

modelo probabilístico del riesgo y la recuperación de una inversión fija

C.P. Edmundo Resenos Díaz.

En el presente trabajo se pretende destacar la importancia que tienen los modelos probabilísticos en la elaboración de pronósticos y la toma de decisiones, para los proyectos de inversión y la preparación de presupuestos.

Generalmente los pronósticos y los presupuestos se elaboran con fundamento en lo que se desea lograr y en presentimientos basados más o menos en la experiencia de los analistas y de los tomadores de decisiones pero no se ha considerado y menos cuantificado la probabilidad de lograr las metas que se desean, así como tampoco se consideran ni cuantifican los riesgos que se corren en los proyectos.

En este trabajo se muestra un modelo matemático para evaluar los riesgos de éxito, fracaso y ruina que puede tener una inversión fija, así como el rendimiento y recuperación probable que se puede esperar de dicha inversión en relación con dichos riesgos, lo cual representa una información importante desde el punto de vista de análisis inicial de ponderación de una inversión fija, ya que el tomador de decisiones tendrá elementos adicionales, como son los riesgos y las esperanzas de rendimiento y recuperación para decidir si pone o no en juego su inversión.

También pueden utilizarse para cuantificar



los riesgos de ruina, éxito y fracaso a que está sujeto el capital de trabajo de una empresa y la probable tendencia que tendrá el rendimiento de dicho capital de trabajo, así como también el valor hacia el que tenderá su recuperación, el que se interpreta como el probable capital de trabajo con que se contará para el próximo ejercicio.

Como se puede apreciar, estas predicciones son útiles en la elaboración de presupuestos y estados financieros proforma, como un análisis inicial de lo que probablemente será la utilidad y el capital de trabajo en relación a los riesgos de ruina, éxito y fracaso a que está sujeto tal capital.

Con los resultados de la aplicación de este modelo, la administración de las empresas cuenta con un elemento adicional de análisis para sus proyectos futuros. Su desarrollo no requiere de inversiones adicionales en equipo, sólo un poco de trabajo en los cálculos numéricos y de alguien que tenga conocimientos básicos de matemáticas, por lo que cualquier empresa puede utilizarlos sin importar su magnitud.

En las empresas pequeñas y medianas es mayor su utilidad, porque ya que cuenta con menos recursos para el análisis de sus proyectos al menos, con la utilización de este modelo, podrán hacer sus predicciones sobre una base más técnica y confiable que la del empirismo de la presunción.

Sin embargo, no debe olvidarse que este modelo está basado en la teoría de las probabilidades y por lo tanto sus resultados no deben tomarse como determinantes, sino como lo que son, simples posibilidades, por lo cual sus resultados deben utilizarse como medida de análisis inicial y complementarse con informaciones que sean relevantes para el problema que se enfrente.

I. BREVE INTRODUCCION A LA TEORIA DE LAS PROBABILIDADES

La teoría de las probabilidades trata de un

tipo especial de "acontecimientos aleatorios", en virtud de que el hecho de la ocurrencia de un suceso involucra cierto grado de contingencia, esto es, su acontecimiento final es determinado por el azar.

En verdad, muchas de las decisiones que se toman en la vida diaria se hace sobre la base de la suposición de creer que tal o cuales sucesos han de ocurrir, pero no se tiene la certeza de que así sucederá, es decir, se cree que existe un cierto grado de probabilidad de que ocurra tal o cual cosa, y sobre esta consideración se toma la decisión. La probabilidad es algo tan común en nuestra vida que forma parte de la misma.

La teoría de las probabilidades trata las conclusiones que se pueden derivar al razonar acerca de las veces que se producirá un suceso determinado si dicho suceso se repite un gran número de veces. (1) Así se puede decir, usando el ejemplo típico, que la posibilidad de obtener águila, lanzando al aire una moneda un gran número de veces, es del 50 por ciento aproximadamente, ya que las probabilidades de que se obtenga el águila son de $1/2$.

Como se puede observar, la probabilidad se relaciona con un conjunto de sucesos que son igualmente probables y por lo mismo, se relaciona también con la frecuencia relativa a largo plazo bajo un sistema de causa constante. (2)

Es importante esta concepción de probabilidad en términos de frecuencia relativa a largo plazo, porque permite interpretar las probabilidades con referencia al gran número de eventos, y no a uno específico. Esto significa que no es lo mismo hablar de la probabilidad de que muera Ernesto Salgado que tiene actualmente 40 años, a decir que un hombre de 40 años tiene la probabilidad de .002 de morir

- (1) Miller, David W. y Starr, Martin K.—Acuerdos Ejecutivos e Investigación de Operaciones.—Herrero Hnos., Sucrs., S. A. 2a. Ed. México, 1965 p. 64.
- (2) Neter, John y Wasserman, William.—Fundamentos de Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía.—CECSA, México, D. F. 1965.—3a. Reimpresión en español. p. 338.



a esta edad. Es decir, la interpretación del primer caso, es que no se trata de un evento repetitivo, ya que si sobrevive Ernesto Salgado habrá cumplido 41 años y si muere, simplemente ya no existe para los hombres; cualquiera de estas dos situaciones, no son acontecimientos repetitivos; en el segundo caso, la interpretación cae entre el gran número de hombres de 40 años, diciendo que aproximadamente mueren 2 por cada mil, esto es, sabemos entre 4000 hombres de 40 años probablemente morirán 8, pero no sabemos quiénes específicamente. La probabilidad, en estos términos, se interpreta aquí, con referencia a un gran número de eventos, no a uno específico.

Por otro lado se debe tener en cuenta que las distribuciones de probabilidades asociadas se interpreta como representativa del patrón de variación que podría encontrarse si el sistema en particular continuara operando indefinidamente. Cualquier cambio a las condiciones básicas del sistema producirá un nuevo sistema y en consecuencia una nueva distribución de probabilidades en relación a la operación indefinida del sistema bajo las nuevas condiciones.

Sin embargo, se debe tener conciencia plena de que ni la distribución de probabilidades asociadas, ni la operación continua de los sistemas o el concepto de universos infinitos son reales, en el sentido de que pueden señalarse con el dedo, en virtud de que nadie ha estado en posibilidad material de operar un proceso indefinidamente bajo las mismas condiciones (el movimiento continuo es relativo al sistema en que opera). Todo esto es un producto de la conceptualización humana, que es útil para establecer ciertas reglas lógicas del proceder, que son las auxiliares de toda actividad del hombre. Así mismo el resultado probabilístico es aproximado y derivado de los sucesos observados, por lo cual no pueden ser exactos, además de que en sus modelos no es factible incluir todos los factores que afectan la solución, ya que sólo considera aquellos elementos que son básicos en el problema, por ejemplo, en nuestro caso relativo a los 4000 hom-

bres de 40 años de edad, si se mueren 5 ó 15 en este año de este universo dado, no quiere decir que la probabilidad pronosticada de 8 era errada, ya que pudo haber sucedido algo que limitara la mortalidad o bien sucedió algo que la aumentó, pero la probabilidad de .002 de mortalidad de hombres de 40 años es correcta.

II. EL MODELO GENERAL

1. El Riesgo de Ruina

Uno de tantos modelos de probabilidades es el modelo de ruina del jugador, el cual considera como elementos básicos: la probabilidad de fracaso, la probabilidad de éxito, las unidades monetarias en juego y las unidades monetarias que se desean ganar.

Este concepto de ruina implica el riesgo de perder todo sin esperanza de continuar con la aventura.

Inicialmente se considera que las probabilidades de ganar y perder son iguales, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$P(R) = 1 - \frac{i}{i + D}$$

donde:

$P(R)$ = Probabilidad de Ruina

i = Número de unidades en juego

D = Número de unidades que se desea ganar

Pero la verdad es que el inversionista o la empresa consideran que la probabilidad de éxito o fracaso no son iguales, ya que generalmente arriesgan sus inversiones en aquellas aventuras donde **sienten** que es mayor la probabilidad de éxito, dado que si lo hacen cuan-

do ambas probabilidades son iguales significaría tanto como jugar la inversión en un "volado", lo que normalmente no sucede en la toma de decisiones empresariales, y menos aún cuando la probabilidad de fracaso es mayor del 0.5 ya que de antemano se sabe que si se realiza la inversión en tales condiciones lo más seguro es que se llegue a fracasar en esa empresa, puesto que la probabilidad de éxito, es mínima. Sin embargo existen casos que aún en condiciones adversas se toma el riesgo y se obtiene éxito (es necesario tener siempre presente que la probabilidad es algo que posiblemente puede suceder, de ninguna manera implica una situación determinista. Un ejemplo se tiene en la apuesta de tirar al primer intento un 6 con un dado, se tiene 1/6 de probabilidad de éxito, pero nada impide que se logre en la primera tirada, y es el riesgo que toma el jugador, sin embargo, si esta apuesta se continuara indefinidamente lo más seguro es que este jugador perdería más apuestas de las que ganaría, lo cual lo conduciría a la ruina ya que su probabilidad de fracaso es de 5/6. En estas condiciones la persona sería muy tonta si emprendiera tal aventura). Para estimar estas probabilidades de éxito o fracaso se tiene la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{1 + \frac{i}{\sqrt{P(R)}}$$

$$q = 1 - p$$

donde:

p = Probabilidad de éxito

i = Número de unidades en juego

$P(R)$ = Probabilidad de ruina

q = Probabilidad de fracaso

Conocidas las probabilidades de éxito o fracaso se pueden hacer intervenir como elementos del modelo que conduzca a la determinación de la probabilidad de ruina y se tiene:

$$P(R) = \frac{\left(\frac{q}{p}\right)^i \left[1 - \left(\frac{q}{p}\right)^D\right]}{1 - \left(\frac{q}{p}\right)} \quad (3)$$

El desarrollo de esta fórmula dirá qué probabilidad se tiene de perder todo sin obtener ningún rendimiento, lo que auxilia al tomador de decisiones a considerar si toma o no el riesgo.

2. El riesgo de éxito y de fracaso

Este riesgo de éxito indica la probabilidad que se tiene de lograr la realización de una esperanza, de una empresa, de un plan.

El riesgo de fracaso indica, consecuentemente lo contrario, la probabilidad de no lograr la realización de lo que se desea.

Como ya se indicó anteriormente, estos riesgos, en relación con una inversión fija, pueden determinarse mediante la fórmula:

$$P = \frac{1}{1 + \frac{i}{\sqrt{P(R)}}}$$

$$q = 1 - p$$

Estas probabilidades auxilian al tomador de decisiones para ponderar el riesgo de éxito o fracaso que puede esperar en una inversión fija, dado un riesgo de ruina.

3. El rendimiento esperado

El rendimiento de una inversión es algo que

(3) Para una derivación de esta fórmula ver Loe'Ve, Michel; Probability Theory: D. Van Nostrand Co. Inc. 1963, pp. 47-48. Citado por Knobett, J. A.; The gambler's ruin model as an aid in capital budgeting decisions. Management Advaizer, Vol. 10, No. 2, March-April, 1973, pp. 49-54.



siempre interesa al inversor esto es, qué rendimiento puede esperar, con determinadas probabilidades de éxito, fracaso y ruina, de la inversión que arriesga. La fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$V(E) = P(R) (-i) + [1-P(R)] (D)$$

Indudablemente que toda persona o empresa que arriesga una inversión, además de conocer los riesgos le interesa saber el rendimiento que puede esperar de dicha inversión, es decir, que además de saber la probabilidad de perder su inversión desea conocer cuál es el rendimiento probable que podría obtener, ya que si el riesgo es alto y la utilidad es mínima o ninguna, desde luego no será atractiva, desde el punto de vista rendimiento, la aventura que se plantea; o bien, el riesgo puede ser alto, pero las utilidades que promete también ser gruesas, en este caso existe un aliciente para tomar el riesgo.

Cualquiera que sean los resultados, los tomadores de decisiones se enfrentan a las siguientes alternativas:

- Aumentar el número de unidades de inversión
- Aceptar un rendimiento alto o pequeño
- Tratar de modificar la probabilidad éxito o fracaso

En cualquiera de estas decisiones, que no son excluyentes mutuamente, el tomador de decisiones puede efectuar varios ensayos y analizar sus resultados.

4. La recuperación esperada

Bajo el término "recuperación esperada" se debe entender la cantidad de dinero que se obtendrá de una inversión dada después de un número de períodos presupuestados, o sea, la recuperación descontada de la inversión original en relación a la probabilidad de fracaso a que está expuesta.

Este valor proporciona al tomador de decisiones el monto límite a que tiende la inversión que ahora hace en un determinado número de períodos; es decir, es lo más que, en determinadas condiciones de riesgo, probablemente recuperará. Este valor lo da la siguiente fórmula:

$$R(E) = \frac{i}{1-q} \quad (4)$$

donde:

$R(E)$ = Recuperación esperada

i = Inversión original

q = Probabilidad de fracaso

En este caso, para obtener q en relación al número de períodos presupuestados es necesario realizar el desarrollo comentado al hablar del modelo general

$$P = \frac{1}{1 + \sqrt[n]{P(R)}}$$

recordando que $q = 1 - p$

donde n = números de períodos

Conociendo el tomador de decisiones el límite a que puede llegar su inversión, y con la posibilidad de efectuar diversos ensayos en cuanto al monto de la inversión y al número de períodos, con determinado riesgo de ruina, estará en mejores condiciones de apreciar cual será el tiempo y la inversión necesaria que le ofrecen probablemente la recuperación que desea. También le permite especular sobre el momento de continuar o detener la aventura, ya que una vez conocido el límite a que tiende la

(4) Esta fórmula es la aplicación de la fórmula

$S \infty = \frac{x_1}{1-r}$ que determina la suma de un número infinito de términos (si $-1 < r < 1$) de la progresión geométrica, cuando S tiende a infinito. (Stern. pp. 45-46; Weston pp. 53 y 54).

recuperación de una inversión dada, el tomador de decisiones tendrá un punto de comparación para apreciar si la recuperación probable se acerca o aleja de la deseada.

5. Número de Períodos

Supóngase que en el análisis de un proyecto se ha determinado ya la recuperación probable y la probabilidad de éxito de una inversión fija, pero el tomador de decisiones desea conocer cual es el tiempo probable en que se realizaría tal recuperación; el cálculo a desarrollar es el siguiente:

$$n = \frac{\log P(R)}{\log \left(\frac{q}{p} \right)}$$

III. EJEMPLOS: (5)

A. Se proyecta la creación de una nueva empresa cuya inversión original asciende a \$ 2 000 000 y se espera una utilidad al final del 1er. periodo de \$ 1,358.000.

1. Inicialmente se considera que la probabilidad de ganar o perder son las mismas:

$$P(R) = 1 - \frac{i}{i + D}$$

$$P(R) = 1 - \frac{2\,000\,000}{2\,000\,000 + 1\,358\,000} = 1 - .5955$$

$$P(R) \approx 0.4045$$

2. El riesgo de éxito y de fracaso:

$$P = \frac{1}{1 + \sqrt{P(R)}}$$

$$P = \frac{1}{1 + \sqrt{0.4045}} = \frac{1}{1.63} = 0.6135$$

$$p \approx 0.61$$

$$q \approx 0.39$$

3. Ahora se está en posibilidad de determinar la probabilidad de ruina de una inversión fija en relación a los riesgos de éxito y fracaso:

$$P(R) = \frac{\left(\frac{q}{p} \right)^i \left[1 - \left(\frac{q}{p} \right)^D \right]}{1 - \left(\frac{q}{p} \right)^{i+D}}$$

$$P(R) = \frac{\left(\frac{.39}{.61} \right)^2 \left[1 - \left(\frac{.39}{.61} \right)^{1.358} \right]}{1 - \left(\frac{.39}{.61} \right)^{2 + 1.358}} = 0.2347$$

$$P(R) \approx 0.23$$

5. El límite de la recuperación a que probablemente tiende esta inversión sería:

$$R(E) = \frac{i}{1 - q}$$

$$R(E) = \frac{2\,000}{1 - 0.39} = 3.278$$

$$R(E) \approx \$ 3,300\,000$$

6. El número de períodos en que probablemente obtendría la recuperación serían:

(5) Son casos reales. No fue permitido que su identidad fuera del dominio público.

(6) Para efectos de presentación se han tomado únicamente las dos primeras decimales, los cálculos se hicieron sobre cuatro decimales.



$$n = \frac{\log P(R)}{\log \left(\frac{q}{p} \right)}$$

$$n = \frac{\log 0.23}{\log \left(\frac{0.39}{0.61} \right)} = 3.1$$

$n \cong 3$ años

Lo anterior significa que el proyecto está sujeto a las siguientes probabilidades:

Probabilidad de éxito;	0.61
Probabilidad de fracaso:	0.39
Probabilidad de ruina:	0.23

Bajo estas probabilidades el proyecto tiene a los siguientes resultados:

Rendimiento o utilidad probable:	\$ 585 000
Recuperación probable:	\$ 3,300 000
Períodos probables de recuperación:	3 años

B. Véase ahora el caso de una empresa que está operando normalmente, que desea conocer cuáles serán sus probabilidades de éxito, de fracaso y de ruina y qué resultados podría esperar en estas condiciones a fin de contar con una base inicial de juicio para la elaboración de sus presupuestos del siguiente ejercicio. De sus estados financieros se desprenden la siguiente información (en miles de pesos).

I = Capital de trabajo (promedio mensual)	\$ 19,131
Utilidad antes de impuestos	3,787
Intereses pagados en el ejercicio	425
D = Ganancia deseada	\$ 4,212

Antes de continuar cabe comentar la consideración que se hace sobre el capital de trabajo para tomarlo como elemento del modelo.

Una inversión es comprometer o destinar recursos financieros en cualquier tipo de actividad. Por sus características propias, el capital de trabajo (exceso de los activos de rápida realización sobre los pasivos a corto plazo) constituye la inversión que ha de comprometerse en las operaciones diarias de la empresa que generan sus utilidades (7), es por esta razón, que, para los efectos de este modelo se considera que la inversión que las empresas ponen en juego corresponde al capital de trabajo.

Esto no implica que la inversión en activos fijos de la empresa no esté involucrada en el riesgo total del juego de la empresa, sino que por su naturaleza propia, dentro de la estructura financiera de la empresa, su función está relacionada con los objetivos estructurales a largo plazo de la misma, en cambio, los principales renglones que forman parte del capital de trabajo (dinero, clientes, inventarios, proveedores y otros similares) están relacionados con los objetivos a corto plazo, siendo uno de estos las utilidades periódicas de la empresa.

1. Inicialmente se considera que la probabilidad de ganar o perder son iguales:

$$P(R) = 1 - \frac{i}{i + D}$$

$$P(R) = 1 - \frac{19,131}{19,131 + 4,212} =$$

$$= 1 - 0.8196$$

$$P(R) \cong 0.1804$$

2. El riesgo de éxito o fracaso:

(7) Brant, Louis K. *Business Finance a Management Approach*. Prentice-Hall Inc. USA-1965, p. 345.

$$P = \frac{1}{1 + \frac{i}{\sqrt{P(R)}}}$$

$$P = \frac{1}{1 + \frac{1.9131}{\sqrt{0.1804}}} = \frac{1}{1.4085}$$

$$p \approx 0.71$$

$$q \approx 0.29$$

3. La probabilidad de ruina en relación a los riesgos de éxito y fracaso sería:

$$P(R) = \frac{\left(\frac{q}{p}\right)^i \left[1 - \left(\frac{q}{p}\right)^D\right]}{i + D - \left(\frac{q}{p}\right)^D}$$

$$P(R) = \frac{\left(\frac{0.29}{0.71}\right)^{1.9131} \left[1 - \left(\frac{0.29}{0.71}\right)^{2.4212}\right]}{2.3343 - \left(\frac{0.29}{0.71}\right)^{2.4212}}$$

$$= 0.0647$$

$$P(R) \approx 0.0647$$

4. Para efecto de estimar la tendencia del rendimiento esperado, es necesario hacer las siguientes consideraciones:

- El rendimiento o utilidad esperada para efectos de presupuesto del ejercicio siguiente deberá calcularse con base en lo que la empresa desea obtener para el próximo ejercicio. En el presente caso la empresa manifestó que deseaba un rendimiento de \$ 6,500.000.
- En vista de que esta fórmula maneja implícitamente lo que el inversionista está dispuesto a perder y lo que desea ganar, en relación al riesgo de ruina, es

necesario que los tomadores de decisiones proporcionen la información relativa. Como la discusión acerca de lo que aceptaría perder con los responsables de cualquier empresa resulta muy espinosa y en caso de obtener alguna información, esta sería muy arbitraria, puede optarse por efectuar el cálculo con base en las disposiciones legales relativas a las pérdidas de las sociedades mercantiles, la cual no es menos arbitraria, sin embargo, podría constituir una base con carácter más consistente, o bien, puede tomarse cualquier otra que en el caso específico se considere más realista. En el problema que nos ocupa se optó por tomar las dos terceras partes del capital social que asciende a \$ 10 000 000.

Con base en lo anterior, el probable rendimiento esperado sería:

$$VE = P(R) (-i) + [1 - P(R)] (D)$$

$$VE = 0.647 (-6600) + 6500$$

$$(1 - 0.0647) = 5652$$

$$VE \approx \$ 5700$$

6. La recuperación probable a que tiende esta inversión sería:

$$R(E) = \frac{1}{1 - q}$$

$$R(E) = \frac{19131}{1 - 0.29} = 26945$$

$$R(E) \approx \$ 26900$$

De lo antes descrito se desprende que la empresa opera con las siguientes probabilidades:

Probabilidad de éxito:	0.71
Probabilidad de fracaso:	0.29
Probabilidades de ruina:	0.65



En estas condiciones probabilísticas la operación de la empresa tiende a los siguientes valores:

Rendimiento probable: \$ 5 700
Capital de trabajo probable (8) 26 900

En este caso fue posible conocer los datos reales, relativos a estos renglones, del ejercicio inmediato siguiente al que sirvió de base, los cuales se anotan a continuación:

Utilidad antes de impuestos	\$ 4 983
Intereses pagados en el ejercicio	1 116
Rendimiento obtenido	6 099
Capital de trabajo (promedio mensual)	\$26 269

Como se aprecia, este modelo puede ser utilizado también, como una herramienta de pronóstico inicial, ya que proporciona al analista y a los tomadores de decisiones, bases probabilísticas que les auxilien en la selección de alternativas y en la formulación de criterios que usarán durante la elaboración del presupuesto, así como la flexibilidad de implementarlo con cifras de diversas opciones.

CONCLUSIONES:

1. Los modelos probabilísticos cuantifican la posibilidad de ocurrencia de un suceso, e indican la tendencia de la misma, no predicen la ocurrencia de sucesos específicos.
2. Las predicciones con bases probabilísticas deben usarse como elementos auxiliares en la elaboración de pronósticos para la planeación administrativa y en la elaboración de presupuestos y como elementos orientadores en la toma de decisiones.
3. El modelo de los riesgos de ruina, éxito y fracaso de una inversión fija constituyen un elemento valioso para el inversionista y para el administrador, ya con estos modelos están en posibilidad de cuantificar estos riesgos lo que les permitirá tomar sus decisiones con predicciones más objetivas y no sobre bases de simple especulación o presentimiento.
4. El modelo de esperanza matemática sobre el rendimiento y la recuperación que se pueden esperar de una inversión fija son significativos en la toma de decisiones porque indican la tendencia central de estos valores, o sea lo que se puede esperar de una inversión dada bajo ciertas condiciones de riesgos, y no sólo lo que se desea ganar. Bajo estas condiciones la especulación de una inversión cambia de enfoque puesto que el modelo predice qué utilidad puede esperar y qué recuperación podrá lograrse en relación con ciertos riesgos de ruina, de éxito o de fracaso que se corren, que podrán ser comparados con los rendimientos que se desean obtener, consecuentemente la toma de decisiones cuenta con un elemento más, que es relativo a que la inversión prometa o no la factibilidad de lograr los rendimientos o recuperaciones que se desean.
5. Este modelo no resuelve problemas de inversión o preinversión, pero sí proporcionan criterios adicionales acerca de los posibles rendimientos de las futuras inversiones lo cual es un elemento más en la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFIA

Bardell, Ross A. y Spitzbart, Abraham. Algebra Superior. Compañía Editorial Continental, S. A. 4a Reimpresión en Español. México, 1966.

(8) Para la distribución de los renglones que forman el capital de trabajo se puede utilizar cualquiera de las bases de prorrateo usuales.



- Beranek, William. Analysis for Financial. Decisions. Richard D. Irwin, Inc. Third Printing. USA. 1966.
- Brandt, Louis K. Business Finance a Management Approach. Prentice-Hall, Inc. USA 1965.
- Gerstenberg, Charles W. Financiamiento y Administración de Empresas. Compañía Editorial Continental, S. A., 2a. reimpresión en español. México, D. F., 1966.
- Hadley, G. Introduction to Probability and Statistical Decision Theory. Holden-Day, Inc. USA - 1967.
- Knobett, J. A. The Gambler's Ruin Model as an Aid in Capital Budgetin Decisions. Management Advaiser, Vol. 10. No. 2 March-April-1973.
- Miller, David W. y Starr, Martin K. Acuerdos Ejecutivos e Investigación de Operaciones. Herrero Hnos., Sucs., S. A. 2a. Edición en Español. México, 1963.
- Neter, John y Wasserman, William. Fundamentos de Estadística Aplicada a los Negocios y a la Economía. Compañía Editorial Continental, S. A. 3a. reimpresión en español. México, 1965.
- Stern, Mark E. Matematics for Management Printece-Hall Inc. USA - 1963.
- WESTON, J. Freed y Brigham Eugene F. Managerial Finance Holt, Rinehart an Winston Inc. USA, 1969.

