

VALOR ESPERADO CONCENTRADO (VEC) y SIMULACIÓN MONTE CARLO EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

José Luis Pungitore

INTRODUCCIÓN

Las decisiones entre diferentes alternativas de inversión en los proyectos públicos y privados generalmente se apoyan en herramientas tradicionales de proyección de flujos de fondos actualizados. En algunas de esas variantes, se compara el Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR) de cada proyecto con sus oponentes, y la decisión se inclina hacia aquél con rendimiento más alto.

Bajo la concepción tradicional, el riesgo es incorporado a través de un adicional a la tasa de descuento utilizada para calcular el VAN del proyecto o de la exigencia de una TIR mínima más alta; tal decisión no es gratuita, pues por ese simple hecho se corre el riesgo de desechar proyectos interesantes y atractivos.

En proyectos que presentan estructura arbórea, con distintas alternativas o ramas con probabilidades asociadas, se utiliza ampliamente el criterio del Valor Esperado.

1. EL VALOR ESPERADO Y LOS SUPUESTOS SUBYACENTES

La media o esperanza matemática "es el valor que se obtendría si repitiéramos muchas veces el experimento aleatorio y promediáramos todos los resultados obtenidos para la variable aleatoria" (García R. M., página 22). A los fines del presente trabajo, y siguiendo la línea de R. M. García, denominaremos Valor Esperado al valor que surge de la sumatoria

de la multiplicación de las probabilidades de cada alternativa integrante de un proyecto, por el importe de su respectiva recompensa (o pérdida).

Entonces, el Valor Esperado asocia los resultados con sus probabilidades de ocurrencia, introduciendo el concepto de riesgo en el análisis de proyectos de inversión; de su aplicación a varios proyectos que compiten por recursos escasos de inversión, resulta favorecido aquél con mayor valor.

El uso del criterio del Valor Esperado se encuentra ampliamente difundido, tanto en el campo académico como profesional, a pesar de haber sido criticado por diversos autores, entre los que podemos citar a J. P. Rheault, P. Pavesi y R. Pérez.

Sin embargo, las situaciones en que se lo utiliza están lejos de ser las ideales para las que fue pensado: en otras palabras, no es un criterio para ser utilizado en todo tiempo y lugar. Para que su aplicación en la evaluación de un proyecto determinado resulte de utilidad y pueda ser un indicador confrontable con similares de otros proyectos, deberían cumplirse las siguientes condiciones:

- El experimento (en nuestro caso, un proyecto) debería repetirse una gran cantidad de veces; esta condición (por ejemplo la instalación de una sucursal) no parece fácil de alcanzar para muchas empresas de nuestro medio: ya sean del país o del subcontinente. "En otras palabras, para decisiones idénticas y repetitivas el procedimiento de la esperanza matemática es formalmente válido. El problema es que en la vida real, las decisiones de este tipo son escasas o nulas". (Pavesi, página 228).
- "En la vida real, el decisor que ocupa una posición elevada en la empresa no acostumbra a usar la media (esperanza matemática), sino que tiende a asignar certeza (probabilidad = 1) cuando la probabilidad es elevada; o a utilizar el modo y tratarlo como si fuera 1". (Pavesi página 228)

Las desventajas que se observan en el Valor Esperado tienen que ver con que, si bien cada resultado se encuentra ponderado por su

probabilidad asociada, los efectos negativos y positivos se compensan, neutralizándose.

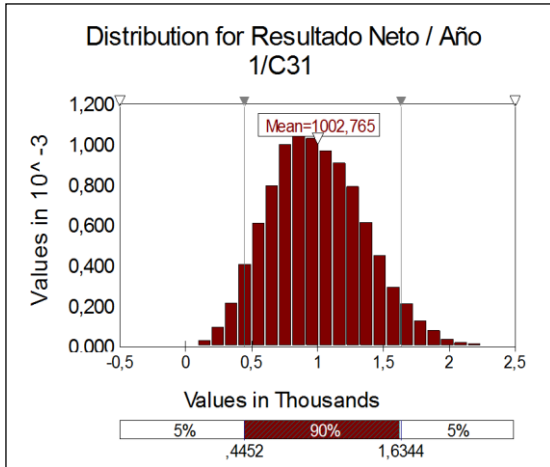
Pero el decisor podría no considerar (o, por su propia naturaleza, no estar en condiciones de considerar) "neutro" el hecho de tener probabilidades de ganar o de perder mucho dinero, tal como si en cada acción se jugara la vida de la empresa. En ese sentido, las empresas más pequeñas son más vulnerables a los fracasos, por lo que no es aventurado suponer que –en muchos casos- en caso de suceder significará su extinción lisa y llana.

Por todo lo expresado anteriormente, existe espacio para proponer un indicador de proyecto que no contenga algunas de las características no deseadas del Valor Esperado. Y éste es el Valor Esperado Concentrado (VEC), que en este trabajo se presentará asociado con el análisis de riesgo por Simulación Monte Carlo.

2. UTILIDAD DEL ANÁLISIS DE RIESGO POR SIMULACIÓN MONTE CARLO

En ambientes complejos y turbulentos resulta particularmente útil la utilización de la técnica de Simulación Monte Carlo. Bajo esta concepción, el resultado a obtener (salida) no será una cifra única, plurianual o no, según el caso, sino un histograma en el que se mapeen tanto el VAN, la TIR o las utilidades en un eje, con sus probabilidades de ocurrencia asociadas, en el otro eje.

Figura 1. Histograma



Sin embargo, para ser llevado eficazmente a la práctica, el método requiere que la organización cuente con datos de la gestión, adicionales a las que podría proporcionar el sistema contable, de forma tal de conocer el comportamiento de las variables de entrada.

Del análisis de la Figura 1 se puede advertir que la “síntesis” de cada histograma estará representada por el Valor Esperado de la variable de salida que se defina (media del histograma). Aunque justo es reconocer que una simple cifra, el Valor Esperado en este caso, no es capaz de contener la riqueza de información resultante del proceso de simulación.

3. UN EJEMPLO DE SIMULACIÓN EN DOS PROYECTOS

Supongamos que existen dos proyectos, 1 y 2, muy similares, con los siguientes datos compartidos por ambos:

- Inversión Inicial: - \$ 100

- Flujo Positivo Proyectado del Período 1: \$90
- Flujo Positivo Proyectado del Período 2: \$ 110
- Flujo Positivo Proyectado del Período 3: \$ 135
- Flujo Negativo Proyectado del Período 1: - \$ 50
- Flujo Negativo Proyectado del Período 2: - \$ 55
- Flujo Negativo Proyectado del Período 3: - \$ 60

En la siguiente Figura 2 se muestran los flujos de fondos del proyecto 1, que a los fines de este trabajo resultan similares a los del proyecto 2, aunque difieran en el riesgo considerado, tal como se señalará seguidamente.

Figura 2. Flujos del Proyecto

	Períodos			
	0	1	2	3
Inversión Inicial	-100,00			
Flujos + Proyectados		90,00	110,00	135,00
Flujos - Proyectados		-50,00	-55,00	-60,00
Flujo Neto del Período	-100,00	40,00	55,00	75,00
Flujo Neto Acumulado	-100,00	-60,00	-5,00	70,00
Tasa de Descuento	10,00%			
VAN	\$ 38,17			
TIR	28,36%			

Por motivos de simplicidad, se ha omitido la consideración de factores adicionales de complejidad, como podrían ser los cambios en los precios relativos y la moneda homogénea.

Consideración del Riesgo: seguidamente incorporaremos el factor “riesgo” a los flujos de fondos de ambos proyectos; aunque luzcan aparentemente iguales, podremos apreciar que la variabilidad de sus flujos de fondos responde a distribuciones probabilísticas distintas, tal como se

exponen en las Figuras 3 y 4 (y ello se debe a que el software utilizado en la ocasión, @Risk, ha sido configurado para devolver por pantalla el modo de la variable, en cada caso).

En las citadas Figuras 3 y 4 se observa que se han utilizado dos tipos de distribuciones: la Normal y la Triangular; aunque es de mencionar que de acuerdo con estudios que una organización podría realizar de sus datos, éstas bien podrían haber sido: Weibull, Log-normal, Exponencial, etc.

Figura 3. Proyecto 1

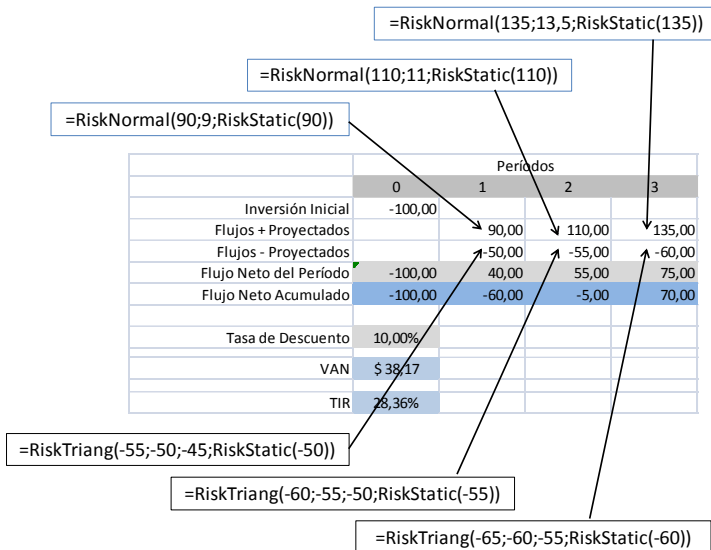
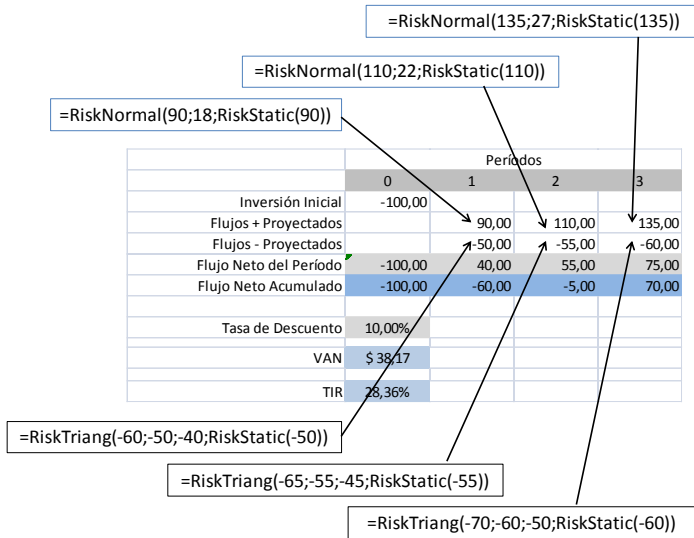


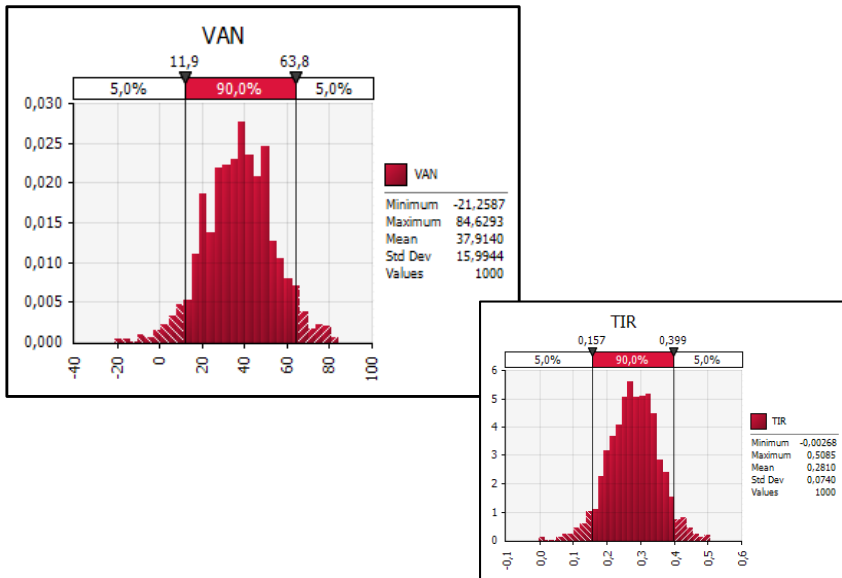
Figura 4. Proyecto 2



Al analizar los resultados de la simulación, realizada sobre la base de 1.000 iteraciones para cada proyecto (aunque muchas menos serían las efectivamente necesarias), se obtendrán los resultados expuestos en las Figuras 5 y 6:

Figura 5. Histogramas (VAN y TIR) del Proyecto 1

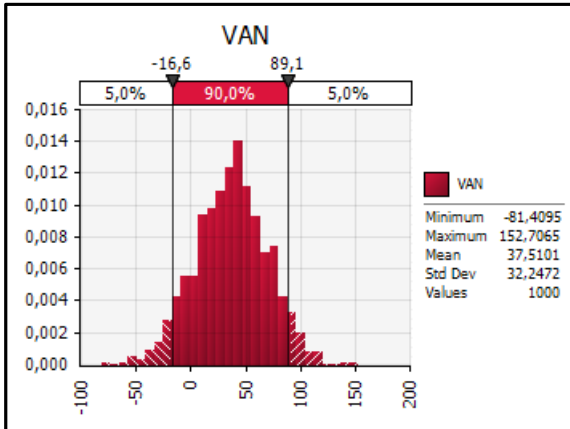
Proyecto 1



A simple vista, nuevamente puede apreciarse que un histograma, comparado con un resultado único, despliega la dispersión posible de fondos (de acuerdo con las reglas definidas bajo cada distribución) que resulta en un conjunto de información mucho más rica que un simple número de VAN y TIR.

Figura 6. Histograma (VAN) del Proyecto 2

Proyecto 2



4. EL VALOR ESPERADO CONCENTRADO (VEC)

El concepto de VEC (Valor Esperado Concentrado) modifica al tradicional Valor Esperado dividiéndolo por el factor $[1 + (\sigma / \mu)]$ con el objeto de darle menor peso específico a los flujos de fondos más distantes de la media.

$$VEC = \frac{VE}{1 + \frac{\sigma}{\mu}}$$

En su cálculo, intervienen:

- La Media o Esperanza Matemática μ , que "es una medida de posición, porque únicamente nos indica el valor alrededor del cual

se agrupan los valores de la variable, pero no nos indica su densidad o concentración” (García, página 24).

- El Desvío Estándar σ , raíz cuadrada de la Varianza, que es una medida de dispersión.

El resultado es el Coeficiente de Variación σ / μ , que le otorga al Desvío Estándar un sentido relativo, información que el dato puro y absoluto no está en condiciones de proporcionar.

Ambas herramientas, VEC y Simulación Monte Carlo, bien pueden conjugarse bajo un mismo enfoque que aporte un valor único de comparación entre alternativas (el VEC), que resultará un adicional y útil indicador sintético de los resultados de la simulación agrupados bajo un histograma, que le dará soporte.

Figura 7. Valor Esperado Concentrado (VEC) del Proyecto 1

Proyecto 1		
Media --->		37,9140
Desvío Estándar --->		15,9944
Coeficiente de Variación ·	$\frac{15,9944}{37,9140}$	0,4219
	$VEC = \frac{VE}{(1 + \sigma/\mu)}$	
	$\frac{37,9140}{1,4219}$	26,6651

Figura 8. Valor Esperado Concentrado (VEC) del Proyecto 2

Proyecto 2		
Media --->		37,5101
Desvío Estándar --->		32,2472
Coefficiente de Variación ·	$\frac{32,2472}{37,5101}$	0,8597
	$VEC = \frac{VE}{(1 + \sigma/\mu)}$	
	$\frac{37,5101}{1,8597}$	20,1700

El VEC del proyecto 1 es mayor, y encuentra su fundamentación en el hecho de que los distintos valores que pueden asumir los proyectos se encuentran "corregidos" por un factor de actualización $[1 + (\sigma / \mu)]$ que castiga la dispersión de los valores con relación a su media.

5. ¿PARA QUIENES PODRÍA RESULTAR DE UTILIDAD EL VEC?

En la Sección 2 quedó claro que el Valor Esperado, por sus limitaciones (útil sólo ante un gran número de experimentos, compensación de resultados positivos y negativos, etc.) no conjuga con la lógica de negocios u operativa de organizaciones de pequeño o mediano tamaño, ya que su adopción significaría asumir riesgos que podrían llevarlas a sufrir

pérdidas importantes, con consecuencias que derivarían en su extinción. Sin embargo el VEC, al "ajustar" los desvíos en relación a su distancia de la media de la distribución, atempera notablemente la compensación de resultados positivos y negativos extremos.

6. CONCLUSIONES

Ante el uso indiscriminado del Valor Esperado, el que generalmente no es acompañado con aclaraciones sobre sus particulares debilidades como indicador válido de competencia entre proyectos por la asignación de recursos para su financiación, se presenta el Valor Esperado Concentrado (VEC) como nuevo indicador; en ese sentido, su uso, tímidamente, se está poniendo a prueba en toda ocasión en que se tiene oportunidad.

En nuestro país no son frecuentes los estudios específicos que describan cómo deciden los empresarios o los dirigentes de organizaciones en general, en situaciones como las que planteamos en este trabajo. Dentro de estos estudios, se debería presentar y poner en consideración la utilización del indicador VEC, de forma tal de comenzar a obtener opiniones propias de aquéllos que efectivamente toman decisiones.

Por otro lado, y dado que la utilización de Simulación Monte Carlo profesionaliza la forma de evaluar el riesgo propio de cada proyecto, de agregársele el VEC a su tratamiento para aprovechar así el aporte de sus resultados (salidas), trazaríamos un camino eficaz para asignar probabilidades a las distintas alternativas de un proyecto, o a proyectos distintos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García, Roberto M. (2004): *Inferencia Estadística y Diseño de Experimentos*. Buenos Aires, EUDEBA.

Hertz, D. B. (1979): *Risk analysis in capital investment – HBR Classic*. Boston, Harvard Business Review.

Pavesi, P. F. J., Bonatti, P. y Avenburg, D. (2004): *La Decisión*. Buenos Aires, Editorial Norma.

Pungitore, J. L. (2003): "Planeamiento Económico y Financiero" en *Contextos Complejos y Turbulentos*. Buenos Aires, Editorial Osmar Buyatti.

Pungitore, J. L. (2009): "Simulación Monte Carlo en la Proyección de Estados Contables y Flujos de Fondos" en *Revista Desarrollo y Gestión Nro. 113*. Buenos Aires, Editorial Errepar .

Pungitore, J. L. (2010): "Evaluación de Proyectos en Condiciones de Riesgo: una Alternativa al Criterio de Valor Esperado" en *Revista Desarrollo y Gestión Nro. 134* - Buenos Aires, Editorial Errepar.

Rheault, J. P. (1980): *Introducción a la Teoría de las Decisiones*. México, Editorial Limusa.