

Decisiones financieras en la incertidumbre

DR. GERARDO GABRIEL ALFARO CALDERÓN*

DR. FEDERICO GONZÁLEZ SANTOYO¹

M.G. VICTOR GERARDO ALFARO GARCÍA²

Resumen

Todo proyecto de inversión puede ser evaluado en función a la dimensión financiera temporal que le confieren los flujos de fondos establecidos de acuerdo a los estados financieros pro forma del proyecto en función del tiempo. El objetivo del presente trabajo es la realización de una comparación de evaluación bajo condiciones en que la información usada es determinística o considerada perfecta dadas estas condiciones se consideran criterios denominados clásicos, lo anterior lo comparamos con una evaluación cuando los flujos no pueden ser estimados con certeza, lo que motiva la formulación de modelos que utilizan técnicas basadas en los desarrollos de la teoría de subconjuntos borrosos, se realiza la evaluación financiera haciendo uso de criterios con el VAN, P.E.

Palabras clave: evaluación financiera clásica, conjuntos borrosos, VAN, P.E.

Abstract

Any investment project can be evaluated according to the dimension that give temporary financial flows of funds established according to the pro forma financial statements of the project in terms of time. The aim of this study is to conduct a comparison of the evaluation under conditions in which the information is used or considered deterministic perfect given these conditions are considered classics called criteria, we compare the above with an assessment when flows can not be estimated with certainty, which motivates the development of models using techniques based on the developments of the theory of fuzzy subsets, financial evaluation is performed using the NPV criteria,

E.P.

Keywords: classical financial evaluation, fuzzy sets, VAN, EP

¹Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo-Facultad de Contaduría y cs. Administrativas.

² Universidad de Barcelona.

Objetivos

Evaluar financieramente un proyecto de inversión mediante teoría Clásica v.s. teoría de la Incertidumbre. Principalmente analizando indicadores fundamentales en este proceso:

- Punto de equilibrio:
 - Volumen de unidades a producir y a vender
 - Volumen de ventas requeridas
 - Nivel de aprovechamiento de la planta.
- Valor Actual Neto

Marco de referencia

Punto de equilibrio. Desde que una empresa inicia sus actividades productivas, soporta costos fijos como consecuencia de la adquisición de equipo productivo, su cuantía coincide con la pérdida que contabiliza si no se inicia el proceso de producción y, en consecuencia no hubiera comprometido costos variables.

Una vez iniciado el proceso de producción y a medida que las cantidades de bienes y/o servicios aumentan al mismo tiempo que sus venta, siempre que el precio de venta sea superior a los costos variables medio, los ingresos correspondientes van absorbiendo una parte cada vez mayor de los costos fijos, reduciendo paulatinamente las pérdidas hasta que, para un determinado volumen de producción y venta, los ingresos cubren los costos variables y los costos fijos. Este punto, en el que no existe utilidad ni pérdida, se le denomina punto de equilibrio.

En el presente trabajo a fin de mostrar la contrastación con teoría clásica y teoría de la incerteza en el cálculo del punto de equilibrio en sus diferentes acepciones, utilizaremos datos tales como costos variables (CV), costos fijos (CF), precio de venta (PV), Volumen de producción (VP), obtenidos en un trabajo realizado.

Determinación del punto de equilibrio en sus diferentes acepciones tales como:

- Volumen de unidades a producir y a vender
- Volumen de ventas requeridas
- Nivel de aprovechamiento de la planta.

Ecuación para obtener punto de equilibrio en unidades a producir

$$P.E. = \left[\frac{C.F.}{P.V. - \left(\frac{C.V.}{V.P.} \right)} \right]$$

El punto de equilibrio promedio en volumen de unidades a producir para el año 1 es 1,082,435.81 uds.

Para el cálculo del punto de equilibrio en ventas:

$$P.E. = \left[\frac{C.F.}{1 - \left(\frac{C.V.}{P * Q.} \right)} \right]$$

El punto de equilibrio promedio en volumen de ventas a realizar para el año 1 es \$5,525,545.17

Para obtener el % de capacidad aprovechada para el año 1 realizamos:

$$\% C.A. = \left[\frac{Vol.P.Equilibrio}{Vol.de Producción real} \right] * 100$$

El porcentaje de capacidad aprovechada para el año 1 es de 47%

Los cálculos para los años 2, 3, 4, y 5 siguen el mismo procedimiento los cuales se mostraran en la tabla # 6

El cálculo de punto de equilibrio bajo un esquema de incertidumbre estaría dado de la siguiente manera:

Es necesario hacer mención que para este calculo se hace uso de la siguiente información como punto de partida para el cálculo en el horizonte de planeación a 5 años, considerando un incremento en la producción a inicio y fin de año por consiguiente una variación a los costos Variables y Fijos.

Tabla #1 Costos Fijos y Variables en le horizonte de planeación

	Año 1		Año 2	
COSTOS	Enero	Diciembre	Enero	Diciembre
Total de costo variable	5,286,669	6,043,663	6,472,424.	7,484,900
Total de costo fijo	2,737,398	2,737,398	2,914,139	2,914,139

	Año 3		Año 4	
	Enero	Diciembre	Enero	Diciembre
Total de costo variable	8,022,462	9,098,354	9,779,070	10,345,066
Total de costo fijo	3,104,140	3,104,140	3,403,746	3,403,746

	Año 5	
	Enero	Diciembre
Total de costo variable	11,089,999.74	11,696,805.19
Total de costo fijo	3,620,354.89	3,620,354.89

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo del punto de equilibrio es necesario primero calcular el umbral de la rentabilidad generandonos un intervalo de confianza, en donde nos indica, la producción bajo las mejores condiciones de operación y la producción bajo las condiciones más desfavorables para cubrir los costos Variables y Fijos, más sin embargo este intervalo tal como menciona *Gil la fuente A.M. (1993)* es poco útil por lo tanto, propone lo siguiente:

Pedir a expertos que expresen su opinión, mediante el sistema endecadario, señalando si se aleja o se acerca de los extremos, para con ello obtener las probabilidades acumuladas y de ahí obtener un valor esperado que correspondería al punto de equilibrio. Tal proceso se muestra a continuación para:

- Volumen de unidades necesarias a producir.
- Volumen de ventas mínimas requeridas.
- Capacidad aprovechada de la planta

Para estos cálculos es necesario utilizar las operaciones básicas con intervalos de confianza, en las cuales se observa que:

$$[a,b] (+) [c,d] = [a+c, b+d]$$

$$[a,b] (-) [c,d] = [a-d, b-c]$$

$$[a,b] (*) [c,d] = [a \cdot c, b \cdot d] \quad ; \quad a,b,c,d \in \mathbb{R}^+$$

$$[a,b] (\div) [c,d] = [a/d, b/c] \quad ; \quad a,b,c,d \in \mathbb{R}^+$$

$$y \ c > 0$$

$$[1,1] (\div) [c,d] = [1/d, 1/c] \quad c,d \in \mathbb{R}^+$$

$$y \ c > 0$$

Calculo del umbral de la rentabilidad del volumen mínimo de producción para el año 1.

Tabla # 2 calculo Umbral de rentabilidad

Conceptos	Enero	Diciembre
Precio de venta	5.00	5.00
Producción	2,115,000.00	2,475,000.00
Costos Variables	5,286,669.84	6,043,663.32
Costos Fijos	2,737,398.80	2,737,398.80

Fuente: Elaboración propia

Ecuación a utilizar:

$$P.E = \left[\frac{C.F.}{P.V. - \left(\frac{C.V.}{V.P.} \right)} \right]$$

$$Umbral \ de \ la \ rentabilidad = \left[\frac{[2737389.00, 2,737,389.80]}{[5](-) \left[\frac{5,286,669.84, 6,043,663.32}{2,115,000.00, 2,475,000.00} \right]} \right]$$

Umbral de rentabilidad del volumen mínimo a producir = [955,805.09 , 1,277,680.05]

Una vez obtenido este intervalo de confianza se pide a expertos que expresen su opinión, mediante el sistema endecadario siguiente:

Tabla # 3 Tabla endecadaria

α	
0	Para 955,972.69
0.1	Prácticamente 955,972.69
0.2	Casi 955,972.69
0.3	Cercano a 955,972.69
0.4	mas cerca de 955,972.69 que de 1,277,904.09
0.5	tan cerca de 955,972.69 como de 1,277,904.09
0.6	más cerca de 1,277,904.09 que de 955,972.69
0.7	Cercano a 1,277,904.09
0.8	casi 1,277,904.09
0.9	Prácticamente 1,277,904.09
1	Para 1,277,680.05

Fuente: Elaboración propia

Para el presente caso se consideraron la opinión de 10 expertos habiendo obtenido la siguiente información:

Tabla # 4 Opinión expertos

Experto	Opinión	Experto	Opinión	Experto	Opinión	Experto	Opinión
1	0	4	0.4	7	0.6	10	0.4
2	0.3	5	0.5	8	0.3		
3	0.2	6	0.3	9	0.3		

Fuente: Elaboración propia

Transformando estas opiniones a través de un proceso de acumulación, anotando el número de veces que se repite la misma opinión y obteniendo las probabilidades acumuladas dividiendo cada valor de α por el número de expertos se obtiene:

Tabla # 5 Transformación de estimadores

α	[955,805.09 , 1,277,680.05]	N° veces que se repite un opinión	Acumulada	Probabilidades Acumuladas
0	9	1	1	0.9
0.1	9	0	1	0.9
0.2	8	1	2	0.8
0.3	4	4	6	0.4
0.4	2	2	8	0.2
0.5	1	1	9	0.1
0.6	0	1	10	0
0.7	0	0	10	0
0.8	0	0	10	0
0.9	0	0	10	0
1	0	0	10	0

Con el fin de disminuir la entropía se obtiene el valor esperado sumando las probabilidades acumuladas para todas las α del sistema endecadario excepto para $\alpha = 0$, dividiendo todo por el número de expertos en este caso 10 así que:

$$\varepsilon = \frac{0.9 + 0.8 + 0.4 + 0.2 + 0.1}{10} = 0.266$$

Ahora como hemos considerado la opinión de expertos, se hace necesario establecer una ecuación para un número impreciso del intervalo [955,805.09 , 1,277,680.05], mediante $\alpha \in [0,1]$, significará que este número se estima por: $955,972.69 + 321874.96 \alpha$

Sustituyendo el valor de la entropía obtendremos:

Punto de equilibrio en volumen de producción igual a 1,041,591.42

Calculo de volumen de ventas mínimas requeridas.

La ecuación a utilizar:

$$P.E = \left[\frac{C.F.}{1 - \left(\frac{C.V.}{P * Q.} \right)} \right] \quad 2365$$

$$Umbral\ de\ la\ rentabilidad = \left[\frac{[2737389.00, 2,737,389.80]}{[1](-) \left[\frac{5,286,669.84, 6,043,663.32}{[5, 5] * [2,115,000.00, 2,475,000.00]} \right]} \right]$$

El umbral de rentabilidad de los ingresos mínimos necesarios es [4,779,025.44 , 6,388,400.24]

A partir de este intervalo y utilizando el procedimiento sugerido por *Gil la Fuente A.M.(1993)*. Con el fin de encontrar un valor del punto de equilibrio de los ingresos mínimos tal como se mostró en el proceso anterior y suponiendo que las opiniones de expertos con respecto a la escala endecadaria fuese la misma el valor de la entropía sería igual a la calculada en el caso anterior entonces:

La ecuación para un número impreciso del intervalo [4,779,025.44 , 6,388,400.24], mediante $\alpha \in [0,1]$, significará que este número se estima por: $4,779,863.43 + 1,609,657.00 \alpha$

Sustituyendo el valor de la entropía de 0.266 obtendremos el:

Punto de equilibrio del volumen de ventas mínimas requeridas igual a \$ 5,209,105.30

Cálculo de capacidad aprovechada de planta con respecto al punto de equilibrio.

Este cálculo es indispensable en el análisis del punto de equilibrio debido a que permite conocer la capacidad a la que se esta aprovechando el proceso; la forma de cálculo de este (%), se deriva del cálculo del Punto de Equilibrio y puede ser expresada como sigue:

En el cálculo de este apartado se utilizará el intervalo obtenido de volumen de unidades necesarias a producir así como el intervalo del volumen de producción real, además de la operaciones básicas para intervalos.

$$\%C.A. = \frac{Vol.\ producción\ en\ Punto\ de\ Equilibrio}{Vol.\ prod.\ real}$$

Tabla # 6

Concepto	Enero	Diciembre
Punto de equilibrio	955,805.09	1,277,680.05
Producción	2,115,000.00	2,475,000.00

Fuente elaboración propia

$$\% C.A. = \left[\frac{[955,805.09 , 1,277,680.05]}{[2,115,000.00 , 2,475,000.00]} \right]$$

$$\% C.A. = [39\% , 60\%]$$

Considerando opiniones de expertos tal como en los casos anteriores y considerando una entropía igual a 0.266 con una ecuación para el número impreciso del intervalo anterior:

$$0.39 + 0.22 \alpha$$

El (%) de capacidad aprovechada = 0.44

De la forma descrita para el caso de Enero Diciembre del año 1 se realizó para todo el horizonte de planeación 5 Años obteniendo la siguiente tabla:

Tabla # 6 Análisis comparativo

		Indicador Punto de Equilibrio	Cálculo método Clásico	Promedio Clásico	P. E. Difuso
1	Enero	V.uds	1,094,787.63	1,082,435.81	1,041,821.06
	Diciembre	V.uds	1,070,083.99		
	Enero	Ingresos	5,473,938.16	5,412,179.06	5,209,105.30
	Diciembre	Ingresos	5,350,419.96		
	Enero	% C. A.	51.76%	47%	44%
	Diciembre	% C. A.	43.24%		
2	Enero	V.uds	1,070,083.99	1,067,814.93	1,041,821.06
	Diciembre	V.uds	1,065,545.86		
	Enero	Ingresos	5,350,419.96	5,525,545.17	5,209,105.30
	Diciembre	Ingresos	5,700,670.38		
	Enero	% C. A.	43.05%	39%	44%
	Diciembre	% C. A..	35.70%		
3	Enero	V.uds	1,041,036.91	1,032,974.25	929,947.23
	Diciembre	V.uds	1,024,911.60		

	Enero	Ingresos	5,959,415.78	5,913,261.11	5,556,963.25
	Diciembre	Ingresos	5,867,106.43		
	Enero	% C. A.	35.59%	33%	29%
	Diciembre	% C. A.	30.37%		
4	Enero	V.uds	1,054,538.23	1,050,667.06	939,701.83
	Diciembre	V.uds	1,046,795.90		
	Enero	Ingresos	6,459,273.36	6,435,561.64	6,021,699.82
	Diciembre	Ingresos	6,411,849.92		
	Enero	% C. A.	31.25%	30%	27%
	Diciembre	% C. A.	29.08%		
5	Enero	V.uds	1,042,301.28	1,038,937.17	1,018,713.09
	Diciembre	V.uds	1,035,573.06		
	Enero	Ingresos	6,831,221.82	6,809,173.50	6,676,625.28
	Diciembre	Ingresos	6,787,125.17		
	Enero	% C. A.	28.95%	28%	27%
	Diciembre	% C. A.	0.270738055		

Fuente: elaboración propia

Como se observa de acuerdo a la tabla anterior el trabajar con teoría de la incertidumbre para el cálculo del punto de equilibrio nos proporciona un espectro mas amplio para una eficaz toma de decisiones, ya que para cada uno de los años calculados el punto de equilibrio tanto en unidades como en ventas este resulta ser menor lo cuál nos beneficia en el presente proyecto, en cuanto al (%) de capacidad aprovechada los indicadores nos reflejan que con menos del 44% de producción de la capacidad instalada podemos estar en nuestro punto de equilibrio lo que nos garantiza un amplio margen de producción hacia las utilidades.

Evaluación de proyectos de inversión

La teoría financiera moderna pugna, entre otras cosas, por la asignación eficiente de los recursos financieros de la empresa en aquellos activos que sean necesarios para la realización de la actividad productiva, con el fin de contribuir desde una perspectiva financiera, a la consecución del objetivo general a largo plazo de la empresa.

Como requerimiento previo para la aplicación de cualquier criterio de evaluación de proyectos de inversión se debe determinar el flujo de fondos en el horizonte de planeación del proyecto; se recomienda los mismos sean obtenidos de acuerdo con González S. (1985) como:

$$FF_t = UN \text{ o } P_t + D_t + A_t + V_{s_t} - I_t$$

Donde:

FF_t	=	Flujo de fondos	$t= 1,2,3,\dots n$
$UN \text{ o } P_t$	=	Utilidad o pérdida	$t= 1,2,3,\dots n$
D_t	=	Depreciación	$t= 1,2,3,\dots n$
A_t	=	Amortización	$t= 1,2,3,\dots n$
V_{s_t}	=	Valor de Salvamento	$t= 1,2,3,\dots n$
I_t	=	Inversiones	$t= 1,2,3,\dots n$

Método del valor Actual Neto:

El valor actual neto es el valor actualizado de todos los rendimientos esperados sobre la inversión (González S. 1985), es decir, es la suma de los flujos de fondos positivos traídos al presente y las pérdidas e inversiones traídas a valor presente en un proyecto de inversión

Para el presente proyecto en el cálculo del VAN clásico y considerando los siguientes datos:

Inversión inicial = \$ 5, 984, 508.00

Flujos de efectivo:

$$FF_1 = \$ 1,723,384.42$$

$$FF_2 = 2,414,375.87$$

$$FF_3 = 3,384,697.18$$

$$FF_4 = 4,340,976.16$$

$$FF_5 = 5,079,896.78$$

Considerando una terna = 20%

$$VAN = IT + \frac{\sum_{j=1}^n FF_j}{(1+i)^j} \quad VAN = \$ 3,201,144.79$$

Para el Cálculo del VAN difuso tenemos:

La formulación matemática del modelo es similar a la presentación clásica, incorporando para el caso de estudio, un nivel de presunción a los flujos derivados del proyecto y que, para el caso se han considerado inciertos, su presentación es:

$$\tilde{VAN} = -A + \sum_{j=1}^n FF_j(\alpha) \prod_{s=1}^j (1+i_s(\alpha))^{-1}$$

$$\tilde{VAN}(\alpha) = -A + \sum_{j=1}^n FF_j(\alpha) \prod_{s=1}^j \left[\frac{1}{[1+s_s(\alpha)]}, \frac{1}{[1+r_s(\alpha)]} \right]$$

$$\tilde{VAN}(\alpha) = -A + \sum_{j=1}^n [gj(\alpha), lj(\alpha)] \prod_{s=1}^j \left[\frac{1}{[1+s_s(\alpha)]}, \frac{1}{[1+r_s(\alpha)]} \right] \quad \forall \alpha \in [0,1]$$

Esta ecuación nos permite obtener, para cada nivel el abanico de posibilidades entre las cuales se espera se encuentre su estado real. Del resultado obtenido, se puede deducir la posibilidad de situarnos en el estado real y en consecuencia, se puede estar por arriba o debajo de él.

Para el caso de la valuación financiera del proyecto lo anterior puede ser aplicado de la siguiente manera:

Tabla # 7 Flujo de fondos del proyecto

Año	Flujo de fondos		
0	- 5,984,508.00		
1	1,723,384.42	1,999,781.15	2,276,177.88
2	2,414,375.87	2,784,056.49	3,153,737.11
3	3,348,697.18	3,746,232.35	4,143,767.52
4	4,340,976.16	4,556,203.24	4,771,430.32
5	5,079,896.78	5,309,874.40	5,539,852.02

Fuente: Elaboración propia.

Tabla # 8 tasas de interés

Tipo de interés		
0.15	0.18	0.20
0.20	0.21	0.23
0.24	0.25	0.26
0.26	0.27	0.28
0.31	0.32	0.33

Fuente: Elaboración propia.

Se desea evaluar el proyecto usando el criterio del VAN, es de interés conocer su comportamiento nivel a nivel, con $\alpha = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 0.9, 1.0$

Resolviendo el sistema para diferentes niveles de α en la escala endecadaria se obtienen los diferentes intervalos de confianza del VAN, de acuerdo con sus diferentes niveles de presunción:

Tabla # 9 Intervalos de confianza para VAN

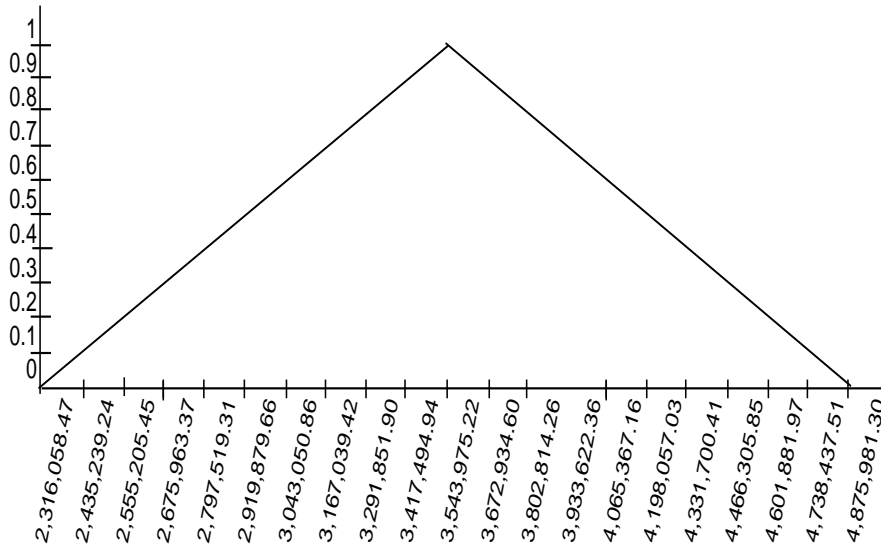
α	VAN (α) (u.m)
0	(2,316,058.47, 4,875,981.30)
0.1	(2,435,239.24, 4,738,437.51)
0.2	(2,555,205.45, 4,601,881.97)
0.3	(2,675,963.37, 4,466,305.85)
0.4	(2,797,519.31, 4,331,700.41)
0.5	(2,919,879.66, 4,198,057.03)
0.6	(3,043,050.86, 4,065,367.16)
0.7	(3,167,039.42, 3,933,622.36)
0.8	(3,291,851.90, 3,802,814.26)
0.9	(3,417,494.94, 3,672,934.60)
1	(3,543,975.22, 3,543,975.22)

Fuente: Elaboración propia.

El usar la información de la tabla anterior, permite realizar una mejor toma de decisiones sobre el invertir o no en el presente proyecto de inversión, como se observa en los diferentes niveles de presunción del VAN todos ellos son positivos lo cual nos indica beneficios en el proyecto, por lo tanto desde esta perspectiva el proyecto es viable.

Gráficamente estos resultados son:

Fig. 1 Número Borroso triangular



Fuente: Elaboración propia

Como se observa la figura es una representación adecuada de un Número Borroso Triangular, en el gráfico se observa que a medida que disminuye el nivel de presunción α , los segmentos obtenidos al cortar cada nivel, la representación gráfica del VAN encaja progresivamente, esto cumple con la propiedad de convexidad de los NBT.

Por lo anterior:

$$\text{VAN} = [2,326,058.47, 3,543,957,934.26, 4,875,981.30]$$

Resultados:

El calcular el punto de equilibrio con teoría de la incertidumbre nos permite visualizar un intervalo llamado umbral de la rentabilidad, el cuál permite a la empresa controlar sus costos de operación proporcionando con ello ser más eficiente por consiguiente obtener unas mayores utilidades.

Una vez calculado el punto de equilibrio con teoría de la incertidumbre se observa una disminución de este con referencia al calculado con teoría clásica, todo es debido a que los costos de operación en el cálculo se consideran óptimos.

Respecto al % CA al disminuir el punto de equilibrio optimizamos la capacidad de producción de la empresa.

Se observa que al calcular el VAN por teoría clásica el proyecto tiene una alta rentabilidad.

Al realizar el cálculo de la VAN con teoría de la incertidumbre nos muestra una tripleta de confianza observándose que el proyecto es rentable, así como proporcionando al inversor un mayor espectro de decisión.

Conclusiones:

Es importante resaltar que con teoría de la incertidumbre le permite al inversionista tener un mayor de espectro de decisión, ya que se genera un intervalo el que nos muestra el escenario pesimista contra el optimista este permite una adecuada toma de decisiones reduciendo en parte la incertidumbre que nos refleja la teoría clásica, al aportar un valor único que genera incertidumbre.

Recomendando a los proyectistas de inversión utilizar esta herramienta cada día más del dominio para un mejor análisis financiero.

Referencias

- Baca Urbina, G. (2002). *Evaluación de proyectos*. México: McGraw Hill.
- Gil Lafuente, J.(1997). *Marketing para el nuevo milenio*. México: Pirámide.
- Gil Lafuente, A.M. (1993). *El análisis financiero en la incertidumbre*. México: Ed. Ariel.
- González Santoyo, F. (2000). *La incertidumbre en la evaluación financiera de las empresas*. FEGOSA Ingeniería Administrativa
- González Santoyo, F. (2002). *Técnicas de análisis empresariales en la certeza e incertidumbre*. México: FEGOSA
- González Santoyo, F. (2003). *Diseño de empresas de orden mundial*. UMSNH-URV.
- Terceño Gómez, A. (1997). *La decisión de la inversión en la incertidumbre*. FCEE-URV.