



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES  
DIPLOMADO EN DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
MÓDULO III "EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE  
INVERSIÓN"**

*VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO*

L.A. y M.C. Jorge Sánchez Cerón  
Palacio de Minería  
1997.

## INTRODUCCIÓN

EN UNA PRIMERA etapa del trabajo se analizaron las perspectivas de venta de los productos obtenibles con el proyecto considerado. Así, existe la posibilidad de elaborar un cuadro que muestre, con más o menos exactitud, la cantidad y el valor de las ventas para cierto número de años y quizá también su desglose geográfico, en especial entre los mercados del país y los de exportación.

El segundo paso consistió en verificar que la producción prevista fuese posible desde el punto de vista técnico, en términos de las necesidades de materias primas, energía, personal directivo, mano de obra, equipo, etcétera. Fue posible estimar de manera preliminar los costos iniciales de construcción, de equipo y de funcionamiento, como una función de la escala del proyecto y del monto previsto de producción. En algunos casos, se encontró que dicho monto podría obtenerse con diferentes equipos y a distintos costos.

En definitiva, las dos primeras fases del estudio permitieron elaborar un cuadro que daba por lo menos una idea aproximada de los ingresos y gastos anuales (primero gastos de inversión y luego de operación) correspondientes a cada hipótesis respecto al equipo y a la evolución previsible de las ventas. Se tienen, así uno o más presupuestos de ingresos y gastos,<sup>1</sup> escalonados a lo largo de varios años (de 5 a 20 y aún más en el caso de algunos proyectos que requieren mucho capital). Tales cuadros pueden representarse mediante ejes coordenados: en la gráfica de la página 122 se mide el tiempo en el eje horizontal, en tanto que en el vertical figura la diferencia entre los ingresos y los gastos anuales, esto es, el beneficio bruto o flujo de efectivo. La inversión, conforme a este enfoque, se convierte en un intercambio a lo largo del tiempo entre la erogación inmediata para adquirir la planta y los ingresos futuros que se derivarán de explotarla.

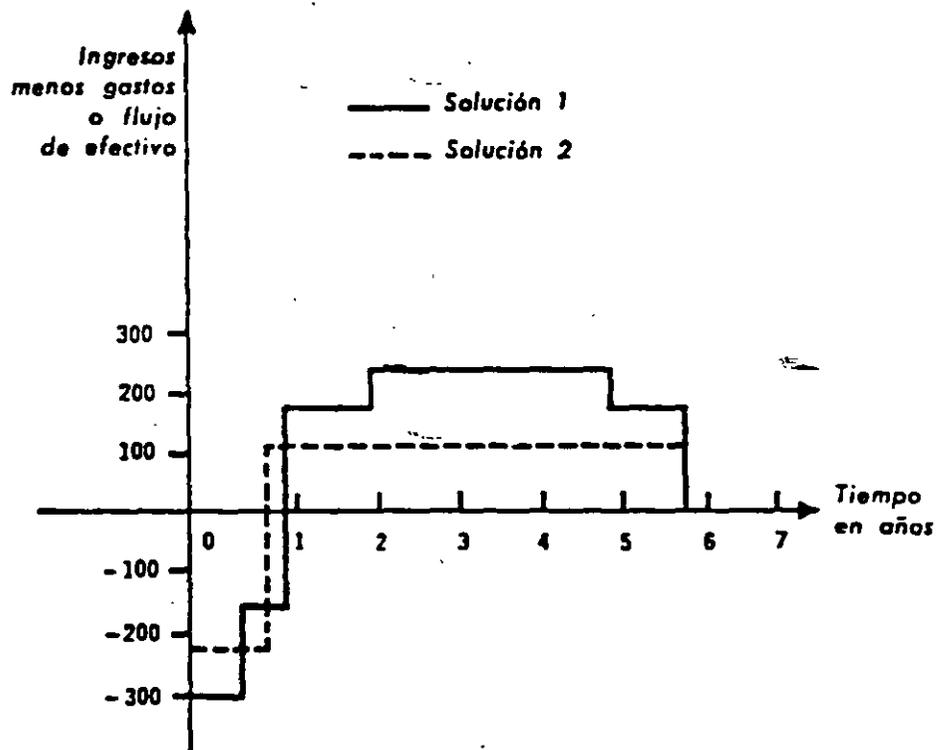
Surgen así las siguientes preguntas:

<sup>1</sup> En este capítulo el término "gasto" se refiere a la inversión real y a los gastos de operación, esto es, a la salida de dinero de la caja de la empresa en el momento en que ocurre. Se excluye la depreciación porque representa un cargo en la cuenta de pérdidas y ganancias, mas no una salida de dinero, ya que ésta se realizó al efectuarse la inversión.

- De las posibilidades varias que se presentan, ¿cuál es la "mejor", según ciertos criterios todavía no definidos?
- Definida la "mejor" solución ¿resultará suficientemente productiva como para justificar el gasto inicial?

Así, lo que se busca es un criterio que dé clara respuesta a las preguntas anteriores. Un buen criterio debería:

- resumir en una sola cifra toda la información necesaria para tomar la decisión correcta;
- ser aplicable a cualquier tipo de proyecto de inversión;
- prestarse a un cálculo rápido y directo.



Antes de proseguir la búsqueda de tal criterio, conviene aclarar el enfoque particular que se adoptará: al comparar ingresos y gastos prevalecerá un punto de vista puramente económico. No quiere decirse con ello que tal criterio para examinar proyectos deba ser el único. Los factores sociales, humanos y políticos, las condiciones de seguridad y prestigio, intervienen también en la selección de proyectos (la manera de considerar el punto de vista de la sociedad en las decisiones de inversión se analiza en otro libro).\* Acaso sea legítimo realizar operacio-

\* Estudio social del costo-beneficio en la industria de países en desarrollo. Manual de evaluación de proyectos, que el CEMLA prepara para su publicación en español.

nes poco o nada rentables en el plano puramente financiero o proyectos cuyo rendimiento resulte difícil de medir. Aun en esos casos es muy importante que las decisiones se adopten con conocimiento de causa, es decir, con plena noción de los costos de tales empresas. Y la única manera de averiguarlos es mediante el análisis económico.

De esta suerte, la primera parte de este capítulo se consagra al tratamiento detallado de un criterio de decisión que responda a las condiciones establecidas: el criterio del beneficio actualizado, que se definirá antes de abordar los problemas prácticos de aplicación.

En la segunda parte se presentan otros criterios de selección utilizados con frecuencia y se comparan con el beneficio actualizado.

La tercera y última parte versa sobre los elementos no exclusivamente económicos de la selección de proyectos o sobre los que, en todo caso, son difíciles de cuantificar.

## 1. EL CRITERIO DEL BENEFICIO ACTUALIZADO

Se presentará, primero, el concepto de actualización o de descuento, que permite comparar los ingresos y gastos en el curso de un prolongado periodo. En seguida se deducirá el criterio propiamente tal del beneficio actualizado en las diferentes formas como puede utilizarse, según el contexto en el que el proyecto se inserte. Esta elección entre modalidades diversas resulta especialmente importante desde el punto de vista del financiamiento del proyecto.

Por último, se analizarán los problemas prácticos a los que se enfrenta la empresa al aplicar dicho criterio.

Cabe advertir que cualquier análisis realizado con la óptica propia de la empresa puede trasponerse al punto de vista de la sociedad. El método sigue siendo el mismo, mas acaso difieran los valores numéricos, en tanto se relacionen con los costos, las utilidades o la elección de una tasa de descuento.

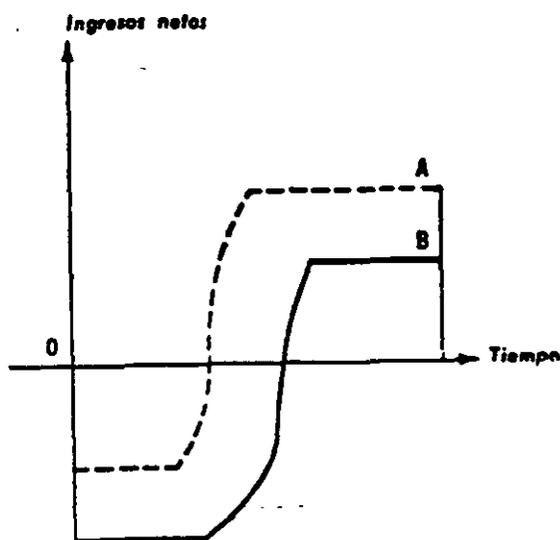
### 1.1. EL CONCEPTO DEL VALOR PRESENTE DESOONTADO O VALOR ACTUALIZADO

El análisis de un proyecto de inversión permite elaborar un cuadro que muestre los ingresos y gastos esperados durante cada año de vida del proyecto y, por tanto, los beneficios que rendirá.

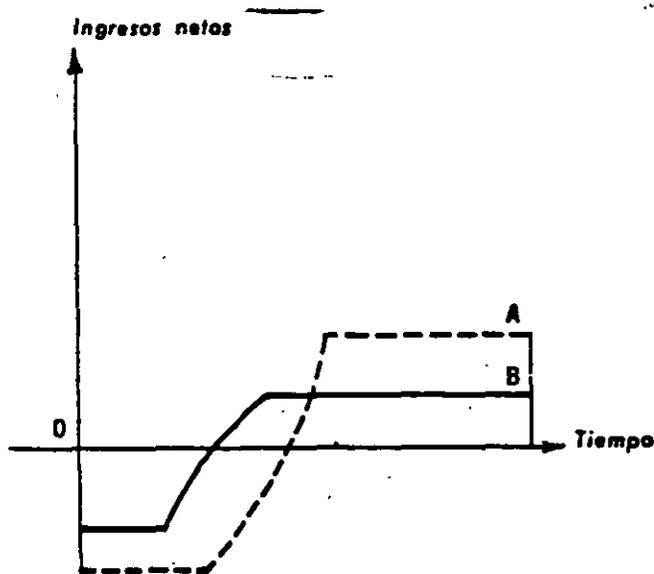
Así, toda inversión es un intercambio entre ingresos futuros y gastos presentes o por venir (véase la gráfica anterior).

La elección entre varias inversiones se reduce a escoger entre diversos presupuestos de ingresos o varios flujos de efectivo. El problema se resolverá sólo si es posible "clasificar" todos los flujos o presupuestos. La comparación entre dos proyectos será fácil si los ingresos netos

del proyecto A resultan en todo momento superiores a los del proyecto B, como lo muestra la siguiente gráfica:



Sin embargo, el problema se complica si los ingresos son de orden diferente, según distintos periodos (véase la siguiente gráfica).



Este punto puede ilustrarse con un ejemplo numérico. Supóngase que hay que elegir entre tres inversiones cuya vida abarca el mismo lapso (cinco años), que tienen el mismo costo inicial (10 000) y rendimientos aparentemente similares (20 000 de beneficio bruto total en cinco años). Dicho beneficio de 20 000 se distribuye en el tiempo como se indica en el cuadro IV.1.

## REGISTRO DE LOS BENEFICIOS BRUTOS

AÑOS	PROYECTOS		
	A	B	C
1 .....	6 000	1 000	0
2 .....	5 000	2 000	0
3 .....	4 000	3 000	4 000
4 .....	3 000	7 000	6 000
5 .....	2 000	7 000	10 000
Beneficios brutos totales	20 000	20 000	20 000

¿Cuál es el mejor de los tres proyectos?

Para responder a tal pregunta hace falta comprender que, pese a las apariencias físicas, una unidad monetaria (franco, rupia, peseta o peso) disponible de inmediato y una unidad monetaria de la que se podrá disponer dentro de diez años son dos bienes económicos tan diferentes como un mango y una piña disponibles al mismo tiempo. No pueden sumarse ni compararse directamente. No obstante, en los dos casos puede superarse la dificultad de igual manera: *mediante un sistema de precios*. En los problemas de inversión, el precio que desempeña el papel más importante es la tasa de interés, la cual constituye el vínculo contable entre el presente y el futuro, en tanto que los bienes en que se hace la inversión constituyen su vínculo físico.

De manera precisa, transferir en el tiempo la disponibilidad de un bien dado equivale a intercambiar dos bienes diferentes y la tasa de tal intercambio representa el papel de precio. Si, por ejemplo, la tasa de intercambio se establece entre una tonelada de cemento disponible de inmediato y 1.08 ton. disponible dentro de un año, se dirá que la tasa de interés anual aplicable a la transferencia de la disponibilidad temporal de cemento es:

$$\frac{1.08 - 1}{1} 0.08 = 8 \%$$

En otras palabras, una tonelada de cemento prestada durante un año rinde a su propietario un "interés" de 80 Kg, que recibirá además de la cantidad original que prestó.

La tasa de interés, tal como se ha descrito, no es universal en cuanto a su naturaleza, sino que varía de acuerdo con el tipo de los bienes que se consideren. Éstos mejoran o se deterioran con el tiempo (el

vino, los productos alimenticios); o pueden aumentar de valor o depreciarse, aun cuando su calidad siga siendo la misma. Por otra parte, los préstamos casi siempre se conciertan en dinero, de suerte que, conforme a todas estas consideraciones, la expresión "tasa de interés" se reserva generalmente a los intercambios de sumas de dinero disponibles en épocas o momentos diferentes. Esta simplificación, conveniente cuando se trata de acervos de bienes, lo es más cuando se manejan proyectos productivos cuya realización requiere una amplia variedad de bienes y servicios, con valores que sólo pueden compararse en términos monetarios.

En el mercado de capitales, "una unidad monetaria inmediata" puede cambiarse por " $1 + i$  unidades dentro de un año". El número  $i$  es positivo en la gran mayoría de los casos, no por necesidad lógica, sino porque las más de las personas y empresas prefieren "1 unidad monetaria inmediata" a "1 unidad monetaria dentro de un año", y es necesario ofrecerles alguna remuneración o premio para que acepten el cambio;  $i$  es la tasa de interés anual que rige en el momento.

Admítase que esta tasa de interés  $i$  continúa vigente en el curso de los años. Una unidad monetaria disponible hoy, podrá cambiarse por  $1 + i$  unidades monetarias dentro de un año,  $(1 + i)^2$  unidades dentro de dos años,  $(1 + i)^3$  dentro de tres años y  $(1 + i)^p$  dentro de  $p$  años.

Al contrario, una unidad monetaria dentro de un año equivale a  $\frac{1}{1 + i}$  unidades monetarias disponibles hoy, y una unidad monetaria

dentro de  $p$  años es equivalente a  $\frac{1}{(1 + i)^p}$  unidades monetarias disponibles hoy.<sup>2</sup>

De esta manera se puede reducir una serie de ingresos anuales futuros,  $Y_0, Y_1 \dots Y_p$ , a una sola cifra.

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1}{1 + i} + \frac{Y_2}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{Y_p}{(1 + i)^p}$$

Esto permite resolver el problema mencionado al principio del capítulo, de comparar varios presupuestos colocándolos en orden de pre-

<sup>2</sup> En teoría es posible definir una tasa de actualización variable en el tiempo; sea  $i_1$  para el primer año,  $i_2$  para el segundo, e  $i_p$  para el  $p$  iésimo. Entonces se tiene:

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1}{1 + i_1} + \frac{Y_2}{(1 + i_1)(1 + i_2)} + \dots + \frac{Y_p}{(1 + i_1)(1 + i_2) \dots (1 + i_p)}$$

Sin embargo, en la práctica sólo se utilizan tasas constantes.

ferencia conforme al valor presente más alto o más bajo, según se trate de ingresos o de gastos.

La tasa de actualización se utiliza aquí no como un instrumento que asegure el mayor rendimiento a un inversionista eventual, sino como una criba económica entre varios proyectos que no pueden realizarse simultáneamente por razones técnicas o financieras. Cualquiera que sea el sistema social imperante, es indispensable utilizar de manera óptima los recursos escasos, esto es, el capital y los hombres. Para ello, deben resolverse sin cesar problemas como los siguientes:

- ¿Qué resultará más conveniente, sustituir una máquina usada por otra de segunda mano que sólo durará diez años o esperar uno o dos años más y comprar una máquina nueva mucho más perfeccionada, con vida útil de quince años?
- ¿Será mejor renunciar a las cosechas anuales de trigo o de otro cereal en cierto terreno para plantar árboles frutales y obtener después un ingreso mucho mayor en la misma superficie?
- ¿Convendrá construir una estación generadora de energía cuya capacidad exceda a la demanda actual, pero permita satisfacer su crecimiento durante diez años, o será mejor instalar de inmediato una estación más pequeña (con mayor costo por kilovatio instalado) y otra dentro de cinco años?
- ¿Qué resultará mejor, establecer tres escuelas primarias adicionales o una escuela normal que luego haga posible abrir varias escuelas primarias?

Ninguna de estas preguntas puede contestarse correctamente a menos que exista alguna forma de indicar el valor atribuible hoy a un ingreso o gasto futuro. La actualización proporciona dicho valor. Escoger una tasa de actualización o de descuento refleja en definitiva la importancia que las personas, empresas o naciones conceden al futuro. Decir que la tasa de actualización es del 8 % es afirmar que para mí, como individuo, como director de una empresa o como portavoz del gobierno, un dólar hoy en día equivale a 1.08 dólares dentro de un año; y que estoy dispuesto a no gastar mi dinero ahora si confío en recuperar más de 1.08 dólares dentro de un año; al contrario, si no estoy seguro de recibir por lo menos 1.08 dólares al llegar ese término, me inclinaré por gastar mi capital ahora.

Adoptar una elevada tasa de actualización equivale a depreciar con fuerza el futuro, mientras que una tasa baja significa atribuirle un gran valor: un dólar dentro de diez años representa hoy 0.463 dólares si la tasa de descuento es del 8 %, en tanto que representa 0.675 dólares si es del 4 %.

En el caso de una empresa pública, la tasa de actualización se elegirá

previa consulta con el gobierno. En el de una empresa privada, la elección depende de la política general de la compañía: es preciso considerar, por una parte, sus posibilidades actuales y futuras de inversión; por la otra, su situación financiera. Tales elementos dependen, a su vez, de las condiciones imperantes en el mercado nacional de capitales y de las tasas de interés sobre préstamos de diferentes tipos. Esto es evidente cuando se trata de dinero prestado por la empresa. Pero incluso si ella posee fondos susceptibles de invertir, hay que tener en cuenta las condiciones del mercado financiero, ya que en la medida en que éste sea abierto, existirá para la empresa la posibilidad de prestar sus fondos en lugar de utilizarlos ella misma. Todo esto se desarrolla en el inciso 1.2.3.3.

Por otra parte, la amplitud del método de actualización muestra bien que puede utilizársele para evaluar inversiones, tanto desde el punto de vista de la empresa cuanto desde el de la sociedad. Los valores numéricos de ciertos ingresos o costos (en especial el valor de la propia tasa de descuento) acaso difieran en ambos casos, pero el método será el mismo.

*Modalidades prácticas de cálculo de un valor actualizado. Un ejemplo*

El cuadro 1 del apéndice proporciona el valor actual  $\left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$

de una unidad monetaria que se recibirá o gastará dentro de  $n$  años, según diversas tasas de interés. En dicho cuadro puede leerse, por ejemplo, que si la tasa de descuento es de 0.08, el valor actual de una unidad monetaria de la que se podrá disponer dentro de diez años es de

$$\text{sólo } \frac{1}{(1.08)^{10}} = 0.463$$

El cuadro 2 del mismo apéndice proporciona el valor presente de una suma igual a la unidad monetaria gastada o recibida cada año durante  $n$  años o una tasa de descuento igual a  $i$ .

Este cuadro se deduce muy fácilmente del cuadro 1.

El valor actual de la suma de \$1 que se gasta cada año durante  $n$  años consecutivos equivale a:

$$S = 1 + \frac{1}{1+i} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{n-1}}$$

Se trata de una progresión geométrica cuya razón es:  $\frac{1}{1+i}$

Si ambos lados de la ecuación se multiplican por  $1 - \frac{1}{(1+i)^n}$  se tiene:

$$S \times 1 - \frac{1}{1+i} = 1 - \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$\text{Por tanto: } S = \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{1 - \frac{1}{1+i}}$$

Si  $n$  deviene infinitamente grande, entonces:

$$S = \frac{1}{1 - \frac{1}{1+i}} = 1 + \frac{1}{i}$$

Ejemplo: calcúlese el valor actual de la siguiente serie de ingresos a una tasa de descuento del 8 por ciento.

Año	0	1	2	3	4	5	6	...	p...	...	20
Ingresos	0	500	700	900	1 000	1 200	1 200		1 200		1 200

Se tiene:

$$\begin{aligned} Y \text{ act.} &= \frac{500}{1.08} + \frac{700}{(1.08)^2} + \frac{900}{(1.08)^3} + \frac{1\,000}{(1.08)^4} + \frac{1\,200}{(1.08)^5} + \\ &+ \frac{1\,200}{(1.08)^6} + \frac{1\,200}{(1.08)^{20}} \\ &= 462.960 + 600.137 + 714.449 + 735.029 + \\ &+ \frac{1\,200}{(1.08)^5} \left\{ 1 + \frac{1}{1.08} + \dots + \frac{1}{(1.08)^{15}} \right\} \\ &= 2\,512.575 + 816.699 \left( \frac{0.7081095}{0.07407407} \right) \end{aligned}$$

$$= 2\,512.575 + (816.699 \times 9.559478)$$

$$= 2\,512.575 + 7\,807.21675$$

$$= 10\,319.791, \text{ lo que conduce al resultado aproximado de } 10\,320.*$$

En la hipótesis de que los ingresos fuesen de 1 200 por plazo indefinido después del vigésimo año, el último término tendría que sustituirse por:

$$\frac{1\,200}{(1.08)^s} \times \frac{1.08}{0.08} = 816.699 \times 13.5 = 11\,025.4365; \text{ en ese caso,}$$

Y ascendería a 13 538.

Vuélvase al ejemplo de los tres proyectos, al principio del apartado sobre descuento (cuadro iv.1). Puede comprobarse que con una tasa de actualización del 7 %, los valores presentes de los ingresos de los tres proyectos son:

$$Y_A = 16\,954$$

$$Y_B = 15\,461$$

$$Y_C = 14\,972$$

El proyecto A resulta el mejor, puesto que el gasto inicial es el mismo en los tres casos.

## 1.2. DEFINICIÓN DEL CRITERIO DEL BENEFICIO ACTUALIZADO Y PROBLEMAS PRÁCTICOS DE SU APLICACIÓN

### 1.2.1. Definición y modo de calcular el beneficio actualizado

El método del valor actualizado proporciona un instrumento para comparar diferentes presupuestos de ingresos y gastos, reduciéndolos, mediante el conocimiento de la tasa de descuento, a una sola cifra que considera el monto total de ingresos y gastos, la pauta temporal a la que se ajustan y la duración del proyecto.

En tales condiciones, si:

—  $I$  es la inversión inicial supuesta realizada en el año 0,

—  $Y_1, Y_2, \dots, Y_p, \dots, Y_n$  son los ingresos derivados del proyecto en los años 1, 2,  $\dots$ ,  $p$ ,  $\dots$ ,  $n$ , durante los cuales se va a explotar,

\* En realidad, el método que se emplee para redondear los valores determina pequeñas diferencias en los resultados. El cálculo ejemplificado es bastante completo, pero es preciso no olvidar que habrá diversos resultados según se aproxime en cada etapa de las operaciones o sólo al final.

—  $G_1, G_2, \dots, G_p, \dots, G_n$  son los costos de operación del proyecto durante los años 1, 2,  $\dots$ ,  $p$ ,  $\dots$ ,  $n$ , considerados sólo los gastos reales sin depreciación alguna (y sin cargos eventuales por intereses sobre los préstamos contratados para realizar el proyecto, en caso de que la tasa de actualización sea igual a la tasa real sobre préstamos de capital); entonces, el valor presente descontado o actual del proyecto, esto es, su beneficio actualizado, será:

$$B = -I + \frac{Y_1 - G_1}{1+i} + \frac{Y_2 - G_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p} + \dots + \frac{Y_n - G_n}{(1+i)^n}$$

Esta fórmula puede extenderse a los casos en que la inversión no se realiza por completo en el año 0. En ellos la  $I$  se considera como la suma de los valores actuales de los gastos de inversión y, eventualmente, de renovación de cierto equipo del proyecto, en el curso de su existencia.

Si  $I_1, I_2, \dots, I_p, \dots, I_n$  son las inversiones realizadas en los años 0, 1, 2  $\dots$ ,  $p$   $\dots$ ,  $n$ , entonces:

$$I = I_0 + \frac{I_1}{1+i} + \frac{I_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{I_p}{(1+i)^p} + \dots + \frac{I_n}{(1+i)^n}$$

Sin olvidar que algunos valores pueden ser nulos, sobre todo al final de la existencia del proyecto.

A menudo, la fórmula del beneficio actualizado se expresa así:

$$B = \sum_{p=0} \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p} - I$$

El símbolo  $\sum_{p=0}$  indica que se suman todos los términos de la forma

$\frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p}$  para todos los valores de  $p$  desde 0 hasta  $n$ , que representa la duración del proyecto. Este símbolo se lee "suma desde  $p = 0$  hasta  $p = n$  de  $\frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p}$ ."

## 1.2.2. Enunciación del criterio del beneficio actualizado

### 1.2.2.1. El criterio del beneficio actualizado en ausencia de limitaciones financieras

En sentido estricto, la aplicación del método de descuento supone la existencia de un mercado perfecto de capital que satisfaga las dos condiciones siguientes:

- En todo momento hay una tasa uniforme  $i$ , determinada por la oferta y la demanda de capital. Esta tasa  $i$  es la misma para prestamistas y prestatarios y la transacción se efectúa sin intermediarios.
- A la tasa  $i$ , vigente en el mercado, siempre es posible obtener crédito por cualquier cantidad o colocar todos los fondos disponibles.

En esas condiciones, y sin tener en cuenta los problemas del riesgo, resulta lógico seleccionar la tasa de interés del mercado como tasa de actualización. En efecto, como la empresa goza de perfecta libertad para prestar o pedir prestado, la tasa de interés del mercado le permite comparar de manera válida ingresos o gastos en diferentes periodos. Por ejemplo, si la tasa de mercado es del 8% la empresa, al prestar, transforma \$ 100 disponibles hoy en \$ 108 disponibles dentro de un año. De igual manera, puede procurarse hoy a crédito \$ 100, mediante un desembolso de \$ 108 dentro de un año. Así, las posibilidades de la empresa para prestar constituyen las bases de referencia que permiten juzgar sus proyectos de inversión. En otros términos, utilizar la tasa de interés del mercado como tasa de actualización equivale a considerar que prestar dinero en el mercado de capitales es un "proyecto" cuyo valor es nulo.

En consecuencia, si los *proyectos* que se consideran son *todos compatibles entre sí desde el punto de vista técnico*, es decir, que todos son realizables simultáneamente, se pondrán en práctica todos los que tengan un beneficio actualizado positivo con una tasa de descuento igual a la tasa del mercado. La otra solución sería la de prestar el dinero invertido en el proyecto. Pero, como se ha visto, prestar a la tasa de interés del mercado equivale necesariamente a emprender una operación cuyo valor es nulo.

Esta regla supone que los proyectos considerados son independientes entre sí; esto es, que la realización de uno de ellos no modifica la rentabilidad de los otros. Si ciertos proyectos tienen interrelaciones (por ejemplo, una fábrica de calzado y una curtiduría), deben considerarse una por una las diversas hipótesis de realización.

Si hay que elegir entre varios proyectos incompatibles entre sí desde el punto de vista técnico (que no pueden realizarse simultáneamente por razones técnicas: por ejemplo, una presa de 50 metros de alto y otra, en el mismo punto del río, de diferente altura; dos fábricas idénticas, construidas en el mismo lugar en fechas diferentes), y si aún no existen dificultades de financiamiento, se optará por el proyecto que rinda el más alto beneficio actualizado, siempre que sea positivo.

Está claro que al comparar varios proyectos, idénticos desde el punto de vista técnico, y que sólo difieran por sus fechas de realización, no siempre será posible suponer independientes los flujos de ingresos y gastos respecto a dichas fechas: con el tiempo el sistema de precios se deforma y, por lo general, habrá que tener en cuenta ese hecho.

#### 1.2.2.2. *El criterio del beneficio actualizado cuando es imposible emprestar*

Resulta evidente que no son muy realistas las hipótesis del inciso anterior. Mas el método de descuento, en la medida en que sólo expresa el valor actual que asignamos a los beneficios futuros, conserva su validez con independencia de tales supuestos restrictivos. Empero, conviene modificarlo de acuerdo con ellos.

Admítase, primero, que se dispone de una cantidad máxima fija para invertir (el presupuesto de inversión) durante cierto periodo y que todos los proyectos elegibles pueden concluirse en ese lapso. En segundo lugar, supóngase que dicho periodo es lo bastante corto como para no requerir la actualización de los gastos que se limiten a él. Estas hipótesis, todavía menos realistas que las del inciso anterior, resultan muy útiles para propósitos de exposición.

Supóngase también que todos los proyectos son compatibles entre sí. Tal es el caso de una compañía de cartera con actividades en varios campos; asimismo, es el de un organismo de desarrollo cuyos recursos limitados lo obligan a invertirlos de la manera más redituable en diversos proyectos que se le presenten.

Puede ocurrir que los proyectos con beneficio actualizado positivo (a una tasa de descuento determinada), excedan al presupuesto de inversión. En estas circunstancias, existen dos maneras de limitar el número de proyectos:

- Elevar la tasa de descuento. Ello reduciría el número de proyectos que presentan un beneficio actualizado positivo; así, la tasa se puede aumentar hasta que la cantidad de proyectos corresponda exactamente a las posibilidades presupuestarias.

— Sin elevar la tasa de descuento, elegir los proyectos con mayor valor actual respecto al gasto de inversión (la relación  $\frac{B}{I}$  más alta, según los símbolos del inciso 1.2.1), hasta que se agoten los créditos del presupuesto.

Los partidarios del primer método argumentan que la única consideración que cabe tener en cuenta al elegir una tasa de actualización es la escasez de fondos para invertir durante el periodo actual. La validez de su alegato se capta mejor si se observa que con, el método, la tasa de descuento se eleva hasta que el beneficio actualizado del proyecto marginal sea nulo. Por definición, esta tasa de descuento es entonces igual a la tasa interna de rentabilidad del proyecto marginal.<sup>3</sup> En otras palabras, el método asegura que al elegir entre proyectos compatibles se logre la máxima rentabilidad de la inversión.<sup>4</sup>

Sin embargo, la argumentación del párrafo anterior no es concluyente. Se comprenderá por qué al captar exactamente lo que implica la diferencia entre los métodos. La utilización del segundo de ellos presupone que se da un valor relativamente más alto a los ingresos netos por percibir en el futuro lejano y un valor relativamente menor a los ingresos netos más inmediatos.

Un ejemplo muy sencillo ilustra este punto. Supóngase que una empresa dispone de un capital igual a 1 para invertir en el año 0 (recuérdese que, por hipótesis, no puede emprestar) y que sólo hay dos proyectos posibles, cada uno de los cuales utiliza exactamente una unidad de inversión. Uno de los proyectos produce un único ingreso neto de 2 en el año 5; el otro, un solo ingreso neto de 3 en el año 10, como lo muestra la siguiente tabla:

<sup>3</sup> La tasa interna de rentabilidad se define como el valor de  $i$  que satisface la ecuación:

$$\sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p} - I = 0.$$
 Esta cuestión se examina con más detalle en el apartado 2.1.

<sup>4</sup> Si algunos de los proyectos que se consideran son incompatibles, la elección entre ellos no puede realizarse sobre la base del que tenga la rentabilidad superior. Explicaciones adicionales sobre esto se encuentran en el inciso 2.1.2. Cuando se trata de una combinación de proyectos compatibles e incompatibles, puede considerarse que las observaciones anteriores se refieren a la elección entre todas las series de proyectos compatibles con respecto a un presupuesto dado. Quizás algunas de estas series puedan eliminarse de inmediato, en virtud de que el gasto que implican excede al presupuesto. Es posible realizar la elección entre las restantes de acuerdo con los mismos principios aplicables a proyectos individuales. La única diferencia es que se trata de series y no sólo de proyectos individuales eliminados a medida que se eleva la tasa de actualización.

PROYECTO	AÑO 0	AÑO 5	AÑO 10	TASA INTERNA DE RENTABILIDAD
A .....	- 1	+ 2		13.8 %
B .....	- 1		+ 3	11.6 %

Si la tasa de actualización es superior al 11.6 %, sin duda se elegirá el proyecto A. Pero con una tasa menor, digamos del 7 %, aumenta la importancia que adquiere el ingreso neto de 3 en el año 10, en relación al de 2 en el año 5. Así, con una tasa del 7 % el valor actual de A es el siguiente:

$$\frac{2}{(1.07)^5} - 1 = \frac{2}{1.4} - 1 = 0.43$$

El valor actual de B es: .....

$$\frac{3}{(1.07)^{10}} - 1 = \frac{3}{1.97} - 1 = 0.53$$

y se escogerá este último proyecto.

Por tanto, se plantea la interrogante de si B es necesariamente peor para la empresa que A. La respuesta depende del destino que la empresa quisiera y pudiera dar al ingreso del 2 del proyecto A, después de finalizarlo en el año 5. Ahora bien, si la empresa fuese capaz de invertir este dinero y de obtener un ingreso neto mayor que 3 en el año 10, el proyecto A representaría necesariamente la mejor elección. En el caso de que se trata, la empresa optaría por A si pudiese reinvertir el dinero a modo de obtener un rendimiento (o tasa interna de rentabilidad) del 8.4 % o más. Tal rendimiento es muy inferior al que puede obtener ahora (13.8 %), pero probablemente superior al que lograría si prestase el dinero en el mercado. Así pues, si la empresa piensa que dentro de 5 años tendrá abundantes recursos financieros y que escasearán las buenas oportunidades de inversión, es posible que B sea aún la mejor variante, a pesar de su menor rendimiento.

Queda claro que para elegir proyectos en función de cierto presupuesto fijo de inversión, no siempre conviene elevar la tasa de rentabilidad hasta que quede un número suficientemente reducido de proyectos con un beneficio actualizado positivo. Precisa tener en cuenta las perspectivas financieras de la empresa, así como las de otro tipo, después del periodo intermedio.

Resulta también que la mejor manera de elegir no siempre es la de clasificar proyectos, incluso si son compatibles de acuerdo con su tasa

de rentabilidad. Además, como se explicará en el inciso 2.1.2, este método no es idóneo en el caso de proyectos incompatibles.

En conclusión, el método aplicable con mayor generalidad es el que consiste en calcular el beneficio actualizado a partir de los gastos de inversión, después de haber escogido la tasa de descuento conveniente. Esta elección se estudia con mayor detalle en el inciso 1.2.3.3. Baste precisar aquí cuán excepcional resulta que la mejor tasa de actualización sea muy inferior a la tasa interna de rentabilidad del peor proyecto elegido. Aunque sea sólo por esta razón, conviene siempre calcular la tasa interna de rentabilidad de los proyectos al igual que su beneficio actualizado.

Es importante advertir que la validez de este procedimiento exige que los proyectos sean no solamente compatibles, sino independientes; es decir, que el monto de los ingresos y los gastos no debe variar en forma muy significativa según se elija o no otro proyecto. Si tal no es el caso, y existe estrecha interdependencia entre dos proyectos, es forzoso agregar a la lista otro de carácter mixto, que incluya a los dos primeros. Supóngase que hay tres proyectos con las siguientes características:

	>	INVERSIÓN INICIAL	BENEFICIO ACTUALIZADO
$B_1$		1	1 si no se elige $B_2$
$B_2$		$\frac{1}{T}$	2 si se elige $B_2$ 2 si no se elige $B_1$ 3 si se elige $B_1$
$B_1 + B_2$		2	5
$B_3$		2	4

Si existen disponibles dos unidades para la inversión inicial y no se tiene en cuenta la interdependencia, sería erróneo escoger  $B_3$ . Esto se evita al agregar el proyecto mixto ( $B_1 + B_2$ ). Es importante subrayar que con mucha frecuencia las diversas inversiones consideradas no son independientes sino complementarias o competitivas: construir una fábrica de cemento que utilice escoria de alto horno puede aumentar la rentabilidad de una siderúrgica (inversión complementaria); establecer una empresa que produzca muebles de metal acaso disminuya la actividad y, por ende, la rentabilidad de otra que los haga de madera (inversión competitiva).

Algunos o todos los proyectos compatibles que figuren en una lista quizá sean resultado de una selección previa en otro enlistado de proyectos incompatibles. En muchos casos se puede elegir en una lista tal de incompatibles el proyecto con el más alto beneficio actualizado agregado por unidad de inversión ( $T$ ) e incluirlo en la lista de los compatibles. Pero este procedimiento no necesariamente aportará la respuesta correcta, si sólo hay unos cuantos proyectos de vastas dimensiones con respecto al presupuesto.

A guisa de ejemplo, supónganse cuatro proyectos  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B_1$  y  $B_2$ . Los proyectos  $A$  son incompatibles entre sí, mas cualquiera de ellos es compatible con uno u otro de los  $B$  y éstos son compatibles entre sí. Presúmase, asimismo, la independencia de los proyectos compatibles. La información pertinente es como sigue:

INVERSIÓN INICIAL	BENEFICIO ACTUALIZADO (A LA TASA DE DESCUENTO ELEGIDA)	BENEFICIO ACTUALIZADO INVERSIÓN INICIAL = $T$
$A_1 > 2$	4	2.00
$A_2 > 8$	9	1.12
$B_1 > 4$	4	1.00
$B_2 > 8$	6	0.75

No se elige necesariamente el proyecto que ofrezca el mayor valor de  $T$  entre los incompatibles ( $A_1$ ). De esa suerte, si el capital disponible para inversión inicial es de 8 unidades, se escogerá el proyecto  $A_2$ . Por otro lado, si se tienen 12 unidades, se elegirá la combinación  $A_2 + B_1$ . Asimismo,  $B_1$  no siempre tendrá preferencia sobre  $B_2$ . De tal guisa, si se dispone de 10 unidades, la mejor combinación será  $A_1 + B_2$ .

### 1.2.2.3. *Atenuación de las hipótesis relativas a la fijeza de los fondos disponibles para inversión*

La situación antes descrita, en la que quizá resulte incorrecto incluir el proyecto que tenga el mayor valor de  $T$ , se debe en gran medida al carácter poco realista de los supuestos adoptados.

En primer lugar, en condiciones normales una empresa por lo general no determina su tope máximo de inversión con tal rigidez. Aun cuando le sea difícil obtener crédito, normalmente lo conseguirá. En segundo lugar, no es necesario efectuar todos los gastos de capital de un proyecto durante el periodo de inversión en curso. El comienzo del proyecto puede diferirse para que parte de la inversión se efectúe en el periodo siguiente (y a menudo la rentabilidad de un proyecto se eleva por el hecho de diferirlo). Por estas dos razones, es muy poco probable que resulte correcto excluir un proyecto pequeño con el valor más elevado de  $T$ , como se eliminó  $A_1$  en el ejemplo anterior, cuando los fondos disponibles alcanzaban ciertos montos.

Por lo general, la mejor solución consiste, según parece, en elegir proyectos con la magnitud más alta de  $T$  y luego ampliar el presupuesto mediante créditos o retrasar la fecha de iniciación de ciertos proyectos, especialmente aquellos cuyo valor sea susceptible de aumentar al dife-

rirlos. Si acaso en teoría esta solución no es perfecta en algunos casos, no por ello deja de ser una buena regla general. De cualquier manera, no existe una teoría general que permita la programación óptima de las inversiones durante un largo periodo.

#### 1.2.2.4. Beneficio actualizado y dividendos

Una empresa es propiedad de los accionistas; así, con toda lógica, el punto de vista de aquella debe coincidir con el de éstos. A los ojos de los accionistas, las transacciones que tienen lugar durante la vida del proyecto adoptan la siguiente forma:

- La suscripción del capital inicial y de los sucesivos aumentos de él, si ocurren;
- el cobro de dividendos.

Así, los accionistas pueden calcular su *propio* beneficio actualizado, igual al valor presente de las diferencias anuales entre los dividendos y las suscripciones de capital. A este valor se le llama *valor contable actual*. Surge entonces una pregunta muy importante:

¿Hay identidad entre el *valor contable actual* y el *beneficio actualizado de la empresa*, definido como el valor presente de las diferencias anuales entre los ingresos y los gastos (de operación o de inversión)? La respuesta es afirmativa si se acepta un conjunto relativamente amplio de hipótesis, en particular la existencia de una tasa de interés del mercado. Esta solución positiva justifica lo expuesto en los párrafos precedentes.

Por el contrario, ¿qué sucede cuando la tasa de interés del mercado no es única? Los accionistas adoptan implícita o explícitamente cierta tasa de actualización que permite determinar el valor contable actual. Dicha tasa es inferior o superior a aquella a la cual se obtuvo el crédito para el proyecto. Se puede mostrar, entonces, que el valor contable actual sólo equivale al beneficio actualizado si este último se calcula con la tasa de descuento adoptada por los accionistas. Con respecto a ella, las operaciones crediticias de la empresa resultarán en *ganancias* o *pérdidas financieras*, que deben considerarse en el cálculo del beneficio actualizado.

La equivalencia entre los conceptos del valor contable actual y del beneficio actualizado de la empresa hace que, en ciertos casos, sea más sencillo adoptar de una vez el punto de vista de los accionistas y calcular los dividendos. Esta es la solución aplicada en los casos 1 y 4. Claro está que para obtener el valor contable actual precisa determinar la depreciación, a fin de sacar las utilidades netas y, una vez fijados los dividendos, asignarles destino a las utilidades netas no distribuidas.

Cabe suponer, por ejemplo, que esas utilidades no distribuidas se colocan a determinada tasa de interés. En tal caso resultan dos consecuencias: primera, se ganan intereses, susceptibles de volverse a prestar o de incluirse en las entradas del proyecto; segunda, en el año en que concluya éste debe realizarse el valor total de dichas utilidades e incluirse en los ingresos.

### *Observación importante*

Además del supuesto —ya hecho explícito— de un mercado perfecto de capitales, los cálculos de actualización suponen un conocimiento cabal del futuro; en otras palabras, implican que pueden calcularse de antemano los ingresos y egresos de cada proyecto propuesto.

Tal hipótesis no es realista. Técnicas especiales se han elaborado para considerar las incertidumbres futuras, las cuales se tratarán en el siguiente capítulo de este *Manual*. En él se analizarán los riesgos por errores de estimación al calcular ciertos parámetros técnicos o económicos. Sin embargo, cabe advertir que, incluso en tales casos, la técnica de la actualización conserva su carácter de instrumento indispensable para asignar valores presentes a los ingresos esperados en diversas situaciones.

#### *1.2.3. Problemas prácticos para calcular el beneficio actualizado*

El cálculo del beneficio actualizado supone conocidos los siguientes datos:

- Los ingresos y gastos de inversión y de operación,
- el lapso que abarcarán las estimaciones,
- la tasa de actualización.

Se examinarán estos puntos sucesivamente, complementados por dos notas sobre los cálculos del beneficio actualizado relativo y del beneficio actualizado en una situación inflacionaria.

##### *1.2.3.1. Cálculo de los ingresos y gastos cuando se tienen en cuenta las inversiones y los cargos financieros*

La previsión de ingresos y gastos de un proyecto exige muchas precauciones, a fin de acercarse lo más posible a la realidad. Baste indicar aquí que los ingresos y los gastos de la empresa se considerarán en el momento en que de hecho se reciban o paguen. Aplicar este principio al conjunto de los ingresos y gastos de operación de la empresa no entraña dificultad alguna. Se necesita ser explícito en dos campos relacionados entre sí: computar la inversión y los cargos financieros.

Las inversiones se tendrán en cuenta en el momento de pagar a los abastecedores del equipo. Los cargos por depreciación, que aparecen en la cuenta de pérdidas y ganancias, pero que no representan realmente una salida anual de dinero, se excluirán del renglón de gastos. Incluirlos significaría actualizar dos veces los gastos de inversión (menos los cargos financieros).

El grado en que se tengan en cuenta los *cargos financieros* (reembolso del capital prestado y pago de intereses) variará de acuerdo con la vigencia —por lo menos como una primera aproximación— del supuesto de un mercado perfecto de capitales.

Supóngase que existe un mercado financiero en el que se puede obtener y otorgar crédito a una tasa única, igual a la tasa de actualización  $i$  de la empresa. En la hipótesis de competencia perfecta, considérese después una inversión igual a  $I$ , financiada en parte con los propios fondos  $F$  de la empresa, y en parte mediante un préstamo  $E$ , pagadero en  $n$  años y conseguido a la tasa  $i$ , siendo  $n$  igual (aun cuando no necesariamente), al periodo cubierto por los cálculos de actualización.

Sea  $a_p$  la anualidad total cubierta por la empresa en el año  $p$ , formado por la suma de  $e_p$ , pago del principal correspondiente al año  $p$ , más  $j_p$ , pago de intereses durante el mismo lapso.

Por definición, las anualidades son:

$$E = \sum_{p=0}^{p=n} \frac{e_p + j_p}{(1+i)^p} = \sum_{p=0}^n \frac{a_p}{(1+i)^p}$$

Si  $Y_p$  y  $G_p$  son, respectivamente, los ingresos y los gastos de operación, sin contar los cargos financieros del año  $p$ , el beneficio actualizado total será (véase el inciso 1.2.1):

$$B = \sum_{p=0}^{p=n} \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p} - I$$

$$\text{ó } I = F + E = F + \sum_{p=0}^n \frac{a_p}{(1+i)^p}$$

$$\text{De donde } B = \sum_{p=0}^{p=n} \frac{Y_p - G_p - a_p}{(1+i)^p} - F$$

Esta ecuación muestra claramente que sólo cabe englobar los cargos financieros si el gasto correspondiente de inversión inicial no se ha

incluido. Es mucho más sencillo tomar el gasto total de inversión, cualquiera que sea la forma de financiamiento, y luego las expensas de operación omitiendo los cargos financieros y por depreciación. El resultado muestra que si el supuesto de la perfección del mercado de capitales se verificase, y en ausencia de un tratamiento fiscal diferente para los fondos propios de la empresa y para el capital conseguido en préstamo, no importaría qué modalidad de financiamiento se hubiera utilizado.

Mas en realidad, vista la naturaleza imperfecta de los mercados de capital, la tasa de actualización utilizada por la empresa podría no ser igual a la tasa de interés a la que se empresta para el proyecto.

Se trata ahora de saber si  $E$  debe valuarse a la tasa  $r$  de interés del mercado o a la tasa de actualización de la empresa. En efecto, hay que elegir entre dos fórmulas:

$$B = \sum_{p=0}^{p=n} \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p} - \sum_{p=0}^n \frac{a_p}{(1+r)^p} - F \quad (\text{Fórmula 1})$$

$$B = \sum_{p=0}^{p=n} \frac{Y_p - G_p - a_p}{(1+i)^p} - F \quad (\text{Fórmula 2})$$

En cambio, si la tasa de interés sobre el préstamo es menor que la tasa de actualización  $i$ , lo cual es probable,<sup>5</sup> se tiene:

$$\sum_{p=0}^{p=n} \frac{a_p}{(1+r)^p} > \sum_{p=0}^n \frac{a_p}{(1+i)^p}$$

de donde se sigue que la segunda fórmula da un valor actual más elevado. Esto obedece al hecho de que el costo actual de las entregas financieras futuras a cuenta del préstamo resulta inferior al monto de éste. Lógicamente, de acuerdo con los principios de la técnica de actualización, hay que concluir que la segunda fórmula es correcta. No obstante, la primera se utiliza a menudo, lo que puede justificarse de la siguiente manera: cabe imaginar que la empresa se compone de dos partes, una sección industrial y otra financiera.<sup>6</sup>

La "sección industrial" utiliza capital proporcionado por la "sección financiera" de la empresa, a una tasa de interés única, equivalente a la

<sup>5</sup> Véase en el inciso 1.2.3.3 el tema de la elección de la tasa de descuento de la empresa.

<sup>6</sup> Esta idea se debe al señor Boiteux, "Comment calculer l'amortissement", en *Revue d'Economie Politique*, París.

tasa de actualización que juzgue aceptable la directiva de la compañía. La parte industrial calcula la rentabilidad en función de esta tasa y determina así sus necesidades de capital. El servicio financiero se encarga en seguida de obtener los recursos necesarios, mediante el uso más eficaz posible de las facilidades que ofrezca el mercado de capitales. La diferencia entre las tasas a que se presta y se pide prestado y la tasa de actualización, corresponde a ingresos o gastos financieros que no deben intervenir en el cálculo de la rentabilidad de las inversiones de la empresa. Semejante concepción justifica los cálculos que excluyen los cargos financieros.

Tal es el espíritu en el que se basan los estudios de casos: el número 2, de una fábrica de cemento; el número 3, de un yacimiento de sulfato de sodio, y el número 4, de una fábrica de pulpa de papel, que aparecen en la segunda parte de este *Manual* (Fórmula 1).

Otra posibilidad consiste en tomar en cuenta las diferencias entre la tasa de actualización y las tasas de interés sobre préstamos (Fórmula 2). Para cálculos más exactos, se deben considerar los siguientes puntos:

#### *Ingresos:*

- La suma de los préstamos al ser reembolsados a la empresa;
- los intereses recibidos por la colocación de activos líquidos de la empresa;
- los reembolsos del capital de la empresa invertido fuera de ella.

#### *Gastos:*

- El monto del interés pagado a los prestamistas;
- el valor de los pagos del capital, en las fechas en que efectivamente se haga el desembolso;
- cualquier inversión financiera que se realice.

El valor de todos los flujos financieros que entren y salgan de la empresa se actualiza hasta el presente. Como los préstamos concedidos a la empresa constituyen entradas de efectivo, también deben considerarse, y su valor calcularse, igual que el de otras corrientes.

Mediante este procedimiento se tienen en cuenta los ingresos y gastos financieros: el valor actual, calculado al 8 %, de las anualidades de un préstamo obtenido al 5 % de interés, será inferior al monto inicial del crédito, de suerte que el proyecto habrá logrado una utilidad financiera.

Un tercer método, parecido al anterior, consiste en adoptar el punto de vista de los accionistas de la empresa, en el supuesto de que tienen una tasa común de actualización. Se elaboran luego las previsiones de

los estados de pérdidas y ganancias, los balances y los estados anuales de efectivo, así como de los dividendos. El siguiente paso será el de comparar el valor actual de las utilidades distribuidas y de otros ingresos de los accionistas (reembolsos de capital, el valor de liquidación de la empresa, etc.), con el capital inicialmente comprometido. Sólo será rentable el proyecto si el valor presente descontado de los ingresos futuros supera al del capital inicial. Este método se utiliza en los estudios de casos núm. 1 (fábrica de lana y estambre) y núm. 4 (expansión de una fábrica de pulpa de papel). Por lo general, el inconveniente de este método radica en su dependencia de la política de distribución de dividendos que se siga, la cual puede producir un efecto distorsionador entre los proyectos en el caso de una empresa o de una sociedad por acciones que tenga varios de ellos. En tal circunstancia, la política de dividendos se debe aplicar a los proyectos como un todo y no sólo reflejar las particularidades de cada uno.

#### 1.2.3.2. *El periodo de actualización*

Un argumento que frecuentemente se esgrime contra el método de actualización consiste en que éste supone que es posible predecir las entradas y erogaciones de la empresa durante toda su vida. No cabe duda que en algunos casos resulta difícil elegir el periodo más conveniente que deben abarcar los cálculos de actualización.

Antes que nada, cabe advertir que siempre que sea necesario comparar dos o más proyectos, *los periodos de los cálculos deben ser idénticos para todos ellos*. Si alguno tiene una vida más breve que los otros, se requieren hipótesis en cuanto al uso que se dará al capital disponible al finalizar el proyecto más corto. Si se van a equiparar dos proyectos, con duración de cinco y diez años, respectivamente, puede suponerse, por ejemplo, que el primero se renovará de manera idéntica después de cinco años. Ya se ha hablado de esto en el primer ejemplo del inciso 1.2.2.2. Ahí se mostró que la elección del mejor proyecto depende del uso que pueda darse a los ingresos obtenidos al final del proyecto más corto. En tal caso, es posible escoger conforme a supuestos relativos a este ulterior uso de los fondos.

Existen diferentes opciones para elegir el periodo que abarquen los cálculos. Tratándose de un proyecto para explotar recursos naturales disponibles en cantidades limitadas (un yacimiento minero, una cantera, etc.), el lapso escogido debe ser tal que permita agotar el yacimiento, de acuerdo con las reservas conocidas.

Para los proyectos industriales son utilizables dos métodos, según el caso.

El primero consiste en tomar en cuenta un periodo limitado de diez,

quince o veinte años y requiere adoptar una hipótesis sobre el valor del equipo de producción existente al final del tiempo considerado, incluido el valor del terreno y del equipo que aún tenga capacidad productiva. Este valor, en ocasiones difíciles de calcular, debe sumarse al ingreso proveniente del último año de actividad de la fábrica, ya que corresponde, bien al precio que podría obtenerse por la venta de las instalaciones a un comprador ajeno, bien al valor de uso que tendrían si alguien continuara las operaciones una vez terminado el lapso de actualización. En la práctica, se elige a menudo un lapso igual a la duración del equipo de más larga vida de la planta. Así, su valor residual al final del periodo puede considerarse como nulo y todo lo que queda es el valor del terreno y de los edificios, si existen. Conviene advertir que, en virtud de lo prolongado del tiempo, será muy pequeña la influencia sobre la rentabilidad del proyecto de cualquier error al calcular dicho valor residual.

El segundo método consiste en actualizar durante un periodo infinitamente largo, en el supuesto de que el equipo se renovará sin cesar con las mismas características y que las actividades continuarán indefinidamente. Acaso el procedimiento parezca poco realista, pero ofrece las siguientes ventajas:

- Evita el problema de estimar el valor residual de las instalaciones.
- A veces facilita los cálculos en caso de admitirse, como una primera aproximación, que los gastos y los ingresos se estabilizarán a partir de cierta fecha. El cálculo de los valores actualizados al infinito es, en verdad, muy sencillo.

De hecho, ambos métodos conducen prácticamente a los mismos resultados en las más de las oportunidades. El segundo se recomienda, sobre todo, para industrias de bajo crecimiento pertenecientes a sectores con estabilidad de mercado, lento progreso técnico y equipo de larga duración. El primero debe aplicarse en sectores de altas tasas de crecimiento y rápida evolución de mercados y técnicas.

### 1.2.3.3. *Elección de la tasa de descuento*

El valor actualizado de los beneficios de un proyecto puede calcularse a partir del gasto de inversión y de los beneficios anuales estimados. Sin embargo, el cálculo exige el uso de una tasa de descuento. Esta tasa, elegida por la dirección de la empresa luego de consultar con los diversos departamentos, debe emplearse para estudiar la rentabilidad de todas las inversiones propuestas. Para que se adapte a la situación de la empresa y del mercado de capitales debe revisarse periódicamente. ¿Mas cómo elegirla?

El dinero invertido por la empresa en equipos nuevos proviene de dos fuentes principales:

- el crédito.
- los recursos propios de la empresa, provenientes de su capital o del autofinanciamiento.

La tasa de actualización que se adopte debe ser la misma para todas las inversiones, sin que dependa de la modalidad particular de financiamiento.

Por tanto, debe elegírsela en función de la estructura global del capital de la empresa. Los únicos casos realistas son el de autofinanciamiento total y el de financiamiento mixto mediante préstamos y recursos propios. El financiamiento total mediante préstamos parece un caso teórico, por cierto fácil de resolver una vez conocida la tasa de interés del crédito.

Esto no significa que, aun en esas circunstancias, fuese la tasa de descuento necesariamente idéntica a la de interés del mercado. Dicha igualdad sólo ocurre en un mercado financiero perfecto. Sin embargo, este último sería el factor aislado más importante para estimar la tasa de actualización y constituye para ella un mínimo por debajo del cual no puede caer.

Cuando la inversión se autofinancia, suele argüirse que no es necesario introducir tasa de interés alguna, ya que se trata de fondos propios de la empresa, por ejemplo, reservas de depreciación y de otro tipo. Tal punto de vista no es correcto, porque la empresa podría haber dedicado los fondos que invierte a otros propósitos que le produjeran intereses: liquidación de deudas viejas, préstamos en el mercado de capitales, otras inversiones. Al determinar la tasa de interés, es preciso tener en cuenta las otras posibilidades abiertas a la empresa.

Según el sector de actividad, la situación jurídica de la empresa (algunas corporaciones públicas están obligadas a limitar sus actividades a un sector determinado, tal como la generación y abastecimiento de energía eléctrica, los transportes, etc.), y el dinamismo e inventiva de sus dirigentes, la empresa tendrá la oportunidad de invertir en el mercado de capital disponible a una tasa  $i_1$ , o reinvertirlo en la propia planta si existe la posibilidad de obtener un interés  $i_2$ , superior a  $i_1$ . Más aún, la tasa  $i_2$  suele ser en algunos casos bastante elevada (del 15 al 20 %). Elegir  $i_2$  como tasa de actualización no sólo significará calcular el valor presente de los ingresos y gastos futuros a un nivel determinado, sino que en cierta medida será un albur. Tal elección implica, de hecho, que a una tasa  $i_2$  la empresa tendrá siempre la oportunidad de invertir en proyectos cuyo rendimiento actualizado sea positivo o,

en el peor de los casos, nulo, dado el supuesto de la permanencia de la tasa de rentabilidad del capital invertido en ella.<sup>7</sup>

Cuando la empresa se financia tanto mediante préstamos cuanto con sus propios recursos, el problema parece en gran medida similar. A las dos tasas previamente definidas hay que agregar una tercera,  $i_3$ , pagadera sobre empréstitos de capital necesarios para la inversión.

Desde el punto de vista de los accionistas de la empresa,  $i_2$  tendrá que considerarse como la tasa normal de descuento si se espera que las oportunidades futuras de inversión sean tan rentables como en el pasado. Con el hecho de emprestar a una tasa  $i_3$ , inferior a  $i_2$ , mejora la rentabilidad de los fondos propios, ya que el interés financiero que se paga por el capital prestado es inferior a la tasa media de beneficio del capital global invertido (empréstitos + fondos propios).

En estas circunstancias ( $i_2 > i_3$ ), un aumento del crédito incrementará los ingresos de los accionistas y tenderá a reducir  $i_2$  hacia  $i_3$  (porque con mayores disponibilidades financieras es posible interesarse en proyectos menos favorables). Mas el incremento del crédito también eleva el riesgo para los accionistas, puesto que el pago de los intereses es un gasto prioritario y los prestamistas pueden hacer que la empresa se declare en quiebra si no los perciben. Por esta razón, no es aconsejable emprestar hasta que  $i_2$  llegue a igualarse con  $i_3$ . De aquí resulta que la tasa de descuento será más alta que aquella a la que la empresa obtenga crédito. Si la relación entre  $i_3$  e  $i_2$  se juzga conveniente,  $i_2$  es la tasa adecuada de actualización. Pero si la empresa espera obtener más crédito, habría que elegir una tasa intermedia entre  $i_2$  e  $i_3$ .

Cabe también no adoptar el punto de vista de los accionistas, sino considerar estas cuestiones en términos de la inversión total de capital, es decir, desde el ángulo de la sección industrial de la empresa, que obtiene crédito de la sección financiera (véase, en el inciso 1.2.3.1, la diferencia entre las secciones "industrial" y "financiera") y escoger una tasa intermedia entre  $i_3$  e  $i_2$ , habida cuenta de las proporciones entre el capital prestado y los recursos propios.

Ya se ha mencionado el problema (véase el inciso 1.2.2.2) que surge por la imposibilidad de financiar todas las inversiones que rindan un beneficio actualizado a una tasa que la empresa juzgue normal. Si esa limitación es permanente, sin duda deberá elevarse la tasa de actualización. Si sólo es temporal, resultaría erróneo conservar una tasa elevada durante todo el periodo cubierto por los cálculos. En teoría, la tasa debe ajustarse en función del tiempo, tomando en cuenta las predicciones pertinentes que pudieran hacerse.

<sup>7</sup> La tasa  $i_2$  mencionada en este párrafo es la tasa interna de rentabilidad del proyecto marginal, cuyo uso fue analizado en el inciso 1.2.2.2, en el contexto de un presupuesto fijo de inversión.

En suma, cualquiera que sea la modalidad de financiamiento, la elección de la tasa de descuento dependerá de los siguientes factores:

- Las tasas imperantes en el mercado, que pueden variar de acuerdo con los términos de otorgamiento u obtención de crédito (monto, duración, garantías ofrecidas). Referirse a la tasa más alta (la tasa marginal del último dólar prestado) parece una práctica sana.
- La tasa de rendimiento que cabe esperar en fecha posterior al invertir los fondos líquidos acumulados del proyecto o al reinvertirlos en la empresa.
- Las características de la empresa: su tasa de crecimiento y el ritmo lento o rápido de su progreso técnico. Acaso una empresa del campo electrónico deba utilizar una tasa más alta que otra que produzca energía eléctrica o acero. Es necesario entender, en tal sazón, que a la tasa pura de interés se agrega una "prima por riesgo", principio discutible en teoría pero que se aplica en la práctica.
- La importancia que la directiva de la empresa o sus accionistas concedan a los ingresos futuros de ella.

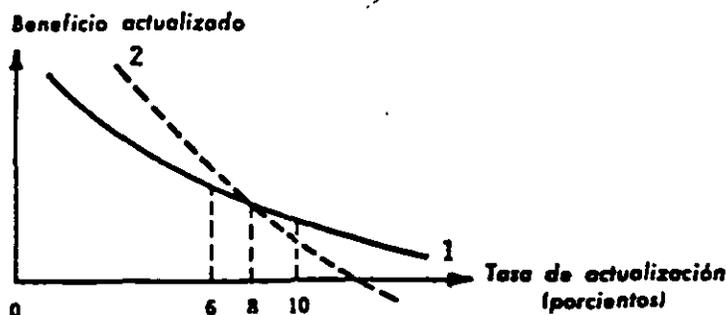
La decisión se basará en estos elementos financieros, técnicos y psicológicos. De hecho, será una *decisión política* adoptada a nivel de la empresa.

#### *Influencia de una variación de la tasa sobre el orden de los proyectos*

Nótese que cualquier error en la tasa seleccionada es el mismo para todos los proyectos. Por tanto, bastará estudiar los ajustes de la clasificación que acaso resulten de modificaciones de la tasa dentro de límites razonables. La experiencia práctica muestra que la ordenación de las variantes generalmente no cambia como consecuencia de diferencias de dos o tres puntos en la tasa de actualización, o que si el arreglo se altera, las diferencias en los beneficios actualizados de las diversas soluciones serán pequeñas y a menudo del mismo orden que los errores cometidos al estimar los valores numéricos.

Las curvas que representan el beneficio actualizado en función de la tasa de descuento, forman generalmente al cortarse un ángulo agudo, excepto cuando se refieren a variantes de proyectos que utilizan técnicas fundamentalmente diferentes, tales como una planta térmica de energía frente a una hidroeléctrica. Los estudios de casos de la segunda parte del *Manual* confirman este punto de vista. Esta comprobación experimental suaviza en gran medida la difícil labor en el plano teórico, de elegir una tasa de actualización para la empresa.

Más aún, adviértase que el efecto de un error en la tasa de descuento puede variar considerablemente según el contexto en que ocurra.



A guisa de ejemplo, tres situaciones asaz diferentes son posibles:

- Se trata de crear nueva capacidad de producción y de elegir, entre varias gamas de proyectos, las mejores variantes. Por ejemplo, se propone determinar el tamaño óptimo de una presa para una caída de agua. Si la tasa de interés es demasiado alta, se escogerá un proyecto que economice gastos de inversión y se construirá una presa demasiado pequeña, que muy pronto tendrá que complementarse con otra o con una estación termoeléctrica, a fin de satisfacer la demanda. Por desgracia, este tipo de errores, una vez cometidos, tienen carácter definitivo.
- También se trata de la creación de nueva capacidad productiva y de elegir entre diferentes líneas (una de cuyas soluciones será realizada). Se requiere, verbigracia, hacer una lista de caídas de agua que deben ser provistas de presas, habiéndose determinado previamente el tamaño óptimo de cada dique. Si la tasa de interés es demasiado elevada, no se llevarán a cabo las soluciones rentables, pero generalmente se conservará la oportunidad de acción futura. Así, la fecha de construcción de una presa podría ser pospuesta. En este caso, la empresa no está obligada a aprovechar todas las oportunidades que se le ofrezcan. Puede optar por beneficios más modestos, pero con menos riesgos.
- La situación es muy diferente cuando hay que sustituir equipo. En cualquier caso, esto es algo que se debe hacer tarde o temprano; la tasa de interés solamente sirve para determinar la fecha aproximada de tal renovación material. Escoger una alta tasa contribuye a preservar la situación establecida y a posponer el reemplazo del equipo. Resulta imposible conocer de antemano el sentido de los errores de previsión: la vida del equipo puede estar sobre o subestimada. Tratar de protegerse contra ellos mediante el retraso sistemático de las sustituciones sólo conduce a pérdidas financieras.

Estos pocos ejemplos muestran claramente que, desde un punto de vista económico, no cabe duda de la inconveniencia de aplicar técnicas de cálculo en forma indiscriminada. El método de actualización parece ser el único que considera debidamente la influencia del tiempo. Aplicarlo, empero, exige una reflexión mínima sobre el contexto en que se inserta el proyecto analizado.

#### 1.2.4. *El cálculo del beneficio actualizado relativo*

Con frecuencia será necesario comparar diversas variantes de un proyecto, con base en una de ellas que se toma como referencia. Esta comparación tiene en cuenta únicamente las diferencias de ingresos y gastos de las varias soluciones con respecto a la variante de referencia.

Muchas veces la solución de referencia consiste en mantener la situación inicial.

Este procedimiento, que únicamente requiere estimar las diferencias de ingresos y costos, a menudo es más sencillo que un cálculo completo. Pero sólo se utilizará con propiedad si se cumplen dos condiciones frecuentemente relacionadas entre sí:

- La solución de referencia debe ser realista, más que teórica. Por ejemplo, en muchas ocasiones la solución de “no hacer nada”, prevista como referencia, no podrá sostenerse debido a numerosos factores, o sólo se mantendrá a un precio muy elevado que es preciso tener en cuenta.
- La solución de referencia debe ser rentable. De otra manera, una variante cuyo beneficio actualizado relativo fuese positivo con respecto a la solución de referencia, acaso mostrase, en términos absolutos, un beneficio actualizado negativo.

Un ejemplo típico de esta clase de error sería comparar la rentabilidad de una red ferroviaria electrificada con respecto a una de tracción a vapor. Dado que, en cualquier caso, esta última ha sido superada por el equipo diesel, lo que debe compararse es el empleo de máquinas diesel con el de locomotoras eléctricas.

Los cálculos del beneficio relativo suelen utilizarse a menudo en los estudios de rentabilidad por ampliaciones de empresas o para determinar la fecha óptima del reemplazo del equipo obsoleto (problemas de renovación).

#### 1.2.5. *La incidencia de la inflación al evaluar proyectos*

Si la inflación afectara a todos los precios por igual, no representaría ningún problema especial. Si todos los precios se elevan en un

10 % anual respecto al nivel que tendrían sin inflación, la empresa se enfrenta a estas opciones:

- No incluir la inflación y actualizar el futuro a la tasa de  $i$  % anual;
- elevar todos los precios en los años sucesivos mediante los factores  $1.1$  ( $1.1$ ),<sup>2</sup> ( $1.1$ ),<sup>3</sup> etc., utilizando una tasa de actualización de  $(10 + i)$  por ciento.

Resulta claro que ambos métodos conducen a idénticos resultados.

En las economías en que la inflación se ha vuelto crónica, las tasas reales de interés del mercado reflejan la tasa de inflación esperada. En América Latina es común encontrar tasas de interés del 20 ó 30 % e incluso más.

La dificultad radica en que algunos precios aumentan más rápidamente que otros. Tal problema siempre está presente en la evaluación de proyectos; por ello, conviene esforzarse por anticipar la evolución de los precios. Sin embargo, la inflación tiende a hacer estos cambios más arbitrarios e imprevisibles. Por ejemplo, una inflación del 30 % anual implicaría una baja equivalente del tipo de cambio cada año, cosa que generalmente las autoridades monetarias no permitirían. En una situación inflacionaria se mantiene el tipo de cambio mediante controles y luego, en forma repentina, se devalúa la moneda.

Tal práctica, por supuesto, dificulta mucho los cálculos de una empresa exportadora o que importe una alta proporción de sus insumos. Esta es una de las razones por las cuales se ha sugerido que las empresas contabilicen por separado sus pagos e ingresos en moneda nacional y en divisas.

Con todo, el tipo de cambio es sólo un ejemplo de las distorsiones que se producen como resultado de la inflación. Es posible que el gobierno intente frenar la inflación por medio de controles sobre los precios de algunos bienes, en especial de aquellos fundamentales para el consumo de los asalariados, pero sin afectar a los demás. Asimismo, se pueden regular algunos salarios.

No cabe establecer reglas generales. La empresa debe tratar de prever la velocidad relativa a la que evolucionarán los precios. También determinar cuál es el nivel general de inflación que incluirá en sus estimaciones de los cambios futuros de ciertos precios y ajustar la tasa de actualización en consecuencia. Por ejemplo, si considera que sus previsiones de ingresos y gastos futuros presuponen una inflación del 5 % anual, y si a falta de un aumento sostenido de precios utiliza una tasa de actualización del 10 %, entonces debe utilizar, de hecho, una tasa de descuento del 15 por ciento.

## 2. OTROS CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE INVERSIONES

Se presentan enseguida los criterios de selección que con más frecuencia se utilizan o citan, a fin de examinar el significado económico de cada uno de ellos.

Se estudiarán sucesivamente:

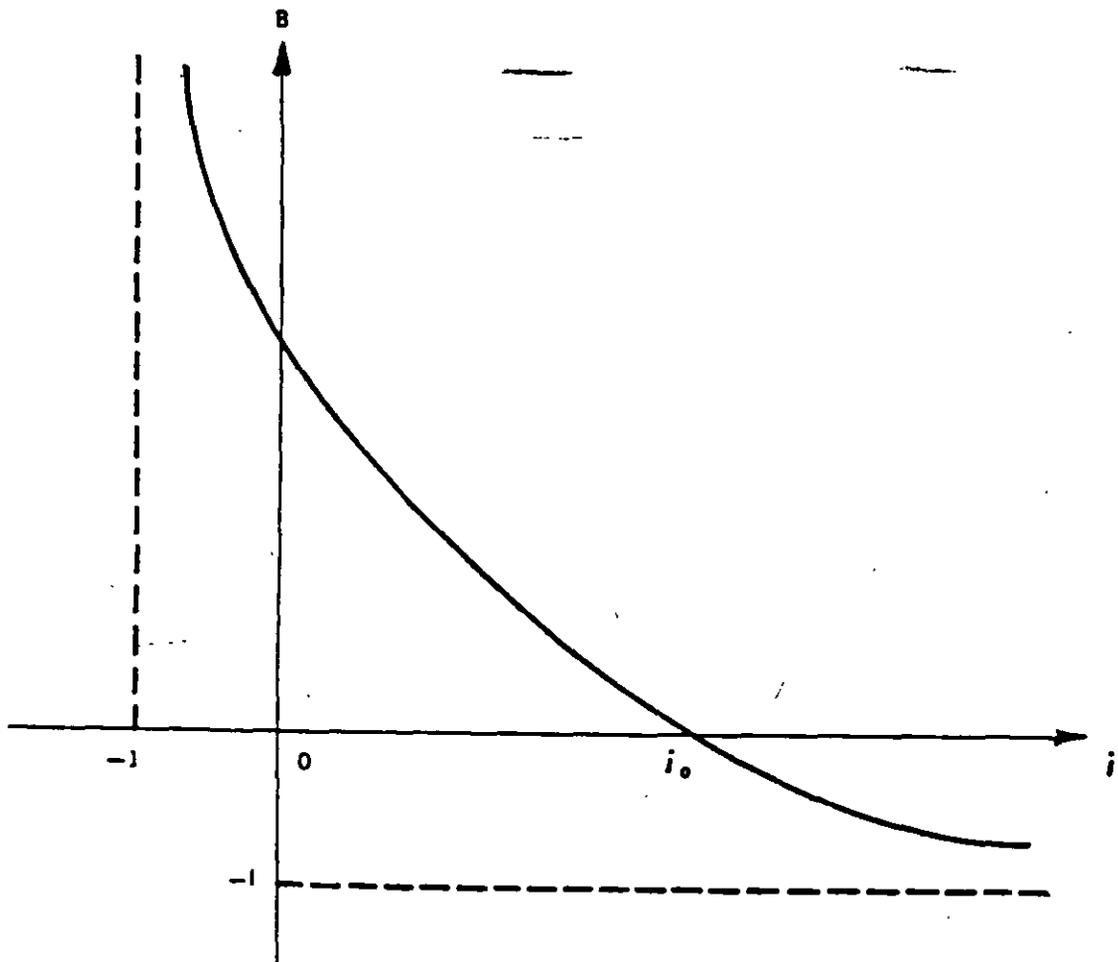
- La tasa media (o interna) de rentabilidad;
- el periodo de recuperación;
- los criterios de rentabilidad derivados del análisis contable.

### 2.1. LA TASA MEDIA (O INTERNA) DE RENTABILIDAD

#### 2.1.1. Definición

Se ha visto (inciso 1.2.1.) que para una tasa de actualización dada,  $i$ , el valor presente del beneficio es:

$$B = -I + \sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p}$$



En el caso de una inversión dada que se caracterice por cierto flujo de ingresos y gastos  $Y_p$ ,  $G_p$ , es una función de  $i$ ; se puede trazar una gráfica en la que se muestre esa dependencia funcional.

Si  $i$  se vuelve muy grande,  $\sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p}$  se hace muy pequeña,

y  $B$  resulta negativa.

Al contrario, si se pudiera asignar a  $i$  el valor  $-1$ ,  $B$  sería positiva e infinitamente grande.

Puede demostrarse,<sup>8</sup> y es admisible, que sólo existe un valor de  $i_0$ , tal que  $B(i_0)$  se anule, es decir, tal que:

$$-I + \sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p}{(1+i_0)^p} = 0$$

Este valor se denomina tasa media de rentabilidad y algunas veces tasa interna de rentabilidad del proyecto. Muchos autores han propuesto elegir entre proyectos incompatibles optando por el que tenga la más alta tasa media de rentabilidad.

¿Debe seguirse esta sugerencia? En especial, ¿permite clasificar los proyectos en ordenación análoga a la que resulta de utilizar el criterio del beneficio actualizado con una tasa dada de descuento?

### 2.1.2. Comparaciones con el criterio del beneficio actualizado

Considérense dos proyectos  $A$  y  $B$ , que se suponen incompatibles, con las siguientes características financieras:

AÑO	BENEFICIOS ANUALES	
	A	B
0	- 10 000	- 14 000
1	6 000	3 000
2	5 000	4 000
3	4 000	6 000
4	3 000	7 000
5	2 000	8 000

<sup>8</sup> Esta proposición sólo es verdadera si el flujo total de efectivo de la empresa (ingresos menos gastos de todos tipos) es negativo durante los primeros años y positivo después. En los otros casos, puede no haber tasa de rentabilidad interna, o al contrario, haber varias.

Ambos proyectos tienen una vida de cinco años.

Es posible deducir el ingreso actualizado de estos dos proyectos a diferentes tasas de descuento, digamos, del 10 y del 14 %. A guisa de ejemplo, he aquí los elementos del cálculo para la tasa del 10 por ciento:

$$V_A = -10\,000 + \frac{6\,000}{1.10} + \frac{5\,000}{(1.10)^2} + \frac{4\,000}{(1.10)^3} + \frac{3\,000}{(1.10)^4} + \frac{2\,000}{(1.10)^5}$$

$$V_B = -14\,000 + \frac{3\,000}{1.10} + \frac{4\,000}{(1.10)^2} + \frac{6\,000}{(1.10)^3} + \frac{7\,000}{(1.10)^4} + \frac{8\,000}{(1.10)^5}$$

Los resultados se ofrecen en el cuadro iv. 2.

Cuadro iv. 2

2. CÁLCULO DEL BENEFICIO ACTUALIZADO A TASAS DEL 10 Y DEL 14 %

AÑO	BENEFICIO ANUAL		VALORES DE 1		BENEFICIO ACTUALIZADO			
			$(1+i)^n$		A		B	
	A	B	$i=0.10$	$i=0.14$	$i=0.10$	$i=0.14$	$i=0.10$	$i=0.14$
0...	-10 000	-14 000	1.000	1.000	-10 000	-10 000	-14 000	-14 000
1...	6 000	3 000	0.909	0.877	5 454	5 262	2 727	2 631
2...	5 000	4 000	0.826	0.769	4 130	3 845	3 304	3 076
3...	4 000	6 000	0.751	0.675	3 004	2 700	4 506	4 050
4...	3 000	7 000	0.683	0.592	2 049	1 776	4 781	4 144
5...	2 000	8 000	0.621	0.519	1 242	1 038	4 968	4 152
Total	10 000	14 000	—	—	5 879	4 621	6 286	4 053

Se pueden hacer cálculos similares con otros valores de la tasa de descuento y trazar la gráfica rv.1, que muestra el ingreso actualizado previsto de los proyectos A y B, como función de la tasa de descuento. Es dable comprobar que:

- Con una tasa de actualización cercana al 12 %, ambos proyectos rinden el mismo ingreso actualizado.
- La tasa media de rentabilidad, tal como se definió antes (tasa que anula el beneficio actualizado del proyecto) es igual a casi el 24 % para el proyecto B y 34 % para el proyecto A.

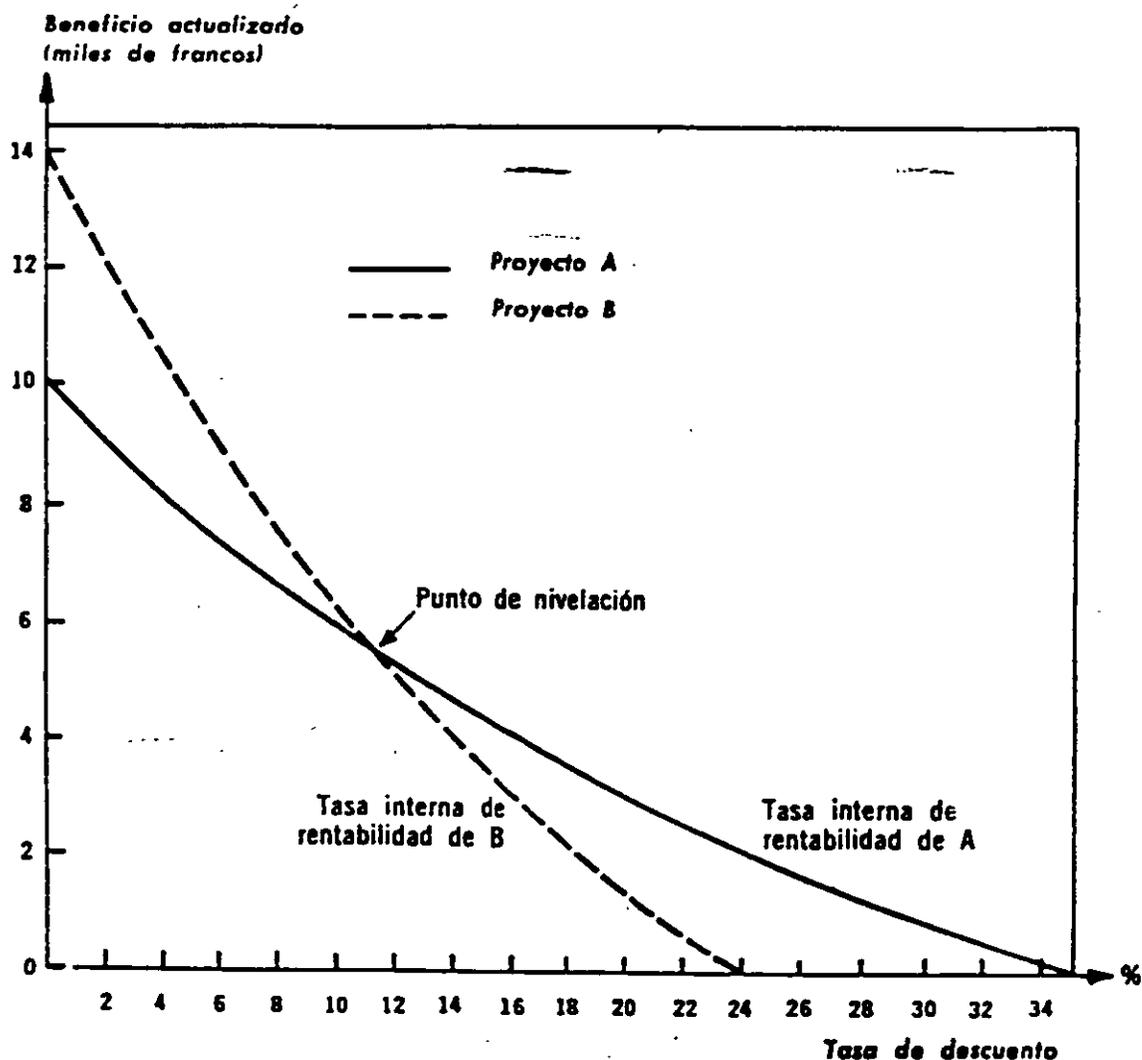
La gráfica iv.1 muestra también que cuando los proyectos se clasifican de acuerdo con una tasa de descuento dada, en función del beneficio actualizado, no siempre guardan el mismo orden que cuando se clasifican según la tasa media de rentabilidad.

Con una tasa superior al 12 %, el proyecto A rinde un ingreso actualizado más alto que el del proyecto B, de tal forma que coincide la clasificación de ambos proyectos conforme al criterio del beneficio actualizado y según la tasa media de rentabilidad. Si la tasa de descuento adoptada es inferior al 12 %, el proyecto B proporciona un ingreso actualizado superior al del proyecto A y, por tanto, hay diferencias entre los dos criterios.

El resultado de este caso particular es generalizable. Los criterios del beneficio actualizado y de la tasa media de rentabilidad no necesariamente permiten clasificar a los proyectos en igual orden y hay cierta tasa de descuento a la cual ambos son prácticamente equivalentes, es

Gráfica IV. 1

BENEFICIO ACTUALIZADO COMO UNA FUNCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO



decir, procuran el mismo ingreso actualizado. Esta tasa se llama de rentabilidad relativa de un proyecto respecto a otro: es la abscisa del punto en el cual se intersectan las dos curvas que representan los beneficios actualizados como función de la tasa de descuento, es decir, aproximadamente el 12 % en el ejemplo anterior.

### 2.1.3. Conclusión sobre el empleo del criterio de rentabilidad media

El criterio de rentabilidad media es suficiente si se trata de aceptar o rechazar un proyecto: cuando la tasa media de rentabilidad supera a la tasa media del mercado, a la cual se puede obtener el capital necesario para financiarlo, es posible realizar el proyecto. Esto equivale a decir que el proyecto considerado rinde un ingreso actualizado positivo a la tasa de interés a la que se consigue crédito. Si la tasa media de rentabilidad es menor que la tasa pagadera por el capital en préstamo, el proyecto no debe realizarse.

Cuando hay que elegir entre varios proyectos incompatibles, especialmente entre diversas variantes del mismo proyecto, el criterio de rentabilidad media no es suficiente; en efecto, no basta comprobar que son rentables los diferentes proyectos: hace falta todavía escoger *el mejor*. Así, la selección basada en la tasa media de rentabilidad no es satisfactoria pues no tiene en cuenta el costo real del capital invertido. La comparación del rendimiento medio de dos proyectos sólo indica que si la tasa a la que se puede conseguir crédito es  $i_A$ , igual a la tasa media de rentabilidad del proyecto A, el ingreso actualizado de A es nulo, en tanto que si la tasa del crédito es  $i_B$ , igual a la tasa media de rentabilidad del proyecto B, el ingreso actualizado de éste es igual a cero. Sin embargo, la comparación no permite saber cuál de los dos proyectos es el mejor para la tasa  $i$ , tasa real del mercado.

El cotejo de los dos proyectos sólo es válido si las condiciones financieras de empréstito y de inversión son idénticas en ambos cálculos. Y ese no es el caso cuando se comparan las tasas de rentabilidad media. Por consiguiente, tal cotejo no puede ser representativo. Empero, por las razones expuestas en el inciso 1.2.2.2, siempre debe calcularse la tasa interna de rentabilidad de los proyectos compatibles. En apoyo de esto cabe argüir que la noción de rendimiento (y la tasa interna de rentabilidad no es más que una definición precisa del rendimiento) resulta conocida para muchos empresarios y administradores.

## 2.2. EL PERIODO DE RECUPERACIÓN

### 2.2.1. Definición y método para calcularlo

De acuerdo con este sencillo criterio, utilizado por muchos indus-

triales y planificadores, se elegirá el proyecto o la modalidad que permita "recuperar" más rápidamente el gasto inicial de inversión. Para calcular el lapso de recuperación hay que dividir el monto invertido entre el beneficio bruto medio anual. Por éste se entiende la media aritmética de las diferencias entre ingresos y gastos anuales de operación durante la vida del proyecto, sin incluir la depreciación, esto es, computando sólo los gastos reales.

*Ejemplo del cálculo del periodo de recuperación*

Sea un proyecto que requerirá inversiones de 100 000 dólares con una corriente de ingresos y gastos como la que se presenta en el cuadro iv.3.

**Cuadro iv. 3**

**REGISTRO DE INGRESOS Y GASTOS**

AÑOS	INGRESOS	GASTOS	BENEFICIO BRUTO
1 .....	25 000	18 000	7 000
2 .....	30 000	19 000	11 000
3 .....	35 000	20 000	15 000
4 .....	37 000	20 000	17 000
5 .....	37 000	20 000	17 000
6 .....	37 000	20 000	17 000
7 .....	37 000	20 000	17 000
8 .....	35 000	20 000	15 000
9 .....	34 000	21 000	13 000
10 .....	33 000	22 000	11 000
Promedio durante 10 años	34 000	20 000	14 000

El beneficio bruto anual es la diferencia entre ingresos y gastos anuales; el beneficio bruto medio es el promedio aritmético de los rendimientos anuales, que en este ejemplo es de 14 000. El periodo de recuperación en este caso será:

$$\frac{100\ 000}{14\ 000} = 7.1 \text{ años}$$

El criterio propuesto tiene la ventaja de simplificar las cosas cuando se conoce la serie de utilidades brutas, por lo menos durante el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Un método de cálculo ligeramente diferente consiste en determinar el número de años de operación necesarios para recuperar la suma inicial (posiblemente

Pero ¿acaso la prontitud al recuperar el dinero invertido refleja realmente la calidad del proyecto? De hecho, el valor de un proyecto no se mide únicamente por la importancia de sus beneficios medios anuales, sino también por su duración y por la forma en que se distribuyan en el tiempo sus ingresos. El siguiente ejemplo simplificado muestra cómo el criterio del periodo de recuperación puede ser, en algunos casos, muy peligroso.

Supóngase que hay tres proyectos, A, B y C que requieren la misma inversión inicial de 10 000 dólares y que enfrentan iguales riesgos. Las características de cada uno se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. 4

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS

	PROYECTOS (\$)		
	A	B	C
Inversión .....	10 000	10 000	10 000
Beneficio bruto medio anual .....	2 500	2 500	3 333
Duración del proyecto (años) .....	5	8	3
Beneficios brutos totales .....	12 500	20 000	10 000
Periodo de recuperación (años) .....	4	4	3

El proyecto B parece el mejor de los tres, ya que rendirá un total de \$ 20 000 repartidos en ocho años. Pero si la decisión de invertir se basa en el criterio del periodo de recuperación, habrá que optar por el proyecto C, aun cuando no produzca un solo peso. Sería como depositar \$ 10 000 en una caja de ahorros y retirar \$ 3 333 cada año, sin percibir un centavo de interés durante los tres años de inmovilización del capital. Por otra parte, los proyectos A y B rinden algo, pues sus ingresos totales exceden de la inversión inicial. Adviértase también que el criterio del tiempo de recuperación no permite elegir entre los proyectos A y B: ambos requieren el mismo lapso para reconstituir la suma inicial.

Mediante este ejemplo tan esquemático se puede concluir que el criterio del periodo de recuperación debe utilizarse con cuidado. Sólo lleva a una decisión acertada si se cumplen dos condiciones:

- que todos los proyectos duren lo mismo,
- que la distribución temporal de los ingresos brutos sea parecida en todos los casos.

actualizando las utilidades), con base en los beneficios reales y no en su valor medio. En el caso que se ilustra en el cuadro IV. 3, el resultado sería prácticamente el mismo: un lapso de recuperación apenas inferior a los 7 años.

La razón de la segunda condicionante es que la fórmula para calcular el periodo de recuperación tiene como denominador una cifra *promedio* (el ingreso medio anual) y, en consecuencia, no permite distinguir entre dos proyectos cuando uno de ellos rinde grandes beneficios brutos al principio y muy bajos al final, en tanto que el otro tiene una distribución inversa o simplemente regular.

Cabe añadir que este criterio también proporciona el resultado apropiado si conduce al rechazo de un proyecto cuyo tiempo de recuperación sea mayor que su periodo de vida.

Dado que este criterio se utiliza muy a menudo en la práctica por su facilidad de cálculo, conviene resumir en seguida sus principales ventajas y desventajas.

### 2.2.2. *Ventajas*

- a) Es extremadamente fácil de calcular y así puede servir como método expeditivo para eliminar los proyectos tan poco prometedores que no justifiquen el análisis con técnicas más elaboradas.
- b) El periodo de recuperación suele ser un criterio conveniente para empresas con muchas oportunidades de invertir, pero cuyos recursos financieros sean limitados. Si, por ejemplo, los medios disponibles las obligan a rechazar cualquier proyecto que tenga un periodo de recuperación mayor de dos años, el empleo de métodos más refinados no cambiará gran cosa la lista de proyectos aceptables, en la medida en que su duración pueda compararse.
- c) Este criterio resulta útil para determinar la calidad de inversiones extremadamente arriesgadas en campos en los que el rápido progreso técnico puede hacer anacrónico el equipo antes de que su desgaste físico imponga la sustitución (riesgo de obsolescencia), o en los que las circunstancias políticas o comerciales modifican por completo las condiciones de funcionamiento de la empresa.

### 2.2.3. *Inconvenientes*

El periodo de recuperación es un concepto financiero. No permite dar respuesta más que a una pregunta, a saber: ¿en cuánto tiempo recuperará la empresa su gasto inicial de inversión? En vista de ello, no ofrece la oportunidad de apreciar la rentabilidad real de un proyecto, por dos razones:

- a) El criterio del lapso de recuperación concede demasiada importancia a los rendimientos rápidos y, por tanto, tiende a implicar que aquellos son el único objetivo del programa de desarrollo o del proyecto de inversión.

- b) Este criterio no toma en cuenta la duración del proyecto e ignora lo que acaso ocurra después del tiempo de recuperación. En efecto, un proyecto cuyo periodo de recuperación sea de tres años, quizá tenga un lapso de vida de tres, cinco ó diez años; resulta claro que el valor real de un proyecto depende del tiempo durante el cual rinda utilidades.

#### 2.2.4. Conclusión

Dado que el criterio del periodo de recuperación no incluye todos los elementos de la rentabilidad de un proyecto en una sola cifra, no puede utilizarse como criterio completo de selección de inversiones, sino sólo como evaluador secundario de ellas.

### 2.3. CRITERIOS DE RENTABILIDAD DERIVADOS DEL ANÁLISIS CONTABLE

En lugar de los criterios antes descritos, con frecuencia los proyectos se evalúan mediante proyecciones de las cuentas de pérdidas y ganancias y mediante el cálculo de una tasa de rentabilidad basada en la comparación de los beneficios y del monto total invertido. Este método, a menudo utilizado por los financieros, tiene un gran número de variantes, según la forma en que se calculen los beneficios. Sus modalidades más difundidas se describirán con brevedad y espíritu crítico.

#### 2.3.1. Definición

El estudio de proyectos industriales suele basarse en estimaciones de los costos de inversión y en proyecciones de las cuentas de pérdidas y ganancias de los primeros años de funcionamiento o de un año considerado "normal". Se calculan así los ingresos y gastos, luego la depreciación, las utilidades y los impuestos eventuales correspondientes a cada uno de esos años. Como ejemplo, admítase un proyecto con un costo de 150 000 dólares por concepto de inversión y capital de trabajo, y cuyas cuentas estimadas de pérdidas y ganancias para los primeros cuatro años se presentan en el cuadro iv.5. Se supone que el año 4 es un año "normal" de funcionamiento de la fábrica.

Las diferentes variantes de la tasa de rentabilidad contable que se utilizan, se calculan en las últimas cuatro filas del cuadro, relacionando las diversas expresiones de las utilidades antes o después de la depreciación y antes o después de los impuestos, con el capital invertido. Quienes utilizan este método sostienen que los proyectos pueden evaluarse mediante los valores así obtenidos. Pero no es fácil comparar dos proyectos en esta forma a menos que uno de ellos tenga, en todo

**Cuadro IV. 5**

**PROYECCIÓN DE LAS CUENTAS DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS DE UNA FÁBRICA Y CÁLCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD CONTABLE. PRIMEROS CUATRO AÑOS DE FUNCIONAMIENTO**

	(Miles de dólares)				
	Años				
	1	2	3	4	
<b>Ingresos</b> .....	100	150	180	200	
<b>Gastos</b>					
— Materias primas .....	20	30	36	40	
— Mano de obra .....	25	35	38	41	
— Agua y electricidad .....	5	7	8	9	
— Gastos generales y diversos (incluidos los gastos financieros, y los intereses) ....	35	45	50	50	
<b>Gastos totales</b> .....	85	117	132	140	
<b>Utilidad bruta</b> .....	15	33	48	60	
Depreciación <sup>1</sup> .....	12	12	12	12	
Utilidad neta después de la depreciación ..	3	21	36	48	
Impuestos .....	1	7	12	16	
Utilidad neta después de los impuestos ....	2	14	24	32	
Utilidad después de impuestos y antes de la depreciación .....	14	26	36	44	
Tasa de rentabilidad en %	Utilidad bruta — Inversión .	10.0	22.0	32.0	40.0
	Utilidad después de la depreciación — Inversión .....	2.0	14.0	24.0	32.0
	Utilidad neta después de los impuestos — Inversión ....	1.3	9.3	16.0	21.3
	Utilidad después de impuestos y antes de la depreciación — Inversión .....	9.3	17.3	24.0	29.3

<sup>1</sup> Se recordará que la depreciación es un ajuste contable que consiste en repartir el costo de un equipo durante varios ejercicios; en principio, el número de ejercicios es igual a la duración real del material por depreciar. Con frecuencia se utiliza un método de depreciación lineal, que consiste en depreciar cada año una suma equivalente al valor total de una inversión dividida entre su periodo de vida. Por ejemplo, una máquina que cueste 8 000 dólares y para la cual se calcule un periodo de vida de cinco años, será depreciada a razón de 1 600 dólares anuales.

Desde el punto de vista económico, la depreciación corresponde a la pérdida de valor del equipo durante el ejercicio por el uso, el desgaste y la obsolescencia.

momento, un rendimiento más alto que el otro. Adviértase de paso que el valor de la primera versión<sup>10</sup> de dicha tasa de rentabilidad  $\left(\frac{\text{utilidad bruta}}{\text{inversión}}\right)$  es el recíproco del periodo de recuperación definido en el apartado anterior. A veces, la tasa de rentabilidad se calcula relacionando las utilidades medias de varios años o, eventualmente, de toda la vida del proyecto, con el valor de la inversión.

Más aún, se notará que el denominador no siempre es el monto de la inversión total; puede ser la mitad de dicho monto (para incluir el valor medio del capital inmovilizado durante la vida del equipo), o el valor del capital realmente invertido.

### 2.3.2. *Ventajas*

Estos criterios son muy sencillos de calcular cuando se dispone de previsiones correctas para un año promedio. Pueden emplearse para eliminar rápidamente los proyectos de poco interés; si se utilizan en una de las dos formas que relacionan las utilidades antes de la depreciación con el capital inmovilizado, suelen ser suficientes para una rápida estimación preliminar de la rentabilidad de un proyecto.

### 2.3.3. *Inconvenientes*

En cualquier forma que se utilicen estos criterios, sólo permiten llegar a una conclusión definitiva si la cifra de rentabilidad que se obtenga resulta negativa o muy baja (suponiendo correcto el cálculo de la depreciación). En los otros casos, es prácticamente imposible concluir de manera resolutiva y, sobre todo, comparar dos proyectos mediante el análisis de la rentabilidad media o de una serie de tasas anuales de rentabilidad para varios años de la vida de un proyecto. De hecho, tendría que fijarse una norma: ¿cuál sería el valor mínimo de la rentabilidad media, tal como se ha calculado aquí, para considerar rentable un proyecto? También se necesitaría que fuese posible comparar series de beneficios y, por tanto, tasas de rentabilidad con diferentes distribuciones a lo largo del tiempo. Precisamente para resolver este problema, los economistas desarrollaron el método de actualización.

En la práctica, las tasas de rentabilidad contable con frecuencia sólo se calculan para los primeros años de la vida de un proyecto, con el pretexto de que se desconoce el futuro. Sin embargo, decidir en favor de una propuesta con apoyo en tal criterio equivale a suponer tácitamente que los resultados de los primeros años se repetirán por lo menos durante todos los necesarios para amortizar la inversión inicial a la tasa

<sup>10</sup> O la última, si se consideran los impuestos.

de depreciación originalmente adoptada. Si esto es así, una hipótesis semejante también resulta idónea para calcular el valor del beneficio actualizado.

### 3. CONSIDERACIONES NO CUANTIFICABLES AL ELEGIR UN PROYECTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EMPRESA

Una vez hecho el estudio económico de las diversas variantes de un proyecto y antes de que pueda tomarse cualquier decisión, la directiva de la empresa tendrá que considerar numerosos elementos imposibles de cuantificar. Acaso dichos factores hagan necesario rechazar algunas inversiones en apariencia rentables o, en cambio, aceptar un proyecto que no lo sea directamente o que desde el punto de vista financiero sea menos satisfactorio.

Es imposible dar la lista completa de tales consideraciones y aquí sólo se mencionarán unas cuantas.

Las decisiones de inversión de una empresa pueden regirse por *consideraciones estratégicas* a largo plazo. Quizá una importante empresa extranjera decida establecer una filial, con capacidad superior a la demanda previsible y, por tanto, deficitaria, para evitar que en cierto plazo llegue un competidor que la obligue a salir del mercado. En un caso así, la matriz debería calcular en principio la pérdida neta que entrañaría abandonar un mercado y restarla de los costos de funcionamiento de la inversión "defensiva". Hacer esto puede resultar difícil en la práctica. De igual manera, una empresa puede adquirir terrenos y planear los edificios a modo de facilitar la ampliación eventual de sus actividades, aun cuando al principio sea imposible calcular el interés de esa inmovilización de capital.

Asimismo, es muy difícil determinar la rentabilidad de los gastos de investigación de una empresa; no obstante, se hacen asignaciones anuales para este propósito.

Una fábrica de estilo moderno quizá cueste un poco más, pero al propiciar un sentimiento de orgullo entre los trabajadores acaso aumente indirectamente su productividad y mejore la posición comercial de la empresa.

Otra forma de protegerse contra los riesgos es tomar en consideración la *flexibilidad* del equipo instalado. En las industrias mecánicas puede preferirse durante el periodo inicial una máquina-herramienta menos eficiente que otra muy especializada, si cabe utilizar la primera en otras líneas de producción en caso de cambios en el mercado. La construcción de tanques de almacenamiento y de una red de ductos aparentemente superfluos entre las diversas unidades de tratamiento,

ayudará a una refinería a adaptarse a las diferentes condiciones de los abastos y del mercado y aumentará sustancialmente su rentabilidad.

Por último, las decisiones de una empresa a menudo estarán condicionadas por factores relativos al "medio ambiente" general en que se desenvuelva: el grado de cooperación de las autoridades, la disponibilidad de personal local, el carácter más o menos atractivo del lugar de residencia para el personal contratado en el extranjero, la existencia de escuelas o de universidades, en especial para satisfacer las necesidades de los hijos del personal extranjero, las relaciones adecuadas con los centros administrativos de la región y con los principales abastecedores o clientes foráneos, etcétera.

Un análisis exhaustivo del comportamiento real de las empresas y de los inversionistas potenciales, extranjeros o locales, haría evidente sin lugar a dudas la gran importancia de esos factores que son, en parte, psicológicos.<sup>11</sup> Es por tanto esencial que los organismos responsables de promover el desarrollo industrial de un país los sepan apreciar.

## CONCLUSIÓN

Si se hace abstracción de los factores extraeconómicos, excluidos de los cálculos de ingresos y gastos, elegir entre dos inversiones equivale a escoger entre dos series de ingresos cuyos términos se caracterizan por ser negativos en la fase de habilitación y positivos durante las operaciones productivas.

La comparación de estas dos series de rendimientos implica la existencia de un criterio *económico* de elección.

Algunos autores<sup>12</sup> han propuesto clasificar las inversiones en función del *periodo de recuperación* del capital invertido. Este criterio presupone que una inversión se hace tanto más atractiva cuanto más rápidamente permitan sus superávit de operación el reembolso del capital invertido. La idea de "periodo de recuperación" o de "plazo de reembolso" hizo posible que los economistas soviéticos prescindieran del concepto de tasa de interés; además, muchos industriales la consideran ventajosa porque es muy fácil de aplicar. Pero dicho criterio no es sólo sencillo, sino simplista, en el sentido de que atribuye el mismo valor a los excedentes de ingreso que contribuyen a la recuperación del capital, independientemente de la fecha en que aparezcan (utilización en el

<sup>11</sup> Lo dicho no debe interpretarse como si fuese siempre imposible estimar de manera aproximada el efecto cuantitativo de algunos de estos factores.

<sup>12</sup> Véase en Francia, por ejemplo, a Ch. Bettelheim, *Problèmes théoriques et pratiques de la planification*, Presses Universitaires de France.

G. Terborgh, *Dynamic Equipment Policy*, McGraw Hill Book Company, Nueva York,

cálculo de una cifra media). Sin embargo, es obvio que hay una diferencia de valor entre dos inversiones que se recuperan en diez años,<sup>13</sup> pero una de las cuales permite al cabo de cinco años el reembolso de tres cuartas partes de la erogación, en tanto que la otra sólo permite el de una cuarta parte. Más aún, este criterio ignora por completo la importancia de los excedentes de ingresos de cada proyecto de los que pudiera disponerse *después* del periodo de reembolso.

Por el contrario, el criterio del *beneficio actualizado máximo*, que consideramos el mejor, permite comparar flujos de ingresos y gastos que, debido a sus diferentes ritmos de vencimiento, obviamente no podrían equipararse. Este criterio establece no sólo un orden de preferencia, sino también un patrón de medida, de suerte que cabe decir, por ejemplo, que una serie de proventos vale el doble que otra. Cuando se aplica este criterio, la tasa de interés o costo del capital interviene como elemento del cálculo y desempeña el papel de un cedazo económico (un alza de la tasa de interés tiene por consecuencia una más rigurosa depuración de las inversiones) y no el de instrumento de enriquecimiento. El método para calcular el beneficio actualizado es fácil en principio, una vez que se capta la idea básica. Sin embargo, presupone como requisito indispensable que se conozcan las tasas de interés presentes y futuras, es decir, el conocimiento de la importancia que se atribuye al futuro. Sólo para simplificar el cálculo se admite una tasa constante a lo largo del tiempo.

No obstante, puede suceder que falte un acuerdo general sobre el valor atribuible a la tasa de actualización, debido sobre todo a las imperfecciones o a la inexistencia del mercado de capitales. Quizá entonces *la tasa media de rentabilidad* sea de cierta utilidad, ya que por lo menos proporciona una idea cualitativa del valor de las operaciones de inversión: una tasa elevada garantiza un beneficio positivo, incluso si los costos de capital se hacen muy onerosos. De este hecho se deriva cierta presunción de concordancia entre la tasa interna de rentabilidad y el valor del proyecto. A primera vista, la clasificación de las inversiones de acuerdo con su tasa de rentabilidad interna tiene la ventaja de no exigir hipótesis alguna sobre los precios presentes y futuros del capital. Así, permite eludir una de las dificultades más serias del empleo del método de actualización, al utilizar un parámetro en cierta manera intrínseco, llamado por esta razón *tasa interna*. Pero esto sólo se logra sacándole la vuelta al problema, en la medida en que consecuentemente se omite considerar el uso de los fondos al final del proyecto. De este modo, quizás un proyecto de pequeña duración tenga una tasa interna

<sup>13</sup> Este lapso representa el periodo de reembolso real y no el que resultaría de comparar la inversión inicial y el beneficio bruto medio anual.

de rentabilidad superior, pero a costa de un rendimiento mucho menor en el periodo siguiente a su conclusión.

De tal suerte, el criterio del "valor actual" es el que goza de mayor aceptación. Empero, la tasa interna de rentabilidad también debe calcularse, tanto más cuanto que constituye una medida del rendimiento de la inversión. En general, no es un criterio válido, debido a que el proyecto de más alto rendimiento no siempre representa la mejor elección.

En la etapa del anteproyecto, los criterios de cálculo de una tasa de utilidades mediante el cotejo del beneficio neto o bruto con la cantidad total invertida son utilizables como una primera aproximación, pero no permiten comparar en forma válida diferentes variantes o proyectos.

Es pertinente, en cada caso, completar el análisis de la rentabilidad de un proyecto desde el punto de vista de la empresa con el estudio de la rentabilidad desde el *punto de vista de la sociedad*.

Este tema se desarrolla en otra obra. Baste señalar aquí que el problema fundamental es el de saber hasta qué punto son los precios pagados por la empresa reflejo de la escasez real de los factores productivos y, por tanto, de sus costos reales para la sociedad; también se trata de averiguar en qué medida representan los precios recibidos por la producción del proyecto el verdadero valor que tiene para la sociedad. Por ejemplo, si existe alguna limitación de divisas, los ingresos de una empresa por sus exportaciones subestimarán el valor que tengan para la sociedad, en tanto que sus pagos por componentes importados subestimarán el costo social. Para citar otro caso, es posible que el gobierno implante la política de proporcionar gratuitamente agua de riego a los agricultores. Los beneficios de un proyecto de irrigación deben entonces calcularse estimando el valor del incremento de las cosechas atribuible al regadío, sin olvidar la existencia de otros factores que acaso también contribuyan. Mas si se utiliza el método de actualización, surgen dos diferencias esenciales al aplicarlo: la primera consiste en que el valor de los costos y beneficios anuales puede diferir respecto a los gastos e ingresos de la empresa; la segunda, en que la tasa de actualización conveniente para la sociedad quizá difiera de la tasa que conviene a la empresa.

## J. LESOURNE

*Technique économique et gestion industrielle*, Dunod, París,  
*Economic Analysis and Industrial Management*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., (edición en inglés).

La técnica de actualización se explica en el *capítulo II*, páginas 32 a 35. El *capítulo XIII* se dedica por completo a problemas de inversión y al cálculo de los ingresos actualizados. Las explicaciones de este *Manual* se complementan, en el plano teórico, mediante una reflexión a fondo sobre las diversas hipótesis básicas del cálculo de actualización y, en el campo práctico, mediante un examen de las precauciones que deben tomarse al calcular la rentabilidad; también se dan algunos ejemplos concretos. Este capítulo puede leerse con facilidad, independientemente del resto de la obra.

## P. MASSÉ

*Le choix des investissements: critères et méthodes*, Dunod, París,  
*Optimal Investment Decisions*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., (edición en inglés).

El *primer capítulo*, de fácil lectura, presenta una reflexión sobre los problemas metodológicos que surgen al seleccionar inversiones y describe los diferentes criterios. El *segundo capítulo* versa sobre un aspecto particular de los problemas de inversión: la sustitución de equipo. Los otros capítulos contienen:

- Los métodos matemáticos para encontrar soluciones correctas a los problemas de amortización;
- los problemas que se plantean al introducir la incertidumbre con respecto al futuro;
- las relaciones entre la economía como un todo y la inversión.

Este trabajo es relativamente difícil para el lector no iniciado en las técnicas matemáticas.

## C. ABRAHAM Y THOMAS

*Microéconomie. Décisions optimales dans l'entreprise et dans la nation*, Dunod, París,

El *capítulo V* da una explicación detallada del concepto de actualización desde el punto de vista del consumidor, la empresa y la sociedad.

El *capítulo VII* expone los criterios que rigen las decisiones de inversión desde el punto de vista de la empresa. Puede complementarse convenientemente con el *capítulo IX* sobre la sustitución de equipo, y el *capítulo X* sobre el concepto de amortización. Finalmente, el *capítulo VIII* amplía el problema de la elección de inversiones desde el punto de vista de la empresa al campo de las inversiones públicas.

Esta es, hasta la fecha, la obra más completa escrita en francés sobre estas cuestiones y constituye un complemento muy útil del capítulo IV de este *Manual*. Puede entenderla un lector con conocimientos elementales de matemáticas.

### C. WORMS

*Les méthodes modernes de l'économie appliquée*, Dunod, París,

Los capítulos 1, 3, 4, 5 y 6 tratan, de una manera sencilla, el tema de la rentabilidad de las inversiones en la empresa. Los apartados sobre problemas de amortización y sustitución complementan el capítulo iv de este *Manual*. Estudios de casos ilustran estos capítulos.

### F. ROSENFELD

*Techniques d'analyse et d'évaluation des projets d'investissements*, Études "Tiers Monde", Presses Universitaires de France, París,

Pequeño y excelente libro que explica, en términos muy sencillos, los métodos de evaluación de proyectos, ilustrándolos con algunos estudios de casos.

### GRANT E IRESON

*Principles of Engineering Economy*, The Ronald Press Co., Nueva York, 4a. edición

Escrita para estudiantes de economía y finanzas, así como para los prácticos de la empresa y la administración, esta obra plantea en forma muy clara los diferentes criterios de selección de inversiones y sus problemas de aplicación. Sólo requiere un conocimiento elemental de matemáticas y contiene un gran número de ejemplos y ejercicios.

### HAROLD BIERMANN JR. Y SEYMOUR SMIDT

*The Capital Budgeting Decision, Economic Analysis and Financing of Investment Projects*, The Macmillan Co., Nueva York, Collier-Macmillan Ltd., Londres, 2a. edición,

Excelente trabajo sobre la selección de inversiones desde el punto de vista de la empresa. Se describen los diversos criterios (capítulo 2), pero los autores se inclinan claramente por el método del beneficio actualizado. Se analizan con amplitud los problemas relacionados con su aplicación en un contexto de incertidumbre y de limitaciones de recursos financieros. Su lectura sólo requiere conocimientos elementales.

### ONU

*Manual de proyectos de desarrollo económico*. México, 58.II.G.5. (ediciones en inglés y en español).

Los capítulos de particular interés en la segunda parte de esta obra son: el i (La evaluación de proyectos), el ii (Equivalencias financieras, asignación de valores y efectos indirectos), el iii (Criterios relativos a la productividad de un solo recurso), y el iv (criterios relativos a la productividad del complejo de insumos y criterios mixtos). Estos capítulos presentan gran número de criterios y métodos de evaluación, aunque no hacen recomendaciones precisas respecto a cuál debe utilizarse.

J. HIRSCHLEIFER, J. C. DE HAVEN Y J. W. WILLIMAN

*Water Supply: Economics, Technology and Policy*, University of Chicago Press, Chicago,

El capítulo VII contiene un breve y muy claro resumen de los diversos criterios de inversión, ilustrado con ejemplos aritméticos muy sencillos. Las matemáticas utilizadas son álgebra y aritmética elemental.

J. HIRSCHLEIFER

"On the Theory of Optimal Investment Decision", en *Journal of Political Economy*, agosto de

Este artículo proporciona una relación clara y breve de la lógica de las decisiones de inversión, sin considerar el factor riesgo. Se utilizan el álgebra y la geometría elementales. Se recomienda en especial la crítica del criterio de la "tasa interna de rentabilidad", en las páginas 346 a 351.

A. J. MERRIT Y A. SYKES

*The Finance and Analysis of Capital Projects*, Longmans Green and Co., Ltd., Londres,

En el capítulo I se analizan la composición y el descuento. En los capítulos 2, 5 y 7 se plantean y comparan diferentes criterios de inversión. Los autores piensan que por razones prácticas la "tasa interna de rentabilidad" es el mejor criterio. Sin embargo, analizan sus puntos débiles y sugieren formas de evitarlos. En cuanto a matemáticas, utilizan principalmente aritmética con un poco de álgebra y geometría elementales.

## APÉNDICE

## Cuadro

VALOR ACTUAL DE 1 A UNA TASA

1

PAGADERA EN t AÑOS:  $(1+i)^{-t}$ 

n	1	2%	3%	4%	5%	5.5%	6%	6.5%	7%	7.5%	8%	8.5%	9	9%	9.5%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	18%	20%	25%	30%
1	...	0.950	0.971	0.962	0.952	0.948	0.943	0.939	0.935	0.930	0.925	0.922	0	.917	0.913	0.909	0.901	0.893	0.885	0.877	0.870	0.862	0.847	0.833	0.800	0.769
2	...	0.961	0.943	0.925	0.907	0.898	0.890	0.882	0.873	0.865	0.857	0.849	0	.842	0.834	0.826	0.812	0.797	0.783	0.769	0.756	0.743	0.718	0.694	0.640	0.592
3	...	0.942	0.915	0.869	0.864	0.852	0.840	0.828	0.816	0.805	0.794	0.783	0	.772	0.762	0.751	0.731	0.712	0.693	0.675	0.658	0.641	0.609	0.579	0.512	0.455
4	...	0.924	0.888	0.855	0.823	0.807	0.792	0.777	0.763	0.749	0.735	0.722	0	.708	0.696	0.683	0.659	0.636	0.613	0.592	0.572	0.552	0.516	0.462	0.410	0.350
5	...	0.906	0.863	0.822	0.764	0.765	0.747	0.730	0.713	0.697	0.681	0.665	0	.650	0.635	0.621	0.593	0.567	0.543	0.519	0.497	0.476	0.437	0.402	0.328	0.269
6	...	0.886	0.837	0.790	0.746	0.725	0.705	0.685	0.666	0.648	0.630	0.613	0	.596	0.580	0.564	0.535	0.507	0.480	0.456	0.432	0.410	0.370	0.335	0.262	0.207
7	...	0.871	0.813	0.760	0.711	0.687	0.665	0.644	0.623	0.603	0.583	0.565	0	.547	0.530	0.513	0.482	0.452	0.425	0.400	0.376	0.354	0.314	0.279	0.210	0.159
8	...	0.853	0.789	0.731	0.677	0.652	0.627	0.604	0.582	0.561	0.540	0.521	0	.502	0.484	0.467	0.434	0.404	0.376	0.351	0.327	0.305	0.266	0.233	0.168	0.123
9	...	0.837	0.766	0.703	0.645	0.618	0.592	0.567	0.544	0.522	0.500	0.480	0	.460	0.442	0.424	0.391	0.361	0.333	0.308	0.284	0.263	0.225	0.194	0.134	0.094
10	...	0.820	0.744	0.676	0.614	0.585	0.558	0.533	0.508	0.485	0.463	0.442	0	.422	0.404	0.386	0.352	0.322	0.295	0.270	0.247	0.227	0.191	0.162	0.107	0.073
11	...	0.804	0.722	0.650	0.585	0.555	0.527	0.500	0.475	0.451	0.429	0.408	0	.388	0.369	0.350	0.317	0.287	0.261	0.237	0.215	0.195	0.162	0.135	0.086	0.056
12	...	0.788	0.701	0.625	0.557	0.526	0.497	0.470	0.444	0.420	0.397	0.376	0	.356	0.337	0.319	0.286	0.257	0.231	0.208	0.187	0.168	0.137	0.112	0.069	0.043
13	...	0.773	0.681	0.601	0.530	0.499	0.469	0.441	0.415	0.391	0.368	0.346	0	.326	0.307	0.290	0.258	0.229	0.204	0.182	0.163	0.145	0.116	0.093	0.055	0.033
14	...	0.758	0.661	0.577	0.505	0.473	0.442	0.414	0.388	0.363	0.340	0.319	0	.299	0.281	0.263	0.232	0.205	0.181	0.160	0.141	0.125	0.099	0.076	0.044	0.025
15	...	0.743	0.642	0.555	0.481	0.448	0.417	0.389	0.362	0.338	0.315	0.294	0	.275	0.256	0.239	0.209	0.183	0.160	0.140	0.123	0.108	0.084	0.065	0.035	0.020
16	...	0.728	0.623	0.534	0.458	0.425	0.394	0.365	0.339	0.314	0.292	0.271	0	.252	0.234	0.218	0.188	0.163	0.141	0.123	0.107	0.093	0.071	0.054	0.028	0.015
17	...	0.714	0.605	0.513	0.436	0.402	0.371	0.343	0.317	0.292	0.270	0.250	0	.231	0.214	0.198	0.170	0.146	0.125	0.108	0.093	0.080	0.060	0.045	0.023	0.012
18	...	0.700	0.587	0.494	0.416	0.381	0.350	0.322	0.296	0.272	0.250	0.230	0	.212	0.195	0.180	0.153	0.130	0.111	0.095	0.081	0.069	0.051	0.038	0.018	0.009
19	...	0.686	0.570	0.475	0.396	0.362	0.331	0.302	0.277	0.253	0.232	0.212	0	.194	0.178	0.164	0.138	0.116	0.098	0.083	0.070	0.060	0.043	0.031	0.014	0.007
20	...	0.673	0.554	0.456	0.377	0.343	0.312	0.284	0.258	0.235	0.215	0.196	0	.178	0.163	0.149	0.124	0.104	0.087	0.073	0.061	0.051	0.037	0.026	0.012	0.005
21	...	0.660	0.538	0.439	0.359	0.325	0.294	0.266	0.242	0.219	0.199	0.180	0	.164	0.149	0.135	0.112	0.093	0.077	0.064	0.053	0.044	0.031	0.022	0.009	0.004
22	...	0.647	0.522	0.422	0.342	0.308	0.278	0.250	0.226	0.204	0.184	0.166	0	.150	0.136	0.123	0.101	0.083	0.068	0.056	0.046	0.038	0.026	0.018	0.007	0.003
23	...	0.634	0.507	0.406	0.326	0.292	0.262	0.235	0.211	0.189	0.170	0.153	0	.138	0.124	0.112	0.091	0.074	0.060	0.049	0.040	0.033	0.022	0.015	0.006	0.002
24	...	0.622	0.492	0.390	0.310	0.277	0.247	0.221	0.197	0.176	0.158	0.141	0	.126	0.113	0.102	0.082	0.066	0.053	0.043	0.035	0.028	0.019	0.013	0.005	0.002
25	...	0.610	0.478	0.375	0.295	0.262	0.233	0.207	0.184	0.164	0.146	0.130	0	.116	0.103	0.092	0.074	0.059	0.047	0.038	0.030	0.024	0.016	0.010	0.004	0.001
26	...	0.598	0.464	0.361	0.281	0.249	0.220	0.194	0.172	0.153	0.135	0.120	0	.106	0.094	0.084	0.066	0.053	0.042	0.033	0.026	0.021	0.014	0.009	0.003	0.001
27	...	0.586	0.450	0.347	0.268	0.236	0.207	0.183	0.161	0.142	0.125	0.111	0	.098	0.086	0.076	0.060	0.047	0.037	0.029	0.023	0.018	0.011	0.007	0.002	0.001
28	...	0.574	0.437	0.333	0.255	0.223	0.196	0.171	0.150	0.132	0.116	0.102	0	.090	0.079	0.069	0.054	0.042	0.033	0.026	0.020	0.016	0.010	0.006	0.002	0.001
29	...	0.563	0.424	0.321	0.243	0.212	0.185	0.161	0.141	0.132	0.107	0.094	0	.082	0.072	0.063	0.048	0.037	0.029	0.022	0.017	0.014	0.008	0.005	0.002	0.001
30	...	0.552	0.412	0.308	0.231	0.201	0.174	0.151	0.131	0.114	0.099	0.087	0	.075	0.066	0.057	0.044	0.033	0.026	0.020	0.015	0.012	0.007	0.004	0.001	
40	...	0.453	0.307	0.208	0.142	0.117	0.097	0.081	0.067	0.055	0.046	0.038	0	.032	0.027	0.022	0.015	0.011	0.008	0.005	0.004	0.003	0.001	0.001		
50	...	0.372	0.228	0.141	0.087	0.069	0.054	0.043	0.034	0.027	0.021	0.017	0	.013	0.011	0.009	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001				

Cuadro 2

VALOR ACTUAL A LA TASA  $i$ , DE LA SUMA DE  $n$  ANUALIDADES DE 1,

PAGADERAS AL FINAL DEL AÑO:  $\sum_{t=1}^{n-1} (1+i)^{-t} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$

n	i	2%	3%	4%	5%	5.5%	6%	6.5%	7%	7.5%	8%	8.5%	9	%	9.1%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	18%	20%	25%	30%
1	...	0.980	0.971	0.962	0.952	0.948	0.943	0.939	0.935	0.930	0.926	0.922	0	.917	0.913	0.909	0.901	0.893	0.885	0.877	0.870	0.862	0.847	0.833	0.800	0.769
2	...	1.942	1.913	1.866	1.859	1.846	1.833	1.821	1.808	1.796	1.783	1.771	1	.759	1.747	1.736	1.713	1.690	1.668	1.647	1.626	1.605	1.566	1.528	1.440	1.361
3	...	2.884	2.829	2.775	2.723	2.698	2.673	2.648	2.624	2.601	2.577	2.554	2	.531	2.509	2.487	2.444	2.402	2.361	2.322	2.263	2.246	2.174	2.106	1.952	1.816
4	...	3.808	3.717	3.630	3.546	3.505	3.465	3.426	3.387	3.349	3.312	3.276	3	.240	3.204	3.170	3.102	3.037	2.974	2.914	2.855	2.798	2.690	2.589	2.362	2.166
5	...	4.713	4.580	4.452	4.329	4.270	4.212	4.156	4.100	4.046	3.993	3.941	3	.890	3.840	3.791	3.696	3.605	3.517	3.433	3.352	3.274	3.127	2.991	2.689	2.436
6	...	5.601	5.417	5.242	5.076	4.996	4.917	4.841	4.767	4.694	4.623	4.554	4	.486	4.420	4.355	4.231	4.111	3.998	3.889	3.784	3.685	3.498	3.326	2.951	2.643
7	...	6.472	6.230	6.002	5.786	5.683	5.582	5.485	5.389	5.297	5.206	5.119	5	.033	4.950	4.868	4.712	4.564	4.423	4.288	4.160	4.039	3.812	3.605	3.161	2.802
8	...	7.325	7.020	6.733	6.463	6.335	6.210	6.089	5.971	5.857	5.747	5.639	5	.535	5.433	5.335	5.146	4.968	4.799	4.639	4.487	4.344	4.078	3.837	3.329	2.925
9	...	8.162	7.786	7.435	7.108	6.952	6.802	6.656	6.515	6.379	6.247	6.119	5	.995	5.875	5.759	5.537	5.328	5.132	4.946	4.772	4.607	4.303	4.031	3.463	3.019
10	...	8.983	8.530	8.111	7.722	7.538	7.360	7.189	7.024	6.864	6.710	6.561	6	.418	6.279	6.145	5.889	5.650	5.426	5.216	5.019	4.833	4.494	4.192	3.571	3.092
11	...	9.787	9.253	8.760	8.306	8.093	7.887	7.689	7.499	7.315	7.139	6.969	6	.805	6.647	6.495	6.207	5.988	5.687	5.453	5.234	5.029	4.656	4.327	3.656	3.147
12	...	10.575	9.954	9.385	8.863	8.619	8.384	8.159	7.943	7.735	7.536	7.345	7	.161	6.984	6.814	6.492	6.194	5.918	5.660	5.421	5.197	4.793	4.439	3.725	3.190
13	...	11.343	10.635	9.986	9.394	9.117	8.853	8.600	8.358	8.126	7.904	7.691	7	.487	7.291	7.103	6.750	6.424	6.122	5.842	5.583	5.342	4.910	4.533	3.780	3.223
14	...	12.106	11.296	10.563	9.899	9.590	9.295	9.014	8.745	8.489	8.244	8.010	7	.786	7.572	7.367	6.982	6.628	6.302	6.002	5.724	5.468	5.008	4.611	3.824	3.249
15	...	12.849	11.938	11.118	10.380	10.038	9.712	9.403	9.108	8.827	8.559	8.304	8	.061	7.828	7.606	7.191	6.811	6.462	6.142	5.847	5.575	5.092	4.675	3.859	3.268
16	...	13.578	12.561	11.652	10.830	10.462	10.106	9.768	9.447	9.142	8.851	8.575	8	.313	8.062	7.824	7.379	6.974	6.604	6.265	5.954	5.669	5.162	4.730	3.887	3.283
17	...	14.292	13.166	12.166	11.274	10.865	10.477	10.111	9.763	9.434	9.122	8.825	8	.544	8.276	8.022	7.549	7.120	6.729	6.373	6.047	5.749	5.222	4.775	3.910	3.295
18	...	14.992	13.753	12.659	11.690	11.246	10.828	10.432	10.059	9.706	9.372	9.055	8	.756	8.471	8.201	7.702	7.250	6.840	6.467	6.128	5.818	5.273	4.812	3.928	3.304
19	...	15.678	14.324	13.134	12.085	11.608	11.158	10.735	10.336	9.959	9.604	9.268	8	.950	8.650	8.365	7.839	7.366	6.938	6.550	6.198	5.877	5.316	4.844	3.942	3.311
20	...	16.351	14.877	13.590	12.462	11.950	11.470	11.019	10.594	10.194	9.818	9.463	9	.129	8.812	8.514	7.963	7.469	7.025	6.623	6.259	5.929	5.353	4.870	3.954	3.316
21	...	17.011	15.415	14.029	12.821	12.275	11.764	11.285	10.836	10.413	10.017	9.644	9	.292	8.961	8.649	8.075	7.562	7.102	6.687	6.312	5.973	5.384	4.891	3.963	3.320
22	...	17.658	15.937	14.451	13.163	12.583	12.042	11.535	11.061	10.617	10.201	9.810	9	.442	9.097	8.772	8.176	7.645	7.170	6.743	6.359	6.011	5.410	4.909	3.970	3.323
23	...	18.292	16.444	14.857	13.489	12.875	12.303	11.770	11.272	10.807	10.371	9.963	9	.580	9.221	8.883	8.266	7.718	7.230	6.792	6.399	6.044	5.432	4.925	3.976	3.325
24	...	18.914	16.936	15.247	13.799	13.152	12.550	11.991	11.469	10.983	10.529	10.104	9	.707	9.334	8.985	8.348	7.784	7.283	6.835	6.434	6.073	5.451	4.937	3.981	3.327
25	...	19.523	17.413	15.622	14.094	13.414	12.783	12.198	11.654	11.147	10.675	10.234	9	.823	9.438	9.077	8.422	7.843	7.330	6.873	6.464	6.097	5.467	4.948	3.985	3.329
26	...	20.122	17.877	15.983	14.375	13.662	13.003	12.392	11.826	11.299	10.810	10.354	9	.929	9.532	9.161	8.488	7.896	7.372	6.906	6.491	6.118	5.480	4.956	3.988	3.330
27	...	20.707	18.327	16.330	14.643	13.898	13.211	12.575	11.987	11.441	10.935	10.465	10	.027	9.618	9.237	8.548	7.943	7.409	6.935	6.514	6.136	5.492	4.964	3.990	3.331
28	...	21.281	18.764	16.663	14.898	14.121	13.406	12.746	12.137	11.573	11.051	10.566	10	.116	9.697	9.307	8.602	7.984	7.441	6.961	6.534	6.152	5.502	4.970	3.992	3.331
29	...	21.844	19.188	16.984	15.141	14.333	13.591	12.907	12.278	11.696	11.158	10.660	10	.198	9.769	9.370	8.650	8.022	7.470	6.983	6.551	6.166	5.510	4.975	3.994	3.332
30	...	22.396	19.600	17.292	15.372	14.534	13.765	13.059	12.409	11.810	11.258	10.747	10	.274	9.835	9.427	8.694	8.055	7.496	7.003	6.566	6.177	5.517	4.979	3.995	3.332
40	...	27.355	23.115	19.793	17.159	16.046	15.046	14.146	13.332	12.594	11.925	11.315	10	.757	10.247	9.779	8.951	8.244	7.634	7.105	6.642	6.234	5.548	4.997	3.999	3.333
50	...	31.424	25.730	21.482	18.256	16.932	15.762	14.725	13.801	12.975	12.234	11.566	10	.962	10.414	9.915	9.042	8.304	7.675	7.133	6.661	6.246	5.554	4.999	4.000	3.333



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES  
DIPLOMADO EN DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
MÓDULO III "EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE  
INVERSIÓN"**

*ESTADOS PROFORMA*

**M.C. Ricardo Gallardo A.  
Palacio de Minería  
1997.**

ESTADOS

PROFORMA



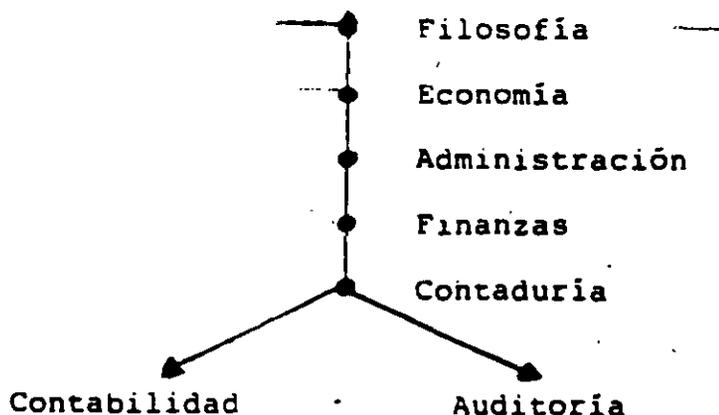
PROF. RICARDO GALLARDO A.

## ADMINISTRACION FINANCIERA

En tiempos modernos, el tema de "Administración Financiera resulta de suma importancia para el proceso de "Toma de Decisiones Empresariales".

Anteriormente esta actividad se realizaba en forma empírica representada generalmente por el dueño del negocio, ello sin aplicar ninguna metodología específica. Actualmente la situación demanda de gran estudio y profesionalismo especializado en el área, y con visión estratégica. Veamos el siguiente esquema para ubicar las finanzas.

### ARBOL DE LA CONTADURIA Y ADMINISTRACION:



Contaduría = Contabilidad + Auditoría  
Finanzas = Pertenece a la Administración  
Administración = Es un área de las Ciencias Económicas  
Economía = Tiene a la Filosofía como toda área del saber humano.

LA PLANEACION ES UNA ETAPA  
DEL PROCESO ADMINISTRATIVO Y UNA -  
HERRAMIENTA DE LOS PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO ES UN PLAN EXPRESADO  
EN TERMINOS CUANTITATIVOS

TAMBIEN EL PRESUPUESTO ES UN ELEMENTO DE MOTIVACION, EN TANTO QUE AL ESTABLECER ESTANDARES A ALCANZAR, ESTOS SEAN ANALIZADOS Y NO IMPUESTOS.

PARA EL LOGRO DE UN SISTEMA DE COORDINACION Y CONTROL.

- QUIEN ES EL RESPONSABLE
- QUE SE ESPERA DE CADA GERENCIA
- CUANDO DEBE DESARROLLARSE

**PRESUPUESTOS  
FINANCIEROS**

**RESULTADOS**

**EFFECTIVO**

**SITUACION FINAN  
CIERA**

**ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA MUESTRA A FUTURO LOS IMPORTES DE VENTAS COSTOS, GASTOS Y UTILIDADES.**

**P. DE EFFECTIVO. - A CORTO PLAZO CONSIDERA ENTRADAS Y SALIDAS DE DINERO DE LA EMPRESA.**

**ESTADO PROFORMA DE SITUACION FINANCIERA. - MOSTRARA BAJO DETERMINADOS SUPUESTOS EL BALANCE DE LA EMPRESA.**

## PLANEACION FINANCIERA

CONJUNTO DE PROCEDIMIENTOS ESTIMADOS, PARA TOMAR DECISIONES A C.P. Y L.P. CON RESPECTO A:

- PUNTO DE EQUILIBRIO
- APALANCAMIENTO FINANCIERO
- PRESUPUESTOS FINANCIEROS
- FLUJO DE EFECTIVO
- PROYECTOS DE INVERSION

## PLANEACION ESTRATEGICA

CONJUNTO DE PROCEDIMIENTOS BASADOS EN SUPOSICIONES ORIENTADAS AL FUTURO PARA DIRIGIR LAS ACTIVIDADES DE LA EMPRESA Y SU MEDIO AMBIENTE, COMPRENDE:

- LIDERAZGO
- POSICION DE MERCADO
- TECNOLOGIA DE VANGUARDIA
- PERSONAL ALTAMENTE CAPACITADO
- INNOVACION DE PRODUCTOS

LA CALIDAD S.A.  
 BALANCE GENERAL  
 AL 31 DE MARZO DE 199X

BANCOS	\$ 100	PROVEEDORES	1500
CUENTAS POR COBRAR	500	OTROS PASIVOS	50
INVENTARIOS	2000	IMPUESTOS POR PAGAR	240
EQUIPO	2000	CAPITAL SOCIAL	1800
DEPRECIACION	<u>( 600)</u>	UTILIDADES ACUMULADAS	<u>400</u>
	4000		4000

PRESUPUESTO DE VENTAS POR EL EJERCICIO ANUAL

ABRIL	\$ 1000	OCTUBRE	2000
MAYO	3000	NOVIEMBRE	1000
JUNIO	1500	DICIEMBRE	1000
JULIO	1000	ENERO	1200
AGOSTO	1000	FEBRERO	1500
SEPTIEMBRE	1200	MARZO	1300

**LA CALIDAD S.A**

**ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA**

**1o DE ABRIL DE 199X AL 30 DE JUNIO 199X**

Ventas		\$5,500
- Costo de Ventas (50%)		<u>2,750</u>
Margen Bruto de Ventas		\$2,750
- Comisiones (10%)		<u>550</u>
- Impuesto s/ventas (4%)		<u>220</u>
Contribución marginal		\$1,980
- Gastos Fijos		
Desembolsables	\$1,200	
Depreciación	<u>50</u>	<u>1,250</u>
Utilidad en Operación		\$ 730
- Provisión para I.S.R.		<u>292</u>
Utilidad neta		<u><u>\$ 438</u></u>

## PRESUPUESTO DE CAJA

	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.
Ventas Totales	1,000	1,000	3,000	1,500	1,000	1,000
Ventas de contado	500	500	1,500	750	500	500
Ventas a crédito	<u>500</u>	500	1,500	<u>750</u>	500	500
<u>Entradas de dinero</u>		abril	mayo	junio		
Ventas de contado		500	1,500	750		
Cobranza mes anterior		<u>500</u>	<u>500</u>	<u>1,500</u>		
Suman las entradas		<u>1,000</u>	<u>2,000</u>	<u>2,250</u>		

	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.
Ventas	1000	1000	3000	1500	1000	1000
Costo de Ventas (50%)	500	500	1500	750	500	500
Comisiones del mes (5%)	50	50	150	75	50	50
Comisiones mes siguiente (5%)	50	50	150	75	50	50
Impuesto s/ventas (4%)	40	40	120	60	40	40
<b>Salidas de efectivo:</b>						
Pago a proveedores		1,500				
Pago comisión del mes		50	150	75		
Pago comisión mes anterior		50	50	150		
Pago impuesto s/ventas		40	40	120		
Pago I.S.R.					200	
Pago gastos fijos		400	400	400		
Suman las salidas						

## PRESUPUESTO DE INVENTARIOS Y COMPRAS

Inventario Inicial	+	Compras	-	Salidas	=	Inventario Final
-----------------------	---	---------	---	---------	---	---------------------

	abr.	may.	jun.	jul.	ago.
Costo de Ventas (Salidas del almacén)	500	1500	750	500	500

### Presupuesto de Invetarios y Compras.

	abr.	may.	jun.	jul.	ago.
Inventario Inicial	2000*	2250	1250	1000	
Compras (1) <i>(ver costo)</i>	750	500	500		
Salidas <i>Costo</i>	500	1500	750	500	500
Inventario Final	2250	1250	1000		

## PRESUPUESTO DE EFECTIVO

	ABRIL	MAYO	JUNIO
SALDO INICIAL	100	100	100
+ ENTRADAS	1000	2000	2250
- SALIDAS	<u>2040</u>	<u>1390</u>	<u>1445</u>
SALDO FINAL	(940)	710	905
+ FINANCIAMIENTO	1040		
- PAGO DEL CREDITO	<u>          </u>	<u>610</u>	<u>430</u>
SALDO	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>475</u>

31-111-9X      30-VI-9X

Bancos y valores	100	475
Cuentas por cobrar	500	750
Inventarios	2,000	1,000
Equipo	2,000	2,000
Depreciación acumulada	( 600)	( 650)
Suma	<u>4,000</u>	<u>3,575</u>

Proveedores	1,500	500
Otros pasivos	50	75
Impuestos por pagar	240	352
Capital Social	1,800	1,800
Utilidades Acumuladas	410	848
Suma	<u>4,000</u>	<u>3,575</u>

LA CALIDAD S.A

ESTADO DE SITUACION FINANCIERA PROFORMA

AL 30 DE JUNIO 199X

BANCOS	\$ 475	PROVEEDORES	\$ 500
CUENTAS POR COBRAR	750	OTROS PASIVOS	75
INVENTARIOS	1000	IMPUESTOS	352
EQUIPO	2000	CAPITAL SOCIAL	1800
DEPRECIACION	650	UTILIDADES	848
TOTAL ACTIVO	<u>3575</u>	PASIVO MAS CAPITAL	<u>3575</u>



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES  
DIPLOMADO EN DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
MÓDULO III "EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE  
INVERSIÓN"**

*EL CICLO DEL PROYECTO; ESTUDIOS TÉCNICOS*

**DR. JOSÉ JESÚS ACOSTA FLORES**  
Palacio de Minería  
1997.

# FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

## CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

Dr. José Jesús Acosta Flores

### Introducción.

En esta primera plática vamos a dar una visión general sobre la dirección de proyectos. Para ello veremos primero qué entenderemos por un proyecto, por administración de proyectos y en qué consiste el ciclo de vida de un proyecto. Después platicaremos un poco sobre la influencia de la organización, las habilidades gerenciales clave, las influencias socioeconómicas y lo que generalmente constituye la primera fase en el ciclo de un proyecto: su formulación y evaluación.

### ¿Qué es un proyecto?

Las organizaciones ejecutan trabajos que pueden ser operaciones o proyectos.

Las operaciones y los proyectos comparten muchas características, por ejemplo, son efectuados por personas, restringidos por recursos limitados, planeados, ejecutados y controlados. Difieren principalmente en que las operaciones son repetitivas y se mantienen, mientras que los proyectos son únicos y temporales.

Podemos definir entonces a un proyecto como un esfuerzo temporal efectuado para crear un producto o servicio único.

Temporal significa que tiene un principio y un fin. Termina el proyecto cuando se cumplen sus objetivos o es claro que no se van a poder cumplir. Temporal no quiere decir que sea de poca duración, existen proyectos que han durado varios años. Por otra parte, el producto del proyecto puede durar siglos, por ejemplo, los monumentos nacionales. Normalmente el equipo humano se desintegra, como equipo, cuando finaliza el proyecto.

Único, representa que el producto o servicio es diferente en algún aspecto que lo distingue de productos o servicios similares. Los proyectos involucran hacer algo que no se ha hecho antes y en ese sentido son únicos. Por ejemplo, se han construido muchos miles de edificios para oficinas, pero cada edificio es único - dueño, diseño, localización, contratistas diferentes, y así por el estilo.

### Dirección de proyectos.

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer o exceder las necesidades y esperanzas de los involucrados en el proyecto.

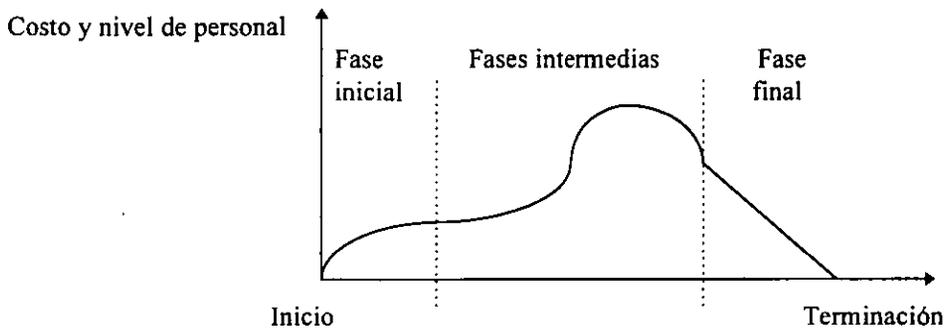
Los involucrados normalmente son: el gerente del proyecto, los clientes, la organización que lo ejecuta, los patrocinadores, proveedores, contratistas, familiares, gobierno y la sociedad en general.

Vamos a considerar a los requerimientos identificados como necesidades y a los no identificados como esperanzas. Satisfacer o exceder las necesidades y esperanzas de los involucrados implica balancear las demandas competitivas entre: el alcance, el tiempo, el costo y la calidad. Luego los proyectos y la dirección de proyectos operan en un ámbito más amplio que el del proyecto en sí mismo. Es muy importante que el equipo de trabajo comprenda este contexto más amplio.

### Ciclo de vida del proyecto.

Los proyectos se dividen en fases y éstas constituyen el ciclo de vida del proyecto. Al final de cada fase se tiene un producto tangible y se toma la decisión de continuar o no con las fases siguientes.

Los ciclos de vida del proyecto generalmente definen los trabajos técnicos que deberán hacerse y quiénes deberán estar involucrados en cada fase. Las descripciones del ciclo de vida pueden ser muy generales o muy detalladas.



Generalmente los proyectos constan de cuatro fases: formulación y evaluación, planeación y diseño, ejecución, y terminación y puesta en marcha.

### **Influencia de la organización.**

Existen diferentes tipos de organizaciones y éstas restringen la disponibilidad de los recursos que pueden asignarse a un proyecto, desde una organización funcional hasta una organización por proyectos, con estructuras matriciales intermedias.

### **Habilidades gerenciales clave.**

En general, las habilidades requeridas por un gerente de proyectos son: conocimientos sobre contabilidad y finanzas, ventas y mercadeo, investigación y desarrollo, manufactura y distribución, planeación estratégica, táctica y operativa, estructuras organizacionales, comportamiento de las organizaciones, administración de personal, compensaciones, beneficios y desarrollo del personal, administración de las relaciones de trabajo al través de la motivación, delegación, supervisión, formación de equipos de trabajo, manejo de conflictos, administración del tiempo y del estrés, liderazgo, creatividad, comunicación, negociación y solución de problemas.

### **Influencias socioeconómicas.**

Habrá que tomar en cuenta los estándares y las regulaciones, la globalización y las influencias culturales para poder desarrollar de manera conveniente la conducción de los proyectos.

Recordemos que un estándar es un documento aprobado por una institución reconocida, que provee, para un uso común y repetido, reglas, guías o características para productos, procesos o servicios cuyo cumplimiento no es obligatorio; y que una regulación si es obligatoria, por ejemplo los reglamentos de construcción.

Por la globalización, se deben considerar además del alcance, costo, tiempo y calidad, las diferencias de tiempo en las zonas, días de fiesta regionales y nacionales, requerimientos de viaje, teleconferencias y diferencias políticas.

Las influencias culturales son las creencias, costumbres, actitudes políticas, económicas, demográficas, educativas, éticas, étnicas y religiosas que afectan la forma en que interactúan las personas y las organizaciones.

### **Formulación y evaluación de proyectos.**

Esta fase consiste en la concepción del proyecto, los estudios de mercado, los técnicos, los económico financieros y la evaluación.

En los estudios de mercado se determina la oferta y la demanda del producto o servicio del proyecto así como de sus materias primas. En los técnicos se determina la localización, el tamaño y la ingeniería del proyecto. En los económico financieros se tienen los estados proforma, balance, resultados y origen y aplicación de fondos. En la evaluación, mediante criterios preestablecidos, se determina la factibilidad y rentabilidad del proyecto o que no es factible o que no es rentable o que es necesario profundizar en algunos estudios porque se considera que aún no se cuenta con todos los elementos de juicio necesarios para poder tomar una decisión.

A continuación se verán los principios fundamentales y las habilidades para facilitar la concepción del proyecto.

### **Concepción del proyecto.**

Para ello se requiere la creatividad que consta de ocho principios y cuatro habilidades básicas.

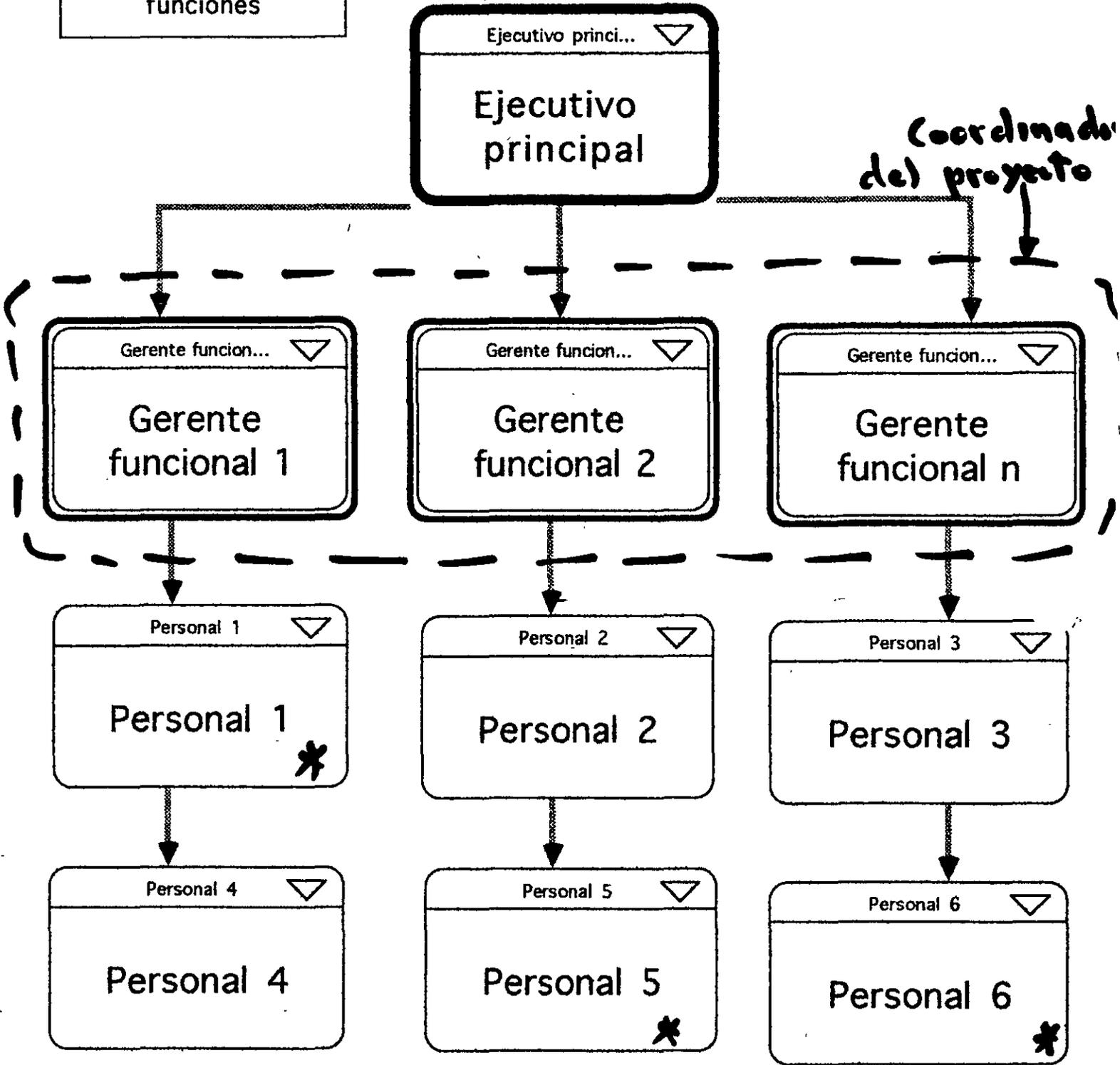
Los ocho principios son:

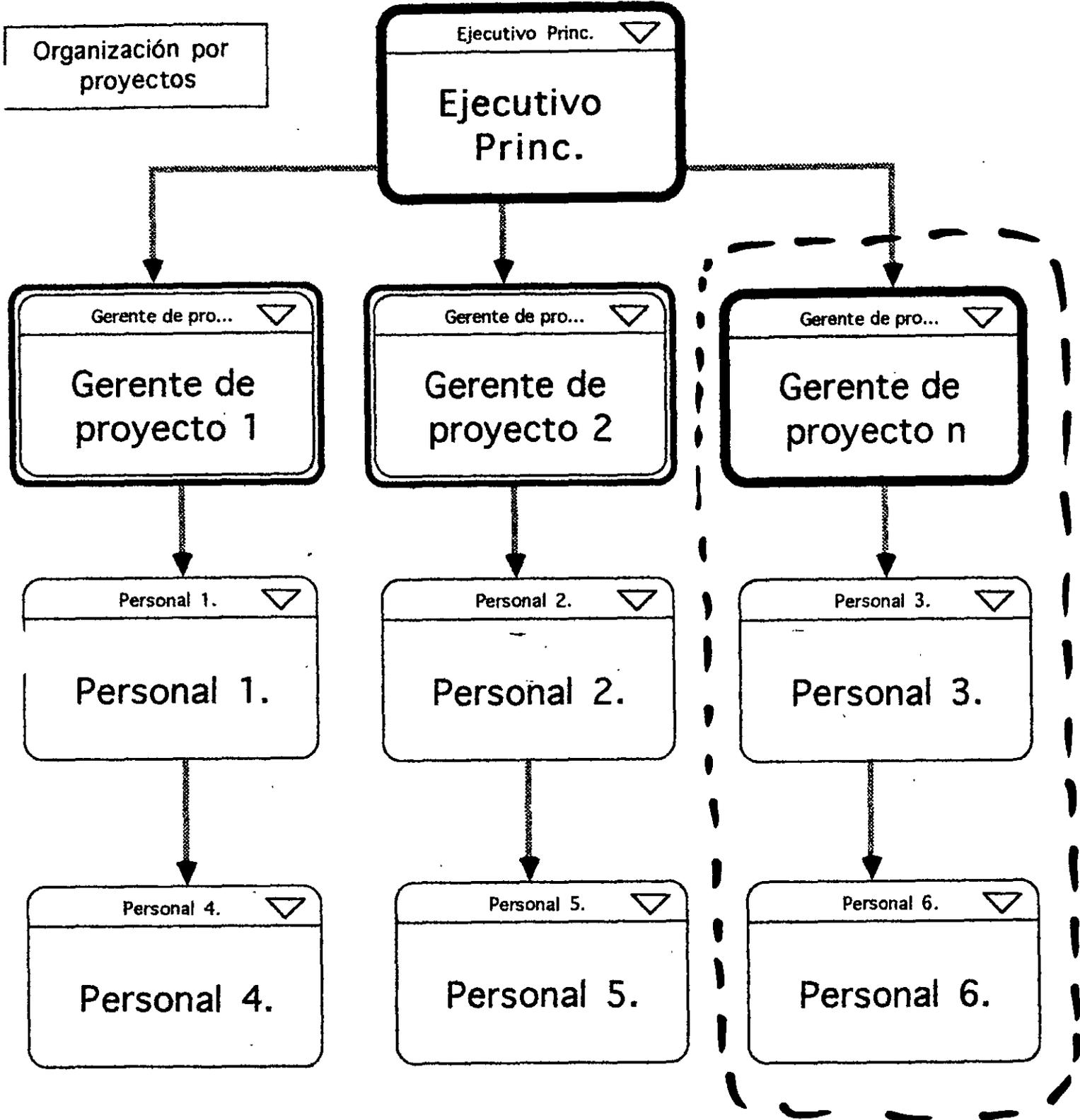
1. Todos somos creativos
2. La creatividad reduce los riesgos
3. La creatividad tiene cuatro caras
4. La información no basta
5. Una imagen es mejor que mil palabras
6. Los sueños o problemas imposibles no existen (sólo los soñadores limitados o las personas incapaces de resolver problemas)
7. El subconsciente es un socio extraordinario en el proceso creativo
8. El pensamiento creativo genera situaciones de triunfo generalizado

Las cuatro habilidades básicas son:

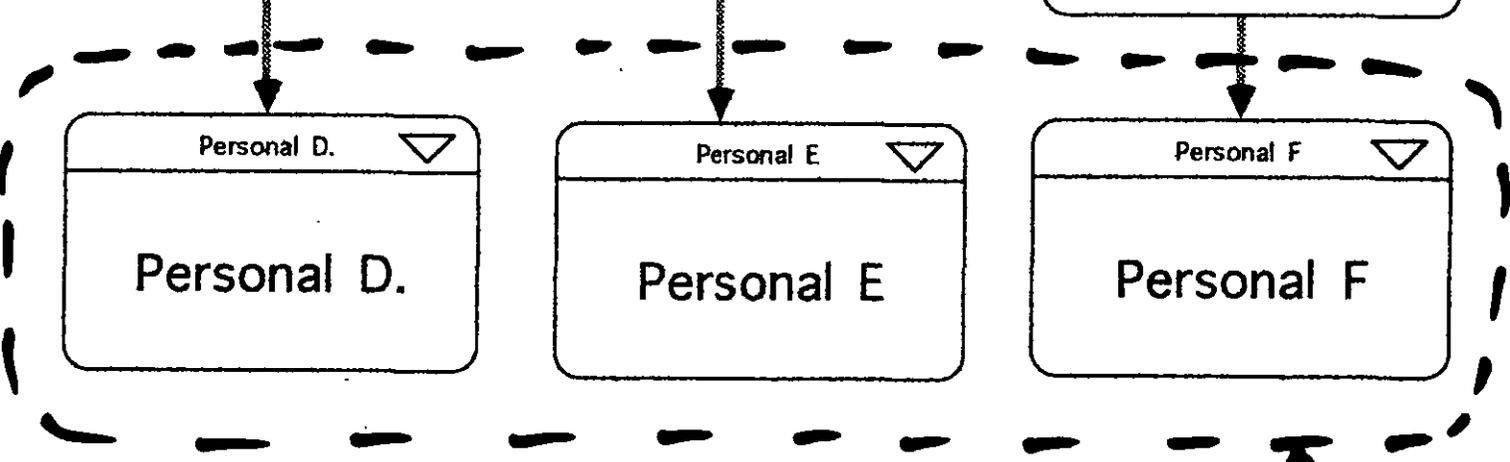
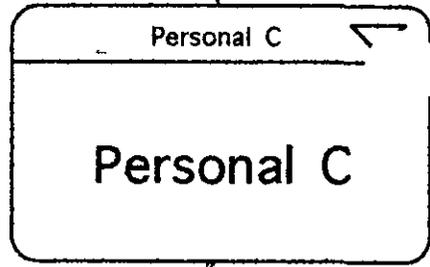
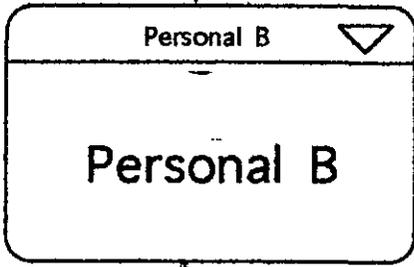
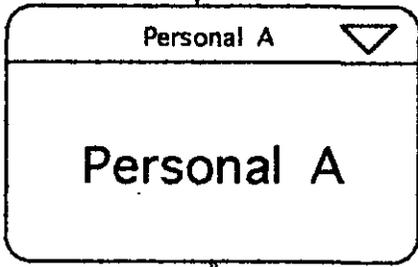
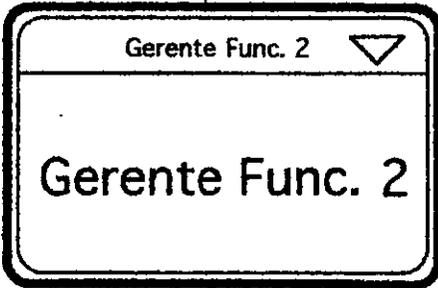
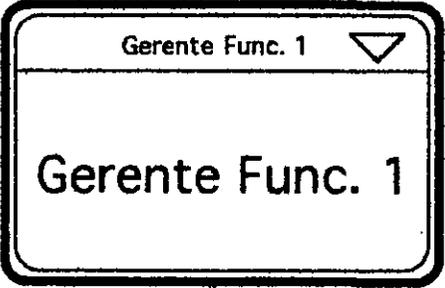
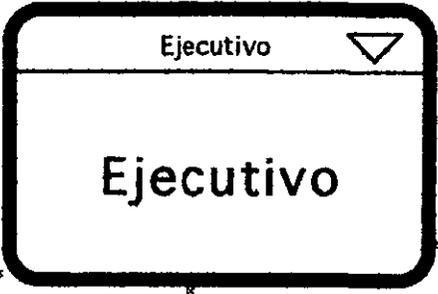
1. Tener un pensamiento divergente
2. Establecer asociaciones forzadas
3. Convertirse en abogados del ángel
4. Disectar ideas

Organización por funciones





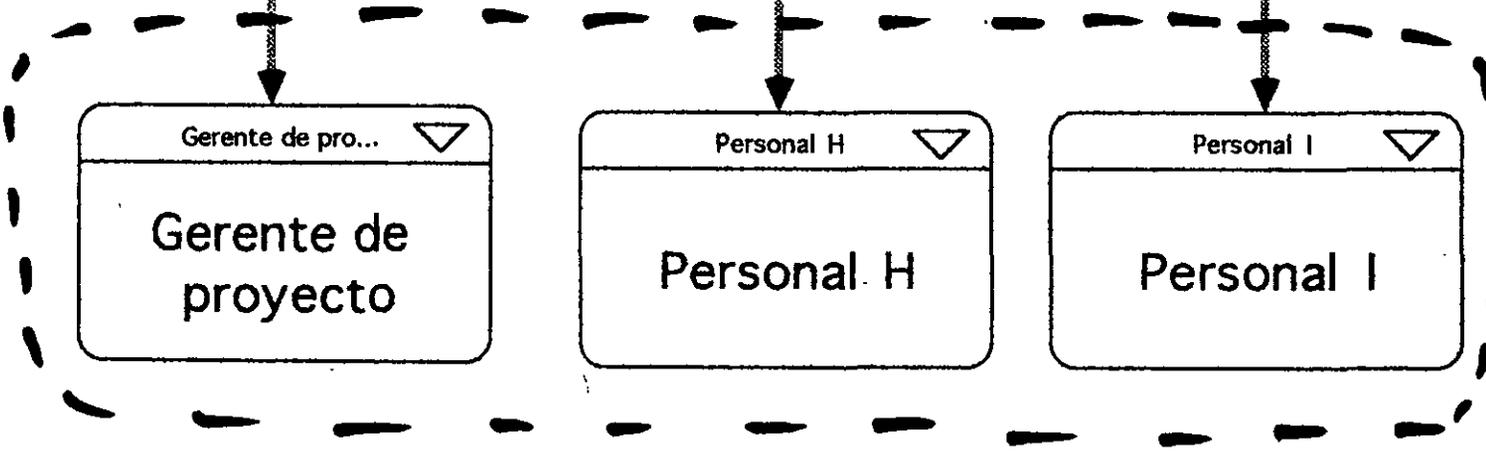
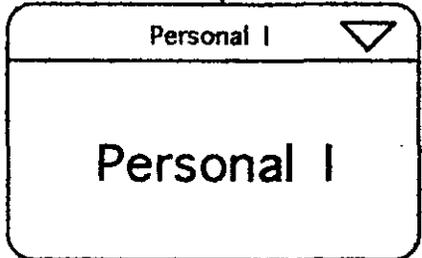
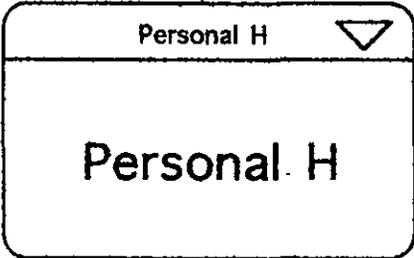
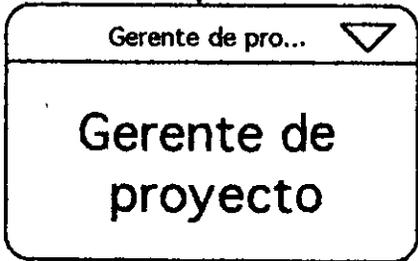
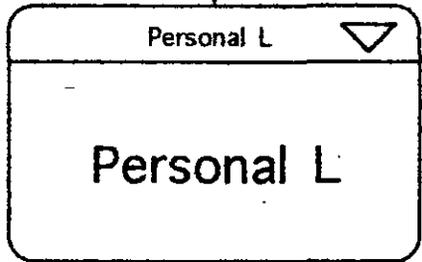
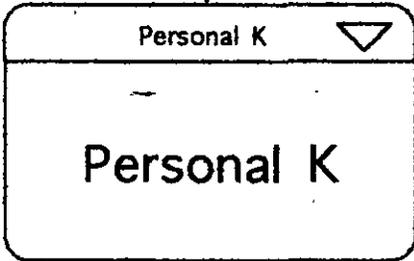
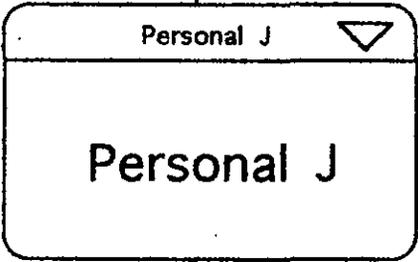
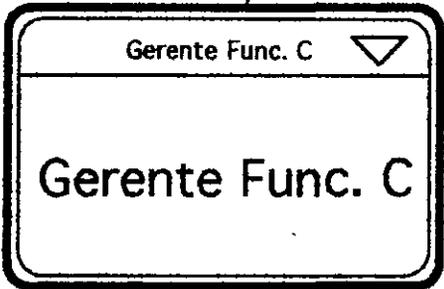
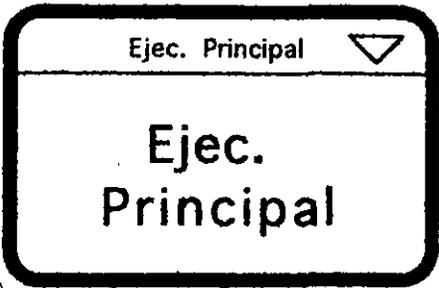
Organización matricial débil



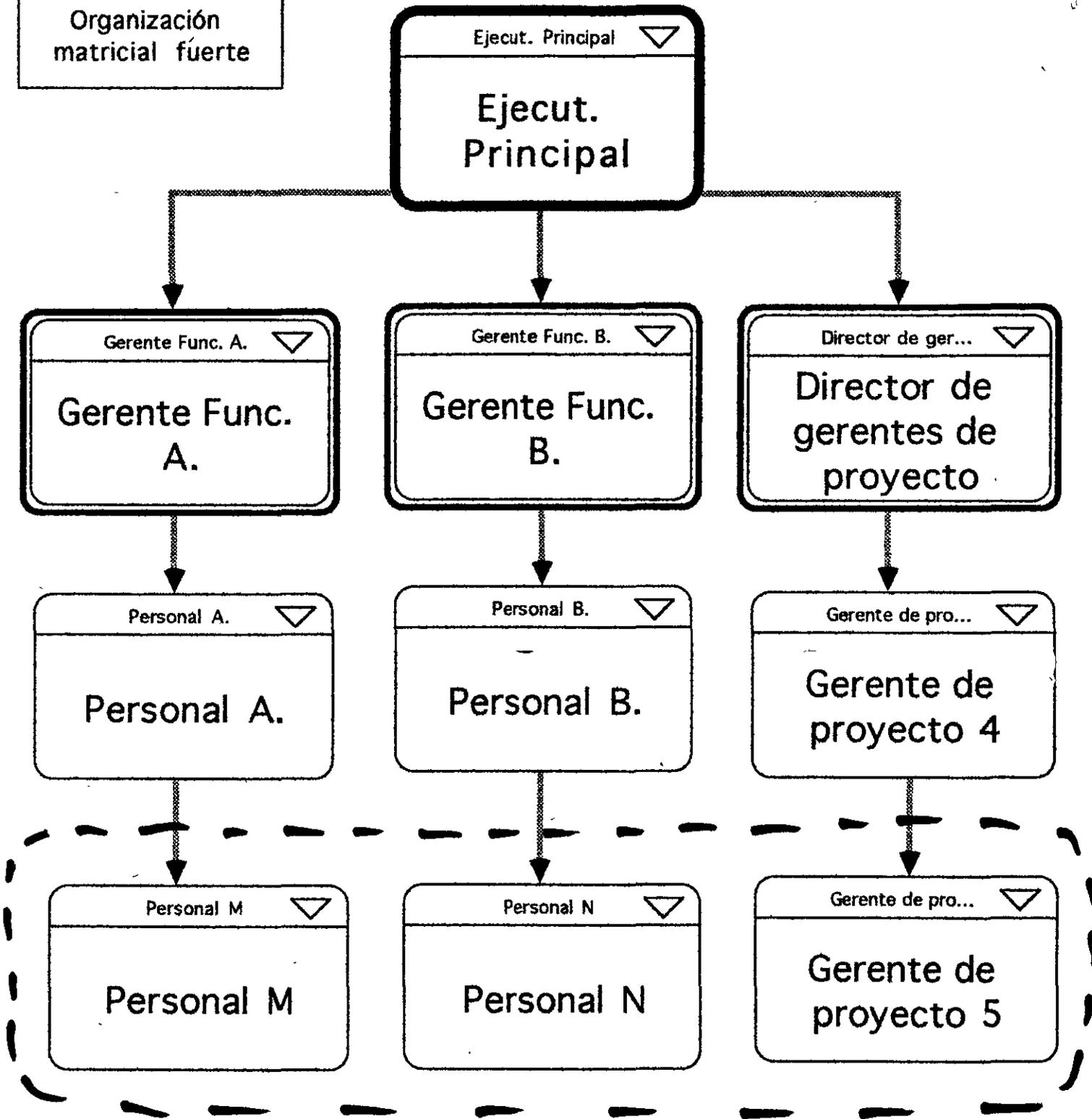
Coordinador del proyecto

Handwritten text with an arrow pointing up to the dashed-line box.

Organización matricial balanceada



Organización  
matricial fuerte



## INTRODUCCION

El presente resumen se refiere al contenido programático de la cátedra denominada "Aspectos técnicos", de un curso de Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión.

Es una información muy sintética de los siguientes apartados, a saber: el Proyecto, la Localización, el Tamaño y la Ingeniería del Proyecto.

El único mérito, si es que lo tiene, es el haber compilado en pocas páginas los "apuntes de clase" del profesor Nilson Holanda, eminente economista brasileño, como también algunos criterios del mencionado profesor aparecidos en su más reciente libro "Planeación y Proyectos".

Ing. Adolfo Solís M.  
Asesor de la OEA al FONEP  
de México.

## EL PROYECTO

### *Significado e Importancia*

Proyecto es cualquier propósito de acción definida y organizada de manera racional. En términos económicos cuando se habla de proyectos se tiene un plan de "inversión" a la vista.

La "inversión" se puede definir como la inmovilización de ciertos recursos con el objeto de conseguir beneficios en un futuro, siempre y cuando éstos se obtengan en un período razonable de tiempo. Por lo tanto, un proyecto nada más debe ser un conjunto de informaciones útiles y objetivas, articuladas en forma metodológicamente satisfactoria y formando un contexto armónico y coherente, tan simple y conciso como sea posible, para fundamentar una decisión sobre la conveniencia de realizar una determinada inversión.

Así, pues, la técnica para la elaboración del documento llamado proyecto es una materia esencialmente práctica y de carácter interdisciplinario, que resulta de la combinación de principios básicos de economía, ingeniería, finanzas y administración.

Desde el punto de vista del empresario privado el proyecto es un instrumento que le permite evaluar las ventajas relativas de un determinado uso de los recursos (capital, tierra, capacidad empresarial).

Desde el punto de vista social el proyecto considera los beneficios y costos sociales por la utilización de los recursos de la comunidad en la producción de determinados bienes y servicios. Estas consideraciones deben hacerse a precios sociales (de cuenta), pues los precios del mercado, que se utilizan para elaborar los proyectos normalmente, no reflejan adecuadamente los valores económicos.

Hay que recordar que en las economías capitalistas, sean o no de tipo mixto, se tiene derecho a emplear el capital o la tierra en lo que más produzca, no en lo que más necesite la comunidad.

Durante la elaboración del proyecto habrá que estudiar, entre muchas otras cosas, las ventajas o desventajas de utilizar los recursos; así se usen para la creación de un nuevo medio de producción o para el aumento de la capacidad o del rendimiento de los medios de producción existentes.

El proyecto tendrá que justificar un programa de producción o el mecanismo técnico-administrativo que permita minimizar los riesgos inherentes a la decisión de invertir. Todo esto implica el planteamiento de un complejo número de variables de orden económico, técnico, financiero, administrativo. Habrá mayores posibilidades de éxito cuando estas variables se analicen con todo rigor científico y por personas con experiencia práctica comprobada en la materia.

Para atender esta imperiosa necesidad de analizar las múltiples variables y racionalizar el pro-

ceso decisivo, en la selección de alternativas de inversión, surgió esta técnica de la elaboración y evaluación de proyectos.

Esta técnica pertenece a la familia de las técnicas de *solución de problemas* a que se refiere McKean, incluyendo en esta categoría la administración científica de Taylor, investigación de operaciones, análisis de sistemas, etc.

La elaboración de proyectos contribuye también a dar mayor dinamismo al proceso por el cual el ahorro monetario de transformar en inversión efectiva, presentando, de manera racional y convincente, oportunidades de inversión rentable.

El ILPES/CEPAL, en "Discusiones sobre Planificación", reconoció que la escasez de proyectos es uno de los principales obstáculos para la viabilidad práctica de un proceso de planificación.

Si se observa por el lado de la eficiencia administrativa en las organizaciones públicas o paraestatales, uno de los puntos de estrangulamiento de países subdesarrollados económicamente, el proyecto representa una alternativa que substituye el comportamiento arbitrario o el sistema *de tráfico de influencias* por decisiones técnicamente justificadas, asegurando patrones mínimos de eficiencia y fortaleciendo la confianza general del pueblo de la solidez de sus instituciones.

Una opinión de Nilson Holanda: "la corrupción administrativa observada en algunos países subdesarrollados constituye antes un problema de técnica administrativa que de ética o seguridad pública, porque refleja casi siempre, no una vocación irresistible a la falta de honestidad, sino más bien la ausencia de políticas bien definidas y adecuadas técnicas de trabajo. De otra manera, no se justificaría el dualismo o concomitancia, en un mismo país subdesarrollado, de la existencia de empresas públicas respetadas y de instituciones gubernamentales completamente desprestigiadas".

### *Tipos de Proyectos*

Los proyectos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) Agrícolas (inclusive pecuarios)
- b) Industriales (extractivos y manufactureros)
- c) De Servicios

#### 1. *De Servicios Básicos*

- Hidroeléctricos
- Carreteras
- Ferrocarriles
- Puertos
- Aeropuertos
- Acueductos
- Alcantarillados
- Silos, etc.

#### 2. *De Servicios Sociales*

- Escuelas
- Hospitales
- Viviendas, etc.
- d) Otros servicios
- Hoteles, etc.

Ejemplo:

Los proyectos industriales pueden ser de:

- *Implantación*: Instalación de una nueva unidad de producción.
- *Ampliación*: Simple multiplicación o integración.
- *Modernización*: Por obsolescencia manteniendo la misma capacidad.
- *Relocalización*: Por alteración de los precios de los factores.

### *Origen de los Proyectos*

Los proyectos públicos pueden surgir como resultado de planes globales o sectoriales de desarrollo, de carácter nacional o regional.

Los proyectos privados surgen como respuesta a dos tipos de estímulos:

- a) Por la presencia de un mercado amplio y en crecimiento.
- b) Por estímulos financieros, fiscales y cambiarios establecidos por las autoridades gubernamentales, en beneficio de ciertas áreas preferenciales de inversión, en términos sectoriales y regionales.

### *Etapas Principales de un Proyecto*

De acuerdo a la complejidad de su elaboración o análisis, al proyecto se le puede identificar un mayor o menor número de fases o etapas.

De manera general, se pueden distinguir cinco etapas:

- a) Estudios preliminares (desde la identificación de la idea hasta viabilidad final).
- b) Anteproyecto (estudio de prefactibilidad que no dispone de suficientes detalles que hagan posible la instalación).
- c) Proyecto final o definitivo (estudio de factibilidad con ingeniería de detalle necesarios para la instalación, esquema definido de financiamiento, evaluación a priori).
- d) Montaje y ejecución (puesta en marcha, entrenamiento de personal).
- e) Funcionamiento normal (operación, evaluación ex post).

La diferencia de una etapa a otra es la calidad de la información y la profundidad del análisis.

### *Procedimiento en la Formulación y Evaluación*

Convencionalmente, la técnica operativa de la preparación del documento denominado proyecto, comprende, por lo menos, dos aspectos principales:

- a) La formulación del proyecto propiamente dicha.
- b) La evaluación del proyecto.

En la práctica, es bastante difícil separar estos dos aspectos, ya que la formulación, hasta cierto punto, es el ordenamiento de datos para su evaluación.

Tal vez la diferencia fundamental ocurre cuando se hace la evaluación social donde se necesita una información "extra-proyecto", como elemento de juicio de naturaleza macroeconómica. En cambio, para la elaboración se recurre a información de carácter microeconómico.

La evaluación es un puente que une los proyectos con los programas, pero es reprobable que se llegue a una falsa apariencia de exactitud mediante una excelente evaluación, con datos de discutible veracidad.

### *Elementos que Componen un Proyecto*

Un proyecto industrial debe contener, por lo menos, los siguientes elementos principales:

- |                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| a) económico      | { | micro (mercado, tamaño, localización, ingresos y egresos)<br>macro (evaluación social)   |
| b) técnico        | { | ingeniería<br>inversiones (uso de los recursos)  |
| c) financiero     | { | financiamiento (fuente de los recursos).<br>rentabilidad (VAN, TIR)<br>capacidad de pago |
| d) administrativo | { | aspectos legales<br>organización de la empresa   |

La manera de ordenar el anterior diagrama es irrelevante. Se expone en ese orden por cuestión didáctica pero lo importante es que las diferentes partes que conforman el proyecto sean coherentes y perfectamente compatibles entre sí.

### *Algunos Aspectos Metodológicos*

Las investigaciones que se efectúen relacionadas con los diversos aspectos del proyecto se deben de cumplir por pasos de suficiente extensión y profundidad, según el momento.

El grado de profundidad guarda relación con el costo adicional de las nuevas investigaciones y el beneficio marginal obtenido. Siendo este beneficio el que permita obtener una mayor confiabilidad o seguridad en el análisis y también, que procure previsiones más exactas.

Ahora bien, dado el carácter interdisciplinario y la íntima relación existente entre los diferentes aspectos, se recomienda que la elaboración del proyecto se cumpla en la forma secuencial, denominada de "aproximaciones sucesivas". Es imposible definir de manera precisa el orden en que los diversos aspectos deben ser estudiados.

Estos aspectos son: mercado y comercialización, localización y tamaño, ingeniería e inversiones, presupuestos de ingresos y egresos, financiamiento. Es poco recomendable estudiar independientemente cada aspecto hasta agotar la materia para luego encajonarlo en la estructura del proyecto.

En la práctica es aconsejable iniciar el estudio de cada uno de los aspectos anteriormente enunciados, de manera simultánea y superficial. Se recomienda así con el fin de establecer rápidamente las líneas de acción general que luego sirven para definir la estrategia más adecuada. La definición de esta estrategia debe ser concreta y específica para cada aspecto del proyecto y con base en los datos que ya fueron recabados en las investigaciones preliminares.

Obrando así, se consigue una retroalimentación permanente con patrones debidamente cuantificados y coeficientes útiles, que en cada paso de avance tendrán que ser de mejor calidad para llegar a procesar toda la información requerida por el proyecto. Procediendo así se estructuran correctamente los mecanismos técnicos y operativos para conseguir un estudio tecnoeconómico armónico entre sí, homogéneo, coherente y equilibrado en todos sus capítulos.

# LOCALIZACION

## 1. *Introducción*

Además de decir QUE, COMO y CUANDO producir, es necesario definir DONDE producir.

En el proceso de decisión, se introduce con el DONDE, la variable distancia y los factores que condicionan la distribución espacial de la actividad económica.\*

## 2. *Planteamiento del Problema*

En la evolución de la teoría de localización se han observado dos tendencias:

La del equilibrio parcial o teoría clásica de los costos mínimos de transporte, en condiciones de demanda constante, despreciando los aspectos de interdependencia locacional de las empresas.

La del equilibrio que considera la interdependencia locacional de las empresas, las variaciones de la demanda y la determinación de áreas de mercado para empresas localizadas en diferentes sitios geográficos.

Para el propósito actual, o sea, definir una metodología práctica que sirva para seleccionar el mejor lugar para la instalación de un proyecto específico, se recomienda el tipo de equilibrio parcial. No obstante, conviene analizar otras relaciones con detalle realístico. Esto obedece a que el problema de localización no tiene solución inequívoca y científica, sino más bien condicionada a un método interactivo, de tanteo, de error y ensayo.

## 3. *Localización Optima*

La óptima localización es la que asegura la máxima diferencia entre beneficios y costos, privados o sociales.

Vale decir, la mejor localización es la que permite obtener la máxima rentabilidad (criterio privado), o el costo unitario mínimo (criterio social).

## 4. *Fuerzas Locacionales*

Se llaman fuerzas locacionales las *variables* que determinan la distribución geográfica de las actividades económicas, con base en el epicentro económico de una región.

La localización está condicionada al comportamiento de estas fuerzas.

---

\* La teoría sobre localización se estudia dentro del campo de la economía espacial. Hace parte de la teoría económica general como un segmento especializado, relativamente nuevo.

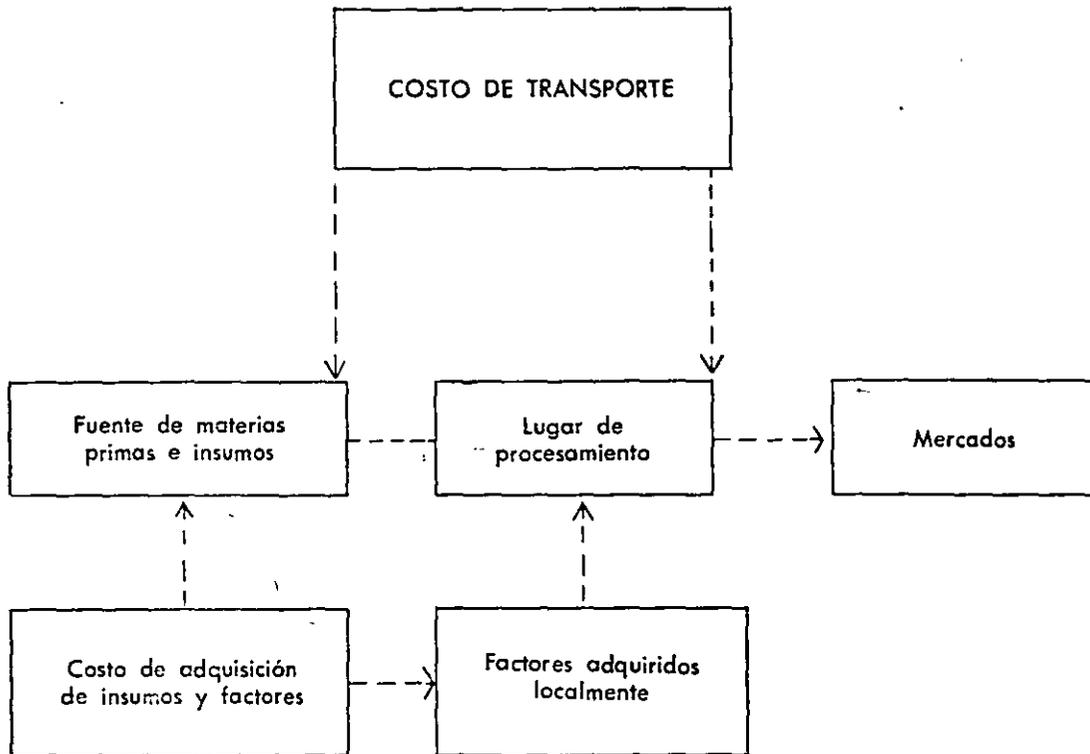
## 5. Costo de Producción y Costo de Transporte

Se pueden identificar las fuerzas locacionales, al menos, en cuatro operaciones, si se analiza la estructura de costos de un proyecto, en función de la localización:

- 5.1 Adquisición de materias primas e insumos.
- 5.2 Transporte de esas materias primas al lugar de procesamiento.
- 5.3 Procesamiento.
- 5.4 Transporte de los productos elaborados hacia los mercados.

En términos espaciales esas operaciones deben realizarse en tres puntos geográficos distintos:

1. Fuente de materias primas.
2. Lugar de procesamiento.
3. Area de mercado.



En el diagrama se visualizan dos tipos de costos: el de transporte y el de adquisición de materias primas, insumos y factores.

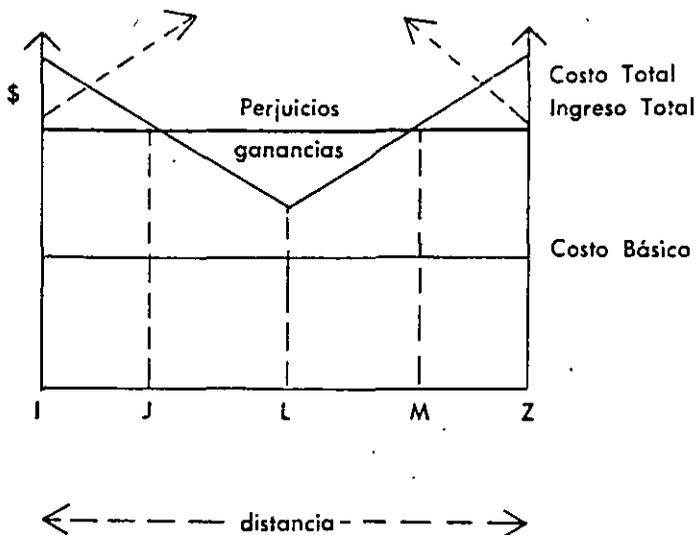
Entonces, la influencia que tengan las fuerzas ocasionales sobre las alternativas de localización se puede definir en función de esos dos tipos de costos.

## 6. Costo Básico y Costo Locacional

Para fines de análisis, se prefiere separar los costos en dos grupos:

- 6.1 Costo básico, que corresponde al costo mínimo que se debe pagar en cualquier sitio por la adquisición de lo que necesite el proyecto.
- 6.2 Costo locacional, que corresponde al costo adicional proveniente del transporte al lugar de localización a estudiar, desde la fuente más barata de lo que se necesite para el proyecto.

El punto de costo mínimo es por lo tanto el punto de costo locacional más bajo, ya que por definición el costo básico es constante en el área problema.



- a) L = el costo mínimo del lugar.
- b) A medida que se amplía el área del mercado a la derecha o a la izquierda de L, hay un aumento de los costos locacionales que aquí se supone son directamente proporcionales a la distancia.
- c) El proyecto podrá expandir su producción hasta el punto donde el ingreso marginal iguale el costo marginal, obteniendo máxima ganancia cuando el área del mercado estuviese delimitada por los puntos J y M.

#### Clasificación de las Fuerzas Locacionales

Se pueden clasificar en tres categorías:

1. Por costos de transferencia o cuenta de fletes. Comprende la suma de costos de transporte de insumos y productos.
2. Disponibilidad y costos relativos de los factores e insumos.
3. Otros factores que estén excluidos de los puntos 1 y 2.
  - 3.1 Incentivos fiscales y financieros.
  - 3.2 Disponibilidad de terreno y edificio.
  - 3.3 Políticas de desarrollo industrial.
  - 3.4 Economías de escala, externas o de aglomeración.
  - 3.5 Condiciones generales de vida, clima, facilidades administrativas y de comunicación.
  - 3.6 Factores aleatorios, históricos o preferencias personales.

La categoría 1. Varía en forma sistemática y previsible, en función de la distancia. En cambio las categorías 2. y 3., pueden variar en función de la localización pero de manera aleatoria (no sistemática).

Ejemplo: No hay razón plausible de suponer a priori que el costo de mano de obra es mayor en un lugar con respecto a otro. En cambio los fletes son mayores a medida que se aleje la materia prima.

## *Categoría 1*

### *Costos de Transferencia o Transporte.*

Estos costos deben incluir todos los gastos de fletes, de seguros, impuestos y tasas que estén incorporados.

Ejemplo: Existencia de un mercado y una fuente de materia prima; basta comparar dos alternativas:

- a) Localización junto al mercado, transportándose la materia prima.
- b) Localización junto a la fuente de materia prima y transportando los productos acabados al mercado.

Analizar ambas situaciones y determinar el punto donde los costos totales de transporte sean el mínimo:

El costo de transporte está en función de tres factores:  $\text{PESO} \times \text{DISTANCIA} \times \text{TARIFA}$ . Si admitimos que la TARIFA es igual para materias primas y productos terminados, el problema se reduce a minimizar el monto total de transporte:  $\text{PESO} \times \text{DISTANCIA}$  o sea, el total de toneladas/kilómetro transportadas:  $t/\text{Km}$ . Así pues, el proyecto tenderá a localizarse junto a la fuente de materia prima, si ésta pierde peso durante el proceso productivo, o junto al mercado, en la hipótesis contraria.

El problema se vuelve más complejo cuando existen:

- a) Diferentes insumos y fuentes alternativas del suministro de materias.
- b) Diferentes productos y mercados geográficamente distintos.

La TARIFA está influida por:

- a) Tipos de transporte (aéreo, marítimo, fluvial, carretero, férreo, ducto).
- b) Extensión, sentido (fletes de retorno o carga de compensación), volumen de tráfico.
- c) Topografía y clima del área considerada.
- d) Grado de transportabilidad de las materias (productos perecederos, peligrosos o frágiles, etcétera).

Para la mayoría de los casos es más barato el transporte por carretera para distancias cortas, por ferrocarril para distancias medias y el marítimo o fluvial para distancias largas.

El PESO tiene relación con la gravedad específica de la materia prima o el producto. A veces, influye en la tarifa el VOLUMEN antes que el PESO.

## *Categoría 2*

### *Disponibilidad y Costos Relativos de los Factores e Insumos.*

Ejemplo: Hay proyectos orientados hacia la mano de obra especializada, o que producen artículos de alto valor unitario, donde el costo de transporte tiene una incidencia relativamente pequeña. Industria de zapatos, instrumentos de precisión, tallado de piedras preciosas, instrumentos musicales.

Considerar en esta categoría, fuera de la mano de obra (especializada o no), algunas materias primas perecederas (leche, frutas, etc.), maderas que no soportan fletes altos, energía eléctrica, combustibles, agua.

### *Categoría 3.*

#### *Otros Factores*

Ejemplo: Cuando hay diferentes alternativas favorables por fácil acceso a los mercados y a las fuentes de materias primas, la localización puede ser definida en función del análisis de los factores de la categoría 3.

Ejemplo: Economías de aglomeración son los beneficios colectivos que disfrutan las empresas por encontrarse concentradas en un determinado lugar. Son de dos tipos: de localización y de urbanización.

Las economías de localización son aquellas economías externas creadas por la aglomeración industrial preexistente que beneficia a la nueva industria que se instala, en términos de acceso a mano de obra entrenada, facilidades de investigación y comercialización, proximidad e industrias de maquinaria y equipo, de partes y componentes, de reparación y mantenimiento, etc.

Las economías de urbanización corresponden a aquellas ventajas provenientes de la localización en un área industrial o metropolitana, en términos de disponibilidad de infraestructura de transporte, energía, agua, comunicaciones, instituciones educacionales, de investigación, facilidades culturales y recreativas.

#### *Tipos de Orientación Locacional*

Los proyectos pueden estar orientados:

1. Hacia la fuente de insumos:
  - Materias primas (peso materia prima/peso producto final  $> 1$ )
  - Energía
  - Mano de obra
2. Hacia el mercado de los productos
3. Hacia puntos intermedios (incisos 1 y 2)
4. Localización independiente

#### *Localización Independiente o Especial*

En la medida que las materias primas y los productos finales tengan un alto valor específico, las industrias se caracterizan de localización independiente, en relación al factor transporte.

Si dividimos a las industrias en tres grupos:

- a) de procesamiento primario
- b) de beneficio intermedio
- c) de acabado final

Se puede observar, de manera general, que: a) tiende a localizarse junto a las materias primas, en tanto que b) y c) hacia los mercados. Aunque las industrias de b) son típicos ejemplos para la relativa independencia locacional.

“Parece que los bienes que se transforman en cualquier tipo de producto final asumen sus formas más fácilmente transportables (en el sentido de facilidad de transporte físico y facilidad de cambio comercial) en las etapas intermedias de producción.”

Las etapas iniciales siempre comprenden reducción de volumen, preservación, clasificación o elevado consumo de combustible, de tal manera que los productos resultantes son más fácilmente transportados y vendidos que las materias iniciales.

Por otra parte, las etapas finales de procesamiento de bienes generalmente comprenden diferenciación, subdivisión de materiales recibidos en lotes menores, mayor volumen, mayor valor en relación al peso y mayor perecibilidad, tanto en términos físicos, como en términos de estilo. "Los productos tienen el transporte y la venta más cara que los materiales de que ellos fueron hechos" HOOVER.

Ejemplo: Productos de baja relación: valor \$/peso, como cerámica de tejas, tienen que localizarse cerca del mercado y de las materias primas (pasteurizadora de leche).

Ejemplo: Otros proyectos, por su naturaleza, la localización es un dato del problema: mineros, irrigación, hidroeléctrica, aeropuertos, puertos.

### *Selección de la Localización*

En la práctica, la selección definitiva de la localización de un proyecto específico dependerá del análisis ponderado de mercado, tamaño, costos, etc., que influyen en la rentabilidad.

# TAMAÑO

## *Definición*

El tamaño de un proyecto está definido por su capacidad de producción durante un período de trabajo normal.

### *Ejemplo:*

Producir 2,000 unidades por año de 300 días y día de 8 horas.

Sin embargo, el tamaño puede también definirse en función de otros indicadores:

Monto de la inversión total

Número de empleados

Cantidad de husos o telares (industria textil)

Cantidad de materia prima utilizada (molinos de trigo, obtención de semilla (linter) de algodón, etcétera:

## *Conceptos de Capacidad de Producción: el Técnico y el Económico*

- a) El técnico identifica la máxima producción que se puede obtener con determinados equipos.
- b) El económico identifica aquella capacidad que reduce a un mínimo los costos unitarios (o conduce a un máximo las utilidades).

Con relación al concepto *técnico* hay que considerar la capacidad real (efectiva o normal) con la capacidad teórica (nominal). La capacidad de una fábrica desde el punto de vista técnico es casi siempre definida en función de su capital fijo. Desde el punto de vista económico es definida por la plena utilización de todos los recursos invertidos.

En resumen, el concepto técnico de capacidad difiere del económico porque a una máxima producción, en términos físicos, puede que no correspondan ni la máxima utilidad, ni los costos unitarios mínimos.

## *Tamaño Optimo*

El objetivo del estudio de tamaño para un proyecto es la determinación de una solución óptima que conduzca a los resultados más favorables para el proyecto, en su conjunto.

Esta solución podrá ser alcanzada a través de la selección entre varias alternativas, de aquel tamaño que asegure la más alta rentabilidad desde el punto de vista privado o la mayor diferencia entre costos y beneficios sociales.

Para cumplir este objetivo se recomienda analizar varios factores para cada alternativa, a saber:

- Período de producción
- Proceso
- Cantidad demandada por período
- Precio
- Ingreso total
- Costos totales
- Costos unitarios
- Utilidades
- Tasa de descuento

Además, se debe tener en cuenta los conceptos de corto plazo que presupone una escala de producción fija, y el de largo plazo que admite escalas alternativas de producción.

Este análisis se hace por el sistema de calcular los costos unitarios en una alternativa patrón previamente seleccionada. Luego, se procede a calcular las variaciones de los ingresos y costos de las otras alternativas y se compara con la alternativa patrón.

### *Tamaño y Costo Unitario*

El problema del tamaño de un proyecto está relacionado con el comportamiento de sus costos unitarios o medios, cuando se consideran diferentes escalas de producción.

### *Costos Fijos y Variables*

Dentro de una escala fija de producción los costos pueden clasificarse en fijos y variables.

Costo fijo, es aquel que se mantiene constante, independiente de la variación de las unidades producidas por período. (Ejem: intereses sobre préstamo, alquileres, seguros, etc.).

Costo variable, es aquel que aumenta o disminuye, en función de las cantidades producidas.

### *Costo Unitario o Medio*

El costo total es la suma del costo fijo y el costo variable.

El costo total dividido por el número de unidades producidas es igual al costo unitario o medio.

$$(1) \quad C_t = C_f + C_v$$

$$(2) \quad \frac{C_t}{x} = \frac{C_f + C_v}{x}$$

$$(3) \quad \frac{C_t}{x} = \frac{C_f}{x} + \frac{C_v}{x}$$

Donde:

$$(4) \quad C_t = \text{Costo total}$$

$$(5) \quad C_f = \text{Costo fijo}$$

$$(6) \quad C_v = \text{Costo variable}$$

$$(7) \quad x = \text{Cantidades producidas}$$

$$(8) \quad \frac{C_t}{x} = \text{Costo unitario medio}$$

$$(9) \quad \frac{C_f}{x} = \text{Costo fijo medio; se caracteriza porque siempre está}$$

bajando, a medida que se utiliza más la capacidad instalada.

$$(10) \quad \frac{C_v}{x} = \text{Costo variable medio}$$

Se caracteriza por tres fases distintas:

- a) Fase de rendimiento creciente, en donde  $\frac{C_v}{x}$  decrece. Generalmente ocurre esto cuando se obtiene un mejor uso de los factores indivisibles.
- b) Fase intermedia de rendimiento constante.
- c) Fase de rendimiento decreciente, cuando los equipos son usados por encima de los límites de su capacidad y el  $\frac{C_v}{x}$  empieza a crecer.

También se puede adoptar la hipótesis que  $C_v$  es directamente proporcional a la cantidad producida. En este caso,  $\frac{C_v}{x}$  será constante y toda reducción del  $\frac{C_t}{x}$  vendrá de la baja de  $C_f$ . Esta hipótesis de que el  $C_v$  es una función lineal de la cantidad producida se ha comprobado en algunos estudios empíricos sobre problemas de economías de escala.

### *El Corto y el Largo Plazo*

Cuando se presume que no hay variación en la escala del proyecto, se logra una "curva de costo unitario de corto plazo", la cual expresa sucesivas alternativas de utilización de la capacidad instalada y sus efectos sobre el costo unitario, considerada una escala fija de producción.

Cuando se admite una variación en escala de producción, o sea cuando se comparan costos unitarios mínimos en diferentes escalas de producción, se obtiene una "curva de costo unitario de largo plazo". Generalmente ésta se construye uniendo los puntos de equilibrio de sucesivas curvas de costo unitario de corto plazo.

En el corto plazo, las variaciones del costo unitario expresan rendimientos crecientes o decrecientes.

En el largo plazo, expresan economías o deseconomías de escala.

En el corto plazo, existen factores fijos y variables.

En el largo plazo, todos los factores son considerados variables inclusive aquellos que normalmente sean fijos en el corto plazo.

### *Las Economías de Escala*

La disminución de los costos unitarios provenientes del aumento en la escala de producción se denomina "economías de escala". La operación inversa se denomina "deseconomías de escala".

Las economías de escala pueden ser de naturaleza tecnológica y pecuniaria.

Las economías tecnológicas surgen cuando una mayor escala de producción permite ahorro de insumos por unidad de producción, en términos físicos.

Las economías pecuniarias surgen cuando la operación en mayor escala proporciona una baja en los precios de los factores o insumos y en los costos de comercialización.

Ejemplo:

- a) Menor costo por adquisición y transporte de materias primas, cuando las compras son efectuadas en gran escala.
- b) Menor costo del capital para empresas grandes, que tienen acceso más fácil al sistema bancario y al mercado de capitales; mientras que las pequeñas empresas son obligadas a pagar intereses más altos.

Las deseconomías de escala pueden surgir cuando el tamaño de las empresas es tan grande, que por excesiva centralización y formación de una frondosa burocracia administrativa, se torna difícil dirigir la empresa de manera eficiente.

Por lo tanto, el problema del tamaño de un proyecto es básicamente un problema de economías de escala.

### *Estudios Empíricos*

Las economías de escala pueden ser identificadas, en estudios empíricos, de varias maneras.

Ejemplo:

- a) Estudios de costos efectivos de empresas de tamaños diferentes.
- b) Mediante proyección de costos de diferentes fábricas, en escalas alternativas, con base en informaciones técnicas.

### *Limitaciones Prácticas del Estudio del Tamaño*

En la práctica es poco frecuente el examen exhaustivo del problema, debido a las limitaciones impuestas por el mercado, la tecnología, el financiamiento y la localización, que no permite seleccionar entre muchas alternativas.

### *Tamaño y Mercado*

La magnitud del mercado actual y futuro establece un límite máximo para el tamaño del proyecto.

Sobre este asunto pueden surgir tres hipótesis, de acuerdo al tamaño mínimo:

- a) El proyecto es mayor que el mercado (no se puede ejecutar).
- b) El proyecto igual al mercado (se puede ejecutar, pero peligroso).
- c) El proyecto es menor que el mercado (el mercado deja de ser factor de limitación y el tamaño óptimo se podrá determinar en función de otros elementos).

### *Tamaño y Tecnología*

En función de la naturaleza de diferentes procesos industriales o de diversas operaciones agrícolas, la tecnología establece escalas mínimas de producción, por debajo de las cuales los costos serían muy altos.

Los fabricantes de maquinaria y equipos solamente fabrican tamaños iguales o superiores a ese mínimo.

Así como el mercado fija los límites máximos, la tecnología determina los límites mínimos de la escala de la empresa. De ahí el término de "tamaño mínimo técnico".

### *Tamaño y Localización*

Los problemas de tamaño y localización están estrechamente interrelacionados.

De acuerdo a la localización del proyecto, tamaños mayores pueden implicar mayores costos de transporte, tanto para la distribución de los productos, como para la adquisición de la materia prima.

Sobre todo si son industrias que dependen de materias primas perecibles, voluminosas o pesadas, que resulta oneroso transportarlas a grandes distancias (lactinios, madera, celulosa, cemento, etc.).

### *Tamaño y Financiamiento*

El tamaño está limitado también por las posibilidades financieras de la empresa o de los empresarios, ya que tamaños mayores requieren mayores inversiones.

Esta limitación puede ser disminuida si el proyecto se puede ejecutar por etapas y hay posibilidades de reinversión de las utilidades.

### *Otros Factores*

La escasez de personal técnico y administrativo pueden constituir otros factores restrictivos del tamaño del proyecto. Además, el problema puede estar afectado por la política de desarrollo del país o región, o por problemas institucionales.

### *Tamaño Mínimo, Máximo y Óptimo*

Considerados los factores anteriormente mencionados, la selección del tamaño queda condicionada a una franja, cuyo límite superior está fijado por el mercado (actual y potencial) y el límite inferior determinado por razones económicas y/o tecnológicas.

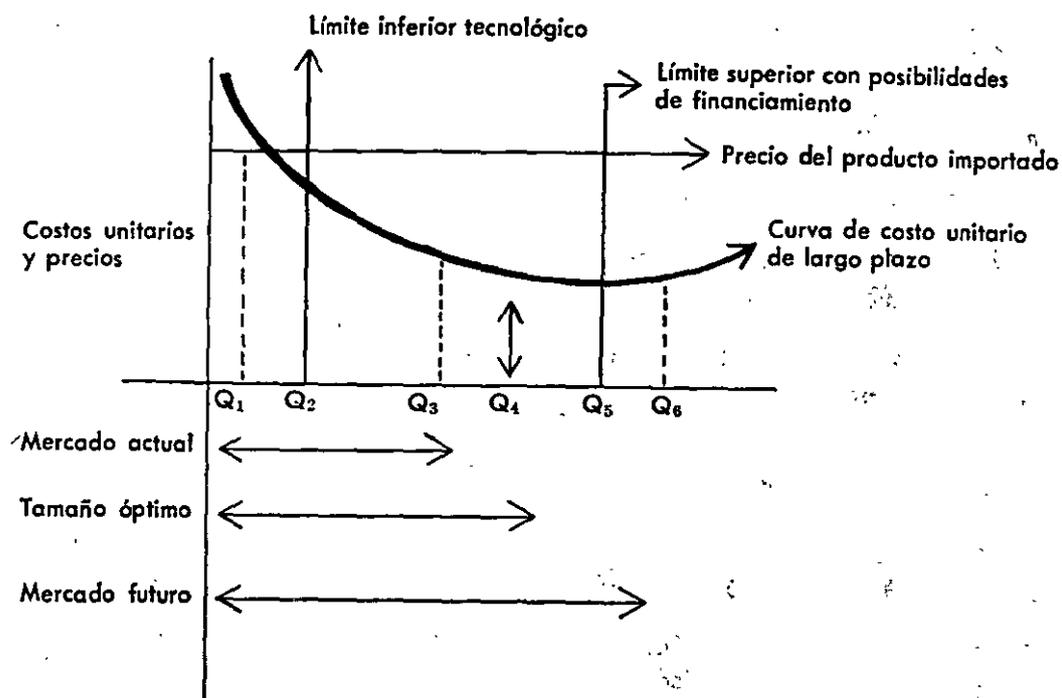
Desde el punto de vista económico, el tamaño mínimo depende de los precios de mercado del producto considerado.

Desde el punto de vista tecnológico, el tamaño mínimo está condicionado a la disponibilidad de maquinaria y equipo adecuados, pues los fabricantes de bienes de capital solamente fabrican equipos a partir de ciertos tamaños mínimos, tecnológicamente definidos.

Ejemplo: La selección del tamaño óptimo, considerando la curva de costo unitario y el precio de un producto importado \* que se representa en la gráfica, deberá ser efectuada entre el límite mínimo  $Q_1$ , a partir del cual la producción interna empieza a ser competitiva con los productos importados y un límite máximo  $Q_6$ , que corresponde a la mayor dimensión del mercado que se puede prever durante la vida útil del proyecto.

\* En una economía abierta el tamaño mínimo se fija por el precio del producto importado.

## GRAFICA DE TAMAÑOS MINIMO, MAXIMO Y OPTIMO



La franja de selección se reduce cuando se estima que no se puede adquirir la maquinaria y equipo inferior a  $Q_2$  (tamaño mínimo) y que las posibilidades de financiamiento permiten únicamente una escala de producción hasta  $Q_5$  (tamaño máximo).

Admitidas ciertas hipótesis de tasa de descuento y ritmo de crecimiento del mercado, en la formulación de este proyecto, el tamaño óptimo  $Q_4$  estará situado en un punto intermedio entre el mercado actual  $Q_3$  y el mercado futuro  $Q_6$ .

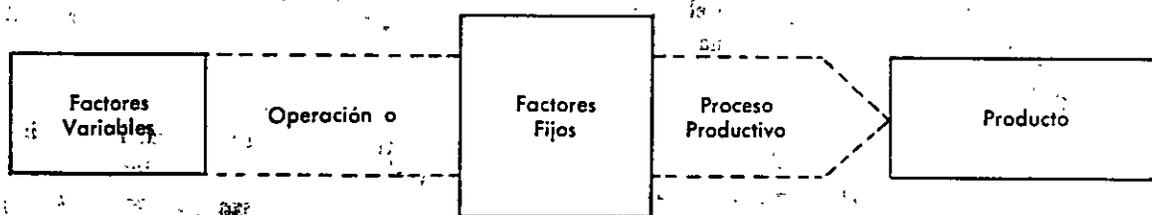
## INGENIERIA DEL PROYECTO

Un proyecto es un sistema de producción concebido en forma integral. Este sistema está constituido por un conjunto de factores fijos que sirven de base para combinarlos con factores variables, por medio de etapas sucesivas, con el objeto de obtener determinado producto.

Estas etapas se cumplen como operaciones (si no hay cambio en la estructura química de la materia prima o de alguno de los insumos auxiliares), o como proceso (si se efectúa algún cambio en la estructura química, en la materia prima o insumos).

Las etapas se representan por un flujograma.

*Representación gráfica del sistema compuesto de factores y variables*



El objetivo del estudio de la ingeniería del proyecto es definitivo y especifica técnicamente los factores fijos y variables que componen el sistema. Además, una vez definidos y especificados los factores, buscar sus interrelaciones de la manera más precisa que sea posible para poder instalar adecuadamente la unidad productiva.

Estas interrelaciones se refieren a los aspectos técnicos y económicos, siendo conveniente un intercambio de informaciones entre ingenieros, economistas y técnicos especializados.

Las interrelaciones entre el aspecto técnico y el económico se establecen cuando el proyecto parte de la definición del producto, cuyas características principales son establecidas por el estudio de mercado.

Los ingenieros deben especificar las necesidades de factores fijos (edificios, equipos, maquinaria, instalaciones, etc.), y los requisitos de factores variables (materias primas, insumos auxiliares, mano de obra, etc.). Además, también corresponde a los ingenieros definir coeficientes e índices de rendimiento de tales factores.

## Recomendaciones para elaborar el estudio sobre ingeniería del proyecto.

### 1. Estudios Preliminares.

Los ensayos e investigaciones preliminares tienen por objeto conseguir datos sobre patentes y literatura técnica, operaciones y procesos productivos, características técnicas del producto, materia prima e insumos fundamentales.

### 2. Proyecto Básico.

El proyecto básico o definitivo debe contener información sobre los siguientes aspectos:

#### a) Características del producto.

La descripción del producto tiene por objeto definir las características físicas, químicas (si es el caso) y su presentación, todo en función de las exigencias del mercado y de las normas técnicas establecidas.

#### b) Programa de producción.

El dimensionamiento de un programa de producción constituye un parámetro importante para todos los aspectos de la ingeniería del proyecto y de este programa depende en último análisis la definición del tamaño óptimo.

#### c) Descripción del proceso productivo.

En el supuesto que existan técnicas alternativas de producción, se debe explicar la razón de haber seleccionado una de ellas.

La descripción del proceso se puede facilitar con la presentación de un diagrama de flujo (flujograma).

#### d) Balance de materiales y producto.

Este balance se hace con el objeto de incluir datos sobre las relaciones técnicas de transformación de materias primas e insumos diversos en productos finales o intermedios, subproductos y residuos.

#### e) Especificación de la maquinaria y equipo.

Conjuntamente al describir el proceso productivo se tendrán que especificar la maquinaria y el equipo del proyecto, describiendo sus funciones y características principales (tipo, referencia, capacidad, rendimiento, costo, vida útil, trabajo extra-pesado, pesado liviano, etc.).

#### f) Definición de los requisitos físicos de insumos y mano de obra.

Es importante esta definición para la estimación de los presupuestos de ingresos y egresos.

#### g) Determinación de los índices de rendimiento.

La eficiencia de los equipos en términos físicos, o sea, la relación entre las necesidades de insumos y mano de obra por unidad de producto, constituye un elemento básico para la estructuración del programa de producción.

#### h) Distribución de los equipos en las instalaciones.

Con la selección del proceso productivo y la definición de la maquinaria y equipo se puede elaborar la distribución; obliga al grupo de ingenieros a efectuar previamente un análisis de funcionalidad de todos los elementos que participan en la producción.

#### i) Planos de las instalaciones y su distribución en el terreno.

El departamento de mantenimiento debe tener al día su planoteca. Todos los planos detallados de edificios, instalaciones eléctricas, telefónicas, hidráulicas, sanitarias, de vapor, de aire comprimido y acondicionado, calefacción, protección contra incendio, etc., deben elaborarse con mucho cuidado.

M j) Cronogramas de instalación e inversiones.

Se debe elaborar en primer lugar el cronograma de instalación, pues con base en éste se elabora el calendario de las inversiones que requiere el proyecto.

*Errores más Comunes:*

Se llama la atención que en el estudio de la ingeniería del proyecto se cometen los siguientes errores:

- a) Dar demasiado énfasis en buscar soluciones óptimas desde el punto de vista técnico, dejando a un lado el punto de vista económico, pues la conciliación de ambos aspectos, el técnico y el económico, asegura los mejores resultados para el proyecto en su conjunto.
- b) Hacer estudios preliminares de manera insuficiente sobre la naturaleza y suministro de materias primas (proyectos mineros y agrícolas), disponibilidad de energía, agua, combustible (proyectos industriales).
- c) Dejar en segundo plano factores complementarios. La maquinaria, equipo y el proceso productivo no representa toda la ingeniería del proyecto. Hay servicios complementarios como material de transporte interno, mantenimiento, patios de almacenamiento, instalaciones administrativas y sociales, etc., que son muy importantes para el buen funcionamiento del proyecto, que a veces son considerados como factores secundarios y tienden a ser subestimados.
- d) Escoger una determinada tecnología desde el inicio del estudio, sin la debida consideración de otras alternativas y sin explicar la razón de la selección efectuada.