

TEORIA Y POLITICA DE INVERSION EN LA EMPRESA

(Análisis de los modelos de inversión:
Su valor aclaratorio y de decisión)

Por SANTIAGO GARCIA ECHEVARRIA
Doctor en Ciencias Económicas por las Universidades de Madrid y Colonia. Profesor Adjunto encargado de la Cátedra de Política Económica de la Empresa de la Universidad Complutense de Madrid

I) PLANTEAMIENTO

Shubik, en su aportación sobre el estado actual de los estudios e investigaciones de la microeconomía y de la Economía de Empresa, aparecida en el *Journal of Economic Literature* (1), insiste una vez más en que «la economía es... una ciencia aplicada (si se la considera como ciencia). Y la calidad de los modelos o abstracciones debe ser replanteada, así como también la calidad y elegancia del análisis» (2). Ahora bien, debemos añadir con la limitación, señalada por Erich Schneider, siguiendo a su maestro Schumpeter, de que «nunca se insistirá lo suficiente, en que el economista sólo es responsable de la parte económica del problema» (3). La Economía de la Empresa moderna es una ciencia aplicada, según la opinión dominante, esto es, una ciencia normativo-práctica, lo que implica que se puedan deducir de la misma contextos sobre cómo debe ser el comportamiento de los hombres en los momentos de tomar o configurar decisiones, cuando se pretenden alcanzar determinados objetivos de la forma mejor posible. Heinen, uno de los representantes actuales más destacados de la Economía de la Empresa orientada hacia la decisión, considera, como el objetivo científico universal de la Economía de la Empresa, la realización de las funciones de *aclaración* y las de

(1) SHUBIK, M., «A Curmudgeon's Guide to Microeconomics», en *Journal of Economic Literature*, Vol. VIII, junio 1970, núm. 2, págs. 405 y ss.

(2) *Ib.*, pág. 413.

(3) SCHNEIDER, E., «Entwicklungen und Wandlungen der Wirtschaftstheorie», Discurso Rectoral pronunciado el 14 de mayo de 1959, Kiel 1959, pág. 20.

configuración (4). La primera función, la función de aclaración, constituye la fase diagnóstica de la Economía de la Empresa, esto es, una aclaración científica debe responder a la pregunta de por qué se produce o bien se producirá un determinado acontecimiento. El conocimiento de «leyes» generales, mejor dicho, «cuasi-leyes» (Albert) (5) que formulen las consecuencias o efectos que se derivan en determinadas condiciones, constituye su base. En el lenguaje de la teoría de las ciencias, aclaraciones científicas son las deducciones lógicas, en determinadas condiciones y regularidades (Explanans) del fenómeno a aclarar o explanandum (6). Asimismo puede verse la característica principal de la segunda de las funciones, la *función configuradora*, en el desarrollo de modelos de decisión que permitan deducir soluciones «más satisfactorias» u «óptimas» de forma tal que contribuyan a señalar los instrumentos y derroteros que llevan a una mejora de las decisiones en la Economía de la Empresa. La función «asesora» de la Economía de la Empresa constituye, hoy ya, una de sus principales contribuciones y su campo de actuación se aplica de los meros problemas internos de la empresa, a los campos de asesoramiento al legislador y otras instituciones. Las exigencias de la práctica frente a la Economía de la Empresa obliga a desarrollar esta segunda función. La consideración de la función de la Economía de la Empresa como la de «señalar a la empresa caminos para una mayor economicidad y rentabilidad» (7), como señala Jonas, es, pues, actualmente una exigencia de la *praxis* económica a la teoría, enriqueciendo su problemática y facilitando el planteamiento de nuevos campos de investigación.

Y, precisamente, dentro de esta evolución del programa científico de la Economía de la Empresa, el sector de los cálculos económicos, de los modelos de inversión es el que salta a un primer plano. Y ello por diversos motivos. Por un lado casi todas las decisiones empresariales provocan procesos de inversión, procesos que a su vez influyen muy frecuentemente, de forma significativa sobre el conjunto de la empresa, sobre su evolución y sobre las posibilidades de alcanzar los objetivos pretendidos. Del resultado de estos procesos dependerá muchas veces la existencia misma de la empresa. Por ello la importancia de los cálculos económicos de la inversión para la empresa. La *praxis* industrial exige de modelos que le permitan mejorar sus decisiones. Por otro lado, la problemática de la inversión ha constituido uno de los campos predilectos de la investigación en la Economía de la Empresa de los últimos quince años. Con la aplicación de las modernas técnicas matemáticas se está produciendo un desarrollo vertiginoso de modelos cada vez más complejos e integracionistas. Puede afirmarse que el campo de la inversión se ha constituido en el núcleo o eje central del desarrollo de los modelos integrales de la empresa.

(4) Ver, entre otras, las posiciones metodológicas de:

HEINEN, E., «Zum Wissenschaftsprogramm der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre», en *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, año 39 (1969).

HEINEN, E., *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*, Wiesbaden 1968.

DIEDERICH, H., «Grundtatbestände der Betriebswirtschaftslehre», en *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre in programmierter Form*, ed. por H. Jacob, Wiesbaden 1969.

(5) ALBERT, H., «Probleme der Theoriebildung», en *Theorie und Realität*, 2.ª ed. Tübingen 1972, págs. 3 y ss.

(6) HEINEN, E., «Zum Wissenschaftsprogramm...», *ob. cit.*, pág. 210.

(7) JONAS, H., *Investitionsrechnung*, Berlín 1964, pág. 5.

De esta confrontación entre las exigencias de operatividad práctica, por una parte, y del deseo científico de operar con modelos más amplios y complejos que recojan el fenómeno empresarial, por otra, es de donde surge la actual discusión de la teoría y práctica de los cálculos de inversión en lugar aún más predominante que el que poseen otros sectores de la empresa. Es quizá el sector de inversiones como ningún otro de la Economía de la Empresa el que más se da a un tratamiento abstracto y, a veces, especulativo, constituyendo las propias premisas en las que descansan sus modelos origen de los problemas planteados en sus modelos. Schindler, en su trabajo sobre «cálculos de inversión en la teoría y en la práctica» (8) centra esta problemática al afirmar que entre tanto se ha desarrollado la teoría de inversión en la Economía de la Empresa; pero la diferencia entre lo que se ha elaborado teóricamente y lo que se llega a utilizar en la práctica será incluso cada vez mayor. Lo que se debe naturalmente, en parte, a la discrepancia entre la precisión de los modelos y el carácter apreciativo de los datos que se pueden obtener en la *praxis*, así como a las premisas en las que descansan los modelos teóricos.

La discusión sobre la aportación de los modelos tradicionales o clásicos y sobre los nuevos modelos, considerando constantemente sus posibilidades de utilización práctica, así como la adopción de una posición crítica con respecto a los distintos componentes de los modelos de inversión constituye el contenido de este trabajo. Se trata con ello no sólo de transmitir un conocimiento sobre los modelos de que se dispone para la preparación de los procesos de inversión, sino además de obligarnos a considerar la problemática de cada uno de estos modelos, su contenido informativo y su valor instrumental para incorporarlo dentro del proceso de preparación de una decisión de inversión en la empresa.

1) Teoría y práctica

Los cálculos de inversión presentan ya de por sí suficientes dificultades para su determinación. Por un lado, la práctica y la teoría han desarrollado un amplio espectro de métodos, un pluralismo de métodos que presentan otros tantos resultados. Por otro lado, los elementos básicos de cálculo de los distintos métodos presentan una variada gama de planteamientos, de donde surgen una serie de problemas. A ello hay que añadir la necesidad de establecer en la Inversión de la Empresa un beneficio mínimo, una rentabilidad que debe al menos alcanzarse para que sea realizable, en un principio, una inversión, no correspondiendo consiguientemente a la realidad el intento de considerar en la teoría de la inversión una interdependencia entre ingresos marginales y costes marginales (9).

Por otra parte, la teoría busca un perfeccionamiento con gran dificultad para su interpretación y aplicación actual en la práctica. Por parte de

(8) SCHINDLER, H., «Investitionsrechnungen in Theorie und Praxis», en *Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung*; núm. 10, 1963, págs. 535 y ss.

(9) JONAS, H., *ob. cit.*, pág. 13.

la práctica industrial se pide un método, que sea simple y eficiente, argumentando que:

- (1) no existen por lo general alternativas para una inversión;
- (2) que la inversión propuesta debe realizarse;
- (3) que se trata de una inversión necesaria para la política empresarial;
- (4) que la inversión es una reposición rutinaria y,
- (5) que el futuro no es previsible (10).

Estos argumentos de la práctica pueden rechazarse y puede afirmarse que si bien en casos aislados puede darse una u otra de estas argumentaciones, sin embargo, por regla general, existen alternativas, la realización de una inversión depende de sus expectativas de resultados y que puede realizarse un cálculo dentro de los condicionamientos que supone todo cálculo de futuro. La necesidad de realizar cálculos de inversión hoy se pone ya fuera de toda duda.

II) ESBOZO DE LA PROBLEMÁTICA DE LA INVERSION EN LA TEORIA

1) Breve descripción de su tratamiento macroeconómico

En la teoría económica se localiza la inversión, de forma unívoca, dentro de la «formación de capital» y ello hasta que con el desarrollo, en las últimas cuatro décadas, de las teorías coyunturales y de crecimiento principalmente, se desplaza la problemática de la inversión relacionándola con la renta, su mantenimiento, ampliación y nueva configuración (11).

Esto es, se centra la discusión teórica sobre la pregunta de qué influencia ejerce la actividad inversora sobre la renta nacional. Dicho en otros términos: ¿Cuáles son los factores determinantes de las decisiones de inversión empresariales? Las funciones de inversión en las que se relacionan los gastos en inversión con determinadas variables tratan de buscar una contestación a esta pregunta. Se trata de relaciones cuantitativas entre los gastos de la inversión y factores determinantes, relaciones que se han obtenido fundamentalmente en base empírica, y con ayuda de los análisis de correlación y regresión. Los trabajos primeros de J. M. Clark en 1917 (12) con el planteamiento del llamado principio del acelerador, aplicado más tarde por Harrod bajo la denominación de «relación» y por Hicks como el coeficiente de inversión

(10) *Ib.*, pág. 14.

(11) VER MEINHOLD, H., «Investitionen», en *Handwörterbuch der Sozialwissenschaften*, tomo 5, págs. 333 y ss.

(12) CLARK, H. M., «Business Acceleration and the Law of Demand. A Technical Factor in Economic Cycles», en *Journal of Political Economy*, 1917, págs. 217 y ss.

se interpretan por Bombach (13) y Schneider (14) como una determinada forma del comportamiento empresarial, esto es, como un comportamiento inducido por una variación de la demanda, indicando el acelerador el efecto multiplicativo. Las aportaciones de Kalecki (15), R. Frisch (16), Tinbergen (17), Klein y Goldberger (18), presentan nuevas funciones de inversión, insistiendo por Tinbergen en el efecto decisivo de las expectativas de beneficios sobre la decisión de inversión. Especial mención merece el amplio y discutido trabajo empírico de Meyer y Kuh (19) realizado sobre un muestreo de 750 empresas de nueve sectores industriales. Su resultado se refleja fundamentalmente en la importancia de las expectativas de beneficio para el plantamiento a corto plazo y en el desarrollo de las ventas y de las capacidades como determinantes fundamentales para una política de inversión a largo plazo. Lo que queda, sin embargo, suficientemente claro de este trabajo empírico es que toda función de inversión no debe basarse en un sólo factor determinante, sino que las decisiones de inversión se deben en la realidad empresarial a un conjunto de factores determinantes, cuya posible ordenación o fijación de prioridades varía en relación con el horizonte económico para el que se plantea la decisión de inversión.

La problemática de la interpretación científica de la inversión, sus motivaciones, interdependencias y efectos sigue planteada tanto en la teoría económica, sobre todo, en el desarrollo de los modelos de crecimiento como en el campo de la Política Económica en cuanto a la interpretación y aplicación del instrumental preciso para alcanzar determinados objetivos y niveles de inversión.

2) Planteamiento en la Economía de la Empresa

Es, sin embargo, en la Economía de la Empresa donde la investigación en las últimas dos décadas ha realizado un gran esfuerzo. El planteamiento se realiza con un enfoque diferente en base de los «cálculos de economicidad», título original de la obra básica de Erich Schneider. Se trata en la empresa de buscar unos modelos que nos ayuden no sólo a aclarar un fenómeno de inversión, sino muy particularmente que sirva de base para la toma de la decisión. Esto es, se buscan, pues, modelos de decisión, modelos que ayuden a configurar la decisión empresarial. El vertiginoso desarrollo de modelos cada vez más complejos y exigentes de la teoría, con una menor operacionalidad en

(13) BOMBACH, G., «Zur Theorie des wirtschaftlichen Wachstums», en *Weltwirtschaftliches Archiv*, 1953, tomo 70, I.

(14) SCHNEIDER, E., «Einführung in die Wirtschaftstheorie», tomo III; 3.ª ed., Tübingen 1955, pág. 235.

(15) KALECKI, M., «A Macrodynamical Theory of Business Cycles», en *Econometrica* 1935, páginas 227 y ss.

(16) FRISCH, R., «Propagation Problems and Impulse Problems in Dynamic Economics», en *Economics Essays in Honour of Gustav Cassel*, 1933, págs. 171 y ss.

(17) TINBERGEN, J., *Business Cycles in the United States of America 1919-1932*, Ginebra 1939, pág. 46.

(18) KLEIN, L. R. y GOLDBERGER, A. S., *An Econometric Model of the United States 1929-1932*, Amsterdam 1955.

(19) MEYER, R. J. y KUH, E., *The Investment Decision*, Cambridge 1957.

FERNÁNDEZ PIRLA, J. M., *Economía y Gestión de la Empresa*, 5.ª ed., Madrid 1972, páginas 45 y ss.

la práctica, y la exigencia de la práctica, por la complejidad y consecuencias de una decisión de inversión, plantea una amplia discusión sobre los modelos utilizados. Un ejemplo contundente del estado actual de la discusión y las fuertes discrepancias existentes lo testimonia el artículo de Erich Schneider «Kritischer und Positives zur Theorie der Investition» (Aspectos críticos y positivos de la teoría de la inversión) (20).

Por otro lado, la problemática de la inversión ha pasado a un primer plano del interés científico en los últimos años con motivo del desarrollo de la planificación empresarial a largo plazo (21). De entre todos los sectores parciales, el de la planificación de inversiones, se ha convertido en el eje de la creatividad planificadora centrándose la problemática en torno a dos esferas:

- 1) la búsqueda y mejora de los criterios de optimalidad de la planificación de inversiones y
- 2) la búsqueda de métodos para la determinación concreta del óptimo.

En lugar del cálculo en base del beneficio por período se impone el valor capital. Su discusión en los últimos años y los intentos de considerar las incertidumbres en el cálculo empresarial son los principales aspectos del actual programa de investigación de la disciplina. Por otra parte, se caracteriza por la consideración de la planificación de las inversiones como base para el desarrollo técnico de modelos empresariales integrales o que abarcan el conjunto empresarial, modelos que constituyen un magnífico instrumento didáctico para la contemplación integral de la empresa.

La perfección de los criterios de optimalidad y el perfeccionamiento de los modelos integrales son dos aspectos básicos para la investigación en el futuro inmediato.

III. MODELOS PARA EL CALCULO DE LAS INVERSIONES EN LA ECONOMIA DE LA EMPRESA

1) *Introducción*

La teoría de la inversión y de la financiación en la Economía de la Empresa tiene por función desarrollar, como se ha señalado, modelos de aclaración y de decisión que permitan representar los comportamientos empresariales. Actualmente la teoría de la inversión puede clasificarse en dos sectores:

- 1) Decisiones de inversión para expectativas ciertas.
- 2) Decisiones de inversión para expectativas inciertas.

(20) SCHNEIDER, E., «Kritischer und Positives Theorie der Investition», en *Weltwirtschaftliches Archiv*, tomo 98, 1967, págs. 314 y ss.

(21) Ver GARCÍA ECHEVARRÍA, S., *Planificación y Pronóstico en la Economía de la Empresa*, Madrid 1970.

El primer campo de la teoría de la inversión abarca las aportaciones más antiguas y se basa en la premisa de que los datos más relevantes de los cálculos son conocidos, o se establece sobre premisas fijadas. También se le denomina a una parte de la inversión bajo certidumbre, «tradicional» (22) o «clásica» (23). Albach entiende por teoría tradicional aquel tipo de teoría que partiendo de los trabajos de Böhm-Bawerk y Clark ha sido desarrollada por Bouldings, Samuelson, Lutz, Schneider y con ciertas limitaciones también algunos aspectos de la aportación de Dean (24). A los modelos desarrollados se les considera dentro de la denominación modelos antiguos de inversión.

Schneider, en su mencionado trabajo crítico sobre la problemática actual de la teoría de la inversión, a este campo de la teoría de inversión, defendida por él, la denomina: teoría clásica de la inversión. Dentro de este campo se han desarrollado además una serie de modelos modernos que manteniéndose dentro de la misma premisa de «certidumbre» trata de recoger de forma más acertada el fenómeno de la inversión y, sobre todo, trata de integrarlo con los otros aspectos parciales de la actividad inversora: financiación, producción y ventas. Sobre este aspecto volveremos más adelante.

El segundo campo de la teoría de la inversión en situación de incertidumbre se ha comenzado a desarrollar en los últimos años y descansa su base teórica fundamentalmente en la teoría de decisión (25).

Aquí nos vamos a concentrar en el primero de estos campos. Tanto desde el punto de vista teórico como de la praxis industrial el tratamiento de la teoría de inversión en certidumbre sigue constituyendo su base esencial. Frecuentemente se pone en duda la justificación de una teoría que se basa en premisas poco realistas. A esta afirmación ha contestado Schneider en su aportación, rechazándola totalmente y señalando que «en mi apreciación personal, todos los autores que se han ocupado de este tema se han referido al aspecto que se comprende por sí mismo de que las cifras de las series de pagos y cobros referidos a períodos futuros están sujetas a la incertidumbre y que esta incertidumbre se debe considerar en la decisión por una determinada alternativa. Esto se realiza al plantear y ejecutar el cálculo bajo las diferentes condiciones posibles...» (26). Asimismo Moxter, en su aportación sobre «cuestiones pendientes en la teoría de inversión y financiación» (27) señala que al suponer toda su aportación bajo la premisa de expectativas ciertas del empresario, por lo que se refiere a las corrientes o flujos de pagos y cobros, flujos que se derivan de determinadas decisiones, considera que no existe motivo para infravalorar la importancia de los planteamientos y resultados teóricos obtenidos con la premisa de certidumbre como pieza fundamental de una teoría general de capital. Hax y Laux (28), en su aportación a la teoría

(22) ALBACH, T., *Investition und Liquidität*, Wiesbaden 1962.

(23) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*

(24) ALBACH, H., «Investition...», *ob. cit.*, pág. 25.

(25) Ver entre las múltiples obras de la teoría de la decisión económica las de GÄFGEN, G., *Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung*, Tübingen 1963.

MENGENS, G., *Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen*, Opladen 1969.

(26) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, pág. 33.

(27) MOXTER, A., «Offene Probleme der Investitions- und Finanzierungstheorie», en *Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung* 1963, pág. 1.

(28) HAX, H. y LAUX, H., «Investitionstheorie», en *Beiträge zur Unternehmungsfor-*
schung, Würzburg 1969, pág. 227.

de inversión, arguyen también en este mismo sentido: «... también con la premisa de expectativas ciertas se pueden deducir importantes conocimientos teóricos y obtener resultados que pueden utilizarse también en la práctica. Mientras que la teoría que considera la incertidumbre no se encuentra desarrollada para poder abarcar todos los planteamientos prácticos relevantes, el análisis en base de la premisa de certidumbre constituye el mejor camino para obtener consideraciones teóricas y para resolver problemas de decisión en la práctica. Además, la teoría de la decisión de inversión bajo certidumbre constituye, sobre todo, la fase previa para una teoría realista...».

Por consiguiente, tanto desde el punto de vista de la investigación teórica como bajo el ángulo de su aplicación práctica, objetivo a perseguir también por la Economía de la Empresa, así como desde el punto de vista didáctico, se debe acentuar el análisis de los modelos de inversión en la base de certidumbre.

Nuestra aportación consiste, pues, en exponer el estado actual de la investigación, la interpretación de sus resultados y señalar los problemas que quedan hoy abiertos, problemas que constituyen un futuro programa de investigación. Junto a ello consideramos fundamental que en este campo tan decisivo e importante para la Empresa se llegue a comprender su planteamiento conceptual básico, ya que es a partir del mismo cuando se puede interpretar el complejo y heterogéneo fenómeno de los procesos de decisión de inversiones. Sólo en esta base podrá el economista actuar configurando y adecuando estos modelos a la realidad económica de la empresa.

A continuación vamos a analizar el estado actual de la discusión de los planteamientos y modelos de decisión bajo la premisa de la certidumbre. Dentro de este sector vamos a considerar tres grupos de modelos:

- a) modelos estáticos,
- b) modelos dinámicos,
- c) modelos simultáneos.

Los dos primeros entran dentro de la denominación de la teoría clásica de inversiones antes señalada. El tercero corresponde a los modelos modernos de la teoría de inversión.

2) *Los modelos de decisión de inversiones en certidumbre*

En los últimos años se aprecia, en la literatura especializada, una fuerte crítica a la llamada teoría «clásica» de la inversión, discusión que ha llevado a nuevos planteamientos que intentan eliminar las premisas criticadas buscando una mayor aproximación a la «realidad» y ello fuertemente bajo las exigencias de la práctica industrial y bancaria. La búsqueda de criterios para enjuiciar la bondad, la rentabilidad de una inversión constituye, pues, su objetivo. Las mejoras introducidas en los modelos «clásicos» exigen a su vez una aclaración de si los modelos básicos son aceptables en cuanto a sus premisas.

Como sabemos, las inversiones de una empresa se encuentran vinculadas a series de pagos y cobros. Y en determinados componentes puede hablarse de «cuasi cobros y pagos», con el fin de recoger las magnitudes que no recogen un flujo monetario. La interpretación formal o financiera del proceso real de inversión constituye la base de todos los cálculos de inversiones. Por ello, de su acertada interpretación, mejor dicho, del acertado planteamiento que realiza el paso de los procesos reales que constituye la base efectiva de la inversión a los procesos formales o financieros que provoca, depende, en un primer término, la validez de todo cálculo. Es ésta una de las fases más complejas de todo el proceso de análisis de una inversión.

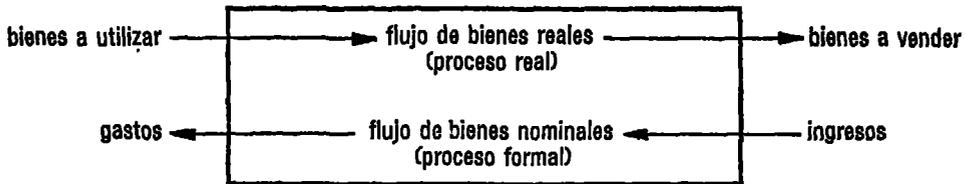


FIGURA 1

Sobre la base de un mercado de capitales perfecto, del cual puede obtenerse todo el capital preciso a un tipo de interés de mercado y a este mismo tipo puede colocarse el dinero procedente de la inversión, descansan todos los modelos de decisión de inversión en certidumbre. Bajo esta premisa las preguntas que se quieren contestar son dos:

- 1.º Si es ventajoso o no realizar una inversión y
- 2.º Entre dos o más proyectos cuál o cuáles se deben realizar (selección).

Teniendo en cuenta la premisa financiera que acabamos de mencionar se busca la contestación a estas preguntas en otros motivos distintos de los financieros.

En el proceso de decisión de una inversión se debe distinguir entre el cálculo o modelo de inversión, por un lado, y la decisión de inversión por otro. El cálculo no se debe identificar con la decisión; la decisión se sirve del cálculo. El ente decisor se apoya en el cálculo realizado, considerando adicionalmente otros factores no incluidos en el modelo de cálculo de la inversión y que en determinados casos poseen tanto o más peso a la hora de decidir que el meramente económico.

El planteamiento general de los modelos de inversión se puede recoger en la figura siguiente:

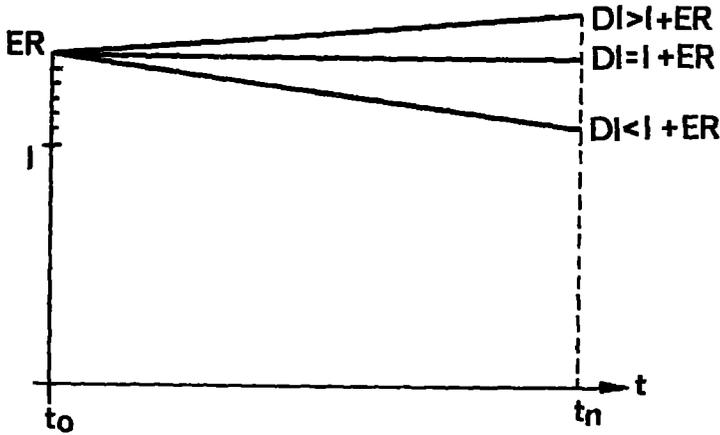


FIGURA 2

En el momento t_0 pierde el dinero de su liquidez y se vincula en la inversión (I). Esta vinculación se realiza para un período de tiempo ($t_0 - t_n$). Cuando se decide por una inversión existe una expectativa de resultados (ER) como consecuencia de esta decisión. Una vez realizada la inversión se produce un proceso de desinversión (DI), que puede realizarse de una sola vez, en importes parciales cada determinados períodos de tiempo o de una forma continuada. Esto es, en la empresa se produce la desinversión por la venta del objeto de la inversión o/y mediante los ingresos por la venta de los productos fabricados. Cuando la desinversión es superior a la inversión y a las expectativas se tiene de resultado un saldo positivo, esto es, presenta un beneficio, lo que se refleja respecto al tipo de interés calculatorio (29) que se considera en el modelo. Cuando es menor se produce una pérdida.

Se tienen, pues, dos tipos de componentes:

- a) los componentes de liquidez representados por la inversión y la desinversión, por lo que algunos autores (30) los consideran a ambos procesos como componentes parciales de uno sólo, lo único que el primero, la inversión va provisto de signo negativo, mientras que el segundo posee un valor positivo $-a_0, +a_1, +a_2 \dots a_n$ y
- b) componente de resultado, componente que señala si se han alcanzado los objetivos propuestos y que hay que calcularlo; aquí tenemos la in-

(29) CAL PARDO, F., «La tasa de actualización en análisis de inversiones», en *ESIC-Market*, 1970, núm. 3.

(30) VER SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, y H. HAX y H. LAUX, «Investitionstheorie», *ob. cit.*

FERNÁNDEZ PIRLA, J. H., *ob. cit.*, págs. 48-49.

cógnita que buscan los modelos de inversión. Valor, por su parte, que precisa de un criterio «normativo» para señalar su grado de utilidad, su grado de ventaja o de desventaja.

Los modelos clásicos, tanto los estáticos como los dinámicos, se plantean el análisis de un sólo proyecto en base de magnitudes tales como costes, beneficio, período de amortización, capitalización del capital invertido, prioridad de la inversión, etc. Estos modelos no poseen, por tanto, un criterio de decisión, por ejemplo, maximación o minimización de una variable objetivo que determine la valoración de un proyecto de inversión. La construcción de los distintos modelos impone esta característica común a todos los proyectos y por ello se produce la mencionada partición del proceso de decisión. El modelo nos facilita un dato que precisa de su comparación con otro, con una norma, con un «juicio de valor secundario», hablando en términos de la moderna metodología de la Economía de la Empresa (31). Por consiguiente, estos modelos clásicos son instrumentos que facilitan la configuración de la fase de decisión propiamente dicha. Y aquí puede verse la diferencia fundamental con los modelos «modernos» o de «optimación» que veremos más adelante.

a) modelos estáticos

Para casi todos los autores que tratan a un nivel científico el problema de las inversiones los modelos estáticos no los consideran como modelos de inversión. Incluso ni se consideran científicamente, pues su fundamentación teórica es tan frágil que no puede defenderse (32). Sin embargo, se trata de procedimientos de cálculo extraordinariamente extendidos en la práctica, por su simplicidad y por que en muchos de los procesos de decisión de una inversión no queda ninguna otra posibilidad de cálculo. Casi todas las obras escritas con una mayor orientación práctica recogen tales procedimientos de cálculo. Son, en particular, en los casos de inversiones de reposición, en las que se recupera la capacidad productiva por el desgaste, sin incrementar esta capacidad, sobre todo medidas de racionalización, y en los casos de nuevas inversiones o inversiones de ampliación que incrementan la capacidad productiva de instalaciones existentes. Además de estas situaciones de decisión se utilizan los modelos estáticos como primeros cálculos o cálculos complementarios de los dinámicos.

La característica común de todos estos procedimientos es la no consideración del factor tiempo y ello tanto por lo que se refiere a la duración o período de vida del objeto de inversión como a su consideración en función de un coste del dinero, de un tipo de interés. Los procedimientos estáticos son cuatro:

(1) Comparación de costes de producción

Se trata de un procedimiento utilizado para el enjuiciamiento de inversio-

(31) Entre otros: HEINEN, H., *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*, Wiesbaden 1969.

(32) ALBACH, H., «Investition...», *ob cit.*

nes de racionalización, constituyendo la medida de enjuiciamiento el ahorro en los costes de producción. De la comparación de los costes de producción de la instalación existente y de la nueva se deduce el ahorro de costes para un determinado período de tiempo, siendo, por lo general, de un año. Dentro de los costes deben incluirse los «intereses calculatorios» en base del capital que vincula cada una de las instalaciones.

Tres son las situaciones típicas de inversión en las que entra en juego este procedimiento:

- (1) Problema de selección de una instalación de entre varias disponibles para realizar una misma función;
- (2) problema de sustitución o de determinación del momento en que es conveniente una sustitución de un equipo o un procedimiento de fabricación;
- (3) combinación de ambos problemas, situación frecuente en la realidad empresarial.

Este cálculo puede realizarse tanto en una comparación puramente técnica (ventaja en los consumos de factores de producción) o bien como comparación de los factores valorados a su precio. A su vez se puede plantear el problema del cálculo de los costes bien por unidad producida como por periodo de tiempo.

En el primer tipo de problema se trata de comparar los costes y determinar el ahorro que presenta un objeto de inversión frente a otros u otros. Es fundamental además fijar el grado de utilización y si existe un grado de utilización crítico en el sentido de Gutenberg (33). Cuando la determinación futura del grado de utilización es muy problemática se debe calcular el grado crítico de utilización, que es aquel para el cual los costes por período o bien por unidad producida son idénticos. Esto es, el ahorro es cero. Según el grado de utilización esperado podrá decidirse por una instalación u otra. La probabilidad de rebasar o no las capacidades críticas decidirán sobre la ventaja de un objeto de inversión sobre otro.

En el segundo tipo de inversión, en la reposición, se puede utilizar el cálculo de comparación de costes para analizar si no es conveniente reemplazar en un momento determinado una instalación existente. La comparación de los costes y la determinación de la capacidad crítica permiten plantear el problema de la sustitución. Existe en este tipo de cálculo de una inversión dos aspectos que se recomiendan en la literatura por unos autores mientras que otros lo rechazan (34): La carga de la instalación de reposición con una pérdida de liquidez financiera y una pérdida de intereses, magnitudes ambas que no entran en el cálculo de comparación de costes que hemos señalado. Veamos detenidamente estos dos componentes.

(33) GUYENBERG, E., *Produktion*, 19.ª ed., Berlín 1972, págs. 293 y ss.

(34) BLOHM, H. y LÜDER, K., *Investition*, Berlín 1967, págs. 59 y ss.

- a) En cuanto a la determinación de la pérdida de liquidez: La comparación de costes a efectos de determinar el ahorro y con ello la ventaja de un objeto de inversión se debe realizar para todo el período de comparación, ya que al final de este período se supone que se sustituye la instalación existente por la nueva. La comparación de los costes medios anuales durante el período de comparación permiten deducir la ventaja o desventaja de una inversión. La búsqueda del momento más apropiado para la reposición exige la consideración de la pérdida de liquidez que viene definida por la fórmula siguiente:

$$L_p = \frac{(V_{Ri} - L_{Vc}) - (V_{Rf} - L_{Vf})}{n} = \text{Ptas/año}$$

Siendo:

L_p = pérdida de liquidez;

V_{Ri} = valor residual de la instalación vieja al comienzo del período de comparación;

V_{Rf} = valor residual de la instalación vieja al final del período de comparación;

L_{Vc} = valor de liquidación por la venta de la instalación u otra utilización al comienzo del período;

L_{Vf} = valor de liquidación por la venta de la instalación u otra utilización al final del período;

n = duración del período de comparación.

Cuando L_p es negativo se trata del «beneficio de liquidez». Por tanto, la pérdida de liquidez anual durante el período de comparación depende de:

- (a) del valor residual de la instalación al principio y al final del período de comparación, magnitud que coincide con la amortización lineal.
- (b) de los diferentes valores que se le puedan sacar a la instalación al principio y final del período y
- (c) de la amplitud del período de comparación (n), debiendo ser en cualquier caso inferior al período de vida teórico restante para la instalación.

La consideración de sólo el valor residual contable, como plantean algunos autores, debe considerarse como un caso especial en el que el «valor en liquidación» al principio y al final del período de liquidación sean iguales. Además la premisa de repartir el valor residual contable de la vieja instalación entre todo el período de vida de la nueva instalación se debe rechazar, ya que no se ve motivo alguno por el cual debe repartirse sobre la nueva instalación para todo su período de vida.

Se puede afirmar que una instalación de reposición debe cargarse, a la hora de establecer el cálculo de inversión con la pérdida de liquidez de la instalación vieja.

- b) En cuanto al cálculo de la pérdida de «intereses calculatorios» correspondientes a la pérdida de liquidez, cargando a la nueva instalación, se basa en la premisa de que el valor residual contable representa el capital vinculado, y que se produce un menor beneficio por el volumen de los intereses sobre este capital. La diferencia entre el capital vinculado contablemente y el valor recuperado por la liquidez constituye la base para el cálculo de los intereses que deben cargarse a la nueva instalación.

Por tanto, en el problema de reposición constituye un aspecto básico, esto es, si se debe cargar a la instalación antigua con su valor contable o por la diferencia entre este valor y su valor en liquidación. Mientras autores como Brandt, Blohm, Lüder, entre otros, defiende un cálculo de este tipo, otros como Kosiol consideran que no se debe cargar a la nueva instalación con la desviación entre valor contable y valor en liquidación de la instalación vieja, ya que esta diferencia puede deberse a estimaciones erróneas del período de vida.

Las premisas en las que descansa este procedimiento de comparación de costos pueden resumirse en las siguientes:

1. Se considera que los ingresos de ambas instalaciones son idénticos. Sólo cuando se dé esta premisa tiene validez la comparación de costos. Correcciones en esta premisa se deberán realizar de acuerdo con aspectos peculiares del proceso de inversión correspondiente.
2. Se consideran siempre valores medios en los costes, proyectando frecuentemente la situación comparativa del primer año para el resto del período de comparación. No se reflejan, por tanto, las variaciones de los costes en los períodos sucesivos, aunque si bien es posible modificar adecuadamente el cálculo, lo que complica seriamente la comparación.
3. No se consideran las variaciones en el grado de ocupación durante el período de comparación. La determinación de los costes medios o por período en relación con el grado de ocupación, cuando éste oscila, es necesario para enjuiciar una inversión.
4. El cálculo de comparación de costos no facilita ninguna medida absoluta para enjuiciar la economicidad de una inversión. Solamente puede utilizarse para la elección de una entre varias alternativas.

Por consiguiente, este procedimiento de cálculo de inversiones queda limitado para valorar las inversiones de reposición y de racionalización, ya que es en estos casos en los que más fácilmente se podrán considerar ingresos iguales, sobre todo, cuando se trata de inversiones parciales dentro de una instalación o proceso. No por ello, es menos importante, pues existen numerosos casos en la práctica industrial en que sólo puede enjuiciarse una inversión por este procedimiento de comparación de costos.

2) Cálculo comparativo de los beneficios

En este procedimiento el criterio para enjuiciar la economicidad de una inversión lo constituye en la comparación de beneficios el incremento que supone del mismo un proyecto de entre otros. La comparación, pues, de los beneficios absolutos en los períodos siguientes constituye la base del cálculo, esto es, se tiene que establecer para cada alternativa de inversión una cuenta de resultados. En las inversiones de ampliación se trata fundamentalmente de aplicar este procedimiento. Si bien constituye una base fundamental para la planificación financiera a corto plazo en cuanto a su valor como cálculo de inversión es muy reducido por las premisas en que se basa. Estas son:

1. El incremento en los beneficios se calcula considerando un grado de ocupación, esto es, se trata de un planteamiento de a corto plazo.
2. Los beneficios que se comparan se refieren a distintos períodos, pudiendo suceder que beneficios producidos en el período por motivos distintos a los de la instalación, esto es, que se hubieran también producido sin la inversión.
3. Parte el cálculo de un beneficio global, ya que no se suele poder determinar la parte de beneficio que le corresponde a la instalación adicional o a sustituir. Solamente cuando puedan asignarse «precios de cesión» aceptables, que relacionan las distintas partes de un proceso de producción, podría garantizarse un cálculo de inversiones con ciertas garantías (Kosiol). En general puede afirmarse que para la investigación de inversiones la cuenta de beneficios de carácter sumatorio, esto es, que abarca otras fases además de la que interesa analizar, no constituye el cálculo más apropiado.

3) Cálculo de rentabilidades

El cálculo de rentabilidad consiste en relacionar, en principio, el incremento de los beneficios medios anuales con el volumen de capital invertido cuando se trata de inversiones de ampliación, mientras que se consideraran los ahorros anuales de costes cuando se refiere a inversiones de racionalización.

Para inversiones de ampliación:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{beneficio anual} \times 100}{\text{Capital invertido}}$$

Para inversiones de racionalización:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ahorro anual de costes} \times 100}{\text{Capital invertido}}$$

Este método, que posee una amplia utilización en los Estados Unidos, posee múltiples variantes según la definición que se dé a los conceptos beneficio

e inversión. Terborgh (35) afirma que en una reunión de expertos de diferentes compañías cada uno aplicaba una variante distinta del «Return on Investment». Lo importante es que siempre se utilicen los mismos conceptos y nosotros nos inclinamos por utilizar aquella magnitud más cercana a la financiera «cash-flow». Una variación mejorada de este modelo es la que considera los beneficios de todos y de cada uno de los años y fija un período de vida para el objeto de la inversión:

$$\text{rentabilidad} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t - G_t}{n}}{I - VR}$$

siendo:

I_t = ingresos del año t ;

G_t = gastos del año t ;

n = número de años de vida de la instalación;

I = Inversión;

VR = Valor residual.

La decisión sobre qué inversión debe realizarse exige el que se fije una rentabilidad mínima, esto es, se orienta en un mínimo. De una ordenación según el tipo de rentabilidad de todas las alternativas se deduce aquella que es la más favorable. El criterio de rendimiento mínimo es una norma dispositiva que no tiene nada que ver con el modelo, consistiendo su función principalmente en cubrir los costes del capital para enjugar el posible riesgo por falta de rentabilidad, aunque para otros autores, se debe considerar la rentabilidad media de la empresa, que nosotros consideramos asimismo como más relevante.

Ciertamente el cálculo de rentabilidad perfeccionado constituye un procedimiento de cálculo de una inversión más completa que las anteriores, en particular al considerar el volumen de capital a invertir. Sin embargo, descansa este modelo en una serie de premisas que plantea serios problemas en su aplicación. Estas son:

1. En el modelo se considera como beneficio o el del primer año o una media. El considerar una media de los beneficios o del primer año constante plantea muy serios problemas a la hora de comparar dos proyectos de inversión cuando la evolución de los beneficios es distinta.
2. La premisa de una consideración constante en el tiempo del capital invertido puede anularse cuando consideremos los «flujos de superavits» (cash

(35) TERBORGH, G., *Leitfaden der betrieblichen Investitionspolitik*, Wiesbaden 1962, página 68.

flows) en lugar de los beneficios, con lo que queda recogida la problemática de la amortización.

3. No se considera la diferencia temporal en realizarse los beneficios.
4. Presupone que es posible asignarle al proyecto una magnitud de beneficios.
5. En la configuración de rentabilidades de dos proyectos no se consideran las diferencias en las magnitudes de capital a invertir y las diferencias en los periodos de vida de las mismas. Estas diferencias se consideran en el modelo como si estuvieran colocadas al mismo tipo de rentabilidad que la del proyecto investigado.

El principal campo de aplicación se encuentra en las inversiones de ampliación, ya que para las inversiones de racionalización es difícil, por lo general, asignarle unos beneficios o pseudo-beneficios y siempre que no se produzcan variaciones en los ingresos y que sea viable la alternativa de seguir con la instalación o procedimiento existente. Es de interés observar que este modelo, como se ha señalado, posee una gran aceptación en la práctica y se buscan variantes que salven en parte las rígidas premisas impuestas.

4) *Cálculo del periodo de recuperación de la inversión (Pay-out-time)*

Nos encontramos ante uno de los modelos más simples y científicamente más frágiles dentro de los modelos estáticos. Es, sin embargo, el modelo que mayor utilización tiene en el campo técnico y es el primero que se utiliza para obtener una inmediata información sobre un proyecto. Por la confusión que origina y por su relativa utilidad debemos analizarlo detalladamente.

Se trata de determinar el periodo de tiempo en el que se recupera el capital invertido en un proyecto de inversión mediante los ingresos. Aquí se considera que el beneficio y la amortización contribuyen al proceso de desinversión. Esto es, se considera la magnitud financiera «cash flow».

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{beneficios} + \text{amortización} \text{ o Ahorro de costes}} = \text{número de años.}$$

De las distintas alternativas será, en principio, según este modelo, la más favorable la que presente un menor número de años.

Asimismo puede procederse en este modelo considerando en el denominador los «flujos de superavits» de cada uno de los años, reflejando así las expectativas de mercado y de costes, en lugar de considerar el denominador como una magnitud media o constante. Con el cálculo anual acumulativo se mejora el contenido informativo de este modelo al señalar en cuanto contribuye anualmente el proyecto a recuperar la inversión. Esto es, se obtiene por

períodos su potencial de recuperación. En esta versión acumulativa puede verse quizá su mejor interpretación para comparar distintas alternativas.

Superavits en %
del capital
invertido
(acumulado)

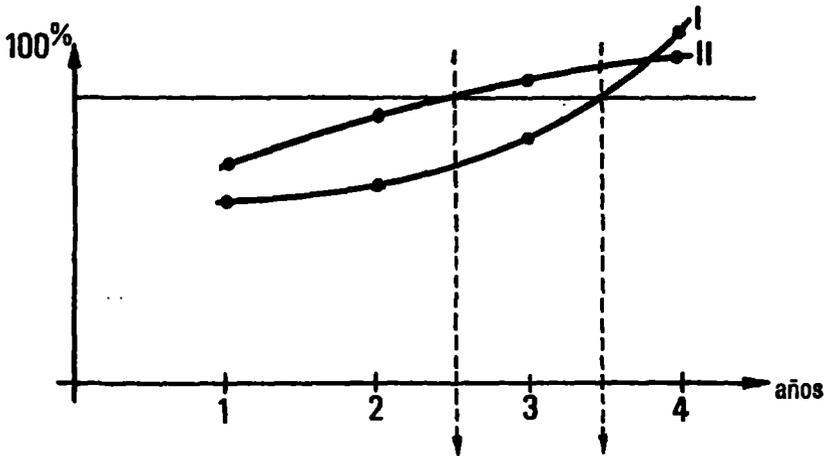


FIGURA 3

De las mismas premisas del modelo se deduce que éste no puede facilitar ningún valor para enjuiciar la ventaja de una inversión. No se trata de cálculo alguno de economicidad, sino de unos cálculos de riesgo y de liquidez exclusivamente. Esto es, señala cuándo se está corriendo el riesgo del capital invertido, su disminución, y en especial, nos indica la liquidez del proyecto, magnitud interesante para los cálculos financieros. Las premisas en las que descansa el modelo son:

1. Sólo se considera el período de tiempo hasta la recuperación del capital invertido. No se considera, por tanto, lo que sucede a partir de ese momento. Por lo que no puede dar ninguna información sobre la rentabilidad de un proyecto.
2. Cuando trabaja con superavits anuales medios sólo puede utilizarse cuando realmente son constantes, debiendo recurrirse al cálculo acumulativo.
3. No considera, como todos los modelos estáticos, los momentos temporales en los que se producen los superavits, ni considera limitación financiera alguna.

Las causas de su amplia difusión radican en su simplicidad, en la necesidad de medir de inmediato el riesgo que se corre con una inversión, esto es, tener una primera aproximación. No debe basarse nunca el juicio sobre un proyecto en base de este modelo, pero sí debe realizarse siempre este cálculo con los distintos modelos de rentabilidad.

En este método se parte de la consideración de que por lo menos se asegure el mantenimiento nominal del capital invertido. De esta forma se puede establecer una simple comparación entre la incertidumbre del horizonte económico en el cálculo del valor capital, y el número de años preciso para asegurar el mantenimiento del capital. Constituye, pues, el cálculo del período de recuperación un instrumento adicional de decisión.

b) *Modelos dinámicos o modelos de inversión que consideran el factor tiempo*

Dentro de los modelos «clásicos» o «tradicionales» se encuentran los llamados modelos dinámicos. Se trata asimismo de modelos de inversión bajo certidumbre y su principal diferenciación de los modelos estáticos consiste en la consideración del factor tiempo, ponderando, con un determinado tipo de interés, los pagos y cobros que se producen en todo proyecto de inversión. Para la mayoría de los autores constituye el modelo de valor capital «la única forma del cálculo de inversión» (36).

Los cálculos de inversión dinámica se han desarrollado partiendo de la teoría del interés. La fundamentación teórica de las reglas de decisión que se basan en los modelos del valor capital o bien del tipo de interés interno parten de la aportación de Fischer «The Theory of interest» (37). Un trabajo de Hirschleifer (1959) (38), engarzado con el anterior de Fischer, se plantea de nuevo la importancia del valor capital y el tipo de interés interno. Amplía Hirschleifer el modelo para el caso de mercado perfecto de Fischer analizando cómo se puede plantear el caso de que aún disponiendo de suficiente capital en el mercado de capitales pueda darse que el tipo de interés al que se toma el capital sea mayor que el tipo de colocación. Hax y Laux hablan por ello del «modelo Fischer» y del «modelo-Hirschleifer». Los trabajos de Boulding, Lutz, Grant, Keynes, Preinreich y Schneider, entre otros, constituyen la base del desarrollo de estos modelos.

Para diversos autores de la Economía de la Empresa como, por ejemplo, Brandt (39) este hecho del desarrollo de los modelos de inversión en el campo macroeconómico ha llevado a que las consideraciones en el planteamiento y resolución de una inversión no correspondan con las consideraciones de la empresa. En las dos últimas décadas las críticas a los métodos dinámicos clásicos se han reproducido constantemente, sobre todo, en el campo de la Economía de la Empresa y en el campo de la práctica empresarial. La crítica a las premisas en que descansan estos modelos y la búsqueda de nuevos derroteros ha aportado nuevos conocimientos, pero también se han cometido graves errores y trivialidades. En estos momentos la clara posición de Erich Schneider sobre la teoría de inversiones clásica, junto al análisis teórico de otros autores como Hax, Albach, Moxter, D. Schneider, Brown, Swoboda y Mertens ha llevado a una nueva etapa de consideración de los métodos dinámicos clásicos, con sus premisas, como aquellos métodos que presentan una base teórica aceptable para nuevos desarrollos y una amplia operacionalidad para la prác-

(36) JONAS, H., «Investitionsrechnung», *ob. cit.*, pág. 12.

(37) FISCHER, I., *The Theory of Interest*, New York 1930.

(38) HIRSCHLEIFER, J., «Investment Decision under Uncertainty: Applications of the State-Preference Approach», en *Quarterly Journal of Economics*, 1966, pág. 252.

(39) BRANDT, H., *Investitionspolitik des Industriebetriebs*, Wiesbaden 1959, pág. 66.

tica. Así, Hax y Laux, en su trabajo sobre la teoría de la inversión, demuestran que no se trata sólo de métodos para conocer la ventaja de una sola inversión, sino que son utilizables para definir todo un programa: «... las reglas de decisión basadas en el valor capital y el tipo de interés interno llevan, en determinadas condiciones, a un programa de inversión óptimo» (40).

Analicemos a continuación los tres criterios clásicos para enjuiciar la ventaja de una sola inversión real: Método del valor capital, método del tipo de interés interno y método de las anualidades. A estos tres métodos añadiremos una breve descripción del procedimiento de Baldwin, el método dinámico del período de recuperación y el procedimiento MAPI.

Los tres primeros métodos o cálculos se realizan en base de las series de cobros y pagos que se originan en todo proceso de inversión en diferentes momentos y que se consigue su comparabilidad mediante el descuento, esto es, se actualizan todos los pagos y cobros vinculados a una inversión en un punto de referencia. Cuanto más lejos en el tiempo se produzcan los importes menor es su peso económico en el cálculo. Los tres métodos, Schneider habla de criterios, corresponden a un mismo planteamiento, con alguna variante significativa, planteando una serie de interesantes cuestiones que vamos a tratar dentro de cada uno de ellos.

1) Criterio del valor capital

Se entiende por valor capital de una inversión el valor actualizado de todos los importes futuros de una inversión de capital, o bien, la diferencia entre el valor actual de todos los cobros y el valor actual de todos los pagos. En su expresión matemática

$$V_c = \sum_{t=1}^n a_t q^{-t} + a_T q^{-T} - a_0$$

siendo:

V_c = valor capital;

a_t = diferencia entre cobros y pagos del año t ;

q^{-t} = factor de actualización $(1 + i)^{-t}$

a_T = valor residual;

a_0 = valor de la inversión.

(40) HAX, H. y LAUX, H., *ob. cit.*, pág. 29.
Ver FERNÁNDEZ PIRLA, J. M., *Economía y Gestión de la Empresa*, 5.ª ed., Madrid 1972, páginas 53 y ss.

Desde el punto de vista operatorio del método no presenta problema alguno. Su resultado puede ser:

$$\begin{aligned} V_c &> 0 \\ V_c &= 0 \text{ (tipo de interés interno)} \\ V_c &< 0 \end{aligned}$$

lo que significa que si es positivo, el tipo de interés con el que se ha calculado el valor capital corresponde no sólo a una recuperación del capital vinculado sino que aporte una rentabilidad superior, o bien, el tipo de interés efectivo (i_e) es superior al tipo de interés calculatorio (i_k). Si es igual significa la recuperación del capital invertido a un tipo de interés igual al calculatorio ($i_e = i_k$) y si es negativo significa que el valor capital, al tipo de interés i_k , es inferior al capital invertido. De estas relaciones se puede deducir información sobre la valoración de una inversión. Cuando su valor capital es positivo se considera como realizable. Para el caso de varias inversiones aquella con el mayor valor capital absoluto, para el mismo tipo de interés calculatorio, es la más favorable. En este último caso, esto es, para la comparación de varias inversiones alternativas, se debe cumplir una serie de condiciones para que tenga validez el cálculo. Estas son:

1. Deben ser iguales, para poder comparar, ambas alternativas en cuanto al capital invertido y al periodo de vida. Si no se da esta igualdad se puede conseguir considerando una «inversión» por la diferencia: «inversión diferencial».

Esta «inversión diferencial» puede considerarse en el cálculo de tres formas:

- a) Suponer que el tipo de interés interno de la «inversión diferencial» es igual al tipo de interés calculatorio utilizado.
 - b) Asignar «Flujos de Superavits» a la inversión diferencial y adicionarlos al proyecto de inversión correspondiente.
 - c) Cuando no se puedan determinar estos «flujos de superavits» se determina la diferencia de capital y la diferencia entre las series de «Flujos de Superavits» de ambos proyectos. La decisión dependerá de si el valor capital de la diferencia de los flujos de superavits es superior a la diferencia entre los capitales a vincular siendo esta última solución la más operativa, ya que no se precisa calcular más que el valor capital de la inversión diferencial.
2. La segunda condición para una investigación de alternativas es que los «flujos de superavit» se deben poder reinvertir al tipo de interés calculatorio hasta el final del período de vida de los equipos. Solo con esta condición se puede considerar al valor capital con un valor informativo sobre el rendimiento del capital invertido en una inversión.

3. Por último, el punto de referencia para actualizar los distintos valores debe ser el mismo en las distintas alternativas.

Veamos ahora la problemática de algunos elementos del cálculo del valor de capital:

α) *Tipo de interés calculatorio*: su función es considerar una adecuada capitalización del capital invertido además de su recuperación. La magnitud del tipo de interés calculatorio depende de una serie de componentes. Schneider, Moxter, Swoboda, Sehmer, entre otros, se han ocupado ampliamente de esta problemática (41). No es sólo el coste del capital a largo plazo lo que se debe considerar, sino además los componentes riesgo y beneficio propiamente dicho de la actividad inversora deben considerarse en el mismo. En este punto existen diferentes criterios. Lo importante es, sin duda, que no se dupliquen o bien se omitan en el cálculo los componentes. La estructura financiera influye en la determinación del coste de dinero. En cuanto al riesgo se puede considerar, en parte, en la determinación de las expectativas de ingresos y costes por lo que se refiere al riesgo comercial y de utilización de la planta. Pero existen otros riesgos que se deben considerar tales como posible obsolescencia tecnológica, posibilidad de nuevas estructuras competitivas, posibilidad de nuevos productos sustitutivos, etc... Se trata, pues, de una magnitud subjetiva a introducir en el modelo. Por lo general, se parte siempre de unas exigencias mínimas de retribución al capital y a partir de esta magnitud mínima se fija para cada proyecto aquel tipo de interés, frecuentemente, en distintas alternativas, que permita obtener un valor capital. No se trata, pues, del tipo de interés del capital sino del tipo de rentabilidad exigido a la inversión.

β) *Determinación de las series de ingresos y pagos*: aquí se centra fundamentalmente la discusión teórica en dos vertientes:

a) Por un lado, se plantea el problema de si se deben considerar las series de pagos y cobros (Schneider, Boulding) o las series de gastos o ingresos. En los cálculos empresariales se trabaja más con las segundas ya que la contabilidad, en sus diversas facetas, actúa con gastos e ingresos, costes y rendimientos. Se supone que los pagos y cobros son iguales a los gastos e ingresos. Esta premisa debe controlarse a la hora de plantearse el cálculo con el fin de realizar las modificaciones que fueran oportunas.

b) Por otro lado se plantea el problema de la incertidumbre de tales series. Schneider afirma en su reciente respuesta a las posiciones de Peumans (42) y Jacob (43), los cuales afirman que Schneider presupone una certidumbre total en el conocimiento de sus series y que, por tanto,

(41) CAL PARDO, F., *ob. cit.*

MOXTER, A., «Die Bestimmung des Kalkulationszinsfusses bei Investitionsentscheidungen», en *Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung*, 1961, págs. 186 y ss.

(42) PEUMANN, H., *Théorie et pratique des calculs d'investissement*, Paris 1965 (Existe traducción al castellano).

(43) JACOB, H., «Neure Entwicklungen in der Investitionsrechnung», en *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, año 34 (1964), pág. 489.

la aplicabilidad del criterio del valor capital depende de que se pueda asignar a un proyecto de inversión unas series de ingresos y gastos, lo que contesta Schneider señalando que naturalmente sólo pueden hacerse cálculos del valor capital cuando se estimen series de ingresos y gastos para todo el período de vida de la instalación y se conozca el tipo de interés calculatorio. Lo cual no significa que se acepte una certidumbre total en los datos, sino que se debe disponer de estas series. Para ello la consideración de la incertidumbre puede estimarse al realizar cálculos para determinadas alternativas que se fijen para las situaciones posibles que puedan surgir: Así Schneider afirma «sólo cuando se consideren como variable las magnitudes introducidas en el cálculo, en lugar de calcular con determinadas combinaciones de valor numéricas para todos los precios y cantidades, se obtiene una base cuantitativa utilizable para la decisión» (44). Tres son las formas clásicas con las que se puede operar para tratar de recoger la situación de incertidumbre:

1. Señalar un intervalo de incertidumbre y calcular para ambos extremos y para determinadas posiciones intermedias. Esta proposición de Rummel (46) permite plantearse la sensibilidad del valor capital a las variaciones de determinadas variables. Así para grandes proyectos calculan algunas compañías 160-200 alternativas.
2. Siguiendo a Massé (46) se pueden introducir la distribución de probabilidades para las variables inciertas, lo que lleva, como señala Albach (47) a una tal complejidad que difícilmente puede considerarse en la práctica.
3. En tercer lugar se puede considerar la incertidumbre en base del método de los valores críticos, que por su simplicidad encuentra posibilidades de utilización práctica. La determinación de los valores críticos para una o varias variables permite fijar los intervalos dentro de los cuales sigue siendo favorable la realización de una inversión. La aportación de Kilger (48) sobre estos valores críticos y su importancia para la decisión de inversión al fijar los valores que determinan a clara los límites de la ventaja de una u otra inversión en función de las variables correspondientes. Recogiendo el ejemplo clásico de Schneider (49) al comparar dos máquinas, siendo las variables: t = horas de trabajo anuales y k = los costes por kilovatio, llega a determinar las sumas de ingresos y costes de explotación anuales para cada proyecto, ya que, por simplificación presupone iguales las series de ingresos:

(44) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, pág. 127.

(45) RUMMEL, K., *Wirtschaftlichkeitsrechnung*, Düsseldorf 1941.

(46) MASSÉ, P., *Le choix des Investments*, París 1959 (existe traducción al castellano).

(47) ALBACH, H., «Investition...», *ob. cit.*

(48) KILGER, W., «Kritische Werte in der Investitions-und wirtschaftlichkeitsrechnung», en *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, año 35 (1965), págs. 338 y ss.

(49) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, págs. 333-334.

	<i>Alternativa I</i>	<i>Alternativa II</i>
Precio compra	80.000	60.000
Período de vida	4 años	5 años
Costes de explotación/hora	12	16
Producción	30 Kw.	50 Kw.
Tipos de interés calculatorio 10 %		

$$Z_1 = 25.240 + 12 t + 30 k.t.$$

$$Z_2 = 15.840 + 16 t + 50 k.t.$$

De la igualdad $Z_1 = Z_2$ se deduce el valor crítico para t y k , siendo de igual valor ambas instalaciones cuando $t + 5 kt = 2350$, o bien $t + 5 kt > 2350$ la instalación I es mejor que la II y para $t + 5 kt < 2350$ la instalación II es mejor que la I gráficamente se tiene en la figura dos zonas

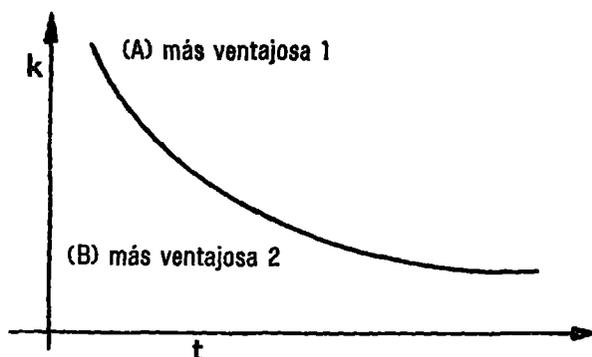


FIGURA 4

que reflejan las combinaciones kt favorables a una u otra instalación.

- Por último, se plantea el problema del horizonte económico (Tinbergen) que se puede admitir para la realización del cálculo de la inversión. En general, sólo puede predecirse en un período relativamente corto, considerándose que en el futuro seguirá el proyecto con las sustituciones necesarias. Lo que implica la consideración del progreso tecnológico. Los trabajos de Terborgh (50), entre otros, tratan de salvar este problema considerando un progreso técnico continuo que se

(50) TERBORGH, G., *Dynamic Equipment Policy*, New York 1949. *Business Investment Policy*, Washington 1958.

refleja en la trayectoria lineal de los flujos de superávits brutos, de manera que para cada máquina la inferioridad en la explotación presenta una evolución homogénea y lineal. Esto supone, como afirma Schneider una «premisa heroica», por lo que no posee validez alguna para la práctica. La premisa realizada clásicamente y en la práctica de constancia en el estado actual es más aceptable, lo que admite el mismo Terborgh en su «adverse-minimum- method».

La incertidumbre existente ante cualquier cálculo de futuro no se pone en duda por nadie. Lo que sucede es que son necesarios estos cálculos, con todas sus premisas y que las nuevas teorías de incertidumbre tratan no de transformar expectativas inciertas en ciertas, sino de incrementar la información disponible y mejorar las reglas de decisión. La incertidumbre es una característica real del mundo económico y que no se puede eliminar mediante métodos de cálculo.

λ) Valor Capital (VC) y «tasa de Valor Capital» (TVC)

Necesariamente se ha de señalar la existencia de un valor adicional que nos facilita el modelo de Valor Capital y que recoge con mayor realismo la premisa de que a toda empresa por regla general los medios financieros se encuentran limitados o bien constituyen uno de los principales factores de escasez. Por ello, cuando se admite esta situación de escasez de los medios financieros e incluso a efectos de ordenación y comparación de proyectos de inversión posee un mayor valor informativo para la toma de la decisión la «tasa de Valor Capital». Esta tasa se obtiene dividiendo el Valor Capital por el valor de la inversión. Esto es:

$$TVC = \frac{VC}{a_0} = \frac{\sum_{t=1}^n a_t q^{-t}}{a_0} + \frac{a_n q^{-n}}{a_0} - \frac{a_0}{a_0}$$

siendo:

a_t = los flujos de superávit de la actividad productiva;

a_n = valor residual en el año n ;

$q = (1 + i)$;

a_0 = valor de la inversión.

Con este nuevo valor orientamos la decisión de inversión en un plano más realista y nos permite una ordenación o jerarquización de proyectos que consideran la limitación financiera de toda empresa.

2) *Método del tipo de interés interno*

En el método del cálculo del tipo de interés interno, denominación poco acertada según Albach (51), se busca el tipo de interés que hace que el valor capital sea igual a cero. A este tipo de interés se le denomina tipo de interés interno. Se trata, pues, meramente de una mera formulación del método del valor capital para un caso concreto. Se puede representar

$$V_c = \sum_{t=1}^n a_t \bar{q}^{-t} + a_T \bar{q}^{-T} - a_0 = 0$$

$$\bar{q} = (1 + r)^{-t}$$

siendo r un valor real positivo, una raíz positiva de entre las n soluciones.

El criterio de decisión viene definido por la comparación del valor de r con el tipo de interés calculatorio i . Si $r > i$ ($i > 0$) se tiene una inversión ventajosa o realizable. El problema de la fijación normativa del tipo de comparación i presenta los mismos problemas que en el método de valor capital.

Este método ha desarrollado una fuerte discusión que se ha centrado en primer término sobre si existe uno o varios tipos de interés positivos. Así Blohm-Lüder (52), Biermann y Schmidt (53) señalan que solamente es utilizable el método del tipo de interés interno cuando facilita un resultado único, esto es, debe darse un solo resultado positivo. Ya que como el tipo de interés interno se calcula en base de una ecuación de grado n , no se da necesariamente esta condición, lo que demuestran Biermann y Schmidt en su obra «The capital Budgeting Decision» con un ejemplo muy especial: Los gastos por la inversión se producen en los períodos 1 y 2 y los ingresos se dan sólo y por una sola vez en el período 1. Esto es, antes de realizarse la inversión en su mayor parte se han percibido los flujos de superavits y en una magnitud casi igual a los gastos. Kilger (54), en su trabajo sobre la crítica del tipo de interés interno concreta que para las inversiones normales que se las puedan asignar unívocamente unos periodos con déficits y unos periodos con superavits sólo presentan una solución, inversiones que constituyen el caso normal: «Las series de ingresos y gastos que en los primeros periodos sólo contienen pagos y en los periodos siguientes sólo superávit de los cobros pueden considerarse como típicas para las inversiones que se producen en la práctica, de forma que el método del tipo de interés interno pierde menos en importancia de lo que permiten deducir las muchas argumentaciones críticas». Schneider (55) y Abraham y Thomas (56) demuestran que «para todas

(51) ALBACH, H., «Investition...», *ob. cit.*

(52) BLOHM, H. y LÜDER, K., *ob. cit.*

(53) BIERMAN, H. y SMIDT, S., *The Capital Budgeting Decision*, New York 1960.

(54) KILGER, W., «Zur Kritik am internen Zinsfuss», en *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 1965, págs. 765 y ss.

(55) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*

(56) ABRAHAM, C. y THOMAS, A., *Microéconomie*, París 1966, págs. 268 y ss.

las inversiones relevantes de la práctica... se puede afirmar que existe uno y solamente un tipo de interés interno positivo. En segundo término se trata de la crítica de C. A. Wright (57) que ha sido rechazada por Boulding, de que «los ingresos periódicos conseguidos puedan ser y sean invertidos exactamente al mismo tipo de interés en los mismos periodos. Schneider, rechaza las críticas expuestas en el trabajo de Heister (58), que lo considera lleno de errores fundamentales e insiste en que el tipo de interés interno está definido con la raíz positiva de la ecuación señalada: suma de todos los superávits actualizados menos la inversión igual a cero».

α) Problemática del método del tipo de interés interno

La regla de decisión general sobre la aceptación o no de un proyecto de inversión dice que es favorable cuando el tipo de interés interno es superior al tipo de interés calculatorio o tipo de interés mínimo por debajo del cual no se está dispuesto a invertir. Lo que implica que éste tipo de interés calculatorio sea constante en el tiempo, mientras que con el valor capital hemos visto cómo se pueden considerar distintos tipos de interés. Por ello diferentes autores consideran como «tipo de interés mínimo» la rentabilidad media anual que se pretende conseguir a largo plazo de las inversiones realizadas.

Hay dos grupos de problemas que se han planteado en torno al tipo de interés interno como criterio de decisión (59):

1. ¿En qué condiciones existe un solo tipo de interés?, problema mencionado, y
2. ¿Qué relación existe entre el criterio de decisión de valor capital y del tipo de interés interno?
¿Es indiferente su utilización o significa una diferencia en su aplicación general o en casos concretos?, problema que se estudiará más adelante.

1. De la definición misma de tipo de interés interno

$$\sum_{t=1}^T a_t q^{-t} - a_0 = 0$$

siendo:

a_0 = valor de la inversión;

a_t = flujo de superávit en el año t (diferencia entre pagos y cobros);

$q = (1 + i)$;

t = años de vida.

no se determina necesariamente un tipo de interés interno.

(57) WRIGHT, C. A., «A Note on 'Time and Investment'», en *Economica*, Londres, Vol. 3 (1936), pág. 439.

(58) HEISTER, M., *Rentabilitätsanalyse von Investitionen*, Colonia 1962.

(59) Ver con respecto a toda esta problemática el trabajo de Hax del que se ha tomado todo este planteamiento («Investitionstheorie», *ob. cit.*).

Existen casos, por ejemplo, para una inversión:

$a_0 = -4$ y unos superavits $a_1 = -10$ y $a_2 = 6$ en donde se deducen dos tipos de interés interno 0% y 50% o $q = 1$ y $q = 1,5$. Gráficamente representado el valor capital (V_c) en función de q .

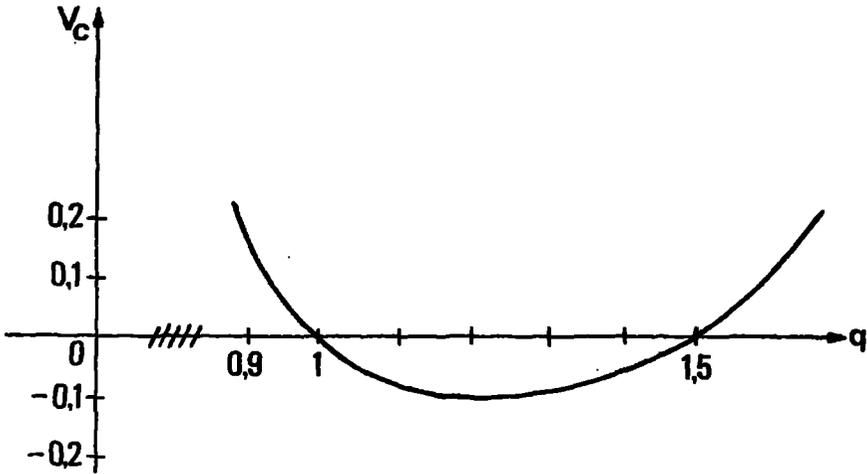


FIGURA 5

o bien puede suceder que no tenga una solución real como en el ejemplo $a_0 = -2$, $a_1 = 4$ y $a_2 = 3$.

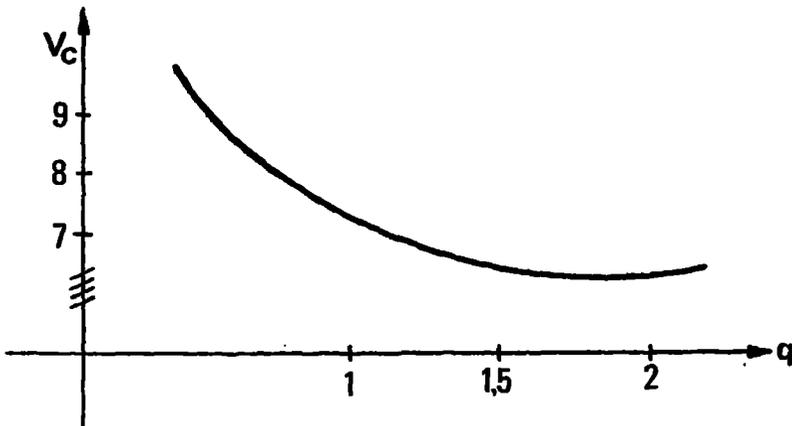


FIGURA 6

Esto es, no existe ningún tipo de interés.

Si bien es posible la situación de decisión de inversión expuesta, sin embargo, se ha demostrado por Hax que, para las decisiones de inversión que son las normales siempre existe un solo tipo de interés interno en el campo de los valores positivos.

Demostración:

Vamos a definir con una serie $a_0, a_1, a_2 \dots a_T$ los pagos y cobros netos que produce la inversión. Esto es, a_0 son los pagos por la inversión y $a_1, a_2 \dots a_T$ los superavits entre cobros y pagos de cada uno de los periodos.

La situación normal de toda inversión es que

$a_0 < 0$ esto es el pago por la inversión
 $a_T > 0$ ($t = 1 \dots T$)

En este caso en el campo $q > 0$ tiene validez:

1) V_c es una función decreciente monótona de q

$$V_c = \sum_{t=0}^T a_t q^{-t} = \left(\sum_{t=0}^T a_t q^{T-t} \right) : q^T$$

Se trata de una función racional quebrada que es continua en cada uno de los intervalos en los que el denominador no puede ser igual a cero, esto es, en todo el sector de valores positivos de q (Mangoldt y Knopp).

2) con un q decreciente el $V_c \rightarrow + \infty$

$$V_c = -a_0 + \sum_{t=1}^T a_t q^{-t}$$

siendo a_0 negativo e independiente de q . Todos los demás son positivos y tienden al $+\infty$ cuando $q \rightarrow 0$

$$\lim_{q \rightarrow 0} \sum_{t=1}^T a_t q^{-t} = + \infty$$

3) Con un q creciente V_c tiende al valor a_0

$$\lim_{q \rightarrow \infty} \sum_{t=0}^T a_t q^{-t} = a_0$$

Para la función $V_c(q)$ se da un punto de corte de la curva con la abscisa

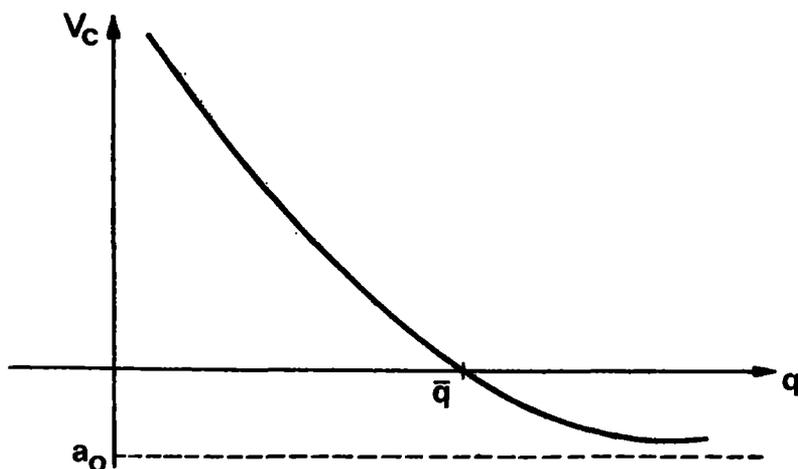


FIGURA 7

Se puede demostrar la existencia de un solo tipo de interés interno cuando la serie de pagos y cobros netos se encuentra mezclada una sola vez, esto es, primero a, toma valores negativos, luego positivos. Ya que el número de las raíces positivas reales de una ecuación algebraica es igual al número de cambios de signo de la serie o bien igual a un número par inferior.

La existencia de un solo tipo de interés interno es importante:

- 1.º para las inversiones en las que a una serie de pagos se sucede una serie de superavits netos positivos;
- 2.º para las medidas financieras en las que la serie de pagos sigue a la serie de cobros o bien superavits.

Lo que no es condición necesaria es la indicada por Schneider de que el vencimiento medio de los pagos se encuentre antes del vencimiento medio de los ingresos netos. No tiene porqué darse esta situación. Otras condiciones suficientes para la existencia de un solo tipo de interés ha sido demostrado por Teichroew, Robichek, Montalbano y Kilger, que han estudiado las conversiones cambien más de una vez de signo. Existe, pues, ciertamente un determinado grupo de inversiones en las que no se puede determinar un solo tipo de interés en el campo relevante positivo. Para estos casos, que son los anormales, no puede utilizarse sin más el criterio del tipo de interés interno.

β) Elección entre distintas alternativas en el método del interés interno

Para el caso de una investigación sobre alternativas de inversión con ayuda de este método se pueden considerar las mismas condiciones establecidas para el método del valor capital.

1. Las alternativas deben ser iguales en cuanto al capital a invertir y los períodos de vida. Caso de que no fuere así se procederá a calcular esta diferencia dentro de las tres posibilidades:
 - a) Suponiendo que la «inversión diferencial» posee el mismo tipo de interés interno que el proyecto con menor inversión. En este caso puede dejarse el cálculo de la inversión diferencial.
 - b) Si no puede realizarse la condición precedente y sí se puede, sin embargo, asignarle un flujo de superávits a la «diferencia de inversión», se calculan ambas magnitudes al tipo de interés y se consideran junto con el proyecto de inversión con menor capital.
 - c) Cuando no se dan las dos condiciones precedentes se pueden calcular las diferencias en inversión y las diferencias entre los flujos de superávit buscando el tipo de interés interno de esta «Inversión-diferencial». La ventaja de la decisión dependerá de si el tipo de interés interno de la «inversión-diferencial», para el caso que se realice la inversión más pequeña, se encuentra por encima o por debajo del tipo de interés interno de la inversión diferencial si se realiza el proyecto de mayor capital.

2. Se debe considerar que los flujos de superávit se reinvierten al mismo tipo de interés para todo el período de comparación.

Ambos métodos, del valor capital y del tipo de interés interno sirven en primer lugar para enjuiciar las inversiones de ampliación y nuevas, así como para enjuiciar las situaciones de alternativas tales como fabricación propia o ajena, compra o alquiler, etc. En cuanto a las inversiones de sustitución y racionalización sólo puede utilizarse en casos concretos.

λ) ¿Valor capital o tipo de interés interno?

Dada la importancia y la discusión planteada, entremos a analizar su diferencia.

El segundo problema señalado de si es indiferente o no considerar el criterio de valor de capital o el tipo de interés interno ha sido ampliamente discutido. Esto es, ¿llevan ambos criterios a la misma decisión?

El criterio del valor capital, la maximación del valor capital significa maximización del beneficio; el criterio del tipo de interés interno, significa una maximación conforme al criterio de rentabilidad. El método del valor capital da una suma absoluta; el método del tipo de interés interno facilita un valor relativo, que desde el punto de vista de la práctica permite decidir sobre la ventaja de una inversión.

Ahora bien, se plantea, ante esta diferente información obtenida en ambos métodos, cuando es su contenido informativo idéntico y en qué casos no lo es.

Ambos criterios llevan a los mismos resultados cuando coinciden las premisas sobre las que se calculan. La afirmación de que ninguno de ambos métodos es superior al otro, diferenciándose meramente en la facilidad de cálculo y en la facilidad para el enjuiciamiento, no tiene validez general ya que las premisas deben ser muy exactas para que con ambos métodos se consigan los mismos resultados. Aquí se acude a la consideración de la inversión diferencial con el fin de salvar esta diferencia. Gráficamente pueden verse los casos siguientes (60):

Ejemplos: 1) $I_A = -5.000_0 + 1.000_1 + 1.500_2 + 2.000_3 + 2.500_4 + 3.000_5$
 $I_B = -5.000_0 + 3.000_1 + 2.500_2 + 2.000_3 + 1.500_4 + 1.000_5$

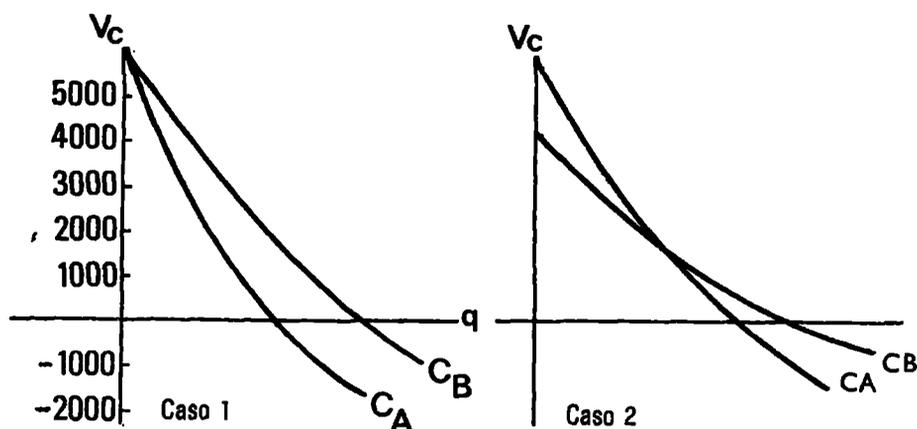


FIGURA 8

2) $I_A = -5.000_0 + 1.000_1 + 1.500_2 + 2.000_3 + 2.500_4 + 3.000_5$
 $I_B = -5.000_0 + 2.500_1 + 2.000_2 + 2.000_3 + 1.500_4 + 1.000_5$

En el segundo ejemplo se plantea el problema de determinar cuál es el criterio válido, ya que no coincide el del valor capital con el del tipo de interés interno, problema que se plantea a la hora de decidir entre proyectos de inversión que se excluyen. Veamos, pues, esta relación.

Disponemos de la serie de pagos por la inversión y de ingresos netos anuales de la actividad productiva

$$- a_0, a_1, a_2, \dots, a_T$$

siendo $a_t < 0$ para $t \leq \bar{t}$
 $a_t > 0$ para $t > \bar{t}$

(60) La exposición y cálculo que sigue ha sido realizado por ALBACH, H., *Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen*, Opladen 1959, págs. 29 y ss.

situación en la que el V_c será positivo cuando el tipo de interés interno \bar{i} sea mayor que el tipo de interés calculatorio (i).

$$\lim_{q \rightarrow \infty} \sum_{t=0}^T a_t q^{-t} = a_0$$

$$\text{y } \lim_{q \rightarrow 0} \sum_{t=0}^T a_t q^{-t} = \lim_{q \rightarrow 0} q^{-T} \sum_{t=0}^T a_t q^{T-t} = \infty a_T$$

$$(\text{ya que } \lim_{q \rightarrow 0} \sum_{t=0}^T q^{-t} = \infty \text{ y } \lim_{q \rightarrow 0} \sum_{t=0}^T a_t q^{T-t} = a_T)$$

Por lo que V_c es positivo para q muy pequeño y negativo para q muy grande. Existe en este campo un solo tipo de interés interno \bar{i} .

Si se diese el caso de un tipo de interés calculatorio $i < \bar{i}$ que el tipo de interés interno con un V_c negativo debiera existir un segundo tipo de i , lo que no puede ser. Lo mismo sucede si V_c es positivo para un $i > \bar{i}$

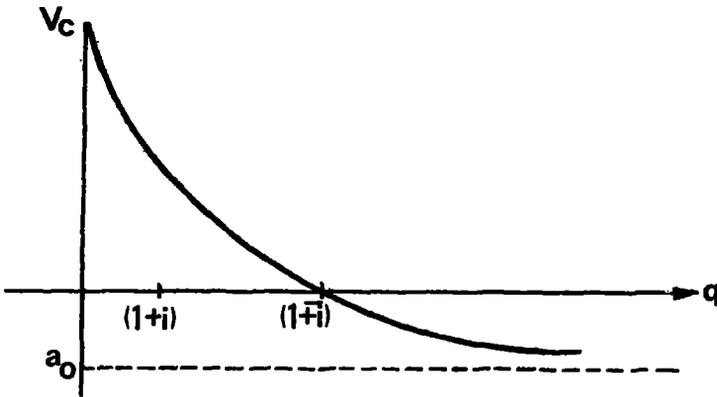


FIGURA 9

Si se trata de una «inversión» financiera

$$\begin{aligned} &a_0, a_1, \dots, a_T \\ &a_t > 0 \text{ para } t \leq \bar{t} \\ &a_t < 0 \text{ para } t > \bar{t} \end{aligned}$$

entonces el V_c es positivo cuando el tipo de interés calculatorio es mayor que el tipo de interés interno.

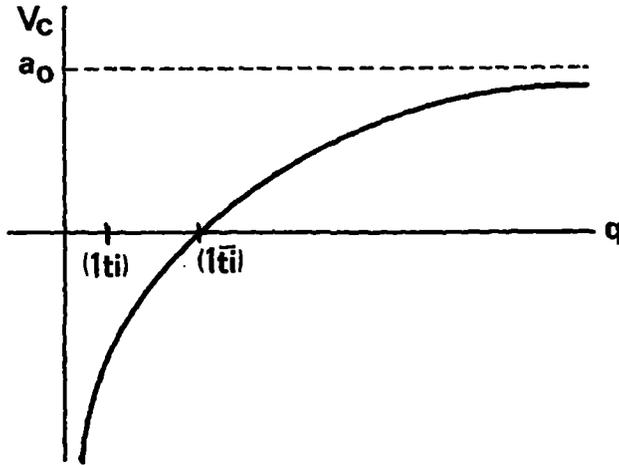


FIGURA 10

Por tanto, para el caso de una serie compuesta primero de pagos y después de ingresos netos el V_c es positivo cuando el $i < \bar{i}$ y es negativo cuando el $i > \bar{i}$.

Ahora bien, para el caso señalado de que haya que elegir entre dos o más proyectos excluyentes se ha de considerar:

Si la serie de pagos y cobros A tiene un tipo de interés interno superior a la serie B, no se puede deducir necesariamente que el valor capital de A sea mayor que el valor capital de B para todo tipo de interés calculatorio. Por ejemplo:

	$-a_0$	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
A	-100	5	10	15	80	150
B	-100	80	45	16	8	6,5

\bar{i} = tipo interés interno de A = 25 %; el de B = 10 %

para un $i = 10$ %

el V_c de A = 71,86
 V_c de B = 31,44

Por debajo de un tipo de interés crítico de 22 % el V_c de A es mayor que el V_c de B

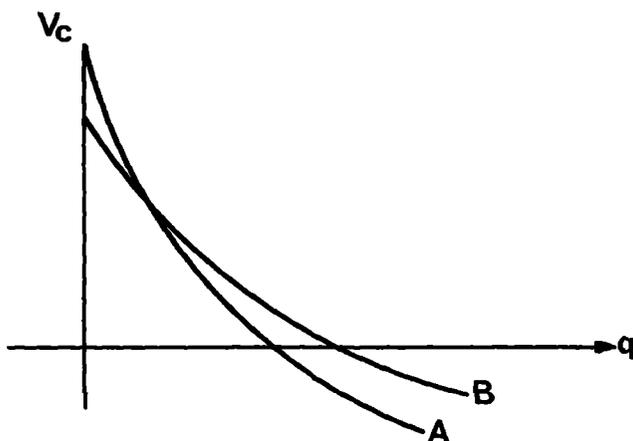


FIGURA 11

Lo que se deduce de la estructura temporal de las series. En A los ingresos son mayores que en B pero se realizan más tarde. Según la magnitud del tipo de interés calculatorio se empeora para uno de los proyectos. Con lo que se plantea un dilema entre el criterio del valor capital de maximizar la utilidad de una inversión y el criterio del tipo de interés interno de preferir el proyecto que presente el mayor interés interno.

Una regla de decisión en este caso se puede establecer cuando para ambas inversiones diferenciales exista un tipo de interés interno. Los tipos de interés interno para ambas inversiones diferenciales (A-B) o (B-A) son iguales. En la configuración de la inversión diferencial se ha de cuidar de que la serie de pagos y cobros se componga de una sucesión negativa de miembros antes de la sucesión positiva.

En este caso vale el criterio de la inversión diferencial y se da la equivalencia de esta regla con la regla del valor capital. Esto es, de las dos inversiones diferenciales es de interés aquella cuyo valor capital sea positivo para un tipo de interés calculatorio inferior al tipo de interés interno.

Sin embargo, para el caso en que las inversiones diferenciales den más de un cambio de signo en la serie no vale este procedimiento del tipo de interés interno, por lo que hay que recurrir a la regla del valor capital, que es más universal y simple.

Resumiendo, puede afirmarse que el criterio del tipo de interés interno puede ser una regla de decisión válida. La premisa considerada por algunos autores de que este método presupone la colocación de los superavits liberados al mismo tipo del interés interno no tiene validez aquí, concretamente en la comparación.

La única limitación es que el método del cálculo del tipo de interés interno queda limitado a proyectos de determinado tipo y que en el período de cálculo no varíe el tipo de interés calculatorio.

3) Método de las anualidades

Se trata en este método asimismo de una variante de los métodos de inversión dinámicos. Aquí se parte de la determinación de dos series de ingresos y gastos y cuyas magnitudes son constantes para todo el período de vida. Esto se consigue mediante cálculos de matemática financiera, con ayuda de los factores de actualización para un determinado período de tiempo t y para un tipo de interés calculatorio i . Denominando a

(A_I) Anualidad de la inversión = Valor actual de la suma invertida multiplicando por el valor del término necesario para amortizar un capital unidad.

(A_S) Anualidad de los superavits = valor actual de los superavits multiplicando por el valor del término necesario para amortizar un capital unidad.

- I	+ S	+ S	+ S	+ S
0	1	2	3	n años

tenemos la siguiente fórmula:

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

Sólo cuando

$$I \times k_n \leq S$$

se tiene una inversión favorable.

El criterio para la comparación de la inversión es la diferencia entre las anualidades de pagos y las anualidades de cobros o bien de superavits. Aquella inversión que presenta una mayor diferencia entre ambas anualidades es la más ventajosa. O bien el tipo de interés será superior al tipo calculatorio utilizado.

Las mismas premisas señaladas para el valor capital tienen aquí validez, utilizándose solamente este método cuando no pueda utilizarse el del valor capital o bien cuando su cálculo sea más fácil. Para Schneider el caso típico de utilización de este método es cuando se trata de determinar si es conveniente sustituir una instalación existente por una nueva, ya que aquí se tropieza frecuentemente con la imposibilidad de asignar la serie de ingresos de la nueva instalación y no coincide el período de vida restante de la instalación existente con el período de vida de la nueva instalación. Aquí puede verse su

principal campo de utilización. Asimismo cuando los flujos de superavits anuales sean constantes es más cómodo realizar este cálculo.

4) Consideraciones sobre la elección del criterio de selección

Todos los métodos dinámicos expuestos hasta ahora son diferentes versiones de un mismo planteamiento, por lo que es, en principio, posible la utilización de cualquiera de ellos, dadas las mismas premisas. Hemos visto ya diferentes posibilidades. En los casos normales puede, sin embargo, afirmarse que la operacionalidad de cada ocasión para cada caso concreto indican su aplicación.

Siguiendo a Brandt (61) pueden establecerse para los tres métodos una serie de condicionantes que no considera suficientemente la teoría de capital:

1. Generalmente se trata, como ya se ha señalado, de un análisis de cobros y pagos, cuando se debieran considerar costos y producciones.
2. No permiten una comparación certera para las instalaciones con distinto período de vida y/o distinto volumen de capital invertido.
3. No consideran las peculiaridades de las inversiones de reposición.

Centrémonos aquí en el punto segundo, esto es, con la validez de los criterios para la elección de la inversión más ventajosa de entre varias. Aquí es donde se sitúa principalmente la discusión actual. La utilidad de los métodos reseñados para enjuiciar una inversión está fuera de duda. El problema se plantea en los términos de si los criterios del valor capital, criterio fundamental en Erich Schneider, y los criterios del tipo de interés interno y anualidad son aplicables para el problema de selección.

Partiendo de la premisa general de los métodos de inversión dinámica de que la financiación no constituye un factor restrictivo, existen dos criterios para seleccionar una inversión de entre varias con un valor capital positivo:

- 1.º Criterio de Irving Fischer que dice que para elegir entre varias inversiones ventajosas que se excluyen entre sí, el criterio debe ser el del máximo valor capital y
- 2.º Un segundo criterio que es el de Frank Knight (62) que señala la maximización del tipo de interés interno como el criterio de selección.

(61) BRANDT, H., *ob cit.*

(62) KNIGHT, F., «Capital, Time and the Interest Rate», en *Economica*, Vol. 1 (1934), páginas 257 y ss.

La diferencia entre ambos criterios se ha expuesto y, por tanto, de su aplicación se puede llegar a distintos resultados (63). Existen autores para ambos criterios. Así A. A. Aldrian (64), R. Turvey (65), Hicks (66) y Schneider (67) entre otros, consideran el valor capital como el único criterio correcto y válido, ya que corresponde exactamente al concepto de beneficio de la empresa para cortos períodos y, además, «el criterio del tipo de interés interno máximo no conoce ninguna medida comparativa para los ingresos y gastos que se producen en distintos momentos. Sólo sería utilizable cuando los importes monetarios se valorasen de igual manera independientemente del momento de producirse». (Hasta aquí Schneider.) Sin embargo, otros autores como Merret y Sykes (68) defienden recientemente el criterio de maximación del tipo de interés interno. En la práctica todos los criterios utilizados para comparar alternativas se basan en el de maximación del valor capital. La condición más severa es la señalada por Fischer que considera un tipo de interés único para tomar y ceder capital, condición que trata de eliminar Hirschleifer. Para Schneider no existe esta dificultad «al considerar que el tipo de interés calculatorio no es un tipo de interés del mercado, sino el rendimiento mínimo que el inversor persigue...». Con esta afirmación que puede, sin duda, aceptarse, más que una justificación científica se trata de una contrastación con la realidad de las decisiones de inversión y el comportamiento de los inversores, tal como se deduce del interesante trabajo de Honko (69) sobre la empresa finlandesa.

Sin embargo, en muchos casos es más apropiado tomar la decisión entre dos inversiones en base de la «inversión diferencial». Y ello debido a que el juicio sobre la «inversión diferencial» que presenta un valor capital (CA — CB), esto es, la diferencia de los valores capitales de cada inversión, puede realizarse, al ser una inversión singular, tanto en base del criterio de valor capital como en base del criterio del tipo de interés interno. En el primer caso se puede decidir en base del criterio del valor capital, si es positivo o negativo; en el segundo caso, cuando el tipo de interés interno de la «inversión diferencial», no sea menor que el tipo de interés calculatorio. Schneider resume que: «El máximo del valor capital se alcanza cuando el tipo de interés interno en la 'inversión diferencial', es igual al tipo de interés calculatorio», el contenido más significativo, para la teoría y la práctica, de la decisión de inversiones (70).

Asimismo para el caso de un programa de proyectos de inversión independientes, el criterio de maximación del valor capital constituye el criterio de

(63) SAMUELSON, P. A., «Some Aspects of the pure Theory of Capital», en *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 51 (1936-37), págs. 469 y ss.

(64) ALCHIAN, A. A., «The Rate of Interest, Fischer's Rate of Return», en *The American Economic Review*, Vol. 45 (1955), págs. 938 y ss.

(65) TURVEY, R., «Present Value versus Internal Rate of Return — An Essay in the Theory of the Third Best», en *The Economic Journal*, vol. 73 (1963), pág. 97.

(66) HICKS, J. R., *Value and Capital. An Inquiry into Some Fundamental Principles of Economic Theory*, Oxford 1939.

(67) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, págs. 322 y ss.

(68) MERRET, A. J., y SYKES, A., *The Finance and Analysis of Capital Projects*, Londres 1963, pág. 148.

(69) HONKO, J., *Investment Decisions in Finish Industry*, Helsinki 1966.

(70) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, pág. 342.

decisión, alcanzándose el máximo del valor capital para varios proyectos cuando los tipos de interés marginales son iguales. Se puede, por tanto, deducir que el criterio de maximación del valor capital es el más apropiado y que en muchos casos puede utilizarse el tipo de interés interno de la «inversión diferencial» o inversión marginal. Así queda definido el valor de cada uno de estos criterios.

5) Otros métodos dinámicos

a) Método de Baldwin

Con el fin de eliminar la premisa, en el método del tipo de interés interno, de que los flujos de superavits que se producen periódicamente deben ser colocados al mismo tipo de interés que el interno y ello para todo el período de vida de la instalación, Baldwin no supone que capitaliza los flujos de superavits al tipo de interés interno de cada inversión, sino que capitaliza estos superavits al tipo de interés definido por la rentabilidad global de la empresa. Obtiene un nuevo tipo de interés interno r' , cálculo que cae dentro del método de tipo de interés interno. Se obtiene de acuerdo con la siguiente fórmula (71):

$$1. \quad IA = \text{Valor actual} = I_0 + \frac{I_1}{(1+R)} + \frac{I_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{I_n}{(1+R)^n}$$

Siendo R el tipo de rentabilidad global de la empresa e $I_0, I_1 \dots I_n$, los gastos por las inversiones.

2. Todos los flujos de superávit se capitalizan al final del período de vida de la instalación

$$SF = S_1 (1+R)^{n-1} + S_2 (1+R)^{n-2} + \dots + S_n$$

3. Aplicando el método del tipo de interés interno tenemos que la suma de los gastos es igual a la suma de los ingresos con respecto a un mismo momento

$$IA = SA = \frac{SF}{(1+r')^n}$$

Donde

IA = son la suma de los gastos actualizados

SA = suma de los superavits en el momento actual

SF = suma de los superavits en el momento final

r' = nuevo tipo de interés interno buscado

$$(1+r') = \sqrt[n]{\frac{SF}{IA}}$$

(71) Se ha tomado de Blohm, H. y Lüder, K., *ob. cit.*, págs. 93 y ss.

Se puede enjuiciar este método como sigue:

- 1.º El método Balwin, para el caso de comparación de alternativas, parte de premisas más realistas que el método de interés interno y es de fácil cálculo.
- 2.º El inconveniente se debe ver en que el nuevo tipo de interés interno obtenido r' depende de la rentabilidad global esperada de la empresa, rentabilidad que a su vez depende de los resultados de los proyectos, esto es, fija este método una magnitud (R) que en realidad se obtiene después del cálculo.
- 3.º La fijación de una tasa de rentabilidad para la empresa a largo plazo plantea serios problemas por la gran incertidumbre que supone y se plantea la pregunta de si esta premisa no es peor que la del tipo de interés interno clásico.

b) *Método dinámico del período de recuperación del capital*

Se trata de una dinamización del método Pay-off mediante la capitalización de los superavits obtenidos. Esto es, el método estático supone la existencia de un tipo de interés igual a cero. Por lo que el resultado del método dinámico es superior al estático.

El método dinámico del período de recuperación presenta ciertas relaciones con el método del valor capital. Para hallar el tipo de interés calculatorio se fija la condición (valor de capital) $V_c = 0$; para una variable n_a (período de amortización dinámico) se comprueba si el valor capital $V_c \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0$

Constituye un método más completo que el estático pero, sin embargo, su valor sigue reducido al ser medida del riesgo de una inversión, no constituyendo, por tanto, medida para enjuiciar la ventaja de una inversión, ya que no considera el período de vida de la instalación. De la determinación del tipo de interés calculatorio dependerá su valoración del riesgo, por lo que algunos autores ven aquí una desventaja al introducir este componente subjetivo sobre el riesgo.

c) *Método MAPI*

Terborgh ha desarrollado en el Machinery and Allied Products Institut el método que se ha denominado MAPI, método el cual ha sufrido continuas modificaciones con el fin de ajustarlo a las exigencias de la práctica (72). Se trata de un método que puede considerarse como una modificación del método del tipo de interés interno. Busca la contestación a la pregunta de si es más ventajoso el sustituir una instalación hoy existente por una nueva o bien realizar la sustitución un año más tarde. De donde se deduce en un primer

(72) TERBORGH, G., *ob. cit.*
 HAX, H., «Teoría de Inversión Aplicada», en *Boletín de Estudios Económicos*, volumen XVIII, 1963, núm. 60.

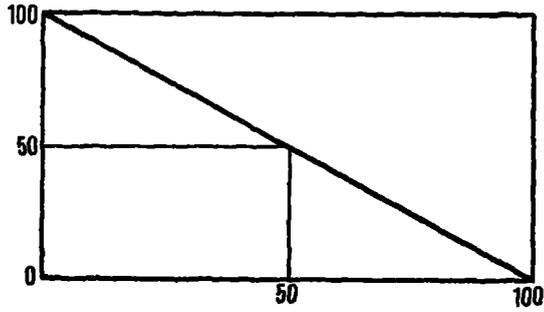
término su objetivo de analizar inversiones de racionalización. Parte del supuesto de que una sustitución sólo interesa cuando el período de utilización óptimo de la instalación existente se rebasa con una utilización adicional. Para determinar el período óptimo de utilización se consideran las instalaciones disponibles en el futuro, con lo que los efectos de futuras alternativas está considerado en el cálculo. El Modelo básico es el siguiente:

$$r = \frac{(2) + (3) - (4) - (5)}{(1)} \cdot 100 = r \text{ (\%/año)}$$

r: cifra de rentabilidad MAPI

1. inversión neta: costes de compra de la nueva instalación menos los importes de capital liberados por la instalación vieja (ventas) o evitados (grandes reparaciones).
2. incremento de las ventas más disminución de los costes en el próximo año como consecuencia de la inversión antes de impuestos.
3. disminución que en el próximo año experimentaría el valor de la instalación existente más parte del próximo año en las grandes reparaciones necesarias.
4. disminución de valor de la nueva instalación en el año próximo, esto es, diferencia entre el valor actual de los flujos de superávits de los años 1 a n al principio del primer año y el valor actual de los flujos de superávit de los años 2 a n a principio del año 2.º Calculado al tipo de interés del 8,25 %. Esta disminución en valor de la instalación se obtiene en base de un diagrama cuyas tres variantes A, B y C se hacen en una distinta trayectoria de los flujos de superávit durante su período de utilización. En el diagrama A se base en una trayectoria lineal de los superávits, el diagrama B en una trayectoria convexa, vista desde arriba, que supone un flujo de 2/3 en el transcurso de la mitad del período, y el diagrama C en una trayectoria cóncava que supone que 1/3 de los superávits se han recuperado en la mitad del período de utilización. El porcentaje que se deduce del diagrama se multiplica por el valor de la nueva instalación y se divide por 100.

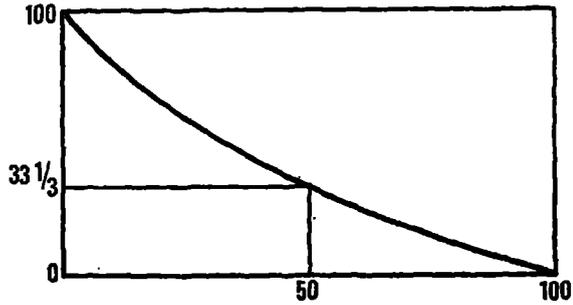
Amortización
(flujo) anual en %
del 1.er año



Duración de la utilización en %

A) Variante standard

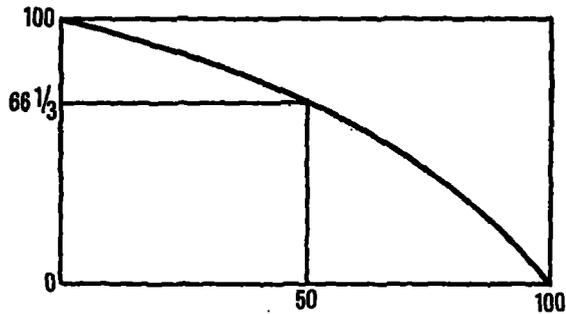
Amortización
(flujo) anual en %
del 1.er año



Duración de la utilización en %

C) Variante B

Amortización
(flujo) anual en %
del 1.er año



Duración de la utilización en %

B) Variante A

FIGURA 12

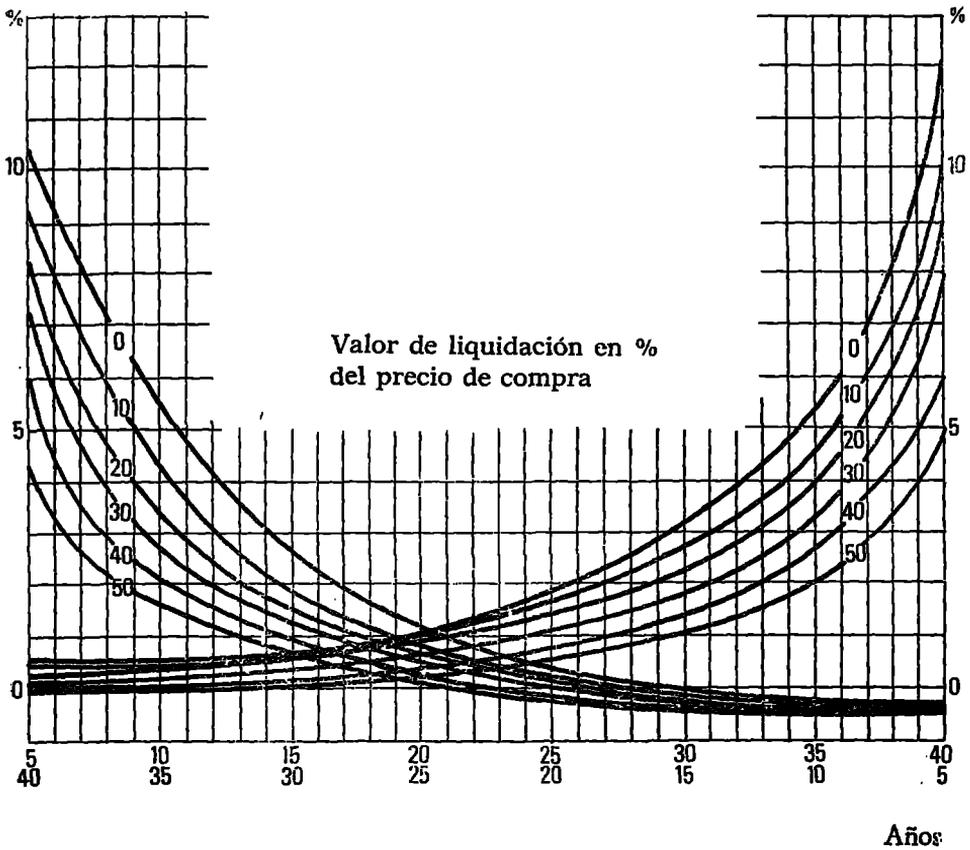


FIGURA 13. Diagrama Mapi para la variante A.

1. Las curvas gruesas corresponden a amortizaciones lineal y las finas para la amortización degresiva.
2. En la abcisa se buscan los años de vida señalados para el equipo y se proyecta verticalmente hasta alcanzar el punto en la curva o entre las curvas trazadas que corresponden al valor en liquidación expresado en % del precio de compra.
3. Se proyecta este punto sobre la ordenada y tenemos el valor del «consumo de capital» para el próximo año.

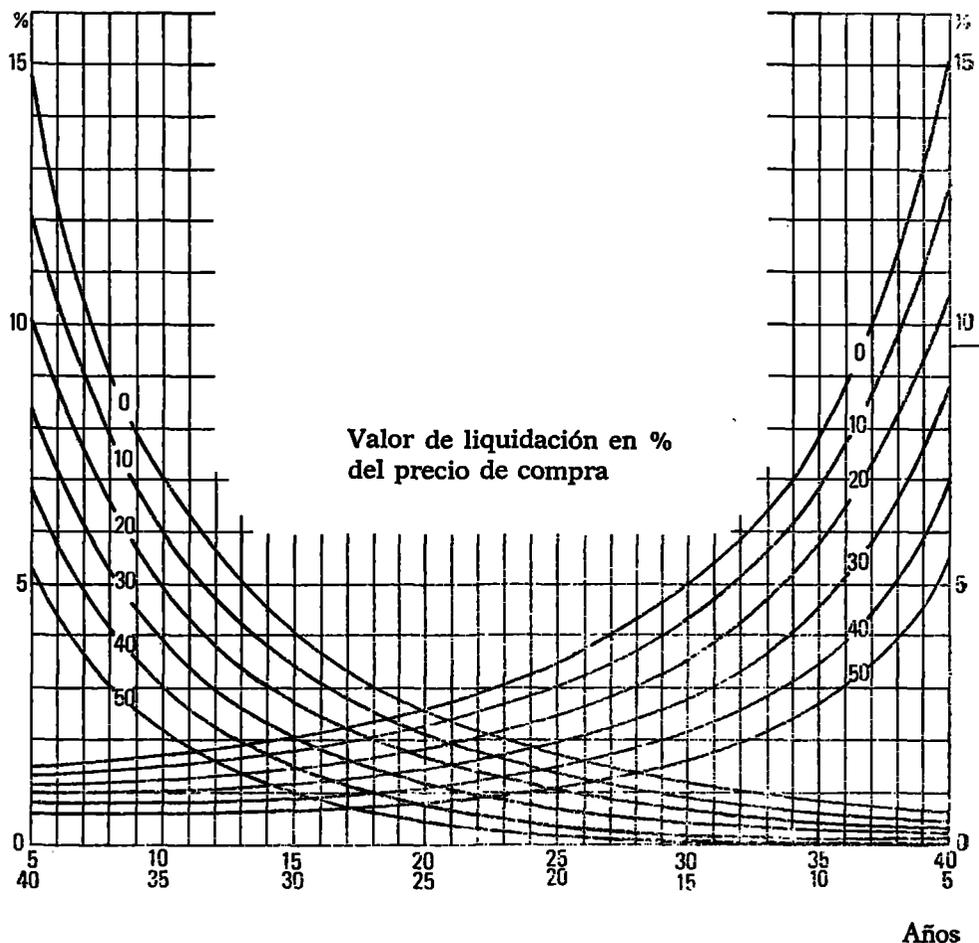


FIGURA 14. Diagrama Mapi para la variante B

1. Las curvas gruesas corresponden a amortizaciones lineal y las finas para la amortización degresiva.
2. En la abcisa se buscan los años de vida señalados para el equipo y se proyecta verticalmente hasta alcanzar el punto en la curva o entre las curvas trazadas que corresponden al valor en liquidación expresado en % del precio de compra.
3. Se proyecta este punto sobre la ordenada y tenemos el valor del «consumo de capital» para el próximo año.

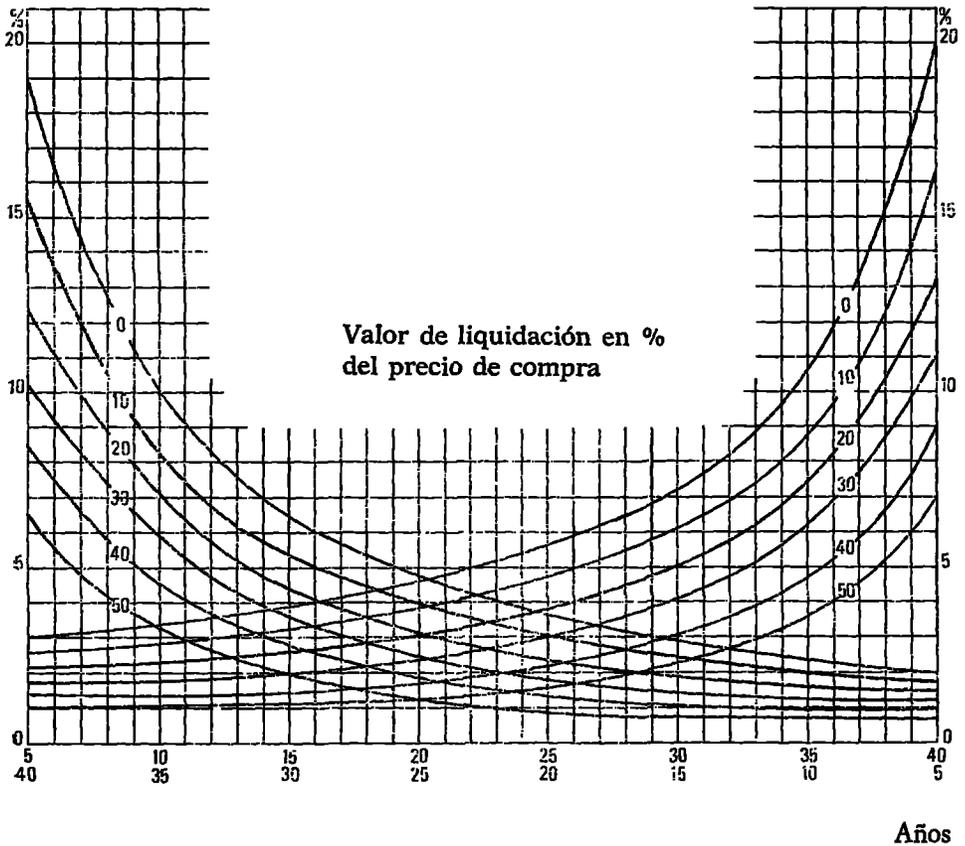


FIGURA 15. Diagrama Mapi para la variante C

1. Las curvas gruesas corresponden a amortizaciones lineal y las finas para la amortización degresiva.
2. En la abcisa se buscan los años de vida señalados para el equipo y se proyecta verticalmente hasta alcanzar el punto en la curva o entre las curvas trazadas que corresponden al valor en liquidación expresado en % del precio de compra.
3. Se proyecta este punto sobre la ordenada y tenemos el valor del «consumo de capital» para el próximo año.

5. Impuestos sobre beneficios correspondientes a la realización del proyecto en el próximo año.

El cálculo se realiza en base del formulario MAPI que sistematiza el cálculo y se llega a determinar la cifra de rentabilidad MAPI. Ver el impreso MAPI que se incluye como anexo en este trabajo.

Se trata en este método de una medida de economicidad que señala la capitalización relativa que se conseguiría en el próximo año caso de que se realice la inversión. Cuanto mayor sea el valor de r más urgente será la reposición. Del análisis realizado de las premisas del método MAPI por Brandt, Hax, Schindler, Swoboda, Blom/Lüder resulta la limitación de su aplicación, siendo las premisas más severas las siguientes:

- 1.º La media de rentabilidad se calcula para un período de comparación de un año.
- 2.º La disminución o consumo de capital evitado, se define como la disminución del valor en liquidación de la vieja instalación en el próximo año más la parte que le correspondería si debieran realizarse inversiones de racionalización.
- 3.º Se calcula al 8,25 % la disminución de valor de la suma instalación. El 8,25 % se deduce de calcular una financiación ajena del 25 % a un tipo del 3 % y del 10 % sobre el capital propio.
- 4.º No se produce disminución de valor cuando los bienes no se desgastan.

A pesar de las hipótesis de las que se deducen los diagramas y el método MAPI en su conjunto, las desviaciones no tienen gran relevancia, por lo que se pueden admitir como válidas. Pero su campo de análisis, repetimos, es el de las inversiones de racionalización.

IV) METODOS MODERNOS O MODELOS SIMULTANEOS

Estos modelos, que los califica Schneider como «supermodelos» (73), consisten en la construcción de un modelo de decisión más amplio, que abarque varios sectores de la empresa o incluso toda la empresa en un proceso de planificación simultáneo y no sucesivo.

Los métodos expuestos hasta ahora tratan de analizar los proyectos de inversión para el caso de una sola inversión, bien por existir sólo una, bien por elegirse de entre distintas alternativas, de acuerdo con un criterio de valoración del resultado. Con el fin de salvar las lagunas que dejan estos métodos se ha desarrollado en los últimos años en la nueva teoría de inversión diversos planteamientos simultáneos. Hoy pueden establecerse varios grupos de modelos según los sectores que incluyen. Así los modelos de Albach (74), Lorie-Savage (75), Charnes-Cooper-Miller (76), Weingartner (77), Hax (78), Mas-

(73) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, pág. 342.

(74) ALBACH, H., «Investition...», *ob. cit.*

(75) LORIE, H. J. y SAVAGE, L. J., «Three Problems in Rationing Capital», en *Journal of Business*, 1955, págs. 229 y ss.

(76) CHARNES, A., COOPER, W. W. y MILLER, M. H., «Application of Linear Programming to Financial Budgeting and the Costing of Funds of Business», en *Journal of Business*, 1959, págs. 20 y ss.

(77) WEINGARTNER, M. H., *Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems*, Englewood Cliffs 1963.

(78) HAX, H., «Investitions-und Finanzplanung mit Hilfe der linearen Programmierung», en *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 1964, págs. 430 y ss.

sé (79) que recogen las interdependencias entre los sectores de inversión y financiación, mientras que Swoboda (80), Förstner-Henn (81), Jacob (82) se plantean las interdependencias entre producción e inversión. Se han desarrollado otros modelos que abarcan los sectores de ventas, inversión, producción y financiación simultáneamente.

La estructura de un problema de inversión se recoge en un sistema que posee tres grupos de componentes básicos: (a) el grupo de uno o varios criterios de decisión; (b) la información necesaria; (c) reglas concretas de cálculo. El primer grupo constituye una de las funciones básicas al configurar un modelo. El segundo grupo plantea el problema de la información, ya que las exigencias de información son muy amplias dadas las interdependencias con los otros sectores, interdependencia horizontal, como la interdependencia en el tiempo, interdependencia vertical. Por lo que para realizar un modelo es preciso, tanto en teoría como en la práctica, establecer dos grupos de información (83): la información a buscar o real y la información ficticia en base de premisas. La segunda se fija en el modelo, la primera determina el modelo. Como señala Albach la dificultad con que se tropieza en la formulación de los modelos de inversión se encuentra precisamente en que el grupo de la información ficticia es muy amplio, por lo que el control de las premisas juega aquí un papel decisivo a la hora de analizar un modelo de inversión.

información	
ficticia	real

Las dificultades con que se tropieza para el caso Hirschleifer —tipo de interés del capital adquirido distinto del tipo de interés de cesión del capital—, lo mismo que para el caso de que se impongan límites a las posibilidades de demanda y oferta de capital a un tipo fijo de interés, trató de salvarlas Joel Dean con su planteamiento. Se aprecia en este planteamiento que en lugar de la decisión singular sobre los proyectos debe producirse una decisión simultánea sobre todo el programa de inversión. Solamente en el caso Fisher —dis-

(79) MASSÉ, P., *ob. cit.*

(80) SWOBODA, P., «Die simultane Planung von Rationalisierungs- und Erweiterungsinvestitionen und von Produktionsprogrammen», en *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 1965, páginas 148 y ss.

(81) FÖRSTNER, K., y HENN, R., *Dynamische Produktions-Theorie und Lineare Programmierung*, Meisenheim/Glan 1957.

(82) JACOB, H., «Investitionsplanung auf der Grundlage linearer Optimierung», en *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 1962, págs. 651 y ss.

(83) ALBACH, H., «Investitionsrechnung, neuere Modelle», en *Handwörterbuch des Rechnungswesens*, Stuttgart 1970, columna 725.

ponibilidades limitadas de financiación—, tiene validez ilimitada la regla del valor capital. Lorie y Savage han criticado esta aportación, encontrándose

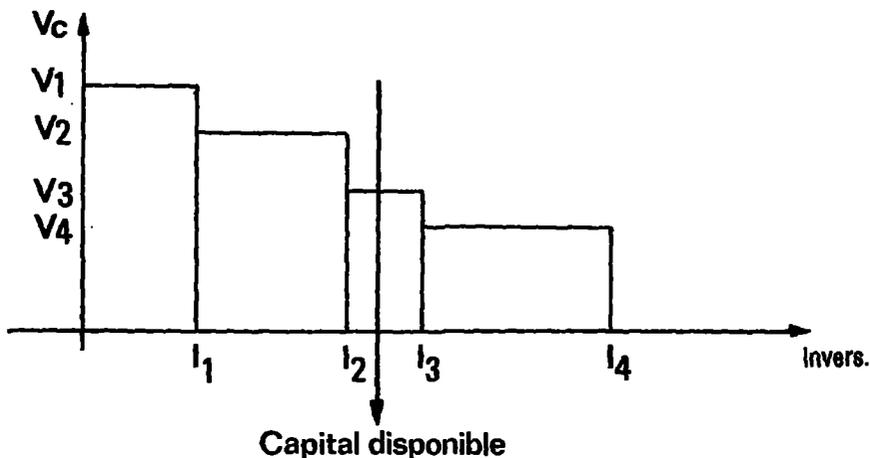


FIGURA 16

su principal defecto en que sólo considera el equilibrio entre cobros y pagos para el primer período. Esta laguna que refleja la interdependencia vertical se trata de solucionar con los planteamientos en base de la programación matemática. Vamos a ver, en primer término, el modelo básico, para pasar luego al análisis de los distintos modelos más representativos.

Se trata aquí de los modelos en certidumbre, esto es, domina la información ficticia en los modelos.

a) *Modelo básico*

Un modelo básico puede representarse en los siguientes términos:

El objetivo del empresario es maximizar su utilidad, siendo ésta una función de los flujos de superavits que se producen en cada uno de los períodos, flujos que se consiguen con ayuda de la inversión y con la disponibilidad financiera. Así podemos fijar la función objetivo de la forma (84).

$$U(C_0, C_1, C_2 \dots C_T) \rightarrow \max$$

con las condiciones

$$\sum_{j=1}^n a_{tj} x_j + C_t = C_t^* \quad (t = 0, 1, \dots, T-1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{Tj} x_j + C_T \leq C_T^*$$

$$\begin{aligned} x_j &\leq b_j \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

$$(j = 1, 2 \dots n)$$

(84) HAX, H., LAUX, H., *ob. cit.*, pág. 230.

donde

C_t ($t = 0, 1, 2 \dots T$) son los flujos de superávit debidos a la inversión o a la toma de créditos.

C_t^* ($t = 0, 1, 2 \dots T$) son los flujos de superávit, positivos o negativos, que se producen cuando el empresario no realiza ninguna inversión real y no toma y ni concede créditos en los momentos O-T.

a_{tj} ($t = 0, 1, 2 \dots T$; $j = 1, 2 \dots n$) definen los pagos por la inversión j en el momento t (a_{tj} será negativo en el caso de un superávit de ingresos).

x_j = Nivel de actividad de un proyecto que produce cobros y pagos.

b_j = límite superior para el nivel de actividad de x_j .

En este modelo puede considerarse el mantenimiento de caja como un proyecto especial de inversión asignándole un nivel de actividad x_j .

La función final expresado en el valor capital del programa de inversiones total la exponen Albach y Weingarten de la forma siguiente

$$\sum_{j=1}^n x_j \sum_{t=0}^T a_{tj} (1+r)^{-t} \longrightarrow \text{Max}$$

El problema que queda aquí pendiente es el de la determinación del tipo de interés calculatorio r , habiendo demostrado Hax y Laux que para este planteamiento no tiene importancia la magnitud de r , siempre que sea $r > -1$, ya que la maximación del valor capital lleva a la maximación de la expresión

$$\sum_{j=1}^n a_{Tj} x_j$$

lo que significa (para la premisa de que en T ya no se producen más ingresos y pagos), que esta suma es igual, al final del período de planificación, al patrimonio existente. Por lo que puede afirmarse que la maximación del valor patrimonial lleva a la maximación del valor capital independientemente del valor de r , o dicho en otros términos, ambas funciones de maximación son equivalentes, no teniendo ninguna influencia en este modelo la capitalización de cobros y pagos.

Si se considera un segundo horizonte económico T^* que significa el último período en el que se realiza el último cobro del proyecto de mayor duración tenemos

$$\sum_{j=1}^n x_j \sum_{t=0}^{T^*} a_{tj} (1+r)^{-t}$$

como la expresión del valor capital que se trata de maximizar.

Una de las condiciones del modelo es que x_j sean números enteros, por lo que se trata de un programa de números enteros o bien mixtos, lo que ya plantea serios problemas para su resolución.

b) *Modelo de inversión básico*

Desarrollado por Albach se plantea la determinación simultánea de los objetos de inversión óptimos en un programa de inversión, tratándose de inversiones independientes que tratarán de satisfacer una determinada demanda sin que se rebasen determinados medios de inversión.

El modelo es el siguiente:

$$1) \quad c'x = C_0 \longrightarrow \max$$

con las restricciones

$$\begin{aligned} e'x &\leq w_t \\ A_i x &\leq o_i \quad (i = 1 \dots n) \\ x &\leq k \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

siendo

c' = vector del valor capital de todas las inversiones;

x = posibilidades de inversión;

C_0 = valor capital del programa de inversión;

e' = vector de los pagos por la inversión;

A_i = matriz de producción del objeto de inversión para el producto i en el período t ($t = 1, 2 \dots$);

w_t = importe disponible en el período t

o_i = volumen máximo de ventas del producto i ;

k = vector del número máximo de objeto de inversión de un tipo.

Se trata aquí de un modelo para autofinanciación. El sector financiero puede ampliarse para el caso de autofinanciación y equilibrio financiero durante varios períodos. En este modelo se pueden establecer distintos tipos de interdependencia entre los objetos de inversión, lo que se refleja en las restricciones que se pueden introducir. Se busca el vector x de las posibilidades de inversión en las condiciones de excluirse mutuamente determinados proyectos, de complementariedad o de interdependencia.

c) *El modelo de Inversión y Financiación* consiste en ampliar el modelo anterior introduciendo los importes de financiación w como posibilidades de decisión, de forma que estas posibilidades financieras se optimicen simul-

táneamente con las posibilidades de inversión. El problema se presenta de la forma siguiente:

$$c \cdot x + v \cdot y = C_0 \longrightarrow \max$$

bajo las restricciones:

$$\begin{aligned} B \cdot x + D \cdot y &\leq w^* \\ A_i x &\leq o_i \\ x &\leq k \\ y &\leq l \\ x, y &\geq 0 \end{aligned}$$

Siendo:

B^* = matriz de los cobros y pagos acumulados del presupuesto de inversión;

D^* = matriz de los cobros y pagos acumulados de las posibilidades de financiación;

y = vector de las posibilidades de financiación;

l = vector de los importes máximos de financiación.

Por tanto, el presupuesto de inversión óptimo se define como la optimización de las posibilidades de inversión y de financiación, medido en el mayor importe del valor capital y considerando el mantenimiento del equilibrio financiero. La vinculación entre inversión y financiación, sus interdependencias y efectos, lleva a definir mejor un presupuesto de inversión que el planteamiento de Dean. En éste se ordenan los proyectos según su valor capital o tipo de interés interno, para luego proceder a la aplicación de los medios financieros, de manera que se realizan todas las inversiones cuyo tipo de interés interno sea al menos igual a los costes de la última unidad de capital tomado.

Este modelo de inversión-financiación se encuentra sujeto a las siguientes condiciones (85):

1. El presupuesto óptimo se deduce de una decisión simultánea sobre las posibilidades de inversión y de financiación.
2. La decisión debe corresponder al principio de maximación del beneficio.
3. La decisión debe garantizar el mantenimiento del equilibrio financiero en todo momento.

(85) SCHMIDT, R. B., *Unternehmensinvestition*, Hamburg 1970, pág. 132.

4. Exige una planificación completa, lo que obliga a considerar las interdependencias horizontales o con otros sectores de la empresa.
5. Elección del presupuesto de inversión viable y óptimo según el criterio de la mayor rentabilidad asegurando la liquidez de la empresa.

Expuesto verbalmente el modelo implica restricciones financieras:

— los medios disponibles tienen que ser igual o mayores que los pagos por inversiones más los pagos por las alternativas financieras;

— restricciones de venta y producción: limitación de ventas que implica una limitación de las alternativas de inversión;

— restricciones crediticias: devolución de los créditos a su vencimiento.

Este modelo posee una forma estática y otra dinámica. La primera es un caso especial de la segunda, considerando esta última no sólo las alternativas de inversión y de financiación al principio del período de planificación, sino también al principio de cada período parcial de la planificación. Este modelo dinámico o modelo de inversión de varias fases sólo es realizable en la situación de certidumbre y la diferencia con el estático consiste:

- 1) en la introducción de las posibilidades de inversión y financiación en cada período t , y
- 2) en que los períodos de utilización de los objetos de inversión no son datos del modelo, sino que se buscan dentro de las posibles duraciones N la duración (N_{opt}) óptima. Los períodos T de las posibilidades de financiación son, por el contrario, datos de la planificación. En el modelo dinámico el vector de las posibilidades de inversión se define como

$$x' = (x'_1, x'_2, \dots, x'_m, \dots, x'_n)$$

Si, por ejemplo, la inversión m se puede realizar en el cuarto período

$$x'_m = (0, 0, 0, x_{4m}, x_{5m}, \dots, x_{nm}, 0, 0)$$

Correspondientemente se define el vector y de financiación y con la introducción de matrices triangulares y diagonales que reflejan la condición de equilibrio financiero.

El modelo se complica seriamente para unos pocos períodos y reducidas posibilidades de inversión y financiación, por lo que como afirma Albach, el introducir además las decisiones mensuales de ventas para una empresa de varios productos y las decisiones de producción como variables no parece muy conveniente, dado el volumen de cálculo, aun sin considerar los problemas lineales de la planificación de inversiones.

La importancia de este modelo consiste en la inclusión del equilibrio financiero. El tipo de interés calculatorio lo define Albach por la «rentabilidad media a largo plazo» de la empresa.

d) *Modelo de inversión y producción*

Se plantea este modelo con el fin de considerar que el valor capital depende del grado de utilización de los equipos, lo que viene configurado por las decisiones del programa de producción, decisiones éstas que constituyen un grupo de variables y no, como en el modelo anterior, son datos del problema. Se trata de optimizar inversión y producción simultáneamente, y ello tanto para un modelo de una fase o bien para un modelo de varias fases. El modelo de Jacob (86) es representativo para este tipo de modelos.

Expuesto verbalmente el modelo consiste en una función final, función de beneficios a maximizar que se compone de las siguientes magnitudes:

Función final \longrightarrow Beneficio máximo = factor de capitalización \times
 \times (Ingresos-costes fijos y variables)
 $-$ parte correspondiente de los costes de compra
 $+$ ingresos por liquidación
 $+$ ingresos de los medios colocados en inversiones financieras.

Con las restricciones:

a) *de financiación*

coste de compra en el período t +
 $+$ necesidades para circulante +
 $+$ superávit no invertido en el período t

= nuevos medios financieros disponibles al comienzo del período t para inversiones

$+$ necesidades de circulante en el período $t-1$

$+$ medios disponibles no invertidos en el período $t-1$

$+$ intereses del período $t-1$

$+$ valor de liquidación al comienzo del período t

b) *de capacidad*

tiempo de producción necesario en el período t en la instalación i \leq tiempo máximo disponible en el período t en la instalación i

(86) JACOB, H., «Neuere Entwicklungen...», *ob. cit.*

- c) *de continuidad,*
- d) *igualdad de agregación, entre otras.*

En expresión matemática el modelo presenta la forma siguiente para un modelo estático o de una fase:

$$\sum_t^H q^{-t} \delta'_t z_t - \sum_t^S (e + \sum_t^H k_{ft} q^{-t})'x = C_0 \longrightarrow \max$$

Restricciones:

$$\sum_t^{\tau} \tilde{b}'_t z_t - \sum_t^{\tau} b'_t x \leq \sum_t^{\tau} w_t \quad \tau = 1 \dots H$$

$$\begin{aligned} z_t &\leq o_t \\ \bar{A}_t z_t &\leq x \\ x &\leq k \\ x, z_t &\geq 0 \end{aligned} \quad t = 1 \dots H$$

siendo:

H = horizonte económico;

q = factor de descuento;

δ'_t = vector de los márgenes de cubrimiento por unidad producida en el período t;

z_t = vector de las posibilidades de producción en el período t;

e = vector de los gastos de inversión;

k_{ft} = costes fijos del período t;

\tilde{b}'_t = vector de los ingresos netos en el período t;

w_t = importe disponible en el período t;

A_t = matriz de los coeficientes de producción;

b_t = vector de los ingresos y gastos de la inversión en el período t.

Se buscan, pues, los vectores z_t de las posibilidades de producción en cada período t y x de las posibilidades de inversión con una duración $N \leq H$. El

programa de producción es la variable a optimizar. El modelo dinámico de Jacob presenta una serie de ventajas sobre el estático. Entre otras: la inclusión del sector de ventas, consideración de la antigüedad de los equipos, separación de las variables de inversión y producción, además de prescindir de la utilización del tipo de interés calculatorio. Sin embargo, su complejidad es muy grande para esclarecer en parte la problemática económica, aceptando una serie de premisas que lo plantean en un elevado nivel de abstracción.

Otros modelos son los que consideran las ventas, para diferentes configuraciones del mercado y los que abarcan los sectores Inversión-producción ventas y financiación.

e) *Valor de decisión de estos modelos*

Dejando aquí a un lado los aspectos y problemas puramente matemáticos que presentan estos modelos, veamos cuál es su valor y cuáles son sus límites actualmente.

Sin duda, las ventajas de un cálculo de inversión simultáneo se encuentran en la consideración de las interdependencias de los distintos sectores. Suponen, en cuanto al planteamiento un avance sobre los métodos clásicos que hemos visto. Estos últimos encuentran su utilización en el análisis de una inversión cuando no producen efectos en los demás sectores de la empresa. Ahora bien, las exigencias de información de los modelos simultáneos son muy superiores a la de los modelos clásicos, afectando no sólo a la integridad del cálculo sino también a los componentes determinantes.

Una de sus características es que el peso del cálculo del beneficio pierde de su importancia en favor de la determinación de otras variables. Los intentos de introducir la incertidumbre en los cálculos se encuentran en un período de desarrollo aún en sus primeras fases.

Erich Schneider considera que dada la estructura y exigencias de los modelos (supermodelos), en determinadas circunstancias es mejor realizar el análisis de forma sucesiva, esto es, determinar el programa venta-precios realizable y analizar la ventaja de la inversión en esta base. Esta metódica de tanteos aproximativos la considera teóricamente correcta y en la práctica lo suficientemente operacional, considerando que «la técnica del análisis marginal es aquí, en la mayoría de los casos, mejor que la técnica de la programación lineal» (87). Además estima que no da lugar a la crítica que se hace a la teoría tradicional de que no considera el aspecto de liquidez en una decisión de inversión (así Albach: «En los modelos de la teoría de inversión clásica se trata de cálculos de rentabilidad puros») (88), ya que la no consideración de la liquidez no tiene porqué ser un inconveniente. El cálculo simultáneo de rentabilidad y liquidez, como hemos visto, en el modelo lleva al mismo a una falta total de operacionalidad, ya que el detalle con que se precisa información sobre la situación de liquidez en cada momento, con la gran

(87) SCHNEIDER, E., «Kritischer...», *ob. cit.*, pág. 343.

(88) ALBACH, H., «Investition...», *ob. cit.*, pág. 49.

incertidumbre de una tal información, presenta una serie de obstáculos insalvables. Por ello habla Albach de la información ficticia o premisas que en este caso sustituye a esta información real que busca Schneider. Para éste la cuestión de la rentabilidad de un proyecto, para lo cual se precisa de un tipo de interés calculatorio, es distinta de la cuestión de asegurar la liquidez. Considera que la primera es una cuestión de largo plazo, mientras que la segunda es un problema de corto plazo, afirmación que si bien es cierta puede argumentarse con Gutenberg que el equilibrio financiero debe estar garantizado y, por tanto, es también una cuestión de largo plazo, o estructural. Quizá debe verse en la categorización de la información, real y ficticia, este dilema. Sin duda un plan financiero a corto plazo abarca como mucho unos cuantos meses. No es este el dato a incluir en un modelo estructural como son los que hemos tratado. Sino una condición en forma de restricción que garantice en una magnitud global la garantía del equilibrio financiero. Ciertamente hay que trabajar aquí con información ficticia o premisas que deben controlarse.

La valoración de estos modelos modernos debe centrarse principalmente en su interesante aportación teórica, que de una forma amplia recogen las distintas y complejas interdependencias entre los distintos sectores de la empresa. Sin duda, constituye un gran avance en su planteamiento, pero se tropieza con grandes dificultades en su aplicación práctica. Desde el punto de vista académico podemos considerarlos como uno de los instrumentos más eficaces para el análisis de los procesos de inversión. Las limitaciones de los modelos, de capacidad de cálculo, la problemática de la información necesaria constituyen capítulos interesantes que se plantean actualmente a la investigación de la teoría de la inversión.

V. EXIGENCIAS DE LOS MODELOS TEORICOS Y POSIBILIDADES

PRACTICAS

Si se quiere realizar un cálculo de inversión adecuado debe conocerse la estructura teórica de decisión en la que descansa cada uno de los problemas de inversión. Su planteamiento, la elección del modelo de cálculo y el conocimiento de la información disponible constituyen las fases previas y condicionantes de todo cálculo. Y es precisamente en la determinación de la información ficticia o premisas que haya que aceptar, y de su continua verificación, de la que depende las posibilidades de realización de un cálculo de inversión y de su operacionalidad. La situación de incertidumbre, en la que se desarrollan todos los procesos de inversión, exige, si se quiere realizar el cálculo, la determinación en un amplio campo de las premisas en que descansa el cálculo a realizar. Y aquí es donde surge la polémica, cada vez más agudizada entre los representantes de la teoría y los de la práctica. Estos señalan la imposibilidad de aplicar modelos con un elevado grado de premisas y se ajustan más a los cálculos que operan con menos exigencias de información y orientan aquellas variables que se debieran reflejar en base de información ficticia. Sin duda, la gran dificultad de los cálculos de inversión radica en el gran peso de la información ficticia frente a la información real.

Sin embargo, lo que se está haciendo en la práctica, es utilizar modelos sin esta exigencia de información ficticia, pero desconociendo:

a) que se realiza el cálculo en premisas que no se reflejan, y

b) que al no reflejarse las premisas difícilmente se podrán controlar. Hay que señalar que en la medida en que se reduce la información real en todo cálculo, se incrementa el volumen de información ficticia. Y mejor es reflejar en el cálculo esta información ficticia con el fin de controlarla y poder operar, por ejemplo, en base de análisis de sensibilidad. La omisión de tales premisas no supone el que no existan. Siguen existiendo sin control alguno.

Caso típico de esta situación es la amplia difusión, sobre todo en el sector químico, del método estático de la «comparación de rendimientos» y su ampliación al «return on investment» (89):

$$r = \frac{\text{beneficios}}{\text{inversión}} \times 100$$

$$(1) \quad r = \frac{a_1}{a_0} \times 100$$

que descansa en las premisas no explícitas:

1. Se supone un período de vida infinito,
2. los beneficios del primer año se mantienen en los siguientes.

La demostración de que se basa en estas dos premisas es la siguiente:

2) Cálculo del tipo de interés interno

$$(2) \quad V_c = \sum_{t=1}^{\infty} a_t q^{-t} - a_0 = 0 \quad q = \left(1 + \frac{\bar{r}}{100}\right)$$

$$\text{De (1)} \quad a_0 = \frac{a_1}{r} \times 100$$

$$\text{De (2)} \quad a_0 = \sum_{t=1}^{\infty} a_t q^{-t}$$

$$(3) \quad \frac{a_1}{r} \times 100 = \sum_{t=1}^{\infty} a_t q^{-t} \quad \text{haciendo } a_t = a_1$$

$$\frac{a_1}{r} \times 100 = \sum_{t=1}^{\infty} a_1 q^{-t} = a_1 \sum_{t=1}^{\infty} q^{-t} \quad (\text{serie geométrica de razón } q)$$

(89) ALBACH, H., *Steuersystem und unternehmerische Investitionspolitik*, Wiesbaden 1970, págs. 28 y ss.

$$\frac{a_1}{r} \times 100 = a_1 \frac{a_0 \left(\frac{1}{q^n} - 1 \right)}{q \left(\frac{1}{q} - 1 \right)}$$

transformando y sustituyendo $q = \left(1 + \frac{\bar{r}}{100} \right)$

$$\frac{a_1}{r} \times 100 = - \frac{a_1}{\bar{r}} \times 100 \left(\frac{1}{q^n} - 1 \right)$$

para $n \rightarrow \infty \left(\frac{1}{q^n} - 1 \right) = -1$

$$\frac{a_1}{r} \times 100 = \frac{a_1}{\bar{r}} \times 100$$

$$r = \bar{r}$$

o el rendimiento es igual al tipo de interés interno cuando $n \rightarrow \infty$ y a_1 es igual todos los años, premisas inaceptables para cualquier problema de inversión, ya que el rendimiento se eleva drásticamente.

Por ello puede afirmarse que la teoría de inversión trata de facilitar a la práctica la base teórica de sus modelos, ya que los modelos que utiliza están sometidos a mayores premisas no explícitas.

Por consiguiente todo procedimiento de cálculo de inversiones debe cumplir dos condiciones:

a) Debe utilizar la información real disponible en la práctica.

b) Debe basarse en premisas controlables.

VI. ACTUAL PROGRAMA DE INVESTIGACION

Dentro del actual programa científico del campo de la teoría de la inversión descuellan fundamentalmente dos sectores: el tratamiento de la incertidumbre y la consideración de los impuestos en el cálculo de inversiones.

En cuanto a las decisiones de inversión en incertidumbre se desarrollan, por un lado, las decisiones en base de una estimación subjetiva del riesgo: la

maximación del valor subjetivo de la empresa, la teoría del Portofolio Selection y la planificación de inversiones con ayuda de la «chance-constrained programming» son hoy día los tres caminos trazados. Por otro lado, se plantea la determinación del valor de mercado de las acciones de una Sociedad, esto es, cuando no se trata, como en el caso anterior de un solo inversor, sino de un grupo de inversores. Con este problema se han ocupado ya ampliamente Bierman y Smidt, Gordon, Shapiro, Lindscey, Sametz, Moxter, Porterfield, Roberts, Robichek, Myers, Solomon, Williams, entre otros. La relación entre plan de inversiones y maximación del valor de mercado, la elección entre renuncia a decisiones de inversión o endeudamiento (Modigliani, Miller, Lintner, etcétera) constituyen hoy problemas de plena actualidad teórica y práctica. El campo de la teoría de la financiación se amplía cada vez más, identificándose intensivamente con un carácter integral de los demás sectores de la empresa y en especial con el de las inversiones.

El otro aspecto que atrae en los últimos años al teórico es la consideración de los impuestos en el cálculo. El reciente e interesante dictamen de Albach, a petición de la Federación de la Industria Alemana, «Steuersystem und unternehmerische Investitionspolitik» (sistema fiscal y política de inversión de la empresa) confirma esta tendencia también de la práctica. Se busca la influencia de los impuestos sobre las decisiones de inversión. Lo que implica el análisis de la influencia de la imposición fiscal en las series de flujos de ingresos y gastos, la posible influencia sobre el tipo de interés calculatorio. La incidencia del método de amortización es, sin duda, decisiva para la configuración de las series de ingresos y con ello del resultado del cálculo, lo cual es natural. La discusión teórica se centra principalmente en si la magnitud del tipo de interés calculatorio se ve influida por los impuestos. Schneider, Grant y Ireson entre otros rechazan la existencia de una tal relación. Donde existe una relación es entre el tipo de interés interno antes y después de impuestos, relación que no tiene mayor interés. Sin embargo, aunque en la práctica la consideración de los impuestos no sea relevante para el resultado del cálculo, se debe recomendar introducir como norma el impuesto en el cálculo de una inversión, para reflejar su diversa incidencia. Esto naturalmente desde el punto de vista de una inversión. El problema es otro cuando se trata de analizar la relación entre el sistema impositivo y su influencia sobre las decisiones empresariales de inversión. Esto es, se trata como en el dictamen de Albach, de analizar dos campos y sus interdependencias. Se trata más bien de asesorar al legislador y al responsable de la política económica de los posibles comportamientos empresariales, en base de un análisis del método del valor capital considerando el sistema fiscal, esto es, de un análisis microeconómico y no de analizar la forma de asesorar al empresario si le interesa o no una decisión de inversión, como consecuencia de los impuestos, esto es, en la Economía de la Empresa, como Teoría de la Política Económica de la Empresa debe señalar cómo debe actuar el empresario para alcanzar determinados objetivos dados (90). No se trata de señalar parcelas científicas, ni mucho menos, sino de aunar esfuerzos para aclarar los complejos fenómenos que presenta la empresa moderna en sus múltiples versiones. Sólo en la contemplación interdisciplinaria e integral se podrá contribuir seriamente a resolver los problemas planteados en la realidad económica y en la actividad teórica, tanto en la empresa como en el plano político-económico en el que está situada.

(90) SCHNEIDER, D., *Investition und Finanzierung*, Opladen 1970.

METODO DE AMORTIZACION:	HOJA:
PERIODO DE VIDA:	RESPONSABLE:
IMPORTE:	FECHA:
INVERSION:	FABRICA:

I.—VALOR INVERTIDO

1. VALOR DE COMPRA
2. VALOR EN LIQUIDACION DEL EQUIPO VIEJO
3. GASTOS DE GRANDES REPARACIONES EVITADAS
4. SUMA DE 2. y 3.
5. VALOR NETO DE LA INVERSION (1./4)

II.—VENTAJAS DEL PROYECTO DE INVERSION

A.—FLUJOS ADICIONALES

6. GRADO PROBABLE DE UTILIZACION (HORAS/AÑO.....)

<u>VARIACIONES DE LAS VENTAS</u>	<u>INCREMENTO</u>	<u>DISMINUCION</u>
----------------------------------	-------------------	--------------------

7. MODIFICACION DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS
8. MODIFICACION DE LA CANTIDAD PRODUCIDA
9. TOTAL

A	B
---------	---------

<u>VARIACIONES DE LOS COSTES</u>	<u>INCREMENTO</u>	<u>DISMINUCION</u>
----------------------------------	-------------------	--------------------

10. SALARIOS
11. COSTES COMUNES DE SUELDOS Y SALARIOS
12. SEGUROS SOCIALES Y OTROS
13. COSTES DE MANTENIMIENTO
14. COSTES DE UTILES Y HERRAMIENTAS
15. COSTES DE MATERIALES
16. COSTES EXTRAORDINARIOS
17. COSTES DE MANTENIMIENTO EN PARO
18. COSTES DE ENERGIA
19. COSTES DE ESPACIO
20. IMPUESTOS Y SEGUROS
21. COSTES DE COMPRAS A TERCEROS
22. COSTES DE ALMACEN
23. SEGURIDAD
24. COSTES DE MANTENIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE ADAPTACION
25. OTROS COSTES

26. TOTAL	A	B
-----------------	---------	---------

27. VARIACION NETA DE VENTAS (9A./9B)
28. VARIACION NETA DE COSTES (26A./26B)
29. FLUJOS DE SUPERAVIT ADICIONALES (27./28)

ANEXO II

CUADRO 1: ESTUDIO COMPARATIVO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA REPOSICIÓN, REFORMA O REPARACIÓN (PEQUEÑOS PROYECTOS)

Denominación del Proyecto: ! Dirección de:
 Fábrica:
 Fecha:
 Clave:

I.—Características

a) Equipo Existente Constructor: Tipo: Máquina núm.: Año puesta en marcha: Coste inicial: Años utilizados: Observaciones:	b) Equipo nuevo (caso de reposición) Constructor: Tipo: Oferta: Fecha iniciación: Coste inversión: <input type="text"/> Plazo de ejecución: Vida del equipo: Superf. ocupada p/inst.: Otros datos:
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	OBLIGADA	CONVENIENTE
II.—Reparación extraordinaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reposición	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nueva Inversión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

III.—Análisis de las ventajas económicas posibles:

	Equipo existente	Nuevo equipo (o reformado)
Capacidad de producción Tm/		
Rendimiento en %		
Mano de obra directa e indir. Ptas/año ...		
Mano de obra: núm. de hombres		
Consumo primeras materias		
Energía eléctrica		
Agua		
Vapor		
Otros, combustibles, etc.		
Mantenimiento		
Utillajes		
Paradas		
Ventajas en el Coste: Total		<input type="text"/>
Ventaja total		

IV.—Análisis de las cargas de capital

	Equipo existente	Nuevo equipo (o reformado)
Valor contable neto		
Valor residual en el momento de la valor.º		
Valor residual al final de vida equipo		
Inversión necesaria para la puesta a punto del equipo existente (caso repar.) ...		

V.—De acuerdo con las ventajas observadas y con la producción esperada el valor de la inversión se recupera en años y meses.

NOTA.—Adjúntese el desglose del presupuesto de la inversión en las hojas convencionales. Si es necesario adjunten memoria explicativa.

CUADRO 2: CALCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN PROPUESTA

Dirección: Estructura de la inversión (miles Ptas.):
 Fábrica Clave n.º Inmovilizado:
 Proyecto: Circulante:
 Indirecto:
 Deducible:
 Valor TOTAL:

A. Valor actual de los gastos de inversión (en miles de pesetas).

Trimestres años	Gastos en la inversión	Valor actual al ... %		Valor actual al ... %	
		Factor	Valor actual	Factor	Valor actual
6					
5					
4					
3					
2					
1					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Totales					

B. Valor actual del superávit (en miles de pesetas)

Años	Superávit de ingresos	Valor actual al ... %		Valor actual al ... %	
		Factor	Valor actual	Factor	Valor actual
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
10-15					
Totales					

C. Valoración económica del proyecto.

I. Rentabilidad del proyecto %
 (tipo de interés interno)

II. Valor capital entre gastos y superávits descontados al % Mill. Ptas.

Fecha:
 Calculado por: