

# Análisis de riesgo en la evaluación de alternativas de inversión utilizando Crystal Ball®

Recepción: Febrero de 2007 / Aceptación: Mayo de 2007

<sup>(1)</sup> Javier Del Carpio Gallegos

<sup>(2)</sup> Roberto Eyzaguirre Tejada

## RESUMEN

El presente artículo muestra cómo el uso del software Crystal Ball®, incorporado en una hoja de cálculo, puede ayudar a tomar mejores decisiones de inversión aplicando la técnica de simulación Monte Carlo.

**Palabras Clave:** Riesgo, Análisis de Inversión, Crystal Ball®

CAPITAL BUDGETING RISK ANALYSIS  
APPLYING CRISTAL BALL®

## ABSTRACT

This article shows how to apply Crystal Ball® software to make better investment decisions applying Monte Carlo simulation technique.

**Key Words:** Risk, Capital Budgeting, Crystal Ball®

## INTRODUCCIÓN

La globalización de los negocios ha llevado a que la toma de decisiones sea más complicada. En tal sentido los administradores financieros han concentrado su atención en el uso de herramientas que les permita plantear diferentes escenarios, y el uso de las técnicas conocidas de simulación, como es el caso del método de Monte Carlo.

La revisión de la literatura pertinente [1, 2, 3, 5] ilustra profusamente cómo la técnica Monte Carlo ayuda a enfrentar el análisis de riesgo en la toma de decisiones de evaluaciones de alternativas de inversión.

El Dr. Johnathan Mun en su libro Applied Risk Analysis señala la importancia del riesgo en la toma de decisiones [6], y precisa la diferencia entre riesgo e incertidumbre: "Los conceptos de riesgo e incertidumbre están relacionados pero son muy diferentes. La incertidumbre involucra variables que están constantemente cambiando, mientras que el riesgo involucra solamente las variables inciertas que afectan o impactan directamente el resultado del sistema."

## ANÁLISIS DE RIESGO

Es conveniente tener en cuenta que el riesgo es la probabilidad de tener éxito o fracaso, cuando se toma la decisión de llevar a cabo un proyecto, por tal motivo se hace necesario realizar una evaluación del riesgo que se está asumiendo, y para tal efecto mediante la aplicación del método del análisis de riesgo, el cual es un método de tipo probabilístico, que considera que se puede asociar las variables con una distribución de probabilidades.

### Distribución de probabilidad

La distribución de probabilidad puede ser discreta o continua. Un ejemplo de distribución discreta es cuando se asume que el Valor Actual Neto (VAN) puede tomar distintos valores, y cada uno de ellos asociados con una probabilidad determinada, tal como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Distribución del VAN

VAN(S/)	Probabilidad
500	0,50
600	0,30
700	0,20
<b>Sumatoria</b>	<b>1,00</b>

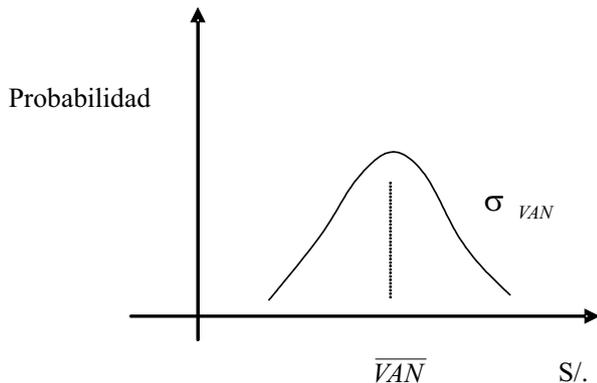
Fuente: Elaboración propia

(1) Magister. Profesor del Departamento de Producción y Gestión Industrial, UNMSM  
E-mail: jdelcarpiog@unmsm.edu.pe

(2) Ingeniero Industrial. Profesor del Departamento de Ingeniería de Sistemas e Informática, UNMSM  
E-mail: reyzaguirret@unmsm.edu.pe

>>> Análisis de riesgo en la evaluación de alternativas de inversión utilizando Crystal Ball®

**Figura 1.** Distribución Normal del VAN



Fuente: Elaboración propia

En forma similar se puede asumir que el VAN sigue una distribución de probabilidades de tipo normal con media  $\overline{VAN}$ , y desviación estándar  $\sigma_{VAN}$ , como se muestra en la figura 1.

**EJEMPLO DE APLICACIÓN**

**Planteamiento del problema**

La empresa ABC tiene que llevar a cabo un proyecto que requiere de una inversión de S/. 1 000 en activos fijos (los cuales tienen una vida útil de 5 años), y adicionalmente S/ 200 como capital de trabajo. La demanda estimada se muestra en el cuadro 2.

El precio unitario es de S/ 12, los costos variables totales representan el 25% de las ventas, y los costos fijos anuales que no incluyen la depreciación son de S/. 100. Se considera que el horizonte del proyecto es de 4 años, y se asume que la tasa del impuesto a la renta es de 30%. Se ha considerado que el pronóstico de las ventas sigue una distribución triangular como se detalla en el cuadro 3.

De manera similar, en el cuadro 4, se ha considerado que los costos variables siguen una distribución triangular.

**Elaboración de los estados de ganancias y pérdidas para cada uno de los cuatro periodos**

La figura 2 muestra el ingreso de los datos en la hoja de cálculo electrónica EXCEL que tiene las funciones adicionales del software Crystal Ball®.

**Elaboración del Flujo de Fondos Económico,**

En la figura 3 se aprecia el Flujo de Fondos y la determinación del Valor Actual Neto Económico que asciende a S/. 1123,98, este cálculo se ha efectuado considerando los valores de las ventas y de los costos variables totales en el escenario normal. En forma

similar se ha calculado la Tasa Interna de Retorno Económico obteniendo el resultado de 46,91%.

**Pronóstico del Valor Actual Neto Económico**

Siguiendo lo recomendado por Lawrence I. Goldman [4] se utiliza la función pronóstico (Forecast) del VANE y se obtiene una gráfica como se muestra en la Figura 4, después de haber realizado 1000 iteraciones se encuentra la distribución del VANE.

**Determinación de la probabilidad que el VAN sea mayor que cero.**

Habiendo efectuado la simulación correspondiente se puede determinar la probabilidad que el VANE sea mayor que 1100, y la Figura 5 muestra que este valor es de 97,63%.

**Pronóstico de la tasa interna de retorno económico**

En forma similar la Figura 6 muestra la distribución de la tasa interna de retorno después de haber efectuado 1000 iteraciones.

**Determinación de la probabilidad que la TIR sea mayor que 45%.**

La Figura 7 muestra la probabilidad que la tasa interna de retorno económico sea mayor que 45%, en este caso el resultado es de 83.88%.

**Cuadro 2.** Demanda estimada en unidades

Período	1	2	3	4
Ventas (Unidades)	100	110	110	120

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 3.** Pronóstico de ventas (Unidades)

Periodo	Pesimista	Normal	Optimista
1	90	100	110
2	99	110	121
3	99	110	121
4	108	120	132

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4.** Costos Variables en Nuevos Soles

Periodo	Pesimista	Normal	Optimista
1	270	300	330
2	297	330	363
3	297	330	363
4	324	360	396

Fuente: Elaboración propia

**Figura 2.** Estado de Ganancias y Pérdidas (En el escenario normal aplicando el software Crystal Ball®)

a. Elaboración del Estado de Ganancias y Pérdidas (Sin Financiamiento)						
		Periodos				
		1	2	3	4	
5 Ventas (Cantidad)		100	110	110	120	
6 Precio venta unitario		12	12	12	12	
7 Ventas (Nuevos Soles)		1200	1320	1320	1440	
9 Costos						
	Costos					
10	Unitarios(S/)					
11 Variable	3	300	330	330	360	
12 Costo Fijo		100	100	100	100	
13 Depreciación		200	200	200	200	
14 Total Costos		600	630	630	660	
15 Utilidad Imponible		600	690	690	780	
16 Impuesto a la renta	30%	-180	-207	-207	-234	
17 Utilidad Neta		420	483	483	546	

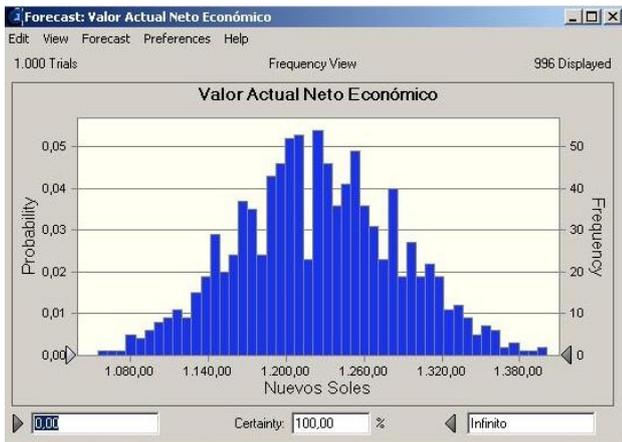
Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.** Determinación del VANE y el TIRE aplicando el software Crystal Ball®

b. Flujo de fondos económico						
		0	1	2	3	4
22 Inversión Activo Fijo		-1.000,00				
23 Inversión Capital de Trabajo		-200,00				
24 Total Inversión		-1.200,00				
25 + Utilidad Neta			420,00	483,00	483,00	546,00
26 + Total Depreciación			200,00	200,00	200,00	200,00
27 + Valor Residual Activos Fijos						200,00
28 + Valor Residual Capital de Trabajo						200,00
29 = Flujo de Fondos Económico		-1.200,00	620,00	683,00	683,00	1.146,00
c. Evaluación Económica						
32 Tasa de descuento		10,00%				
33 VANE			1.223,96			
34 TIRE			46,91%			

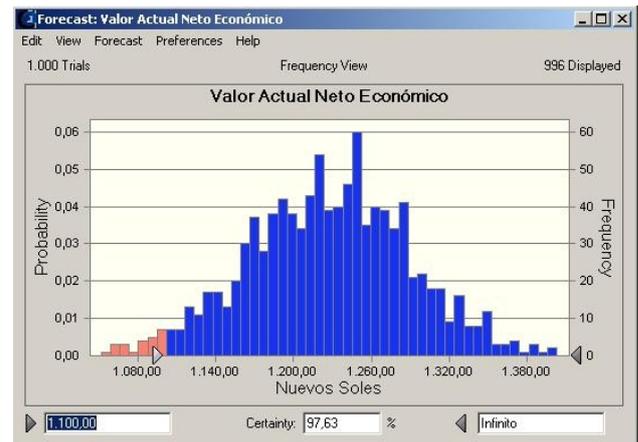
Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.** Pronóstico del VANE aplicando el software Crystal Ball®



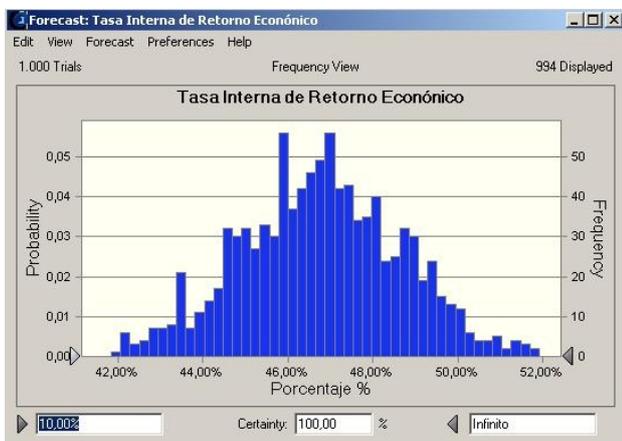
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5.** Probabilidad que VANE sea mayor que cero aplicando el software Crystal Ball®



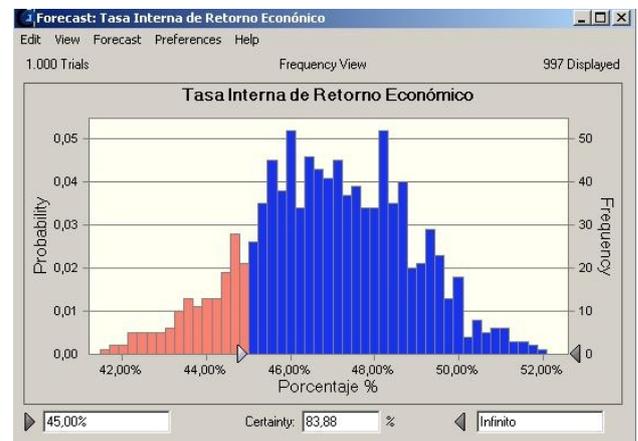
Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Pronóstico de la TIRE aplicando el software Crystal Ball®



Fuente: Elaboración propia

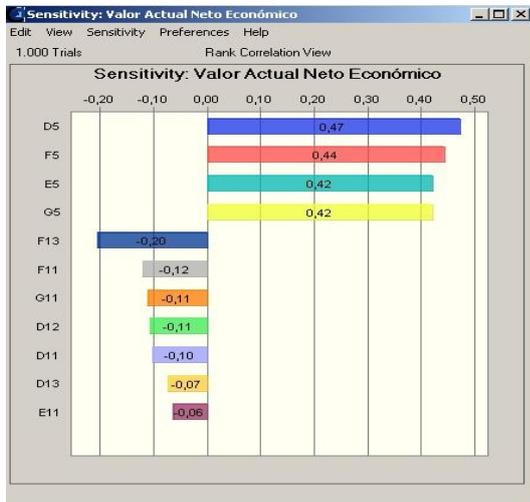
**Figura 7.** Probabilidad que TIRE sea mayor que 45% aplicando el software Crystal Ball®



Fuente: Elaboración propia

>>> Análisis de riesgo en la evaluación de alternativas de inversión utilizando Crystal Ball®

**Figura 8.** Análisis de sensibilidad del VANE aplicando el software Crystal Ball®



Fuente: Elaboración propia

**Análisis de sensibilidad del Valor Actual Neto Económico (VANE).**

La Figura 8 muestra el análisis de sensibilidad del VANE señalando el ranking de la correlación de las distintas variables que se han considerado, como es el caso de la demanda estimada en unidades y el costo variable unitario, y que pueden tener una mayor o menor influencia en la determinación del VANE.

En el cuadro 5 se muestra el ranking de las correlaciones positivas o negativas que tendrían un impacto sobre la determinación del Valor Actual Neto Económico. Es decir, en el caso de la demanda en unidades del año 1, tiene una correlación positiva del 47% con el Valor Actual Neto Económico. En tal sentido un incremento de la demanda en unidades en el año 1, tendrá un impacto del 47% sobre el Valor Actual Neto Económico. Por otro lado, la aplicación de esta opción permite identificar las variables que tienen un mayor impacto positivo o negativo sobre la variable que se va a pronosticar.

**CONCLUSIONES**

En el desarrollo del ejemplo de aplicación se muestra que la técnica de simulación de Monte Carlo aporta significativamente en el análisis de inversión bajo condiciones de riesgo. Pues el método determinístico produce un solo valor como es el caso del VANE igual a S/. 1.223,98. En tanto que la aplicación de Monte Carlo indica una distribución de probabilidades del VANE, determinando que la probabilidad que el VANE sea mayor que S/. 1.100,00 se estima en 97,63%.

**Cuadro 5.** Ranking de correlación

Variable	Descripción	Correlación
D5	Demanda estimada unidades año 1	+0,47
F5	Demanda estimada unidades año 3	+0,44
E5	Demanda estimada unidades año 2	+0,42
G5	Demanda estimada unidades año 4	+0,42
F13	Depreciación año 3 (S/.)	-0,20
F11	Costo variable año 3 (S/.)	-0,12
D12	Costo fijo año 1 (S/.)	-0,11
D11	Costo variable año 1 (S/.)	-0,10
D13	Depreciación año 1 (S/.)	-0,07
F15	Utilidad imponible año 3 (S/.)	-0,06

Fuente: Elaboración propia

La ayuda de un software como Cristal Ball® simplifica el análisis de riesgo en las decisiones de inversión. De esta manera, los modelos determinísticos pueden ser enriquecidos con el uso de aplicaciones informáticas que permitirán enfrentar con mayor éxito situaciones tan cambiantes como las vigentes.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Berza Garmendia, J. (2004). Herramientas de Excel para el Análisis y Valoración de Proyectos de Inversión. Revista de Dirección y Administración de Empresas. Número 11, marzo 2004: 51-70.
- Castelo Joaquín, D. (2005). Capital Budgeting Exercise using Simulation. Illinois State University. En: <http://www.ilstu.edu>. (Visitado: 09-11-06).
- Dapena, J. (2005). Simulación aplicada al Análisis de Proyectos de Inversión Técnica SAAPI. Temas de Management, Volumen III: 20-26
- Goldman, L. (2002). Crystal Ball Professional Introductory Tutorial. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference.
- Hyde, J. and Engel, P. (2002). Investing in a Robotic Milking System: A Monte Carlo Simulation Analysis. Journal Dairy Science. 85: 2207-2214.
- Mun, Johnathan. (2004). Applied Risk Analysis. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.