuenta la totalidad de las inversiones requeridas, destacando las que se conocen como obras complementarias.
- En segundo término, se tiene la verificación de que la totalidad de los rubros de inversión han sido costeados a una determinada fecha en forma correcta.

En general se cuantifican correctamente la inversión física (obra civil, maquinaria y equipo); sin embargo, frecuentemente no se toman en cuenta los siguientes conceptos:

- Costo de los Estudios y los Proyectos.
- Los Gastos Pre operativos, mismos que corresponden, en general, a la contratación y entrenamiento del personal que tendrá a su cargo la operación. En el caso de procesos complejos, este rubro integra las pruebas de arranque.
- El Capital de Trabajo Inicial.

## Flujo de Efectivo Durante la Operación

En el cálculo del flujo de efectivo durante la etapa de operación es necesario determinar y proyectar los volúmenes de producción y ventas, los ingresos y costos, los gastos de administración y mantenimiento, calcular el monto requerido en inversiones complementarias, mantenimiento mayor e incremento en el capital de trabajo.

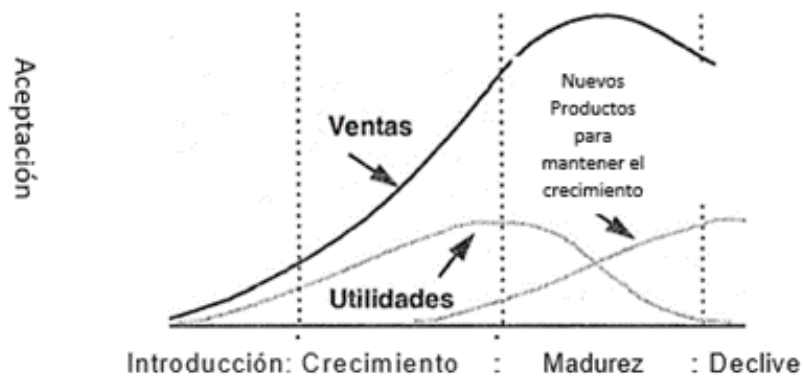
### Cálculo de los Volúmenes de Operación: Tasa de Incorporación

Es un error suponer que una vez concluidas las inversiones, los servicios operarán al 100% de su capacidad y se obtendrá la totalidad de los ingresos esperados por su prestación. La tasa de incorporación es el porcentaje de la capacidad del proyecto que se aprovecha en el tiempo.

Los siguientes conceptos son de utilidad en el cálculo de los volúmenes de producción y consumo o venta de un bien o servicio: el ciclo de vida de un producto, la curva de aprendizaje y la estacionalidad.

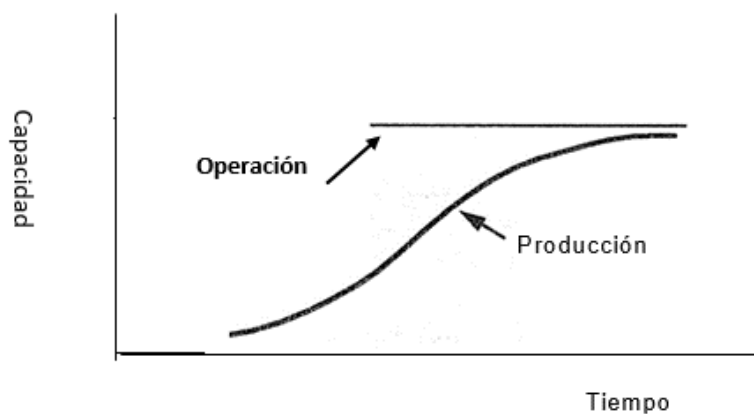
Ciclo de Vida de un Producto. El grado de aceptación de un producto atraviesa por diversas etapas en el tiempo: introducción, crecimiento, madurez y declive.

Ejemplo: Se requiere reubicar el mercado de una ciudad. Se levanta un acta en la que los locatarios aceptan trasladarse a un nuevo inmueble; no obstante, una vez inaugurado permanece con una ocupación muy baja. La ocupación de los locales se acelerará a medida que los compradores comienzan a aceptar las ventajas del nuevo mercado y se trasladan a éste para realizar sus compras.



Ciclo de Vida de un Producto

Curva de Aprendizaje. La plena operación de un proyecto se da en forma paulatina. Por ejemplo: Una planta nucleoelectrica operará al 30% durante su primer año, al 50% durante el segundo, al 80% en el tercero y al 90% a partir del cuarto.



Curva de Aprendizaje de la Producción

Estacionalidad. Se refiere a los diversos niveles de producción o consumo que se repiten en forma ordenada a través del año. Por ejemplo, el consumo de energía eléctrica es mayor en ciertas épocas del año.

Cuando se evalúa la rentabilidad de un proyecto, probablemente sólo sea necesario contar con proyecciones anuales, aunque es conveniente que por separado se hagan estimaciones mensuales detalladas para el período de inversión y los primeros años de operación.

Para que el análisis financiero de un proyecto tenga validez, es indispensable que el cálculo de los ingresos y egresos esté asociado con unidades físicas.

### **Beneficios**

Los beneficios directos de un proyecto están representados por una mayor venta o consumo de bienes o servicios en el mercado y/o por una mayor eficiencia en su producción (reducción de costos).

La determinación del precio de los bienes o servicios, así como la cantidad que se venderán, con su respectiva curva de incorporación deberán derivarse del estudio del mercado, en conjunto con los estudios técnicos, organizacional, legal y financiero, o algunos otros que el proyecto en particular necesite.

### **Costos**

Un costo es el recurso sacrificado para alcanzar un objetivo específico. En términos contables convencionales, los costos se miden como las unidades monetarias (pesos) que deben pagarse por los bienes y servicios. De esta manera, desde el punto de vista de la evaluación privada de proyectos, los costos o egresos corresponden a la compra de insumes y pagos de factores.

La determinación de los costos de producción en la operación y mantenimiento de los bienes o servicios, deberán derivarse del estudio técnico, en conjunto con los estudios de mercado, técnicos, organizacional, legal y financiero, o algunos otros que el proyecto en particular necesite.

La determinación de los costos de producción se basa en el principio del costo alternativo o costo de oportunidad, por lo que el costo de los recursos para una empresa son su valor en su mejor uso alternativo.

Para que una erogación represente un costo económico, deberá cumplir con las siguientes características:

- Representar un uso real de recursos tal como la tierra, el trabajo o el capital.
- Los recursos deben tener un uso alternativo en la economía.
- Al escoger un uso alternativo, se renuncia a los beneficios de los usos alternos.

Los costos explícitos son: las erogaciones que realizan las empresas y que usualmente se clasifican como gastos, es así que representan el pago por los factores de producción, tales como salarios, rentas y compra de bienes y servicios.

Los costos implícitos son: los costos de los recursos propios y que frecuentemente se "olvidan" al calcular los gastos de las compañías. Dentro de esta categoría se tendría el rendimiento requerido por los dueños o accionistas.

Los costos de producción en los que incurre una firma consisten tanto en costos implícitos como explícitos. Desde un punto de vista contable, generalmente sólo se tienen en cuenta los costos explícitos; mientras que, desde el económico, se consideran también los implícitos y, por lo mismo, a menudo son mayores que los considerados por el contador. Cuando estemos evaluando los proyectos será necesario contemplar, tanto los costos explícitos, como los implícitos.

En la estimación de los costos deberán tenerse en cuenta los siguientes conceptos:

- Costos Fijos. Su monto no varía con el volumen producido. Ejemplo: los gastos de administración.
- Costos Variables. Su monto depende del nivel de producción. Ejemplo: el consumo de energía eléctrica.
- Costos Semi-variables. Son aquellos que tienen un parte fija y una variable, por ejemplo, el servicio telefónico, por el cual se paga una renta fija y hay un cargo adicional dependiendo del número de llamadas

### **Capital de Trabajo**

Desde el punto de vista de la evaluación de proyectos, el capital de trabajo forma parte de la inversión, esto es, para que un proyecto opere requiere contar al final del período de inversión de una caja mínima e inventarios de materias primas y refacciones, entre otros.

Es así que la inversión en un proyecto queda constituida, entre otros, por las erogaciones en terrenos, obra civil, maquinaria y equipo, gastos pre operativos y capital de trabajo inicial, así como los incrementos netos en el capital de trabajo en el período de operación.

### **Valor de Rescate**

El valor de rescate es el monto que se asigna al activo fijo al final del período de estudio u· horizonte de evaluación.

El valor de rescate no corresponde al valor en libros de los activos, ya que un bien puede estar totalmente depreciado y tener un alto valor de mercado, producto del interés de terceras personas por su adquisición, o bien por su potencial de seguir generando recursos.

### **Horizonte de Evaluación**

El horizonte de evaluación toma en cuenta los siguientes factores:

- Vida útil de los equipos o la infraestructura;
- Comportamiento en el tiempo de los beneficios y costos; y
- Certidumbre de las proyecciones realizadas dependiendo del tipo de proyecto

### **Costo de Oportunidad**

- Una vez realizado el análisis financiero de un proyecto, se deberá efectuar el correspondiente a su rentabilidad económica. Su cálculo requiere del conocimiento de los componentes que constituyen las inversiones y la operación (obra civil, maquinaria, equipo, mano de obra calificada y no calificada, materias primas, energía, etc.); asimismo, se deberá establecer si dichos componentes son comerciables en los mercados internacionales o no comerciables.

Como ya se comentó los proyectos utilizan recurso escaso, el costo de utilizar dichos recursos se conoce como costos de oportunidad, y su medición se realiza mediante la estimación del monto que se hubiese obtenido de ser rechazada la inversión.

- El utilizar en la evaluación de proyectos el costo de oportunidad, es una violación del principio de emplear los flujos .de efectivo efectivamente incurridos. Sin embargo, como se mencionó, el costo de oportunidad que se cargue, debe medir el flujo neto de efectivo que se pudo haber obtenido si el proyecto hubiese sido rechazado.

Por ejemplo, supóngase que se cuenta con una nave industrial que se puede rentar en \$ 4,000, o bien utilizar para fabricar un nuevo producto, al cargar el costo de oportunidad de la renta para producir el nuevo producto, se obtiene un indicador más veraz del costo de producción.

## 2.10 Con y Sin Proyecto

Asimismo, cuando se evalúa un proyecto hay que tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Situación Sin Proyecto;
- Situación Con Proyecto; y
- Evaluación del Proyecto.

Situación Sin Proyecto: comprende el análisis y proyección de las operaciones actuales, considerando una situación actual optimizada (también llamada Situación Actual Optimizada).

La identificación de los beneficios y costos pertinentes de la Situación Sin Proyecto se realiza considerando una situación base optimizada; dicha optimización consiste en el planteamiento de una o varias alternativas de bajo costo que permita mejorar la situación actual, a través de mejoras administrativas en la infraestructura, instalaciones o equipos con los que se cuenta.

Evaluación Con Proyecto: comprende el análisis y proyección de las operaciones en caso de que el proyecto se ejecute.

Evaluación del Proyecto: Determina la rentabilidad de las inversiones teniendo en cuenta su monto y los ingresos, costos y gastos incrementales asociados con el proyecto (también conocidos como pertinentes o relevantes). Para este fin, la comparación de lo que sucede Con el proyecto y Sin el mismo, permite la obtención de los costos y beneficios pertinentes al proyecto.

Volumen adicional de producción y consumo que se obtiene por el proyecto. La diferencia entre Con y Sin Proyecto corresponden a los beneficios incrementales del proyecto. Es importante resaltar que sólo esta cantidad es relevante para el análisis.

Es importante notar que los beneficios incrementales no son la diferencia en ventas "antes" y "después" del proyecto. El utilizar "antes" y "después" del proyecto, atribuiría beneficios al proyecto que no lo corresponden ya que son el resultado de una capacidad no utilizada Sin Proyecto.

Igualmente es importante comentar que, si no se tuviese en cuenta la situación base o actual optimizada, al realizarse la comparación entre Con y Sin Proyecto, se correría el riesgo de sobrestimar las bondades de cada una de las alternativas propuestas como solución, ya que no se tomarían en cuenta situaciones factibles de corregir (frecuentemente administrativas) a través de la realización de inversiones marginales, esto es, se sobrestimarían los beneficios del proyecto.

**Ejemplo 1:** Un proyecto de agua potable permitirá dar servicio a 500 nuevas tomas, así como mejorar el servicio de las existentes; los beneficios financieros del proyecto serían la cobranza asociada a las 500 nuevas tomas, más el incremento (no la totalidad de la cobranza) en los ingresos de los usuarios actuales. En este caso los beneficios se han determinado desde el punto de vista privado.

**Ejemplo 2:** Se reemplazará una maquinaria la cual permitirá aumentar la producción. La maquinaria vieja es posible venderla y los costos de producción serán menores.

Los costos de inversión son la diferencia entre el costo de compra de la nueva maquinaria y el de venta de la vieja. En lo relativo a los ingresos, los beneficios serían el aumento en las unidades vendidas y la reducción de los costos de producción por dichas unidades.

## 2.11 Ejercicios

1.- Una empresa tiene contemplado realizar un proyecto de capacitación para los obreros de una de sus líneas de producción.

La Dirección de Recursos Humanos estima que tendrá que invertir \$530,000, que incluye: los honorarios del consultor que dará el curso \$90,000; camión para el traslado de los obreros durante un curso \$20,000; la comida durante el curso \$35,000; también se estima que durante el mes que dure el curso se dejara de producir en la línea de producción en un 50% de su capacidad lo cual equivale a \$380,000. El horizonte de evaluación es de 10 meses, considerando el primer mes que se desarrolla el curso.

Actualmente, se tiene un rendimiento en la línea de producción del 20 pzas. por hora, se trabajan 3 turnos de 8 horas cada uno y los meses se consideran de 30 días. Con el curso se estima que el rendimiento aumente al doble, esto es 40 pzas. Por hora. Considerar que el primer mes el rendimiento aumenta en un 50%, el segundo el 60%, el tercer el 70% y a partir del cuarto mes el rendimiento es del 100%. El precio de mercado de la pza. es de \$10.0.

Se le pide:

- 1) Identifique, cuantifique y valore los costos y beneficios del proyecto.
- 2) Realice la evaluación Sin Proyecto.
- 3) Realice la evaluación Con Proyecto.
- 4) Realice el Fuljo del Proyecto (Con - Sin Proyecto)

2.- Don T. Riesgos tiene un sueldo líquido al mes de \$ 300.000 y desea construir su propia empresa, lo cual le significa abandonar su empleo actual. Para decidir si emprende el proyecto o no, el Sr. Riesgos contrata un estudio de factibilidad, cuyo costo es de \$ 150.000.

Los gastos de inversión del proyecto se desglosan en:

- activos fijos por un valor de \$1.140.000;
- capital de trabajo por valor de \$ 240.000; y
- un permiso de instalación por valor de \$ 120.000.

Los gastos de operación por concepto de mano de obra, materias primas y otros ascienden a \$ 480.000.

El Sr. Riesgos ha instalado su empresa y se encuentra en pleno periodo de operación. No obstante, de acuerdo a las expectativas de mercado, el precio del bien disminuirá en el futuro. Ante esta situación se ve enfrentado a la disyuntiva de seguir o no con la empresa. Si cierra, puede liquidar sus activos fijos en \$ 600.000.



Determine el ingreso anual mínimo que debería exigir para seguir operando. El costo del capital es del 12%.

### 3.- Proyecto cuprífero mina "El ojo amarillo".

#### Antecedentes básicos:

- el mineral se encuentra ubicado lateralmente junto a la mina "el salvador" a 15 km. y es propiedad de Ian Silk, antiguo y poderoso terrateniente de la zona.

- actualmente Codelco está interesado en adquirir dicho yacimiento, principalmente por la calidad del mineral y por qué existe capacidad ociosa dentro de la fundición de "El Salvador". La valoración por parte de Codelco asciende a US\$ 125.000.

- de acuerdo a estudios geológicos, la ley del mineral alcanza al 3,2% en una primera capa, al 3,8% en una segunda capa y sólo a un 2,5% en la última y tercera capa. El resto del yacimiento no es explotable.

- por reservas estimadas, el proyecto tendrá una duración de 5 años, calculadas a razón de extraer 30, 25, y 35 ton. diarias por tipo de capa respectivamente. Las dos primeras capas se explotan en dos años c/u y la última en sólo un año.

- los precios vigentes, de acuerdo a la ley, que se conseguirán mediante contrato por la venta del total de la mina son los siguientes:

Ley	Desde	Hasta	Precio
A	2,01%	2,50%	US\$ 20/ton
B	2,51%	3,50%	US\$ 30/ton
C	3,51%	Más	US\$ 50/ton

- las inversiones requeridas son principalmente en maquinarias pesada de extracción y trituración con costo de US\$ 300 mil, los correspondientes traslados e instalaciones por un costo adicional de US\$ 25 mil; 2 camiones tolva a US\$ 45 mil cada uno y 2 edificios: uno de administración y bodega de materiales y otro para casino y albergue, ambos en madera con un costo de US\$ 125 mil. El capital de trabajo asciende a US\$ 15 mil.

- los gastos de administración y supervisión se estiman en US\$ 20 mil anuales, incluyendo los contratos para la mantención del casino y el albergue.

- el costo de operación por tonelada se estima en US\$ 12 para los tres primeros años, y en US\$ 10 y US\$ 8 para los períodos cuatro y cinco respectivamente, de acuerdo a los siguientes detalles:

Item de gasto	Períodos		
	1-3	4	5
Mano de obra	5	4	4
Suministros	1	1	1
Repuestos	2	1	0
Combustible	2	2	2
Otros insumos	2	2	1
Gasto x ton.	12	10	8

- el costo de capital es del 15%.

Determine el VPN y la TIR del proyecto.

### 3. CRITERIOS DE RENTABILIDAD

Con objeto de determinar si por el hecho de realizar una inversión, el bienestar de su promotor se incrementa o disminuye, se han desarrollado técnicas que se dividen en dos grandes grupos, dependiendo si tienen o no en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

#### 3.1 Técnicas que no Tienen en Cuenta el Valor del Dinero en el Tiempo


##### 3.1.1 Plazo de Recuperación de la Inversión

El Plazo de Recuperación de una inversión (PR) es el tiempo requerido para su amortización.

Este método, consiste en establecer un período máximo para recuperar las inversiones. El criterio de decisión es aceptar aquellos proyectos cuya recuperación se realiza en un período menor al máximo establecido. El método acusa dos defectos:

Ejemplo:

<i>N</i>	Flujo de caja	Flujo Acumulado
0	-\$105.000+\$20.000	-\$85.000
1	\$15.000	-\$70.000
2	\$25.000	-\$45.000
3	\$30.000	-\$15.000
4	\$45.000	\$30.000
5	\$45.000	\$75.000
6	\$35.000	\$110.000



El período de recuperación debe ocurrir en algún momento entre  $N = 3$  y  $N = 4$

- No toma en cuenta el tiempo en que se dan los flujos de efectivo. Ejemplo:

Proyecto	0	1	2	3	4	PR
A	(100)	70	20	10	100	3 años
B	(100)	10	20	70	100	3 años

Como puede observarse, tanto el proyecto A como el B tienen el mismo PR; sin embargo; el proyecto A es superior.

- El Plazo de Recuperación no tiene en cuenta el flujo de efectivo después de que se recupera la inversión.

Ejemplo:

Proyecto	0	1	2	3	4	PR
A	(100)	30	40	30	30	3 años
B	(100)	30	40	30	100	3 años

En este caso el proyecto B es superior, ya que en el cuarto año se obtiene un flujo mayor.

### 3.2 Técnicas que Tienen en Cuenta el Valor del Dinero en el Tiempo.

#### 3.2.1 Plazo de Recuperación Descontado

En ocasiones es conveniente establecer el plazo al que se recuperaría una inversión teniendo en cuenta el costo del dinero. Para este fin, se obtiene el valor presente de los flujos y se acumulan período por período, en el momento en que el flujo obtenido es igual a cero, se obtiene el plazo de recuperación.

Cuando se comparan inversiones mutuamente excluyentes, el plazo de recuperación no puede ser empleado para determinar la inversión más conveniente, ya que ignora los flujos que se dan después del plazo de recuperación.

**Ejemplo 1:** Una carretera con un costo de \$228, se estima producirá \$100 anualmente. Obtener el plazo mínimo de la concesión, si se desea recuperar ésta al 15%.

	Flujo	Factor VP	VP Flujo	Flujo Acumulado
Inversión	(228)	1.000	(228.0)	(228)
Año 1	100	0.871	87.0	(141)
Año 2	100	0.756	75.6	(65)
Año 3	100	0.658	65.8	0
Año 4	100	0.572	57.2	58

## Ejemplo 2:

Período	Flujo de caja	Costo de los fondos (15%)	Flujo de caja acumulado
0	-\$85.000	0	-\$85.000
1	15.000	-\$85.000(0.15)= -\$12.750	-82.750
2	25.000	-\$82.750(0.15)= -12.413	-70.163
3	35.000	-\$70.163(0.15)= -10.524	-45.687
4	45.000	-\$45.687(0.15)=-6.853	-7.540
5	45.000	-\$7.540(0.15)= -1.131	36.329
6	35.000	\$36.329(0.15)= 5.449	76.778

No obstante, el Plazo de Recuperación es uno de los métodos más utilizados, ya que es sencillo de entender y da una aproximación del riesgo del proyecto.

Cuando se comparan inversiones mutuamente excluyentes, el plazo de recuperación no puede ser empleado para determinar la inversión más conveniente, ya que ignora los flujos que se dan después del plazo de recuperación.

### 3.2.2 Valor Presente Neto

En el Capítulo II, se analizó el concepto de Valor Presente y las técnicas para su obtención; asimismo, se asumió que se conoce la tasa de interés para descontar el flujo de efectivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos definir el Valor Presente Neto (VPN); el VPN también se conoce como Valor Actual Neto (VAN), **como la cantidad que un inversionista podría pagar por una inversión en exceso de su costo.**

El VPN se obtiene de la siguiente manera:

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} \quad (3.1)$$

Donde:

$I_0$ : Inversión Inicial

$FE_t$ : Flujo de efectivo en el periodo  $t$

$\Sigma$ : Suma de flujos descontados

$r$ : Costo del dinero

$t$ : Índice del tiempo

$1/(1+r)$ : Factor de valor presente

La expresión 3.2 sólo es válida cuando las tasas de interés por período son iguales, en caso contrario se deberá utilizar la siguiente fórmula:

$$VPN = -I_0 + \frac{FE_1}{(1+r_1)} + \frac{FE_2}{(1+r_1)(1+r_2)} + \dots + \frac{FE_n}{(1+r_1)(1+r_2)(1+r_n)} \quad (3.2)$$

Debido a que las inversiones se pueden dar en más de un periodo, una expresión más general sería la siguiente:

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{I_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FO_t}{(1+r)^t} \quad (3.3)$$

Donde:

$I_t$ : Inversión en el período  $t$

$FO_t$ : Flujo de las Operaciones en el período  $t$

**El criterio de decisión para aceptar una inversión utilizando el Valor Presente Neto, es aceptar todas las inversiones independientes cuyo VPN es igual o mayor que cero y descartar aquellas cuyo Valor Presente Neto sea menor a cero.**

Ejemplo: Una inversión por \$4,000 producirá \$2,500 el primer año y \$3,500 el segundo. Obtener el VPN de la inversión si el costo de oportunidad del dinero es del 25%.

Año	Flujo	Tasa	Factor VP	Valor
0	-\$4,000			-\$4,000
1	\$2,500	25%	$1/(1+0.25)^1$	\$2,000
2	\$3,500	25%	$1/(1+0.25)^2$	\$2,240
Valor Presente Neto				\$ 240

El VPN de un Proyecto tiene diversas interpretaciones:

- Es la cantidad máxima que podría pagar un inversionista por la oportunidad de realizar la inversión sin demeritar su posición financiera.

Ejemplo: Utilizando el ejemplo anterior, asúmase que un inversionista tiene \$4,240 los cuales puede invertir en un banco a la tasa del 25%, en un negocio que le producirá \$2,500 el primer año y \$3,500 el segundo.

Año	Saldo Inicial	Tasa	Intereses Generados	Saldo Final	Retiros
1	\$ 4,240	25%	\$ 1,060	\$ 5,300	\$ 2,500
2	\$ 2,800	25%	\$ 700	\$ 3,500	\$ 3,500
3	\$ -				

- Cuando el VPN es positivo representa la utilidad inicial del proyecto.

Para una mejor comprensión de esta interpretación, baste suponer que el promotor del financiamiento toma un crédito por \$4,240, y el producto de dicho crédito lo aplica de la siguiente manera: \$4,000 para efectuar las inversiones y \$240 para otros fines. Con el producto del proyecto es posible pagar el financiamiento.

Año	Saldo Inicial	Tasa	Intereses Generados	Amortización Capital	Pago Total
1	\$ 4,240	25%	\$ 1,060	\$ 1,440	\$ 2,500
2	\$ 2,800	25%	\$ 700	\$ 2,800	\$ 3,500
3	\$ -				

- Es el monto que el promotor podría pagar en exceso por el proyecto (margen de error en los cálculos de las inversiones) y recuperar su inversión a la tasa deseada.

Para el ejemplo, si la inversión cuesta \$4,240 en lugar de \$4,000, el promotor aún recupera su inversión al 25%.

- Cuando el VPN calculado a la tasa del crédito es negativo, representa el monto del proyecto que no puede ser financiado con crédito.

Ejemplo: Supóngase que el costo del proyecto es de \$4,500, por lo que el promotor tendría que aportar \$260.

### 3.2.3 Tasa Interna de Rendimiento

La Tasa Interna de Rendimiento o de Retorno (TIR) es la tasa de descuento que hace el valor presente neto igual a cero.

Utilizando la ecuación 3.2 obtenemos:

$$VPN = -I_0 \sum_{t=1}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (3.4)$$

Despejando la inversión inicial:

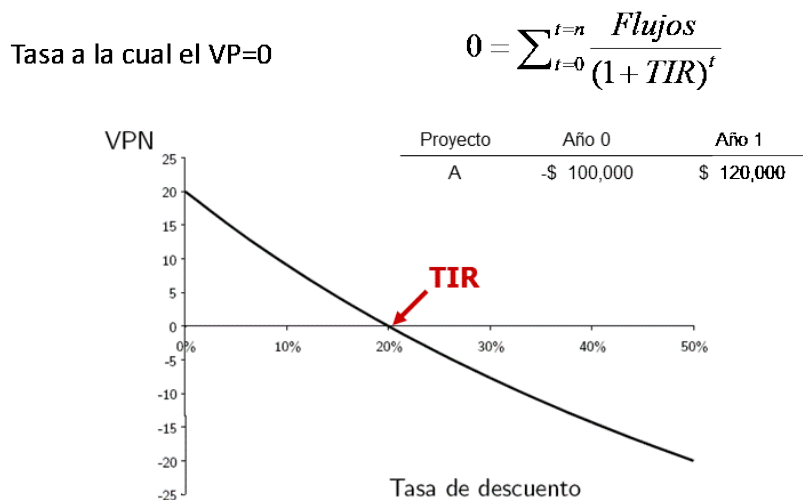
$$I_0 = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} \quad (3.5)$$

Donde:

$r = \text{TIR}$

El criterio de aceptación utilizando este método, es aceptar aquellas inversiones independientes cuya TIR sea igual o mayor al COSTO DE LOS RECURSOS ASIGNADOS A LA INVERSIÓN.

Ejemplo 1:



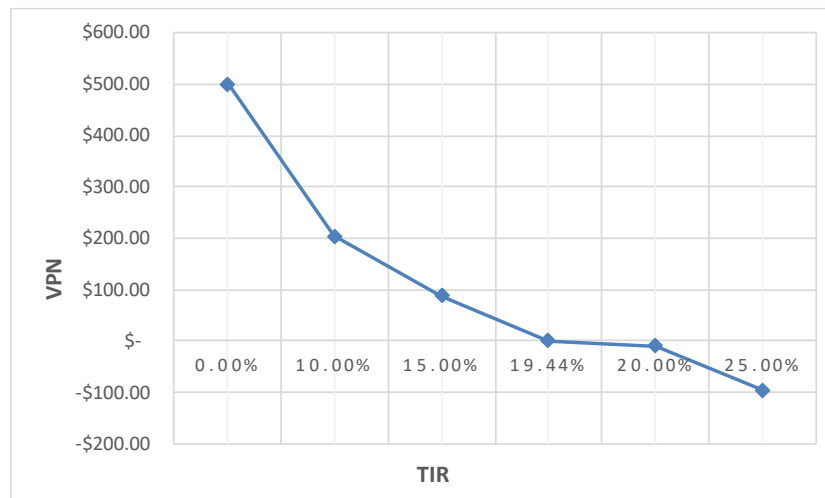


Ejemplo 2: Una inversión por \$1,000, producirá flujos de \$250, \$500 y \$750 los próximos tres años. Encontrar la TIR del proyecto. De la definición de la TIR se obtiene:

$$-\$1000 + \frac{\$250}{(1+r)^1} + \frac{\$500}{(1+r)^2} + \frac{\$750}{(1+r)^3} = 0$$

Dando diversos valores a "r", se encuentra el VPN, cuando éste es cero, el valor de "r" corresponde a la TIR:

r = 0%	VPN = \$500
r = 10	VPN = \$204
r = 15	VPN = \$88
<b>r = 19.44%</b>	<b>VPN = \$0</b>
r = 20%	VPN = - \$10
r = 25%	VPN = - \$96



Gráfica 3.1 Gráfica del Valor Presente Neto

La gráfica permite resaltar los siguientes conceptos:

- El proyecto puede ser aceptado, siempre y cuando la tasa de descuento que se desea obtener sea menor a la TIR.
- La TIR es el valor límite para recuperar la inversión.

### Obtención de la TIR:

- La TIR puede obtenerse mediante la aplicación de técnicas de análisis numérico

Si  $x = 1/(1 + r)$ , substituyendo este valor en la ecuación 3.5:

$$I_0 = FE_1 \cdot x^1 + FE_2 \cdot x^2 + FE_3 \cdot x^3 + \dots + FE_n \cdot x^n$$

- Con calculadoras financieras o a través de la utilización de hojas electrónicas como EXCEL.

**Debido a que matemáticamente el cálculo de la TIR equivale a obtener la raíz de una ecuación de grado "n", es posible que para una misma inversión no exista una TIR, sólo haya una TIR positiva en el dominio de los números reales, o que se presente más de una TIR positiva.**

Ejemplo: Se propone una inversión, la cual mediante un pago de \$200 en un año, permitirá obtener \$110 el día de hoy y \$120 en dos años.

El ejemplo se puede plantear algebraicamente como:

$$110 - 200(1 + \text{TIR})^{-1} + 120(1 + \text{TIR})^{-2} = 0$$

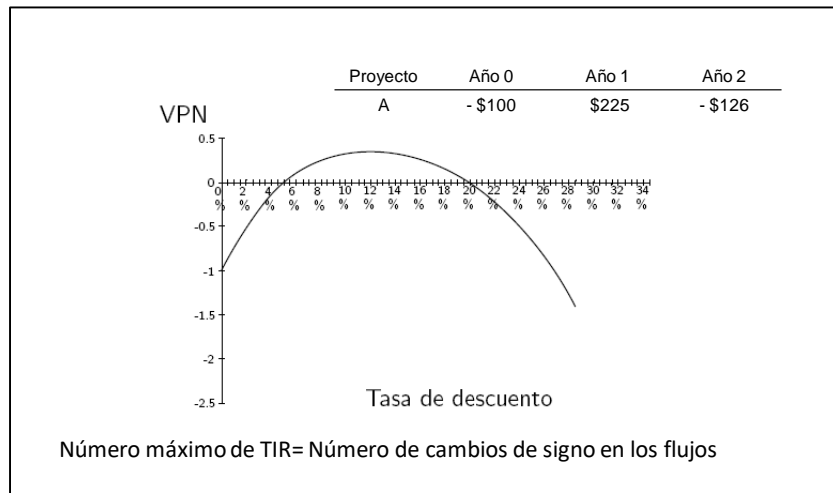
Haciendo  $(1 + \text{TIR})^{-1} = x$ , se tiene:

$$120x^2 - 200x + 110 = 0$$

Despejando el valor de  $x$ , se observa que en el dominio de los números reales no existe solución para la ecuación; **sin embargo, el valor presente neto es positivo para cualquier tasa de descuento, por lo que se tiene más de dos respuestas y la pregunta es ¿cuál elegir?**

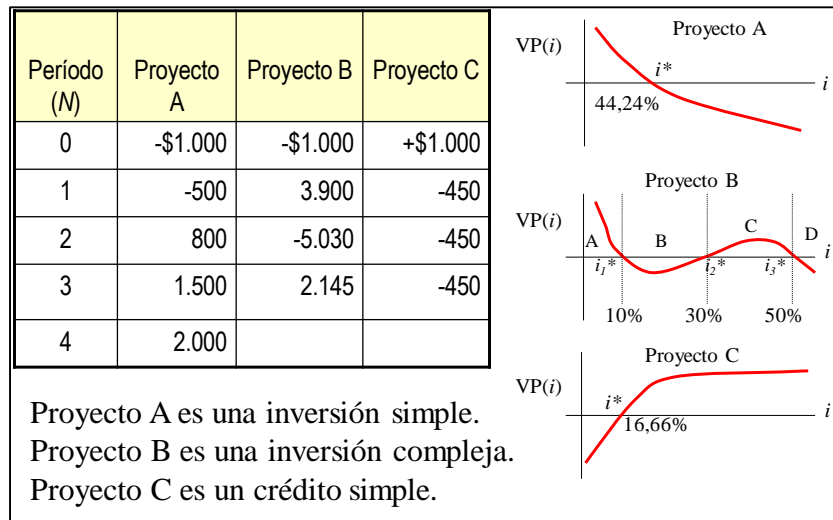
Ejemplo: Obtener la TIR para una inversión que durante el primer año y el tercero requerirá erogaciones por \$100 y \$126, y durante el segundo año producirá \$225.

- Cambio de Signo del Flujo para TIR:



Gráfica 3.2 Tasa Interna de Rendimiento Múltiple

- Clasificación de inversión en la TIR:



La TIR tiene diversas interpretaciones destacando:

- Es la rentabilidad que se obtendría por la inversión.
- Es la tasa de crecimiento de una inversión.

Ejemplo: Un inversionista cuenta con \$1,000, los cuales le producirán \$1,521 en tres años.

$$1,521 = 1,000(1 + r)^3$$

Año	Saldo Inicial	Crecimiento Periodo	Crecimiento / Saldo Inicial
0	\$1,000.00	\$150.00	\$150.00 / \$1,000.00 = 0.15
1	\$1,150.00	\$172.50	\$172.50 / \$1,150.00 = 0.15
2	\$1,322.50	\$198.38	\$198.38 / \$1,322.50 = 0.15
3	\$1,520.88		

- La TIR es la máxima tasa de interés que se puede pagar a un banco.

Ejemplo: Supóngase una inversión por \$1,000, que al final de un año producirá \$1,250. La TIR del proyecto es 25%. Si se financia la totalidad de la inversión con crédito, se realizará el análisis con diferentes tasas de interés (20%, 25% y 30%), como se ve en el siguiente cuadro:

<b>Inversión</b>	1,000	1,000	1,000
<b>Flujo Neto del Proyecto (ingresos - egresos)</b>	1,250	1,250	1,250
<b>Tasa de interés</b>	20%	25%	30%
<b>Intereses Generados</b>	200	250	300
<b>Capital</b>	1,000	1,000	1,000
<b>Flujo Financiero</b>	1,200	1,250	1,300
<b>Flujo Promotor</b>	50	0	- 50
<b>TIR Promotor</b>	Infinito	0%	Negativo

Para el ejercicio anterior, la tasa máxima sería del 25%.

- Cuando se conoce el pago de un crédito por el total de intereses y capital, la TIR del pago es la tasa de interés.

### 3.2.4 Restricciones en la utilización de la Tasa Interna Retorno y el Valor Presente Neto

Si el promotor de un proyecto conoce su costo del dinero, y puede obtener recursos adicionales, o bien invertir sus excedentes al costo señalado, la utilización del VPN o la TIR producirán resultados satisfactorios.

Para proyectos mutuamente excluyentes, cuando las tasas de interés por período son iguales, la TIR o el VPN mostrará los mismos resultados; sin embargo, cuando dichas tasas son diferentes, la utilización de la TIR puede dar respuestas contradictorias.

Ejemplo: Un banco puede otorgar un crédito a tres años por \$1,000, utilizando cualquiera de los dos siguientes planes de amortización:

Plan 1.- Se pagarían intereses durante los dos primeros años, en el tercero, en adición a los intereses se abonaría la totalidad del capital.

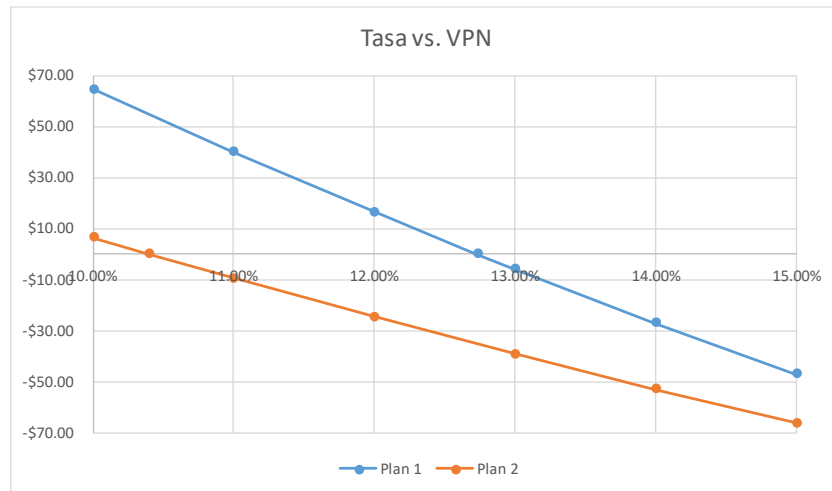
Plan 2.- Se amortizaría mediante tres pagos iguales de capital. Los intereses serían del 5%, 15% y 20% para cada uno de los años. Obtener la mejor opción desde el punto de vista del banco.

En el siguiente cuadro se muestra la tabla de amortización de los créditos. Si se obtiene la TIR para dichos créditos, el Plan 1 tiene una mayor TIR debería ser la opción más conveniente para el banco.

Plan 1					
Monto Crédito	\$ 1,000				
Tasa		5%	15%	20%	
Concepto / Período	0	1	2	3	
Saldo Inicial	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000	
Generación Intereses		\$ 50	\$ 150	\$ 200	
Pago de Intereses		\$ 50	\$ 150	\$ 200	
Pago de Capital		\$ -	\$ -	\$ 1,000	
Pago Total		\$ 50	\$ 150	\$ 1,200	
Saldo Final	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ -	
TIR	12.73%	-\$ 1,000	\$ 50	\$ 150	\$ 1,200
VPN	\$ 0				

Plan 2					
Monto Crédito	\$ 1,000				
Tasa		5%	15%	20%	
Concepto / Período	0	1	2	3	
Saldo Inicial	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 667	\$ 333	
Generación Intereses		\$ 50	\$ 100	\$ 67	
Pago de Intereses		\$ 50	\$ 100	\$ 67	
Pago de Capital		\$ 333	\$ 333	\$ 333	
Pago Total		\$ 383	\$ 433	\$ 400	
Saldo Final	\$ 1,000	\$ 667	\$ 333	\$ -	
TIR	10.40%	-\$ 1,000	\$ 383	\$ 433	\$ 400
VPN	\$ 0				

Una inspección detenida de los dos planes de crédito muestra que éstos son equivalentes, lo cual se puede demostrar obteniendo su VPN, el cual es cero en ambos casos.



Gráfica 3.2 Inversiones Tasas Diferentes

Para comentar:

Ejemplo 1:

• **Problemas de la TIR:**

- Si debes elegir entre 2 proyectos, ¿la TIR mayor implica que es el mejor proyecto?
- Ejemplo:

Proyecto	Año 0	Año 1	TIR	VPN (i=10%)
A	-\$100	\$200	100%	\$81.8
B	-\$10,000	\$12,000	20%	\$909.1

- TIR se olvida de la escala

Ejemplo 2:

Proyecto A es bueno ( $VPN > 0$ ) si  $TIR(A) > \text{Costo de capital}$

Proyecto	$C_0$	$C_1$	TIR	VPN(10%)
A	-100	120	20%	9.1

Si  $TIR(B) = \text{Costo de capital}$ , entonces  $VPN = 0$

Proyecto	$C_0$	$C_1$	TIR	VPN(10%)
B	-100	110	10%	0

Proyecto C no es bueno ( $VPN < 0$ ) si  $TIR(C) < \text{Costo de capital}$

Proyecto	$C_0$	$C_1$	TIR	VPN(10%)
C	-100	100	0%	-9.1

La tasa interna de retorno (TIR) es la rentabilidad del proyecto.

### 3.2.5 Relación de Beneficios a Costos

Para que un proyecto sea rentable, a valor presente los beneficios deben ser mayores al de los costos. Si se toma la relación entre estos, se concluye que aquellos proyectos con una relación mayor que uno deben ser aceptados. Al efectuarse el cociente entre los beneficios y los costos se obtiene un número puro o índice, el cual permitiría clasificar proyectos independientes de acuerdo a dicho índice.

La relación de beneficios a costos se acostumbra utilizar en la evaluación económica de proyectos, mientras que en la financiera (privada) dicha relación se conoce como índice de valor presente.

Desafortunadamente y, no obstante, su uso generalizado, la relación de beneficios a costos presenta dos problemas: por ser un índice no tiene en cuenta el tamaño de los proyectos que se desean comparar; así mismo, existen serias dificultades para clasificar los beneficios y los costos

Ejemplo: Obtener la relación de beneficios a costos del siguiente flujo de efectivo, si la tasa de descuento es del 10%.

Utilizando los flujos brutos del proyecto:

Concepto / Periodo	0	1	2	VPN (10%)
Beneficios	\$500	\$1,500	\$2,000	\$3,517
Costos	\$1,000	\$750	\$1,000	\$2,508
Flujo Brutos	-\$500	\$750	\$1,000	\$1,008
Relación Beneficio / Costo				1.40

Utilizando los flujos netos del proyecto:

Concepto / Periodo	0	1	2	VPN (10%)
Beneficios (Netos)		\$750	\$1,000	\$1,508
Costo (Inversión)	-\$500			-\$500
Flujo Netos	-\$500	\$750	\$1,000	\$1,008
Relación Beneficio / Costo				3.02

No obstante que es el mismo proyecto, la relación beneficio costo es diferente. Es más, la relación B/C puede prestarse para hacer un proyecto más atractivo de lo que realmente es.

Por lo anterior, la utilización de la relación de beneficios a costos resulta innecesaria, ya que si lo que se desea es conocer la viabilidad de un proyecto basta con obtener su VPN; en adición, la obtención de la relación B/C presenta dificultades para separar de manera consistente los beneficios de los costos. Por lo anterior, no se recomienda su utilización.

### 3.2.6 Porcentaje de Recuperación a Valor Presente

El porcentaje que se recupera de la inversión a través del tiempo, puede obtenerse de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de Recuperación Año "t"} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+r)^t}}{I_0}$$

Donde:

$I_0$ : Inversión Inicial

$FE_t$ : Flujo de efectivo en el periodo t

$\Sigma$ : Suma de flujos descontados

r: Costo del dinero

t: Índice del tiempo

$1/(1+r)$ : Factor de valor presente

Cuando la inversión comprende sólo las erogaciones realizadas en efectivo, esto es, no se incluye el costo de oportunidad de inversiones efectuadas con anterioridad y la tasa de descuento está dada por el costo del financiamiento crediticio, el valor presente de los flujos de operación a un determinado plazo, representa el monto máximo de financiamiento (lo máximo que podría recuperar un banco). La relación del monto máximo de financiamiento respecto a la inversión es el porcentaje máximo de financiamiento.

Ejemplo: Se concursó una planta de tratamiento de aguas residuales. La inversión se estima en \$326 millones y los ingresos serán de \$100 millones anuales. Si un banco ofrece financiar el 70% de la inversión a una tasa del 15%, ¿Cuál sería el plazo mínimo del crédito?

Si el crédito se otorga a un año, el monto máximo a financiar sería  $100 / (1 + 0.15)^1 = 87$ ; esto es un 26.67% de la inversión total. Para un financiamiento a dos años, el monto máximo sería la suma del valor presente de los flujos de cada uno de los años, esto es:

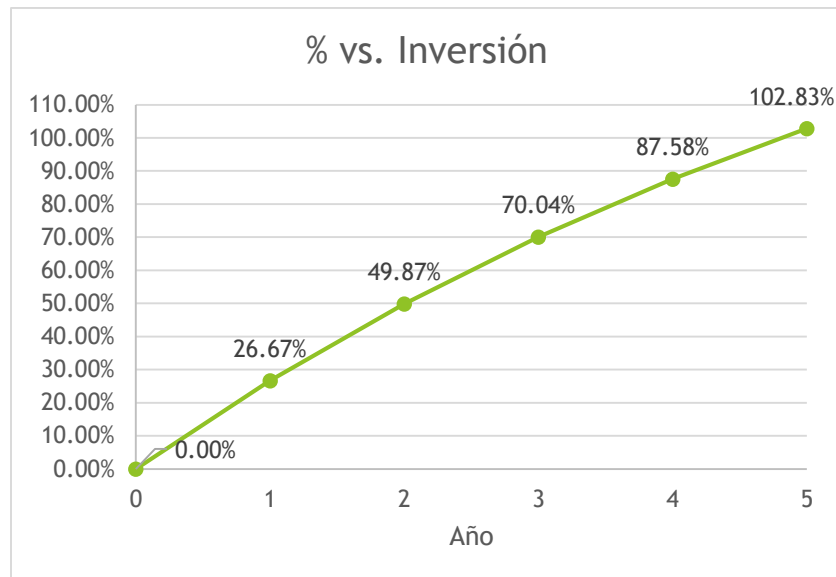
$$100 / (1 + 0.15)^1 + 100 / (1 + 0.15)^2 = 163$$



De esta manera, el monto máximo a financiar sería  $163/326 = 49.87\%$ . Procediendo de la misma forma para el resto de los años, se obtienen los porcentajes máximos de financiamiento.

La gráfica 3.5 muestra que se necesita un plazo mínimo de tres años para que un banco recupere un crédito equivalente al 70% de la inversión.

Años	Inversión	Flujo	Flujo Descuento	Acumulado Flujo Desc.	% vs. Inversión
0	\$326				
1		\$100	\$87	\$87	26.67%
2		\$100	\$76	\$163	49.87%
3		\$100	\$66	\$228	70.04%
4		\$100	\$57	\$285	87.58%
5		\$100	\$50	\$335	102.83%



Gráfica 3.3 Porcentaje de Recuperación a Valor Presente

Ejemplo: Se solicita financiamiento para un proyecto el cual requerirá de una inversión por \$6,500. Dicho proyecto permitirá la producción y venta durante los primeros cuatro años de 80 unidades. El precio de venta al inicio del proyecto se estima será de \$50 por unidad.

Los costos variables se han calculado en \$15 por unidad y los costos fijos en \$200 anuales. Se ha proyectado una inflación del 10% anual y una tasa real del 5%.

- Con la información anterior obtener, el financiamiento máximo que se podría otorgar:

Precio de venta (unidad)	\$	50				
Costos						
Variable (unidad)	\$	15				
Fijo (periodo)	\$	200				
Concepto / Periodo	0	1	2	3	4	
Inflación		10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	
Tasa Real		8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	
Tasa Nominal		18.80%	18.80%	18.80%	18.80%	
Índice de Precios	1.0000	1.1000	1.2100	1.3310	1.4641	
Factor VP	1.0000	0.8418	0.7085	0.5964	0.5020	
Inversión	-\$	6,500				
Ingresos						
Ventas (unidades)		85	85	85	85	
Ventas (\$)	\$	4,675	\$ 5,143	\$ 5,657	\$ 6,222	
Costos						
Variable	\$	1,403	\$ 1,543	\$ 1,697	\$ 1,867	
Fijo	\$	220	\$ 242	\$ 266	\$ 293	
Flujo	-\$	6,500	\$ 3,053	\$ 3,358	\$ 3,694	\$ 4,063
Flujo Descontado	-\$	6,500	\$ 2,569	\$ 2,379	\$ 2,203	\$ 2,040
Flujo Desc. Acumulado			\$ 2,569	\$ 4,949	\$ 7,151	\$ 9,191
% vs. Inversión	0.00%	39.53%	76.13%	110.02%	141.40%	
VPN (nominal)	\$	2,691				
TIR (nominal)		38.01%				
TIR (real)		25.46%				

Con la información anterior, se podría otorgar un crédito de hasta 100% de la inversión, con un plazo de 4 años, manteniendo una cobertura 41.40% por arriba de la inversión inicial (flujo descontado acumulado / Inversión Inicial).

- Con la información anterior obtener, los flujos del banco, del promotor y los respectivos VPN y TIR.

Concepto / Periodo	0	1	2	3	4
Saldo Inicial	\$ 6,500	\$ 6,500	\$ 4,875	\$ 3,250	\$ 1,625
Generación Intereses		\$ 1,222	\$ 917	\$ 611	\$ 306
Pago de Intereses		\$ 1,222	\$ 917	\$ 611	\$ 306
Pago de Capital		\$ 1,625	\$ 1,625	\$ 1,625	\$ 1,625
Pago Total		\$ 2,847	\$ 2,542	\$ 2,236	\$ 1,931
Saldo Final	\$ 6,500	\$ 4,875	\$ 3,250	\$ 1,625	\$ -
<b>Flujo del Banco</b>	<b>-\$ 6,500</b>	<b>\$ 2,847</b>	<b>\$ 2,542</b>	<b>\$ 2,236</b>	<b>\$ 1,931</b>
<b>TIR Banco</b>	<b>18.80%</b>				
<b>Flujo Promotor</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 206</b>	<b>\$ 816</b>	<b>\$ 1,458</b>	<b>\$ 2,132</b>
<b>Flujo Promotor Descontado</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 173</b>	<b>\$ 578</b>	<b>\$ 869</b>	<b>\$ 1,071</b>
<b>VPN Promotor</b>	<b>\$ 2,691</b>				

### 3.3 Ejercicios

1.- Obtener el valor presente neto para los siguientes flujos de efectivo, si el costo del dinero es 10%.

Flujo	Periodo					
	0	1	2	3	4	5
A	- 1,000,000	100,000	100,000	100,000	100,000	1,100,000
B	- 1,000,000	263,797	263,797	263,797	263,797	263,797
C	- 1,000,000					1,610,510

2.- Obtener la tasa interna de retorno para cada uno de los flujos del problema 1.

3.- Obtenga el plazo de recuperación para las inversiones del problema 1.

4.- Suponga un costo del dinero del 5%. Calcule el VPN para los flujos del problema 1.

5.- Suponga un costo del dinero del 15%. Obtenga el VPN para las inversiones del problema 1. Compare los resultados con aquellos obtenidos en los problemas 1 y 4.

6.- Determine la TIR de la siguiente inversión:

Periodo	Flujo
0	- 9,120
1	1,000
2	5,000
3	10,000

7.- Obtener el monto que se podría pagar en exceso de la inversión mostrada en el problema 6, si el costo del dinero es del 10%.

8.- Si el costo de los recursos es el 10%, determinar cuál de las siguientes inversiones es preferible.

Flujo	Periodo				
	0	1	2	3	TIR
A	- 1,000	505	505	505	¿?
B	- 10,000	2,000	2,000	12,000	¿?
C	- 11,000	5,304	5,304	5,304	¿?

9.- Obtenga el valor incremental del flujo de efectivo de la inversión A del problema 8 respecto al B. Obtenga la TIR del flujo de efectivo incremental. Es la inversión B o la C la más deseable.

10.- Calcule el valor Presente neto (emplee un costo del dinero del 15%) y la tasa de rendimiento de cada una de las inversiones siguientes:

Flujo	Periodo		
	0	1	2
A	- 1,000	310	1,232
B	- 1,000	615	1,323
C	- 1,000	1,150	615

11.- Para el problema anterior obtener el valor presente con:

- a) Un costo del dinero del 20%
- b) Un costo del dinero del 5%

12.- Suponga que sólo puede invertir en una de las tres inversiones del problema anterior, qué inversión debe preferirse utilizando el criterio de la TIR y del VPN al 5%.

13.- Encuentre el VPN a una tasa de descuento del 5%, de cada una de las siguientes inversiones.

Flujo	Periodo		
	0	1	2
A	- 18,954	10,000	10,000
B	- 18,140		20,000
C	- 19,080	20,000	

a. Suponga una tasa de interés del 5% del momento 0 al momento 1 y del 10% del momento 1 al momento 2. Encuentre el valor presente de cada una de las inversiones.

b. Suponga una tasa de interés del 5% del momento 0 al momento 1 y del 2% del momento 1 al momento 2. Encuentre el valor presente de cada una de las inversiones.

c. ¿Qué conclusiones puede obtener?

14.- Acepte o rechace las siguientes propuestas de inversión independientes, empleando procedimientos de tasa de rendimiento y del valor presente. Suponga un costo del dinero del 10%.

Flujo	Periodo		
	0	1	2
A	-\$ 10,000	\$ 2,000	\$ 12,000
B	-\$ 10,000	\$ 10,500	\$ 20,000
C	-\$ 10,000	\$ 12,000	

15.- Una compañía debe escoger entre dos máquinas distintas que realizan esencialmente la misma tarea (las máquinas son mutuamente excluyentes). Una comparación de los flujos de efectivo de las dos máquinas muestra que si se escoge la menos cara de las dos habrá un ahorro de 1,000 en el momento de la compra, pero habrá desembolsos adicionales de 333 por año durante los cinco años de vida de las máquinas. El costo del dinero para la compañía es del 10%.

Calcule la tasa de rendimiento de los flujos incrementales y determine si debe comprarse o no la máquina más barata. Utilice el mismo procedimiento empleando el valor presente.

16.- Suponiendo un costo del dinero del 10%, escoja la mejor de las siguientes inversiones.

Flujo	Periodo			
	0	1	2	TIR
A	-16,500	10,000	10,000	¿?
B	-100,000	60,000	60,000	¿?

17.- Suponiendo un costo del dinero del 5% y el 10%, escoja la mejor de las siguientes inversiones.

Flujo	Periodo			
	0	1	2	TIR
A	- 10,000	-	12,100	¿?
B	- 10,000	5,762	5,762	¿?

18.- Suponiendo un costo del dinero del 5%:

a. Escoja la mejor de las siguientes inversiones.

Flujo	Periodo		
	0	1	2
A	- 600	500	600
B	- 700	800	400

b. Obtenga los flujos relativos de la inversión (B-A). Comente los resultados de la TIR para esta inversión.

19.- Se presenta una inversión con el siguiente flujo de efectivo:

Flujo	Periodo		
	0	1	2
A	- 50	150	100

Suponga una tasa de interés del 5% y determine si la inversión es aceptable. Obtenga las tasas internas de retorno de la inversión.

20.- Si el costo del dinero es 10%, obtener cuál de las siguientes inversiones mutuamente excluyentes es más atractiva:

Flujo	Periodo	
	0	1
A	- 20,000	30,000
B	- 100,000	130,000

21.- Una compañía minera está considerando expandir sus operaciones, para lo cual cuenta con las siguientes opciones de explotación de un yacimiento.

Concepto	Tajo Abierto	Subterránea
Inversión Inicial	60,000,000	100,000,000
Costo Anual de Operación	15,000,000	20,000,000

Los costos de operación de la mina subterránea se esperan se reduzcan en 2,000,000 anualmente hasta llegar a los 10,000,000, donde permanecerán constantes. Se estima la vida de las minas en 50 años.

Si el costo de los recursos es 5% anual:

- a. ¿Qué método de explotación debe ser utilizado?
- b. Suponga que la única duda es el año de construcción de la mina subterránea: ¿Deberá ser construida ahora, suponiendo que las necesidades de mineral por los primeros cinco años pueden ser comprada a un costo de \$16 millones por año? ¿Deberá ser construida en el año 6?
- c. Si la mina a tajo abierto se construye, ¿deberá ser reemplazada al final de los seis años por una explotación subterránea? Suponga que los costos de inversión y operación siguen siendo válidos.

22.- Una compañía de transportes está considerando reemplazar su flota de microbuses de pasajeros por cinco autobuses. Un autobús puede sustituir a dos microbuses. La compañía ha preparado un análisis que muestra que cada autobús nuevo costará \$343,000 y permitirá la obtención de flujos anuales por \$ 100,000 durante cinco años. Suponga que después de cinco años el valor de rescate será de cero para los autobuses. El análisis se basó en las características de cargas y de operación de los nuevos autobuses, así como en la experiencia de la compañía de transportes, el número de pasajeros en las rutas actuales, ajustado de una manera razonable por los pasajeros que serán atraídos gracias al nuevo equipo.

Los microbuses que actualmente se utilizan se consideran sumamente seguros, pero no son tan "elegantes" como los autobuses. Se espera que los flujos de caja netos por microbús sean de \$ 10,000 por año. No hay una tendencia en las ganancias. Los microbuses tienen un valor de desecho de cero.

El costo del dinero para la compañía es del 10% y tiene acceso a los recursos necesarios. ¿Deberá realizarse la adquisición de los autobuses? ¿Cuál sería su recomendación si cada microbús se puede vender en \$ 40,000?

23.- Usted está analizando la conveniencia de tomar un curso de capacitación que durará un año. El curso cuesta \$ 25,000, pagaderos por anticipado. En el caso de tomar el curso, deberá dedicarse por completo a éste.

No hay becas para el curso, y en el lugar donde trabajo no le pagarán la matrícula ni tendrá licencia con goce de sueldo. Por lo tanto, para financiar sus estudios deberá hacer uso de un préstamo con tasa de interés de 12.5% anual y capitalizable anualmente, o de ahorros que tiene invertidos en las mismas condiciones.

Actualmente gana \$100,000 por año, los cuales se incrementarán en \$5,000 por año (Ejemplo, ganará \$100,000 el próximo año, \$105,000 el año siguiente, etc.).



El primer año después de egresar del curso ganaría \$130,000, los cuales también se irán incrementando en \$5,000 por año. Usted piensa trabajar hasta los 60 años. Suponga que no habrá inflación en el futuro.

- a. Muestre el flujo, costos y beneficios pertinentes para la decisión.
- b. ¿Qué decisión toma si actualmente usted tiene 29 años?
- c. ¿Qué decisión toma si actualmente usted tiene 39 años?

24.- Una empresa posee una máquina que compró hace 5 años y nunca usó. La máquina le costó \$6,000 y aún tiene que pagar \$1,100 anuales durante tres años. Actualmente está considerando la posibilidad de usarla. Si lo hace, debe gastar \$2,500 para ponerla en marcha. Los ingresos netos adicionales que obtendría por la venta de lo producido serían \$1,100 anuales durante 5 años. Debido a que ya se encuentra obsoleta, no tiene valor en el mercado. Si el costo de oportunidad de los fondos de la empresa es 10%, ¿Qué le conviene hacer?

25.- Un proyecto con una inversión de \$25,000 y una vida de tres años, permitirá la producción y venta de 20, 40 y 50 unidades del 1º al 3º año, respectivamente. A precios del día de hoy, el precio de venta por unidad sería de \$350, los costos variables de \$50 y los costos fijos de \$250. Se estima que la inflación a partir del primer año será de 10% anual, en tanto que la tasa real se ha proyectado en un 8%.

Con la información anterior obtener:

- El Valor Presente de los flujos.
- El Valor Máximo que se podría pagar por el proyecto.
- Con la información anterior obtener, el financiamiento máximo.