

OPTIMIZACIÓN DE PLANES DE INVERSIÓN

M.J. Canós Darós, M. Mocholí Arce, V. Navarro Miquel
Universidad de Valencia

RESUMEN

El gestor financiero de una organización empresarial soporta actualmente presiones sin precedentes. Hasta hace muy pocos años, el poder jerárquico le proporcionaba el camino a seguir, el rendimiento máximo, la productividad, la planificación a corto plazo y la planificación a largo plazo, etc.. La dirección tenía dominaba la estructura empresarial, se cumplían los objetivos prefijados, pero llegado un momento, fue la estructura quien dominó al gestor financiero y empezaron a producirse desviaciones en la planificación.

En este trabajo nos planteamos un modelo de planificación financiera a largo plazo donde se recogen las decisiones de inversión y financiación combinadas mediante la optimización matemática y proponemos su utilización en un ambiente incierto.

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN FINANCIERA

Es indiscutible que en la presente década el equilibrio financiero en las empresas no es el mismo que en la década de los ochenta porque las reglas del juego se han modificado. En la actualidad se debe considerar “la tesis y la antítesis, para desarrollar una síntesis que no es un simple compromiso, sino una solución nueva”¹. Es pues el momento de plantearse soluciones basadas esencialmente en la flexibilidad de las ideas y no en su rigidez.

Tradicionalmente, se ha utilizado un análisis determinista para afrontar los problemas financieros cuyas soluciones se adecuaban al problema real porque el entorno económico tenía un alto grado de estabilidad. Sin embargo, este grado ha disminuido hasta el punto que poder considerar el entorno económico como incierto. Por ello, las soluciones tradicionales han dejado de ser válidas y hay que incorporar la incertidumbre a los modelos para “acercar el análisis formal a la solución de los problemas que la realidad de la empresa plantea”².

Siguiendo a los profesores Kaufmann y Gil Aluja “los hechos imprecisos y los números inciertos no pueden ser tratados según los mismos principios que los hechos precisos y los números ciertos”³. Partiendo de la afirmación anterior, el nuevo enfoque dado para el tratamiento de la incertidumbre puede aplicarse en casi todos los ámbitos de la gestión económico-financiera de las empresas. Centrándonos en la gestión financiera de las empresas, resulta evidente que todo negocio, entendiendo la empresa como un negocio, necesita dinero para poder sobrevivir. Sin embargo, muchas empresas, aún siendo rentables, fracasan precisamente, por una mala gestión financiera. La gestión financiera tiene algo de arte, lo que significa que algunos de los que la practican, como en el arte, son buenos, a veces muy buenos, y otros, malos, a veces muy malos.

Uno de los inconvenientes, muchas veces olvidado por parte de los gestores financieros es la dimensión temporal de la empresa. Los razonamientos o planteamientos posteriores al estudio de la empresa, son fotografías instantáneas de lo que ha sucedido en un momento determinado, pero puede haber tendencias en acción que no seamos capaces de observar, con lo que la evolución observada y analizada puede estar distorsionada y llevar a conclusiones o decisiones erróneas.

Hasta hace no muchos años, la gestión financiera se basaba en acontecimientos pasados que permitían preparar informes sobre los próximos acontecimientos, normalmente a uno o dos años vista, explicar los recursos de la empresa y, unido a la contabilidad financiera dar una serie de ratios y estados financieros donde poder analizar las posiciones fuertes y débiles de la misma. Actualmente, si bien esta visión histórica resulta necesaria no es suficiente para poder cubrir las necesidades que tienen los propietarios

¹ Equipo Change Integration de Price Waterhouse : Las paradojas de la Dirección, Mosby, Madrid, 1996, pág.4

² Kaufmann, A.; Gil Aluja, J.: Introducción a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos. Milladoiro, Santiago de Compostela, 1982, pág. 8.

³ Kaufmann, A.; Gil Aluja, J.: Técnicas operativas para el tratamiento de la incertidumbre, Hispano Europea, Barcelona, 1987, pág.7

rios/directivos, ni tan siquiera, la de los futuros inversores si hablamos de empresas con cotización bursátil.

Si, como hemos comentado, el entorno actual es incierto y las soluciones tradicionales no son válidas:

1. ¿Cómo es posible aplicar los principios de la planificación financiera en condiciones inciertas sobre el entorno cambiante descrito anteriormente?.
2. ¿Cómo los gestores financieros hacen frente a situaciones financieras no repetitivas?.

Para éstas y otras preguntas, la solución vendrá dada por la combinación de técnicas utilizadas tradicionalmente en financiación con nuevas técnicas de investigación operativa como pueden ser la optimización robusta y la optimización por escenarios. Uno de los pasos previos fundamentales para que dichas técnicas puedan comprender y manejar adecuadamente la incertidumbre es el planteamiento de un modelo matemático que represente el problema real bajo el supuesto de certeza, es decir, un buen modelo determinista. En este trabajo, presentamos uno de ellos y anotamos el modo de incorporar la incertidumbre.

PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN FINANCIERA

Como hemos comentado anteriormente, una de las cuestiones que debe resolver una empresa es saber, de forma simultánea, las líneas de inversión y las líneas de financiación que ha de realizar, de forma que su actuación le reporte el mayor beneficio actualizado si el mercado de capitales fuese perfecto o encontrar la línea de actuación, de ambas, que obtenga la maximización de los fondos propios, si no lo es.⁴

El problema de los recursos financieros y la estabilidad financiera requiere una atención constante en cualquier empresa, así como las decisiones sobre en qué gastar los fondos monetarios, cuántos de ellos debemos gastar, cuándo debemos gastarlos, pero, para contestar a esta serie de cuestiones y conseguir el equilibrio financiero debemos disponer de información adecuada.

La estabilidad financiera se conseguirá cuando la empresa pueda pagar todas sus deudas pendientes mediante los ingresos generados por sus ventas a clientes, al tiempo que, mediante ellas, pueda generar fondos monetarios para inversiones futuras y, con ellas, iniciar otra vez el proceso de pagar las deudas pendientes. Ahora bien, este proceso se puede llegar a complicar si tenemos necesidad de pedir fondos externos para poder financiar las inversiones futuras.

Es una cuestión de sentido común que una empresa se encuentra en buen estado de salud si puede pagar sus costes variables y sus deudas a corto plazo mediante los ingresos recibidos de sus clientes, pero esta visión tiene una dimensión temporal excesivamente corta. Ampliando ésta, podemos confiar en que los futuros ingresos por ventas compensarán las deudas futuras, de tal forma que si los primeros superan a las segundas, seguiremos estando con una situación financiera sólida.

Ahora bien, esta situación, ampliada temporalmente, requiere un cierto análisis para ver de donde y cómo vienen los fondos necesarios para la financiación de las inversiones futuras. Habrá ocasiones en que se podrán financiar mediante fondos propios, otras en que se deberán financiar mediante fondos ajenos y, por último, otras que las que será preciso una combinación de ambos recursos para la financiación de las inversiones futuras. Saber cual de estas combinaciones debe emplearse es uno de los factores más importantes en una empresa, al tiempo que, nos dará la perseguida estabilidad financiera.

Las necesidades de financiación vendrán dadas, por una parte, por el volumen de inversiones que pretenden llevarse a cabo y, por otra, por los costes variables de producción y costes fijos de las mismas, y podrán satisfacerse mediante dos vías: financiación propia, proveniente de los excedentes financieros internos de la propia empresa o, financiación ajena, proveniente de recursos financieros externos a la empresa, que a su vez podrán ser: nuevas aportaciones de socios o endeudamiento con instituciones financieras.

FASES DE LA PLANIFICACIÓN

Podemos distinguir dos fases sucesivas dentro de un período de planificación de inversión – financiación:

⁴ Basado en el desarrollo del modelo CAPRI de: J.C. Holl, J.P.Plas y P.Riou : “Les choix d’investissement dans l’entreprise” P.U.F. París (1973) y contenido en: J.V.Puig Andreu y J.J.Renau Piqueras: “Análisis y evaluación de proyectos de inversión” Hispano Europea, (1981) pp. 309-322

1. Fase previa al período de planificación. En ella, por la inercia de la empresa, vendrán ejecutadas y definidas políticas de inversión - financiación que entrarán a formar parte del conjunto de inversiones del nuevo período de planificación. Al final de esta fase, como es lógico, la empresa tendrá unos recursos propios y tesorería definida.
2. Fase de la actividad en curso. Un correcto estudio de mercado nos permitirá prever un volumen de ventas estimado para un período de planificación financiera, de forma que, podremos determinar el volumen de inversiones necesario para alcanzar el primer objetivo: producción y ventas. Las inversiones generarán, cada una de ellas, un margen bruto de explotación y una amortización que palle la depreciación física de los equipos. En esta fase, los excedentes de tesorería, cumpliendo el principio de que el dinero nunca debe permanecer improductivo, se pueden y deben reinvertir en otros activos productivos. Se trata, pues, de establecer la política de financiación de las inversiones, mediante recursos provenientes de ampliaciones de capital, recursos financieros ajenos o, una combinación de ambos, que maximice los fondos propios de la empresa.

PLANTEAMIENTO ANALÍTICO DEL MODELO

La variación que se puede producir en el enriquecimiento de los accionistas se puede expresar en función de la variación de los fondos propios de la empresa en un período de planificación, de tal forma que la empresa perseguirá la maximización de sus recursos propios al tiempo que conseguirá una optimización de sus políticas de inversión y financiación.

Si la empresa fija previamente la retribución de los dividendos, el objetivo de maximizar los fondos propios no está contradiciendo el deseo de enriquecimiento de los accionistas, pues si aquéllos son mayores, en cada uno de los períodos, lógicamente los dividendos también lo serán.

A continuación, pasamos a detallar la nomenclatura del modelo.

Como variables de decisión debemos distinguir las siguientes:

x_{ij}	Variable binaria que representa si se realiza o no la inversión del tipo i variante j , es decir, cada inversión del tipo i puede tener, mutuamente excluyentes, varias variantes del tipo j .
y_t	Variable binaria que representa si se realiza o no una ampliación de capital en el período t .
inp_t	Inversiones no productivas realizadas en el período t . Estas inversiones calificadas como no productivas o externas al ciclo de explotación de la empresa, por ejemplo financieras, se producen como consecuencia de la reinversión de los flujos de las inversiones productivas y darán una rentabilidad establecida como r_p .
C_t	Ampliación de capital realizada en el período t . A este respecto se establece un período de a años de carencia entre ampliaciones.
E_{lh}	Volumen de préstamos del tipo l suscritos en el período h . Consideramos que dos o más préstamos son del mismo tipo l , cuando tienen el mismo tipo de interés i_l y los mismos coeficientes de amortización periodal k_{ls} .
FP_t	Fondos propios en el período t .
TE_t	Tesorería en el período t .
P_{kt}	Número de unidades producidas y vendidas del producto k en el período t .

Como parámetros de entrada del modelo relativos a las inversiones efectuadas podemos establecer:

G_{ijt}	Desembolsos y gastos efectuados en la inversión del tipo i variante j en el período t .
A_{ijt}	Amortizaciones realizadas en la inversión del tipo i variante j en el período t .
MN_{kt}	Margen neto del producto k en el período t .
$MXINP_t$	Volumen máximo de inversiones no productivas realizadas en el período t .
HH_{kt}	Horas de mano de obra requeridas para producir una unidad del producto k en el período t .
HH_t	Horas de mano de obra totales disponibles en el período t .
MQ_{ijk}	Horas de la máquina tipo i variante j necesarias para producir una unidad del producto k en el período t .
MQ_{ijt}	Horas de la máquina tipo i variante j disponibles en el período t .
D_{kt}	Demanda del producto k en el período t .
V_{ij}	Valor residual de mercado de la inversión del tipo i variante j al final de su vida útil.
C_{MAX}	Valor máximo que puede tomar una ampliación de capital.
d	Tanto por uno de dividendo anual pagado a los accionistas.
$EMAX_{lt}$	Capital pendiente máximo de préstamos del tipo l en el período t .

- $EMAX_l$ Volumen máximo total que se puede suscribir de préstamos del tipo l .
 α Tipo impositivo del impuesto de sociedades.
 RE Valor máximo del ratio de endeudamiento.
 $TEMIN$ Tesorería mínima exigida por la empresa.
 r_{te} Rendimiento en tanto por uno de la tesorería.
 FP_0 Fondos propios al inicio del periodo de planificación.
 T_0 Tesorería al inicio del periodo de planificación.
 CP_0 Capitales propios en el origen del periodo de planificación.

Con todo lo anterior el modelo propuesto es el siguiente:

$$Max F = FP_T + (1-\alpha) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} V_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^T x_{ij} (G_{ijt} - A_{ijt}) - \sum_{t=1}^T C_t y_t \quad [1]$$

sujeto a:

$$\sum_{l=1}^L \sum_{h=1}^t E_{lh} \left(1 - \sum_{s=1}^{t-h+1} k_{ls} \right) \leq RE FP_{t-1} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \quad [2]$$

$$\sum_{h=1}^t E_{lh} \left(1 - \sum_{s=1}^{t-h+1} k_{ls} \right) \leq EMAX_{lt} \quad l = 1, 2, \dots, L; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad [3]$$

$$\begin{aligned}
 TE_1 = T_0 + \sum_{l=1}^L E_{l1} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} G_{ij1} + (1-\alpha) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \left(A_{ij1} + \sum_{k=1}^K MN_k P_{k1} \right) + \\
 C_1 - d CP_0 + (1-\alpha) r_{te} \left(TE_0 + \sum_{l=1}^L E_{l1} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} G_{ij1} \right) - \\
 (1-\alpha) i_l \sum_{l=1}^L E_{l1} (1 - k_{l1}) - \sum_{l=1}^L E_{l1} k_{l1} - inp_1
 \end{aligned} \quad [4.1]$$

$$\begin{aligned}
 TE_t = TE_{t-1} + \sum_{l=1}^L E_{lt} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} G_{ijt} + (1-\alpha) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^T x_{ij} \left(A_{ijt} + \sum_{k=1}^K MN_k P_{kt} \right) + \\
 (1-\alpha) \sum_{s=1}^{t-1} r_p inp_s + C_t - d \left(CP_0 + \sum_{s=1}^{t-1} C_s \right) + (1-\alpha) r_{te} \left(TE_{t-1} + \sum_{l=1}^L E_{lt} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} G_{ijt} \right) - \\
 (1-\alpha) i_l \sum_{l=1}^L \sum_{h=1}^t E_{lh} \left(1 - \sum_{s=1}^{t-h} k_{ls} \right) - \sum_{l=1}^L \sum_{h=1}^t E_{lh} k_{l(t-h+1)} - inp_t
 \end{aligned} \quad [4.2]$$

$$\begin{aligned}
 FP_1 = FP_0 + (1-\alpha) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \left(\sum_{k=1}^K MN_k P_{k1} - A_{ij1} \right) + \\
 C_1 - d CP_0 + (1-\alpha) r_{te} \left(TE_0 + \sum_{l=1}^L E_{l1} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} G_{ij1} \right) - \\
 (1-\alpha) i_l \sum_{l=1}^L E_{l1} (1 - k_{l1}) \quad \forall t = 1, \dots, T
 \end{aligned} \quad [5.1]$$

$$\begin{aligned}
FP_t &= FP_{t-1} + (1-\alpha) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^T x_{ij} \left(\sum_{k=1}^K MN_k P_{kt} - A_{ijt} \right) + (1-\alpha) \sum_{s=1}^{t-1} r_p \text{inp}_s + \\
C_t &- d \left(CP_0 + \sum_{s=1}^{t-1} C_s \right) + (1-\alpha) r_{ie} \left(TE_{t-1} + \sum_{l=1}^L E_{lt} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} G_{ijt} \right) - \\
(1-\alpha) i_t &\sum_{l=1}^L \sum_{h=1}^l E_{lh} (1-k_{1l}) \quad \forall t = 1, \dots, T
\end{aligned} \tag{5.2}$$

$$\sum_{\lambda=t}^{t+a} y_\lambda \leq 1 \quad \forall t = 1, 2, \dots, T - a \tag{6}$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \tag{7}$$

$$C_t \leq y_t \text{ CMAX} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \tag{8}$$

$$\text{inp}_t \leq \text{MXINP}_t \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \tag{9}$$

$$TE_{t-1} + \sum_{l=1}^L E_{lt} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} G_{ijt} \geq \text{TEMIN} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \tag{10}$$

$$TE_t \geq \text{TEMIN} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \tag{11}$$

$$E_{lh} \leq \text{EMAX}_l \quad \forall l = 1, 2, \dots, L; \quad \forall h = 1, 2, \dots, T \tag{12}$$

$$\sum_{k=1}^K HH_k P_{kt} \leq HH_t \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \tag{13}$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K MQ_{ijkt} P_{kt} \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m MQ_{ijt} x_{ij} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \tag{14}$$

$$P_{kt} \leq D_{kt} \quad \forall k = 1, 2, \dots, K; \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \tag{15}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \tag{16}$$

$$y_t \in \{0,1\} \tag{17}$$

$$C_t; \text{inp}_t; E_{lh}; P_{kt} \geq 0 \tag{18}$$

INTERPRETACIÓN FINANCIERA

Cada una de las ecuaciones las podemos interpretar como:

1. Maximización, en el horizonte de planificación T de los fondos propios de la empresa corregidos por las variaciones patrimoniales de los elementos del inmovilizado entre su valor contable y su valor de mercado.
2. El capital pendiente de amortización en el período t no puede superar un porcentaje, RE , de los fondos propios de la empresa.
3. El capital pendiente de cada tipo de préstamo l en cada período t no puede superar una cantidad preestablecida.

4. Ecuación de tesorería de la empresa distinguiendo entre (4.1) la situación de partida del primer año y (4.2) los años siguientes al inicio del período de planificación. Tiene en cuenta la tesorería en función de: el cash-flow generado por las inversiones, la rentabilidad de las inversiones no productivas, las ampliaciones de capital, los dividendos pagados a los accionistas sobre los capitales propios del período anterior, los ingresos financieros provenientes de la liquidez de tesorería, los intereses pagados por los préstamos vivos en el período, el volumen de nuevos préstamos, la cuota de amortización de los mismos, los gastos efectuados en las inversiones seleccionadas y, por último, los desembolsos efectuados en inversiones no productivas.
5. Ecuación de los fondos propios distinguiendo entre (5.1) la situación de partida de la empresa y (5.2) los años siguientes al inicio de la planificación. Recoge los fondos del período anterior, los beneficios netos de las inversiones realizadas en el período tanto del ciclo de explotación, como las denominadas inversiones no productivas, las ampliaciones de capital y el pago de los dividendos sobre los capitales propios del período anterior, los ingresos financieros de la liquidez de tesorería y por último, los intereses pagados por los préstamos vivos en el período t .
6. Restricción referente al período de carencia de las ampliaciones de capital.
7. Sólo se puede realizar una variante j de cada inversión i , es decir, deben ser mutuamente excluyentes entre sí.
8. Valor máximo de una ampliación de capital en el período t .
9. Volumen máximo permitido en las inversiones no productivas en el período t .
10. Restricción referente a que la tesorería precedente y el volumen de préstamos suscritos, sus trayendo los gastos en inversiones, debe superar un mínimo de seguridad en tesorería.
11. La tesorería resultante de las operaciones de la empresa en el período t debe respetar el margen de seguridad de la misma.
12. Cada préstamo suscrito de un determinado tipo l está restringido por cota superior.
13. Condición referente a los sistemas de producción que nos indica la limitación de la empresa en cuanto a las horas de mano de obra disponibles.
14. Restricción sobre las horas de máquina disponibles en la empresa (si se ha comprado la máquina).
15. La fabricación y venta del producto k no debe exceder la de demanda del mercado.

CONCLUSIONES

La solución al problema planteado nos proporciona, en primer lugar, la cantidad a producir de cada producto y las inversiones que se deben realizar para ello, indicando la variante de la misma y en la fecha que debe ejecutarse; en segundo lugar, la óptima financiación de la empresa mediante financiación externa o mediante financiación interna y, en tercer lugar, el resultado de las operaciones conjuntas anteriores sobre los fondos propios de la empresa.

Partiendo de la situación determinista descrita anteriormente en la formulación del modelo podemos ver, de forma clara, que existen muchos parámetros de entrada susceptibles de incertidumbre financiera como:

1. Margen neto de las inversiones.
2. Demanda de los k productos fabricados por la empresa.
3. Valor residual de mercado de las inversiones realizadas.
4. Tipo de interés de los préstamos a suscribir.⁴
5. Rendimiento de la tesorería.
6. Rendimiento de las inversiones externas al ciclo productivo de la empresa.

Todos ellos, a la hora de tratarlos adecuadamente, representan un elevado grado de dificultad en el modelo planteado, por lo que proponemos soluciones basadas en la introducción de parámetros inciertos mediante la optimización por escenarios⁶, para posteriormente, minimizar mediante optimización robusta⁷ de los escenarios anteriores las desviaciones ponderadas de cada una de las soluciones particulares respecto de la solución coordinada de los mismos.

⁴

⁶ Dembo, R.S.(1991). "Scenario optimization", Annals of Operations Research, Vol.30, Pags 63-80

⁷ Mulvey, J.M.; Vanderbei, R.J.; Zenios, S.A. (1995) "Robust optimization of large-scale systems". Operations Research. Vol 43 Pags 262-281.

El modelo coordinado obtendrá una solución que cumplirá las restricciones de todos y cada uno de los escenarios al tiempo que, maximizará los fondos propios de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- DEMBO, R.S.(1991)."SCENARIO OPTIMIZATION", ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH, VOL.30, PAGES 63-80.
- BALLARÍN FREDES, E. (1986) "SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL" DESCLÉE DE BROUWER. BARCELONA
- BROOKE, A. Y OTROS (1995) "GAMS: A USER'S GUIDE" SCIENTIFIC PRESS. CALIFORNIA
- CUATRECASAS ARBÓS, L. (1996) "GESTIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DE LA EMPRESA" UPC. BARCELONA
- DE BENITO MARTÍN J.J.; GENTO MUNICIO, A.M.(1995) " PLANIFICACIÓN AGREGADA BORROSA" Iº CONGRESO SIGEF VOL I PAGES.299-302.
- EQUIPO CHANGE INTEGRATION DE PRICE WATERHOUSE (1996) "LAS PARADOJAS DE LA DIRECCIÓN" MOSBY. MADRID
- FERANDO BOLADO, M.; NAVARRO MIQUEL, V. (1999) " PUNTO MUERTO MULTIPRODUCTO EN LA INCERTIDUMBRE: UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA TEORÍA DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS",ESIC Nº 102 PAGES 57-75.
- GIL LAFUNTE, A.Mª. (1993) "ANÁLISIS FINANCIERO EN LA INCERTIDUMBRE" ARIEL. BARCELONA
- GIL LAFUNTE, A.Mª; GENÉ ALBESA, J.; LORENZANA DE LA VARGA, T.(1994) "ELEMENTOS PRÁCTICOS PARA LA GESTIÓN DE EMPRESAS" ED. ARIEL. BARCELONA
- GÓMEZ DÍAZ, M. (1997) "INFORMACIÓN PARA LA DIRECCIÓN FINANCIERA DE LA EMPRESA" ACTUALIDAD FINANCIERA. FEBRERO.
- KAUFMAN, A.; GIL ALUJA, J.(1987) "TÉCNICAS OPERATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE LA INCERTIDUMBRE" HIPANO EUROPEA. BARCELONA
- KAUFMAN, A.; GIL ALUJA, J.(1993) "TÉCNICAS ESPECIALES PARA LA GESTIÓN DE EXPERTOS" MILLADOIRO. SANTIAGO DE COMPOSTELA
- KAUFMAN, A.; GIL ALUJA, J.(1982) "INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS" MILLADOIRO. SANTIAGO DE COMPOSTELA
- MULVEY, J.M.; VANDERBEI, R.J.; ZENIOS, S.A. (1995) "ROBUST OPTIMIZATION OF LARGE-SCALE SYSTEMS".OPERATIONS RESEARCH. VOL 43 PAGES 262-281.
- PUIG ANDREU, J.V.; RENAU PIQUERAS, J.J. (1981) "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN" HISPANO EUROPEA. BARCELONA