

---

# Bit 22

---

PID\_00263181

Eduard Olivares Llenas

---

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: **2 horas**

---



**Eduard Olivares Llenas**

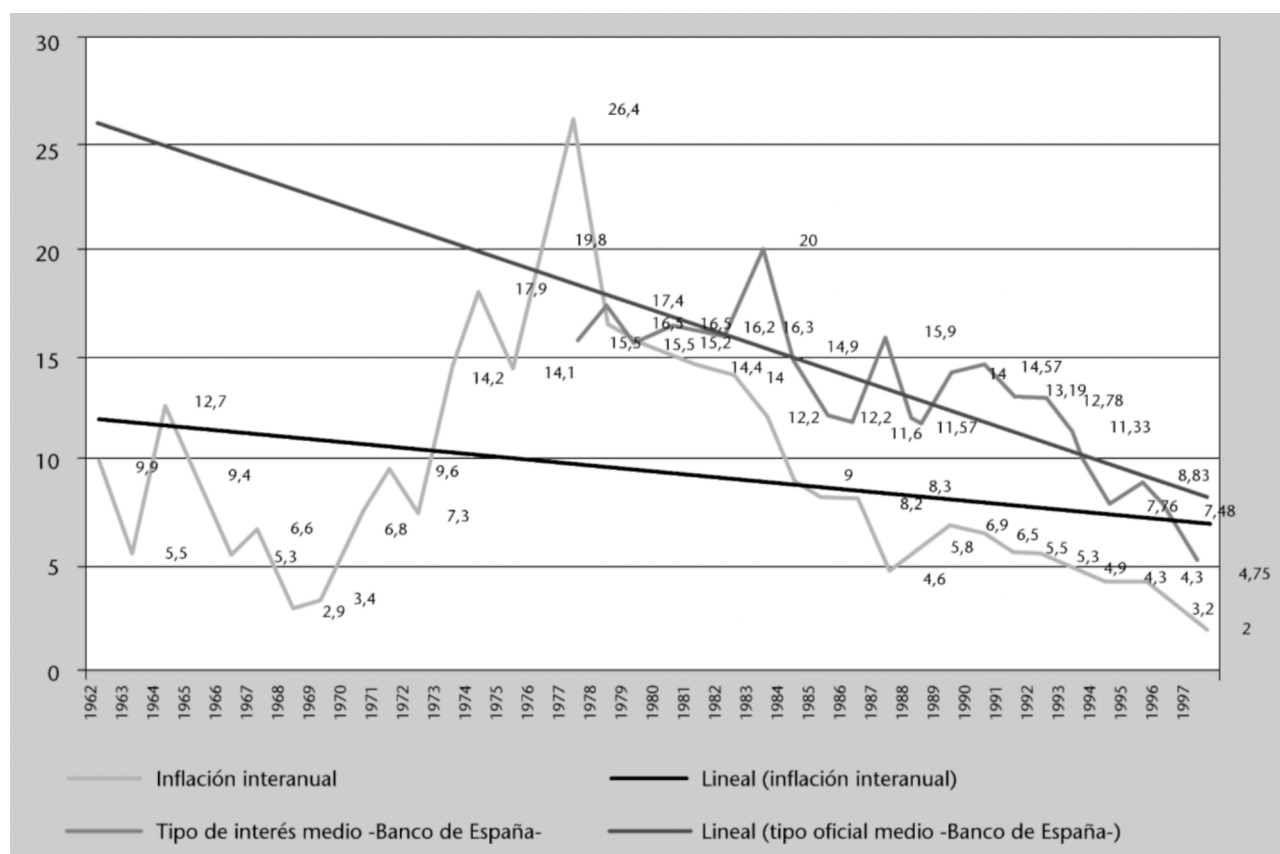
La revisión de este recurso de aprendizaje UOC ha sido coordinada por la profesora: Josep Cobarsí Morales (2019)

Tercera edición: febrero 2019  
© Eduard Olivares Llenas  
Todos los derechos reservados  
© de esta edición, FUOC, 2019  
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona  
Realización editorial: Oberta UOC Publishing, SL  
Diseño: Manel Andreu  
Depósito legal: B-3.767-2019

*Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y de la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitido de ninguna manera ni por ningún medio, tanto eléctrico como químico, mecánico, óptico, de grabación, de fotocopia, o por otros métodos, sin la autorización previa por escrito de los titulares del copyright.*

## 1. Análisis de inversión

Existen pocas decisiones económicas tan difíciles como la de escoger entre el consumo actual y el futuro. Hay personas despreocupadas por el futuro que no vacilan en endeudarse para financiar su disfrute actual. Otras, tienen un horizonte temporal más amplio, se muestran cautelosas ante los reclamos del tipo “compre ahora, pague después”, porque temen que la devolución de la deuda, cuando se vea cerca, resulte mucho más costosa de lo que parece ahora, vista desde lejos. En épocas de inflaciones muy altas, la deuda se hacía pequeña al transcurrir los años. Ahora, con inflaciones en la UE de entre el dos y el cuatro por ciento, la deuda se ha de pagar íntegramente sin la ayuda de las subidas de precios de los productos, servicios y salarios.



Las inversiones en inmovilizado resultan especialmente sensibles a estas diferencias de perspectiva y de percepción. Las consideraciones éticas hacen todavía más difícil la toma de este tipo de decisiones, ya que la manera como una empresa aborda el tema de la inversión en bienes de capital es reveladora de su sentido de la responsabilidad hacia los futuros trabajadores, directivos y accionistas.

En la mayoría de las empresas, el proceso de elaboración de los presupuestos de inversión se basa actualmente en técnicas analíticas sumamente complejas.

Es raro el directivo que toma una decisión importante en materia de inversión sin haber calculado antes esmeradamente su valor actual neto o su tasa interna de rendimiento. Si bien estos métodos no son nuevos, los directivos actuales los utilizan cada vez en mayor medida como instrumentos auxiliares del proceso racional de toma de decisiones.

Los directivos norteamericanos recurren cada vez en mayor medida a las técnicas más complejas de análisis para evaluar los proyectos de inversión. Aunque el objetivo es la racionalización de la toma de decisiones en materia de inversión, con frecuencia los resultados son muy diferentes: una seria infrautilización de los recursos (capacidad productiva, tecnológica y capital humano) de los que disponen sus empresas. Consiguientemente, han puesto involuntariamente en peligro el futuro de sus empresas. ¿Cómo ha sido posible tal error de apreciación? Las intenciones eran plausibles: adoptar decisiones de inversión que se ajustaran lógicamente y objetivamente a la realidad económica. Sin embargo, como apuntan los autores R. H. Hayes y D. A. Garvin (profesores de Administración de Empresas en la Harvard Business School), es posible que se hayan comprometido con un conjunto de técnicas que, en ciertos aspectos críticos, han demostrado encontrarse profundamente sesgadas en contra de la inversión.

### 1.1. Definición de *inversión*

La palabra *invertir* procede de la voz latina *invertus, inverti, inversum*, que significa ‘resolver, dar la vuelta, invertir (*annus inversus*, ‘comienzo del año’); voltear, invertir, cambiar, desnaturalizar’.

Por su parte, el vocablo *inversión* procede del latín *inversionem* (‘acción y efecto de invertir’).

Parece lógico, pues, que la significación etimológica de *inversión* se encuentre relacionada con el cambio de naturaleza del dinero necesario para abordarla; desde una situación de plena liquidez, el acto de invertir “voltea” o “transpone” esta situación de manera tal que acaba convirtiéndola en una situación de iliquidez o de vinculación a una operación cuya resolución satisfactoria proveerá un posible beneficio y la recuperación –probable pero no segura– de la liquidez aportada inicialmente.

Entendemos por *inversión* los activos que se utilizan en la producción de bienes de consumo, o la colocación o uso de capital en la producción general de bienes o en el aumento de la reserva de bienes productivos.

Según Pierre Massé, la inversión es a la vez un acto, la decisión de invertir, y un resultado, el bien invertido.

Desde un punto de vista macroeconómico o global, la inversión privada constituye, junto con el consumo, la contribución del sector privado a la demanda agregada o total de bienes y servicios, que se completa con las contribuciones de los sectores público y exterior. Por otra parte, para que el proceso productivo tenga lugar se requiere la cooperación de los diferentes factores producti-

#### Bibliografía sugerida

Pierre Massé es un clásico en la materia. Las referencias citadas aquí proceden del capítulo 1 de su obra:

P. Massé (1964). *La elección de las inversiones*. Barcelona: Sagitario.

vos, entre los que se encuentra el capital. Las adiciones a este fondo de capital productivo constituyen la inversión. En la medida en que estas adiciones se limiten a mantener el capital, reemplazando el que va quedando obsoleto y desgastado con el transcurso del tiempo, o más bien se destinen a incrementar los excedentes, hablaremos de inversión de reposición (en el primer caso) o de inversión neta (en el segundo), cuya suma constituirá la inversión bruta. Se ha de señalar, pues, que en este sentido técnico y real, la inversión difiere del significado que a veces se le atribuye de ocupación de recursos monetarios en determinadas formas: por ejemplo, cuando se habla de inversión en deuda pública, en acciones, en letras, etc. Este sentido se podría obviar si reserváramos para estos casos el término *colocación* o *inversión financiera*.

Podemos distinguir diferentes conceptos de inversión:

- Desde el punto de vista de la contabilidad nacional, es inversión el valor de los bienes y servicios en términos monetarios puestos a disposición de un país en un determinado período y no consumidos durante esta etapa.

Este concepto reúne los ítems siguientes:

- La producción realizada y no vendida por las empresas.
  - Los bienes de capital producidos y vendidos en el sector público y privado.
  - El préstamo neto al extranjero (exportaciones más transferencias netas menos importaciones).
- Desde un punto de vista microeconómico, se ha aceptado desde Massé que es inversión tanto el bien de activo en el que se materializa el dinero (punto de vista objetivo estático), como el mismo proceso de selección (punto de vista subjetivo dinámico).

En este sentido, una definición muy acertada de inversión es la siguiente: el cambio de gastos presentes ciertos por ingresos futuros inciertos.

Este concepto de inversión constituye una apuesta en la que se ha depositado la esperanza de un beneficio teniendo en cuenta que:

- La inversión es el motor de la empresa.
- Hay unos recursos financieros insuficientes para casi todas las empresas.
- A estas empresas se les presentan múltiples posibilidades de inversión (alternativas).
- La empresa debe alcanzar unos objetivos.
- Se vale de la inversión como si se tratara del instrumento más importante que utiliza.

Es fácil concluir que el criterio o criterios que sirven para elegir las inversiones acertadamente resultan vitales para el desarrollo futuro y el éxito, ya que colaborarán decisivamente en determinar las inversiones que se deben realizar por parte de la empresa.

## 1.2. La decisión de invertir

Las decisiones de inversión son las más comprometidas en una empresa, ya que:

- No acostumbran a ser reversibles sin graves pérdidas.
- Afectan a gran cantidad de ejercicios.
- Vinculan una buena parte del pasivo de la empresa.

Es muy importante saber elegir una sistemática para ordenar la selección de inversiones. Normalmente lo que sucede es la serie de hechos que se detalla a continuación:

- 1) La empresa se plantea un buen número de alternativas de inversión alimentado por la iniciativa de los grupos organizativos que componen la institución y probablemente muy superior al que resultaría rentable y/o se podría financiar en un período de tiempo concreto.
- 2) La organización debe elaborar una política que habrá de orientar la selección de las actividades que interesen, de acuerdo con los objetivos, hacia los recursos y las estrategias aprobadas.
- 3) La empresa está condicionada en el tiempo por la limitada capacidad de captación de financiación que presenta.
- 4) La asignación de los recursos financieros escasos obliga a utilizar unos sistemas de evaluación de inversiones competitivos entre ellas financieramente.
- 5) De la mayor o menor eficacia de estos sistemas, depende en buena medida la idoneidad de las decisiones (acciones políticas orientadas y basadas en estudios técnicos) y, por lo tanto, la supervivencia a largo plazo de la empresa.

También según Massé, en la decisión de invertir intervienen los elementos siguientes:

- Un sujeto: el inversor.
- Un objeto: el bien de la inversión.
- Un coste: el de la privación del disfrute de la liquidez en el presente.
- Un valor que compense la espera: el de la esperanza de retorno en el futuro.

### **1.3. El objeto de la inversión**

En principio, es inversión toda materialización de los recursos de la empresa en el activo del balance. Podemos distinguir activos fijos y activos circulantes.


Los **activos circulantes** son activos con un alto grado de liquidez, discriminado según cuál sea el subtipo. El plazo esperado de conversión en efectivo del activo circulante se puede considerar desde dos puntos de vista:

- En sentido contable, antes de un año.

- En sentido económico, antes de que finalice el período medio de maduración de la empresa. La definición de *período de maduración* sería el tiempo que tarda en devolver a caja el dinero que ha salido de ésta con el fin de hacer frente a los pagos en sus vencimientos respectivos. Por lo tanto, el período de maduración es el tiempo que tarda en efectuar una vuelta completa el activo circulante, es decir, la duración media del ciclo financiero o ciclo dinero-mercancías-dinero.

### Período de maduración

En general, los bienes se comercializan primero entre una minoría –los que están dispuestos a pagar por las novedades–, se van difundiendo después y, por fin, llegan a la maduración cuando el mercado deja de crecer; todo el mundo ya tiene éste bien y la producción sólo se puede dedicar a la reposición de los que se estropean o gastan, o a satisfacer el crecimiento demográfico: la duración de los bienes pasa a ser un tema relevante. Finalmente, el producto empieza su decadencia a medida que se puede ver sustituido por otro nuevo. Por todo ello, podemos decir que cada producto posee su período de maduración.

El activo circulante complementario, necesario para que funcione todo proyecto de inversión en activos fijos, muchas veces se olvida en los cálculos de rentabilidad de inversiones. Son inversiones auxiliares (tesorería, cuentas de clientes, existencias) de las inversiones principales en activo fijo. 

Normalmente, este activo circulante complementario se prevé como:

- Un porcentaje sobre el activo fijo (cuando se trata de nuevas inversiones).
- Un incremento sobre el activo circulante existente hasta el momento, a partir del estudio de las necesidades adicionales para hacer frente a las generadas por la inversión de ampliación.

Teniendo en cuenta que una parte del incremento del activo circulante correspondiente a la inversión en nuevo activo fijo es financiada por recursos ajenos (créditos bancarios, proveedores), se acostumbra a computar como inversión adicional las necesidades incrementales en fondo de maniobra (activo circulante incremental menos pasivo circulante incremental), derivadas todas ellas de la existencia del proyecto.

NFM: Necesidades en fondo de maniobra  
Incr. NFM: Incr. (AC – PC)

## 1.4. Clasificación de las inversiones

Las inversiones se pueden clasificar según los criterios siguientes:

- Por su naturaleza (criterio contable)

Edificios, máquinas, instalaciones, elementos de transporte, mobiliario, etc.

- Por su destino (función)

Inversiones industriales, comerciales, financieras, en investigación y desarrollo, sociales, etc.

- Por el papel que representan\*

\* Este criterio de clasificación se debe a Joel Dean.

- Inversiones de reposición (sustitución). Se supone que no se produce progreso técnico. Se trata del cambio de un bien de equipo por otro igual. Por lo tanto, es poco probable que se dé esta figura pura en la práctica.
- Inversiones de racionalización (productividad). Se admite que se produce progreso técnico: mejoras del producto, mejoras de los procesos, etc. Se trata de cambios de equipos que cumplen la misma función que los anteriores, pero probablemente con tecnología diferente. La función de las inversiones de racionalización es reducir los costes unitarios del proceso afectado. Normalmente, proporcionan más calidad, más producción y menos coste unitario que el bien al que sustituyen.
- Inversiones de expansión. Las inversiones de racionalización pueden aumentar la capacidad productiva, por lo que también acostumbra a ser expansivas. Pero la categoría de estas inversiones se centra en la posibilidad completa de aumentar la producción.

Las inversiones de expansión pueden ser de los dos tipos siguientes:

- Expansión en nuevos productos.
- Expansión en capacidad productiva de equipos existentes.
- Inversiones estratégicas. Son inversiones “lubricantes” del proceso empresarial.

Dean identifica dos tipos de inversiones estratégicas:

- Inversiones reductoras de riesgo. Por ejemplo, inversiones en investigación y desarrollo.
  - Inversiones para el aumento del bienestar. Por ejemplo, inversiones para la mejora del clima social en la empresa.
- Por las interrelaciones que presentan. Este enfoque surge cuando interesa ver la inversión no como un objeto aislado, sino como un elemento de un conjunto más amplio de inversiones.
  - Inversiones independientes. Son inversiones cuya conveniencia se puede determinar sin pensar cómo afectarán al resto de inversiones. Pueden ser de dos tipos:
    - a) Independencia de tipo técnico. Por ejemplo, una red de gas en la fábrica es independiente técnicamente de la compra de un automóvil para su vendedor.
    - b) Independencia de tipo financiero. Casi nunca se da, ya que muchas veces inversiones que no tienen nada que ver técnicamente entre ellas compiten para captar unos recursos financieros escasos, insuficientes para financiar todas las inversiones, por lo que se deberá elegir.
  - Inversiones sustitutivas. Técnicamente son las que se presentan como alternativas que se estudian para conseguir un mismo fin.



### Ejemplo

Para atravesar y comunicar el estrecho de Gibraltar se pueden realizar las inversiones siguientes:

- Una flota de ferris
- Un puente
- Un túnel bajo el mar

Obviamente, se deberá escoger una de las tres alternativas, ya que todas son sustitutivas técnicamente.

- Inversiones complementarias. En realidad, son inversiones con un grado mutuo de vinculación más o menos elevado.

### Ejemplos

La instalación de una vía férrea y una máquina de ferrocarril son inversiones complementarias.

La dotación de activo circulante (caja, clientes, existencias) que debe suponer una inversión importante en activo fijo. Las dos son complementarias porque se necesitan mutuamente.

- Por la estructura de la corriente de cobros y pagos que genera la inversión.

- Inversión con un pago y un cobro en su vida útil.

Una cosecha de vino o un préstamo.

- Inversión con un pago y diferentes cobros. Resulta el caso más frecuente en una empresa.

- Inversión con distintos pagos y un solo cobro.

Un bosque que se mantiene durante algunos años y se tala y se cobra el último año.

- Inversión con distintos pagos y diferentes cobros. Es el caso más general (no el más frecuente), ya que cubre todas las posibilidades que se pueden dar.

### Ejemplo

Una inversión que se ha financiado con un préstamo original:

- Entradas por el producto de las ventas.
- Salidas por la devolución del préstamo y los intereses.

- Por el perfil financiero de los flujos. Según este criterio, podemos identificar las inversiones siguientes:

- Inversiones simples. Presentan una salida de fondo al principio; después todo son entradas netas de fondo.

- Inversiones no simples. Son las que tienen flujos de caja posteriores al desembolso inicial, tanto positivos como negativos.

Este criterio de clasificación se debe a Friedrich y Vera Lutz.

Este criterio de clasificación se debe a Teichrowe, Robichek y Montalbano.

## 1.5. Modelos de decisión de inversiones

Existen diferentes modelos de decisión en este campo, que se introducen con el objetivo de ayudar a elegir, es decir, se utilizan como ayuda en la toma de decisiones. Esto significa simplemente que no sustituyen a la persona que decide; sólo le proporcionan elementos de juicio más completos.

Son aparatos conceptuales que utilizan una esquematización de los datos conocidos o estimados en referencia a un problema de selección de proyectos e incluyen un **método de avance en la solución** y un **criterio de decisión**.

Los inconvenientes de los modelos de evaluación de proyectos son los siguientes:

- No todo resulta cuantificable.
- Hay datos poco predictibles o estimables.
- Pueden darse contradicciones entre los diferentes modelos o criterios.
- Pueden encubrir decisiones tomadas *a priori*.

La decisión de invertir se puede tomar en tres situaciones básicas:

- 1) Aceptar o rechazar un único proyecto de inversión. El proyecto compite con unas condiciones mínimas de aceptación. Si las rebasa, se recomienda su aceptación; en caso contrario, su rechazo.
- 2) Escoger o rechazar  $m$  proyectos entre  $n$  posibles. Todos los proyectos compiten entre ellos. Se elegirá el mejor o los mejores, según los objetivos empresariales y de acuerdo con criterios predeterminados.
- 3) Sustituir una inversión existente por otra nueva. Se compara una inversión que funciona con otra u otras que sólo son proyectos.

## 1.6. Modelos de inversión

Estos modelos recogen criterios para la elección de proyectos. Al ser utilizados, unifican la comparación entre proyectos. Un mal modelo (por ejemplo, por demasiado simple), si no es matizado después por quien toma la decisión, puede dar lugar a elecciones incorrectas. No obstante, más que modelos malos, lo que acostumbra a encontrarse es una utilización incorrecta de los existentes.

### 1.6.1. Modelos de inversión estáticos

Los modelos de inversión estáticos son los utilizados por los prácticos. Estos modelos no tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo (tipo de

interés) y muchos de ellos trabajan con ingresos y/o costes, y no con cobros y pagos (más correcto).

Los modelos estáticos más habituales son los siguientes:

- Tasa de ahorro de costes (TAC)

$$\text{TAC} = \frac{\text{Ahorro anual de costes (con nuevo proyecto)}}{\text{Inversión en nuevo proyecto}}$$

La tasa de ahorro de costes se expresa en tanto por ciento anual y se ha de comparar con la tasa mínima exigida de rentabilidad.

### Ejemplo

Inversión en máquina nueva = 60

Liquidez venta máquina antigua = 5

Tasa de ahorro de costes mínima requerida = 15%

$$\text{TAC} = \frac{\text{Costes anuales de la máquina antigua} - \text{Costes anuales de la máquina nueva}}{\text{Inversión nueva en la máquina} - \text{Liquidez de la venta antigua de la máquina}}$$

Costes	Antigua	Nueva	Diferencia
Personal	10	7	3
Materiales	30	25	5
Mantenimiento	3	3	---
Amortización	---	4	-4
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>39</b>	<b>4</b>

$$\text{TAC} = \frac{43 - 39}{60 - 5} = \frac{4}{55} = 7,27 \% \text{ anual}$$

Criterio: 7,27% < 15% exigido, por lo que la sustitución no interesa de momento.

- Tasa de rentabilidad contable (TRC)

$$\text{TRC} = \frac{\text{Beneficio neto medio anual}}{\text{Inversión en nuevo proyecto}}$$

La tasa de rentabilidad contable se expresa en tanto por ciento anual y se ha de comparar con la tasa mínima exigida de rentabilidad.

La TAC se utiliza para inversiones de racionalización y sustitución.

La TRC se utiliza para inversiones de expansión.

### Ejemplo

Total de inversiones fijas:

Investigación y desarrollo	=	100
Fabricación	=	200
Comerciales	=	50

<b>TOTAL</b>	<b>350</b>
--------------	------------

Ventas y costes totales previstos:

Con proyecto	Sin proyecto	Diferencia	Concepto
1.800	1.000	800	Ventas/año
1.400	700	700	Costes totales/año
400	300	100	Beneficio (neto)

$$TRC = \frac{\text{Beneficio neto medio anual}}{\text{Inversión total}} = \frac{100}{350} = 28,6\%$$

Criterio:  $TRC > 25\%$ ;  $28,6\% > 25\%$ , por lo que se acepta el proyecto si no existe ningún otro modelo para utilizar ni se deben conseguir otros objetivos.

- *Pay-back* (PB)

Esta tasa nos indica el plazo de recuperación de la inversión (en años o meses). Se debe comparar con el máximo exigido. Podemos identificar dos situaciones muy diferenciadas:

- El flujo de caja (*cash flow*) es constante cada año:

$$PB = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo de caja anual CF}} = A_0$$

### Ejemplo

	A	0	1	2	3	4	5	Beneficio medio
$A_0$		-1.000						
Beneficio			50	100	200	300	100	150
Amortización			200	200	200	200	200	
Flujo de caja		-1.000	250	300	400	500	300	

Plazo de recuperación

$$PB_a \rightarrow -1.000 + 250 + 300 + 400 + (50/500)$$

950 (3 años)      1/10 de año

$PB_a = 37$  meses

Flujo de caja = beneficio + amortizaciones  
Concepto europeo (aproximación)

Flujo de caja = cobros de explotación – pagos de explotación  
= Diferencia anual  
Concepto financiero EE. UU.


Tasa de rentabilidad contable sobre la inversión total:

$$TRC_a = \frac{\text{Beneficio medio anual}}{A_0} = \frac{150}{1.000} = 15\% \text{ anual}$$

- El flujo de caja es diferente cada año. En este caso, se acumula hasta igualar  $A_0$ . El PB viene dado por el momento del último flujo de caja.

La utilización de modelos estáticos intentará la clasificación de diferentes proyectos de acuerdo con la TAC, la TRC o el PB, lo que dará lugar a *rankings* distintos entre ellos y, por lo tanto, a conflictos de criterios.

Normalmente, en grandes proyectos se calculan la TAC, la TRC o el PB para obtener información adicional o elegir entre proyectos parecidos según criterios más sofisticados.

Lo más adecuado es que los modelos estáticos se utilicen para pequeños proyectos porque requieren menos información que los criterios dinámicos. También son más fáciles de calcular y entender por parte de los empresarios. 

### 1.6.2. Modelos de inversión dinámicos

Todos los modelos de inversión dinámicos son variantes del modelo general DCF (*discounted cash flow*, ‘flujo de caja descontado’). En este apartado veremos los siguientes:

- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de rentabilidad (TIR)
- Índice de rentabilidad (IR)

#### El valor actual neto (VAN)

También denominado *valor capital*, el VAN no es más que el resultado de trasladar financieramente (utilizando un determinado tipo de interés compuesto) al momento actual todos los flujos de caja netos que se considera que darán una inversión, agregando estos resultados y restando a la suma el valor que hoy se invertirá.

Por lo tanto:

$$\text{VAN} = - \text{Valor inicial de la cantidad invertida} + \text{Valor actual de la renta formada por los flujos de caja netos}$$

El VAN es una medida absoluta de flujos netos actualizados, es decir, la medida en la que se expresa el VAN no pretende una comparación directa con la inversión y su medida.

El VAN utiliza el método de descuento financiero en interés compuesto.

El modelo VAN, como cualquier método de matemática financiera, se basa en la premisa de que es más valiosa una unidad monetaria hoy que mañana. Nace

#### Otros modelos de inversión dinámicos

- Anualidad de capital
- *Pay-back* anualizado
- Valor final neto (VFN)

del concepto de coste de oportunidad. Una unidad monetaria en poder del sujeto que decide se puede reinvertir. Una unidad monetaria en la actualidad es más valiosa con relación al futuro cuanto más porcentaje de rentabilidad pueda ofrecer potencialmente.

Criterios de elección en el modelo VAN:

- Si hay un proyecto de inversión:
  - Aceptar, si el VAN es mayor que cero.
  - Rechazar, si el VAN es menor o igual a cero.
- Si existen diferentes proyectos de inversión, consideramos los casos siguientes:
  - a) No existen restricciones financieras: se eligen todos los proyectos cuyo VAN es mayor que cero.
  - b) Hay presupuesto de capital: se eligen los proyectos de inversión, jerarquizados de mejor a peor previamente por su VAN –que deberá ser mayor que cero–, computando la posibilidad de realización hasta que se agota el presupuesto.
  - c) Existe restricción técnica: los proyectos son alternativas de inversión incompatibles entre ellas. Se elige la inversión en la que el VAN –mayor que cero– sea mayor.


Entre las premisas en las que se basa el VAN, se pueden citar las siguientes:

- Conocimiento perfecto de los pagos y los cobros futuros (previsión perfecta).
- Mercado de capitales perfecto. El tipo de interés es  $K$ , que es el que rige en el mercado de capitales, al que la empresa puede prestar o tomar prestada cualquier cantidad.
- Los cobros y los pagos se realizan al final de cada año, para que no sea necesario operar con períodos más cortos o incluso con capitalización continua.
- Se supone que se conoce el horizonte temporal de la inversión ( $n$  años).
- No presuponen incidencia de la inflación y los impuestos sobre los flujos futuros y el coste de capital.

El valor que tome el VAN depende de los factores siguientes:

- Los flujos de caja de explotación previstos ( $CF_t$ )
- El horizonte económico ( $n$ )
- El desembolso inicial de la inversión ( $A_0$ )
- La tasa de descuento o actualización ( $k$ )

$$VAN = f(CF_t, n, k, A_0)$$

Teniendo en cuenta que  $CF_t$ ,  $A_0$  y  $n$  son variables determinadas por los mismos datos del proyecto de inversión, sólo queda  $k$  como variable independiente. Una posibilidad de dar contenido conceptual a  $k$  –la tasa de descuento– es que se haga equivalente al coste de capital de la empresa, que depende, entre muchos otros elementos, de la tasa de interés vigente en el mercado de capitales. 

Interesa observar cómo cambia el VAN al variar  $k$ . Esta verificación se puede realizar mediante el oportuno análisis de sensibilidad.

### Ejemplo 1

Proyecto que comprende una inversión de 100 u. m. para obtener un VAN de 24,4 u. m. Esto significa que el proyecto ahorra a la empresa 24,4 u. m. en comparación con lo que debería invertir en su tasa marginal para obtener el mismo flujo de caja.

Años	0	1	2	3
Flujos de caja	-100	+50	+50	+50
Factores de descuento al 10%		0,9091	0,8264	0,7513
Valores descontados	-100	+45,5	+41,3	+37,6

$$VAN = 124,4 - 100 = 24,4$$

La ventaja del proyecto consiste en el hecho de que para una inversión de 100 u. m., ésta da un flujo de caja que significaría, para la tasa marginal de inversión de la empresa, una inversión de 124,4 u. m. En lugar de mirar el VAN como un ahorro sobre la inversión, se puede decir igualmente que el VAN del proyecto es el valor actual del excedente que la empresa obtiene sobre y por encima de lo que conseguiría mediante la inversión marginal.

### Ejemplo 2

Tasa de actualización = 10%	1.ª inversión	2.ª inversión
Inversión inicial	300.000 €	300.000 €
Cobros al final del primer año	0 €	400.000 €
Cobros al final del segundo año	0 €	0 €
Cobros al final del tercer año	400.000 €	0 €

El VAN de la primera inversión es:

$$VAN = -300.000 + \frac{400.000}{(1+0,10)^3} = -300.000 + 300.525,92 = +525,92$$

El VAN de la segunda inversión es:

$$VAN = -300.000 + \frac{400.000}{(1+0,10)} = -300.000 + 363.636,36 = +63.636,36$$

Dado que la segunda inversión tiene un VAN positivo superior, es preferible a la primera.

El tipo de descuento  $k$  puede variar entre infinito y cero. Tipos de descuento  $k$  menores que cero serían rarísimos, ya que esto significa que hay quien paga gustoso por no recibir un dinero hoy y sí en el futuro.

Si  $k$  es igual que cero, el VAN equivale al valor neto (VN), que es la suma contable de todos los flujos sin proceder a ninguna actualización. Por lo tanto, es el máximo valor que puede tomar la función del VAN cuando éste depende de la evolución de  $k$ . Cuando el tipo de descuento tiende a infinito, el VAN equivale a la inversión inicial, porque cualquier cobro posterior sería anulado por la mencionada tasa de descuento tan elevada.

### Tasa interna de rentabilidad (TIR)

Se denomina *tipo de rendimiento interno* o *tasa interna de rentabilidad*, TRI o TIR, a la tasa de retorno o, simplemente, a la rentabilidad de una inversión; al tipo de descuento,  $r$ , que hace su valor actual neto igual a cero para una serie de flujos de caja futuros. Por lo tanto, se deben evitar las inversiones o proyectos cuya TIR sea menor que el coste del capital o de la tasa de retorno mínima deseada.

Esta tasa ofrece un parámetro sencillo para decidir sobre inversiones. Es el método preferido de muchos contables y financieros. Pero no resulta tan fácil de comprender como otras medidas y no es tan sencilla de calcular (incluso el Excel sólo realiza una aproximación de ésta). Las anomalías en el cálculo pueden generar resultados erróneos, en particular cuando se trata de reinversiones.

Es, por lo tanto, el valor  $r$  tal que:

$$-A + \frac{Q_1}{(1+r)} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_N}{(1+r)^n} = 0$$

- Se devuelve el capital utilizado.
- Se remunera el capital mencionado con un tipo de interés igual a  $r$ .
- En estas condiciones no hay beneficio actualizado ( $\Rightarrow$  VAN = 0).

#### Ejemplo 1

Una empresa considera invertir 100 u. m. en un proyecto que le ofrece un retorno de 121 u. m. al final del segundo año.

$$\text{La TIR será: } -100 + \left[ \frac{121}{(1+r)^2} \right] = 0$$

Para que la fórmula dé 0, el valor de  $r$  debe ser 0,1, es decir, un 10%.

Según el criterio TIR, la empresa puede emprender un proyecto de inversión sólo cuando su tasa interna de rentabilidad sea igual o superior al coste medio ponderado del capital.



El modelo, pues, busca un equilibrio entre el coste del capital y la rentabilidad interna del proyecto.

El apelativo *interno* de esta tasa de rentabilidad significa que es la rentabilidad del mismo proyecto de inversión y que puede coincidir o no con el coste del capital medio ponderado de la empresa.

### Ejemplo 2

Un banco ha concedido a una empresa un préstamo de 5 millones de u. m. Por cada uno de los cuatro años de la duración del préstamo, le cobrará un interés fijo, y el último año el cliente deberá devolver el importe del préstamo y los intereses de este año.


La TIR de esta inversión será el valor de  $r$  tal que:

$$-5000.000 + \frac{300.000}{(1+r)} + \frac{300.000}{(1+r)^2} + \frac{300.000}{(1+r)^3} + \frac{5.300.000}{(1+r)^4} \approx 0$$

Se puede comprobar que el valor de  $r$  que cumple esta expresión es 0,06. Evidentemente, la rentabilidad del banco será el 0,06 por 1; el 6% anual, que es el tipo de interés del préstamo.

Si no existiera inflación, la rentabilidad así obtenida sería, además, la rentabilidad real de la inversión. Pero si la expectativa de inflación para los próximos cuatro años fuera de una tasa del 3%, entonces el 6% calculado sería la rentabilidad aparente,  $r_A$ , y la rentabilidad real, rentabilidad neta de inflación o rentabilidad en términos de capacidad adquisitiva esperada,  $r_R$ , sería:

$$r_R = \frac{r_A - g}{1 + g} = \frac{0,06 - 0,03}{1 + 0,03} = 0,0291 \text{ para 1; es decir, 2,91\%}.$$

De acuerdo con este criterio, una inversión se podrá efectuar o será válida cuando su rentabilidad resulte superior a la rentabilidad requerida de la misma, no lo será cuando aquella sea inferior, y será indiferente cuando las dos rentabilidades coincidan. Si se ha de elegir entre un conjunto de inversiones que se pueden efectuar, será necesario dar preferencia a las que presenten mayor rentabilidad. 

En la inversión en un préstamo al 6% como el del ejemplo, la rentabilidad debe ser evidentemente el 6%, y fue suficiente sustituir 0,06 en la expresión  $r$  para comprobarlo. Tampoco existen dificultades de cálculo cuando la inversión sólo dura un año, ya que se puede aislar la incógnita  $r$ ; ni cuando dura dos, ya que aparece una ecuación de segundo grado y sólo una de las soluciones tendrá sentido económico. La otra será un número imaginario o un valor negativo, y en una inversión *analizable* (aquella en la que la suma aritmética de los flujos de caja es superior al desembolso inicial  $A_0$ ) la rentabilidad ha de ser positiva.

Pero con la excepción de otros casos (aquellos en los que los flujos de caja son constantes o crecen a una tasa constante, y la duración de la inversión tiende a infinito), a medida que aumenta el número de años que dura la inversión, el problema del cálculo de  $r$  se vuelve más complejo. En estos casos, para calcular la TIR se debe utilizar una calculadora financiera que disponga de esta función, o bien una hoja de cálculo de un programa de ordenador, o se ha de utilizar el método de prueba y error. Este método no es sino un procedimiento heurístico consistente en ir probando con diferentes tipos de descuento hasta

encontrar aquel que hace el valor actual neto igual a cero. Si con un tipo de descuento se obtiene un valor mayor que cero, se deberá probar con otro más elevado. Si el valor obtenido es negativo, se deberá probar con otro más pequeño, ya que en las inversiones simples, al elevarse el tipo de descuento, el valor actual neto se reduce.

### Ejemplo

Calculad la TIR de una inversión inicial de 400.000 euros de la que se obtendrán 200.000 de aquí a un año y 300.000 de aquí a dos. La TIR será aquella tasa que hará el VAN igual a cero:

$$\text{VAN} = -400.000 + \frac{200.000}{1 + \text{TIR}} + \frac{300.000}{(1 + \text{TIR})^2} = 0$$

Si se calcula por el método de prueba y error se hará:

- Para  $r = 14\%$  el VAN es igual a +6.278,84
- Para  $r = 15\%$  el VAN es igual a +756,14
- Para  $r = 16\%$  el VAN es igual a -4.637,34

Así pues, la TIR estará comprendida entre el 15 y el 16%.

### Normas de decisión (VAN y TIR)

- VAN
  - Aceptar/rechazar un proyecto: se acepta si  $\text{VAN} > 0$ ; se rechaza si  $\text{VAN} \leq 0$ .
  - Aceptar  $m$  proyectos de entre  $n$  que se revisan ( $n > m$ ):
    - I) Si hay fondos suficientes, se aceptan todos los proyectos con  $\text{VAN} > 0$  y se rechazan los restantes.
    - II) Si no hay fondos financieros suficientes, se hace un *ranking* con VAN de mayor a menor y se corta en el punto en el que se agotan los fondos.
- TIR
  - Aceptar si  $\text{TIR} > k$ ; rechazar si  $\text{TIR} \leq k$
  - Aceptar todo proyecto con  $\text{TIR} > k$ ; en su caso, jerarquizar y aceptar todo  $\text{TIR} > k$  hasta que se agoten los fondos.

### Índice de rentabilidad (IR)

Hay casos en los que los criterios VAN y TIR dan resultados diferentes cuando se comparan dos o más proyectos (incongruencia de criterios).

Existen métodos para solucionar este problema, pero una manera práctica de tener en cuenta el VAN y a la vez relativizarlo para observar la productividad por euro invertido es el índice de rentabilidad (IR).

$$IR = \frac{VAN + A_0}{A_0} = \text{Versión "bruta"} \quad (IR > 1 \text{ si } VAN > 0)$$

$$IR = \frac{VAN}{A_0} = \text{Versión "neta"} \quad (IR > 0 \text{ si } VAN > 0)$$

El IR intenta medir la rentabilidad actualizada (bruta o neta) por euro invertido. Resulta un buen criterio para jerarquizar proyectos y llevar a cabo una elección en términos de capital racionado.

A continuación se presenta un cuadro recopilatorio de los modelos de elección de proyectos de inversión.

Actitud ante el futuro Grado de complejidad		Hipótesis de previsión perfecta (un solo escenario, $p = 1$ )	Se admite la existencia de riesgo (diversos escenarios, probabilidades conocidas)	Se admite la existencia de incertidumbre (indeterminación de los escenarios y las probabilidades)
Modelos estático (prácticos)		Tasa de ahorro de costes	Pay-back	Pay-back
		Tasa de rentabilidad contable		
Modelos dinámicos. Tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Son parciales (sector: inversión financiación)	Sin limitaciones financieras Modelo del DCF ( <i>discounted cash flow</i> , 'flujo de caja descontado')	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VAN</li> <li>• TRI</li> <li>• Índice de rentabilidad</li> <li>• Anualidad</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TRM</li> <li>• Dean</li> </ul> <p>Para proyectos que pueden ser a la vez de inversión y de financiación (TRM = Teichrow, Robichek y Montalbano)</p>	VAN ajustado al riesgo mediante ajuste de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de actualización</li> <li>• Flujos de caja</li> <li>• Esperanza matemática del VAN</li> <li>• Árbol de decisión</li> </ul>	Criterios de Wald Savage, Hurwicz, etc. Además, los mismos criterios que en riesgo con probabilidades iguales para todos los escenarios (Laplace)
	Con limitaciones financieras Presupuesto limitado de inversiones	Modelos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weintgarner</li> <li>• Lorie y Savage</li> <li>• Baumol y Quandt</li> <li>• Lerner y Carleton</li> </ul>	Modelos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markowitz</li> <li>• Sharpe</li> <li>• (Modelos cartera)</li> </ul>	No desarrollados
Modelos globales (intervienen en todos los sectores: ventas, producción, financiación, etc.)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capri</li> <li>• Horst Albach</li> <li>• Jacob</li> </ul>	No desarrollados	No desarrollados



