La valuación en riesgo como herramienta en las decisiones financieras

Tapia, Gustavo N.

El riesgo por tasa de interés (o riesgo por descalce de plazos) que enfrenta un banco, es el riesgo de que su condición económica se vea afectada por cambios adversos e inesperados en las tasas de interés de mercado. Este riesgo existe cuando la sensibilidad de los activos de una entidad ante cambios en las tasas de interés no coincide con la sensibilidad de sus pasivos. Si los activos tienen mayor duración que los pasivos y están a tasa fija, un aumento en la tasa de interés reduce los ingresos netos por intereses. Los flujos originados en activos a tasa variable se ven afectados durante el período que se extiende hasta la fecha de ajuste en la tasa.

El hecho de que las inversiones puedan caer o elevarse en forma inesperada hace que el riesgo primario asociado a la inversión, es decir el riesgo de mercado, esté representado por la variabilidad de los rendimientos futuros esperados de la inversión. Entonces una inversión será calificada como de alto o bajo riesgo en función a la variabilidad de sus rendimientos, a su vez a mayor riesgo asociado mayores rendimientos.

En la gestión de la cartera se utilizan portafolios referentes o benchmarks. Su utilidad consiste en permitir a la administración establecer índices de performance de la propia cartera por un lado y por el otro analizar las distintas estrategias de inversión de los retornos y riesgos excedentes respecto del benchmark. Si agregamos a este concepto, la volatilidad del mercado de divisas, podría afectarse sobre todo a las inversiones que se realizan fuera del país de origen, es decir que sufren un riesgo extra, desde el momento en que se pueden producir grandes ganancias que pueden perderse al convertirlas a la moneda local por la diferencia de cambio.

También se presentan otras razones que pueden ocasionar pérdidas que también vale la pena pensar para evitarlas.

a) Ratio de protección inadecuado o errores en las estimaciones de variables fundamentales de mercado como ser la volatilidad o la correlación entre el portafolio y el índice bursátil, pueden producirse pérdidas inesperadas.

b) Asunción de que el mercado financiero es líquido cuando no lo es.

c) Desconocimiento de las normas vigentes en la actividad bursátil.

d) No anticipar gastos legales por posibles pleitos puede producir pérdidas.

El riesgo puede ser definido más precisamente en términos de una distribución de probabilidades como el desvío de la distribución. El VAR es un parámetro que mide esos desvíos. El desvío estándar surge de un modelo de utilidad como una medida de riesgo suficiente siempre que las distribuciones sean normales. Es completamente compatible con esta medida de riesgo cuando las distribuciones son normales ya que existe una relación directa entre probabilidad de pérdida y desvío estándar. El VAR también nos da una idea de cómo cree el administrador que es la futura distribución de los cambios en el valor de la cartera y nos muestra la aversión al riesgo del decisor. Cuanto más adverso a las pérdidas sea el decisor más conservador será el nivel de probabilidad elegido.

1. Parámetros

 © Thomson Reuters

Para el cálculo del llamado valor en riesgo -VAR- es imprescindible definir los parámetros que se presentan:

Horizonte: consiste en el período de tiempo para el cual se calcula el VAR de una cartera. Lo ideal es que el período que se elija sea el más largo que se necesite para la liquidación metódica de un portafolio. Un horizonte aceptable para un portafolio de un banco que invierte en divisas altamente líquidas, podría ser un día. Distinto es el caso para en gerente de inversión que realiza balances e informes mensuales, para el cual un horizonte más acertado podría ser 30 días. La elección que se haga del horizonte de tiempo para el cálculo del VAR, es determinante en el resultado, ya que cuanto mayor sea éste, mayor será el rango de fluctuación del nivel de precios de los componentes de la cartera, y consecuentemente la posible pérdida.

Nivel de Confianza: la elección del nivel de confianza dependerá del uso que se le dé al VAR resultante. Es decir, que si el VAR será utilizado para calcular un capital de protección, entonces la elección de este nivel es fundamental, ya que deberá tener en cuenta y reflejar el grado de aversión de la compañía al riesgo y el costo de una pérdida de VAR excedente. En definitiva cuanto más alto sea el nivel de certidumbre exigido para que la pérdida no exceda el valor del VAR, mayor también será su valor.

Moneda de referencia: La elección de la moneda de referencia determinará qué posiciones se consideran en moneda extranjera y, por lo tanto se introduce el riesgo del tipo de cambio. Las volatilidades y correlaciones deben estar calculadas teniendo en cuenta la moneda de referencia.

2. Cálculos del VAR

El VAR puede ser calculado como valor absoluto o como porcentaje del valor de mercado del portafolio total. Cuando se calcule el VAR para toda la cartera el cálculo incluirá los efectos compensatorios entre valores producidos por la covarianza de los activos que la componen por efecto de la diversificación.

Para las distribuciones normales, el VAR puede ser determinado directamente por la media y el desvío estándar a través de la siguiente relación:

$$\mathbf{VAR = L\sigma_V - E\,(\Delta V)}$$

Donde:

V = precio actual (valor de mercado) del portafolio
L = parámetro del nivel de riesgo (de la normal estandarizada)
σ_V = desvío estándar de los cambios en los precios
E (ΔV) = cambio esperado en el valor

Cuando la utilidad no es cuadrática y las distribuciones no son normales, el desvío estándar no es una medida de riesgo apropiada.

El VAR por sí no puede ser utilizado para comparar y clasificar diferentes portafolios. Se necesita además la media y si es posible otras estadísticas. Como alternativa, el VAR valuado a distintos niveles de probabilidad, permite al decisor visualizar las distribuciones subyacentes.

Etapas de Cálculo del VAR

I. Identificación e introducción en el modelo de la información sobre cambios en el entorno, que afecten al valor de la cartera. Para este primer paso es necesario identificar los factores de riesgo, esto es, aquellas variables que puedan afectar al mencionado valor. Dependiendo del grado de complejidad de la estrategia de gestión del riesgo, y de la importancia relativa de la posición mantenida, se utilizarán como factores de riesgo los rendimientos concretos de los activos que conforman la cartera (tipos de interés, tipos de cambio, etc.), o bien se recurrirá a un precio que aglutine información relativa a una categoría de instrumentos o activos, como puede ser el caso de un índice bursátil.

II. Medición de la sensibilidad de la cartera: en esta segunda etapa se determina en que medida cambia el valor de la a cartera ante una variación unitaria en cada uno de los factores de riesgo identificados en la fase anterior.

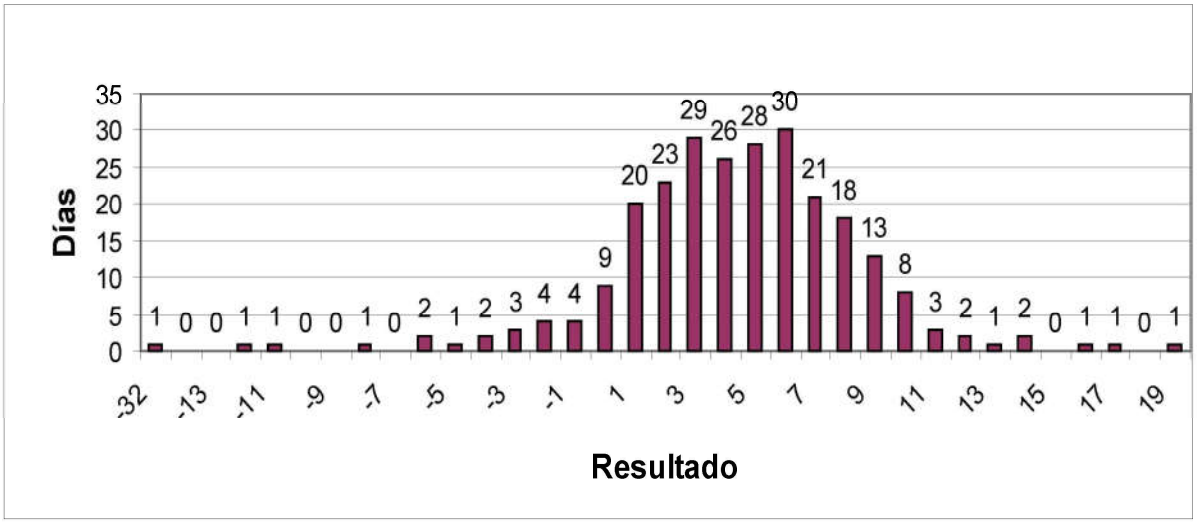
III. Estimación de la pérdida máxima que puede experimentar la cartera, con un determinado nivel de fiabilidad estadística, ante los cambios en el entorno esperados. Esta estimación dependerá de cual haya sido el método escogido para la predicción de la volatilidad futura y de las hipótesis estadísticas que hayan sido realizadas al respecto.

Con relación a esta última etapa las técnicas para la estimación de la volatilidad futura de una cartera se dividen en dos grupos: las basadas en información histórica y las que utilizan la volatilidad implícita en el precio de determinados activos, sobre todo, opciones. En el primer grupo de técnicas, la volatilidad futura se estima sobre la base de datos históricos, midiéndose la misma mediante la desviación típica. Como alternativa de este enfoque, la volatilidad futura se puede determinar a partir de la implícita en el precio de las opciones, ya que ésta, presumiblemente, refleja toda la información relevante que afecta la volatilidad del activo.

Existen distintas metodologías para calcular el VAR de una cartera. El método más común es a través del análisis de varianzas y covarianzas, también conocido como método paramétrico o analítico. Otra forma es utilizando simulaciones. Dentro de esta forma se destacan la simulación por Montecarlo y la simulación histórica.

En ambos casos, se use el método analítico como el método de simulación de Montecarlo, es necesario estimar la variabilidad esperada de cada uno de los factores de riesgo, la cual se denomina volatilidad y su variación en forma conjunta, es decir su correlación para lo cual se efectúa el cálculo de la covarianza.

En la figura podemos ver el histograma de pérdidas y ganancias de un banco durante un año. Cada columna representa la frecuencia de ocurrencia, determinada por el número de días en se obtuvo ese monto de pérdida o ganancia. Por ejemplo, podemos ver que el resultado que se repite con mayor frecuencia (30 días) son beneficios entre 5 y 6 millones de dólares diarios. Asimismo la pérdida máxima fue de 32 millones de dólares y se produjo únicamente una vez. Como tenemos 245 observaciones (días hábiles en un año), el VaR con un nivel de confianza del 95%, sería el valor correspondiente al 5% de la distribución. Es decir, aquel volumen de pérdidas que únicamente sería sobrepasado 12 días (245 * 5%) de los 245. En este caso el valor que corresponde al día 12 de mayores pérdidas es de $3 millones de dólares. En este ejemplo debemos considerar que el modelo VaR es una herramienta para tomar decisiones, aun cuando los datos fueron tomados de forma restropectiva.



La mayoría de los analistas utilizan métodos de estimación de la volatilidad y correlaciones futuras basados en el análisis de las series históricas de rentabilidades de los activos financieros. Asimismo, existen otra serie de métodos para llevar a cabo las predicciones de las volatilidades futuras de acuerdo a las volatilidades implícitas extraídas a partir de los precios de las opciones para aquellos activos que cuentan con dichos mercados, y análisis basados en las expectativas actuales del mercado en vez de las series históricas.

Partiendo de estos supuestos, es posible calcular el VAR de un activo a través de la siguiente formula:

I.

$$VaR_{activo} = V_M \, \sigma_{bono} \, Z_\alpha$$

Donde:

V_M: es el valor de mercado del bono.

σ_{bono}: es la desviación estándar de la rentabilidad esperada del bono ajustada al horizonte temporal deseado.

Z_α: Número de desviaciones estándar correspondientes al nivel de confianza.

En nuestro caso, para un intervalo de confianza del 95% y asumiendo que la desviación típica diaria de las cotizaciones del bono es del 1.45 %, el VAR para un día sería:

$$\boxed{VAR = 100 \times 0.0145 \times 1.65 = 2.392.500 \text{ pesos}}$$

En tanto para calcular el valor en riesgo de una cartera no sólo es necesario calcular las varianzas de los componentes de la cartera, sino también sus covarianzas. El objetivo principal es encontrar un buen predictor de la volatilidad futura de la rentabilidad de la cartera, para lo cual es menester analizar cómo se comportan los activos de la cartera en conjunto. La volatilidad de la cartera dependería de la volatilidad de sus componentes, pero a su vez debemos estimar las correlaciones esperadas entre los activos de la cartera.

La volatilidad de los activos financieros se caracteriza por variar a lo largo del tiempo, de modo que a la hora de calcular el VAR, será necesario tener en cuenta este aspecto. La forma más habitual de calcular el VAR es a través de la matriz de varianzas-covarianzas de las rentabilidades de los activos de la cartera, aunque como mencionáramos existen otros métodos

alternativos como son la simulación histórica y la denominada simulación Montecarlo.

El riesgo (desviación típica) generado por una cartera de dos activos (X e Y) teniendo en cuenta que conocemos la desviación típica de cada uno de ellos (σ_x y σ_y), su coeficiente de correlación (ρ_{xy}) y el porcentaje de inversión (en valor de mercado) en cada activo (α invertido en el activo X y ($1-\alpha$) en el activo Y), se calcularía de la siguiente forma:

$$\sigma_{cartera} = \sqrt{\alpha^2 \sigma^2_x + (1-\alpha)^2 \sigma^2_y + 2\sigma (1-\alpha) \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y}$$

Para una cartera de n activos, la volatilidad o varianza vendría dada por la fórmula:

$$\sigma_{cartera} = \sum \sum \alpha_x \alpha_y \sigma_{xy}$$

Para el cálculo de los parámetros de medición de riesgo de carteras de activos hay que agregar los respectivos valores de cada uno de los activos que componen la cartera teniendo en cuenta las correlaciones existentes entre cada uno de los activos.

De forma matricial, podemos calcular la varianza de la cartera como:

$$\sigma^2_{cartera} = y' \Sigma y$$

donde y es el vector columna de ponderaciones de cada activo dentro de la cartera según su valor de mercado y la matriz de varianzas — covarianzas se define como:

 © Thomson Reuters

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma^2_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma^2_{22} & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma^2_{nn} \end{bmatrix}$$

De modo análogo, podemos calcular la varianza de la cartera a partir de la matriz de correlaciones y la matriz de varianzas

$$\sigma^2_{cartera} = y' \, \sigma\rho\sigma y$$

donde:

y: es el vector columna de ponderaciones de cada activo dentro de la cartera según su valor de mercado.

σ : es la matriz diagonal de varianzas de dimensiones n x n

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

ρ : es la matriz de correlaciones de dimensiones n x n

$$\rho = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \dots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & \rho_{nn} \end{bmatrix}$$

 © Thomson Reuters

Para desarrollar estos cálculos es necesario conocer las volatilidades y correlaciones de todos los componentes de la cartera.

Para la elección del **nivel de confianza para el VAR analítico,** debemos asumir que la distribución de rentabilidades sigue una normal, lo cual tendríamos:

$$\text{prob } (r_t < \mu - 1.65\ \sigma_t) = 5\%$$
$$\text{prob } (r_t > \mu - 1.65\ \sigma_t) = 95\%$$

donde:

r_t : es la rentabilidad para cada período t

μ : es la media de rentabilidades

σ_t es la desviación típica

Trabajando con rentabilidades estandarizadas:

$$r_t = \frac{r_t - \mu}{\sigma_t}$$

$$\text{prob } (r_t < 1.65) = 5\%$$

$$\text{prob } (r_t > 1.65) = 95\%$$

Por lo tanto, se espera que aproximadamente, uno de cada 20 días la rentabilidad estandarizada de la cartera sea inferior a — 1.65. A través de las tablas de distribución normal podemos observar como el VaR de una cola al 95 % corresponde a 1.645 veces la desviación estándar y el VAR al 99 % es equivalente a la desviación estándar de la cartera multiplicada por 2.326.

3. Apreciaciones sobre el modelo

El VAR es un modelo utilizado para calcular la máxima perdida esperada de una cartera de activos. Su principal atractivo radica en su simplicidad: un solo número ofrece información sobre la pérdida potencial a la que una empresa puede tener que hacer frente durante un tiempo determinado. Despeja incertidumbres relacionadas con la cartera y además proporciona información crucial respecto al perfil de riesgo global de la misma. La explicación completa de este método y sus aplicaciones, exceden este trabajo, aunque resulta de gran utilidad en los fondos de renta fija y renta variable (bonos y acciones).

El VAR no se utiliza para comparar riesgos de distintas carteras ya que cada una de ellas posee un nivel diferente de riesgo y distintos grados de volatilidad. No podemos comparar un fondo común de bonos con otro de acciones, ni tampoco corresponde comparar dos fondos de bonos o de acciones entre sí, porque cada cartera es individual y está compuesta por distintos activos con diferente riesgo, volatilidad y correlación.

El plazo es relevante como factor primario del análisis, incidiendo directamente en el cálculo del método y por ende en el riesgo de la cartera.

Suelen mencionarse como desventajas del modelo las siguientes:

* **Gran simplificación de la realidad:** hipótesis iniciales poco realistas: para cuantificar el riesgo se una cartera debemos partir de unas hipótesis iniciales sobre el comportamiento individual y conjunto de los instrumentos que la componen. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un proceso de simplificación de los factores de riesgo a los que está expuesta la cartera.

* **Dependencia del comportamiento histórico de los mercados:** Para medir riesgos de mercado, lo realmente importante no es analizar el comportamiento histórico de las rentabilidades, sino poder estimar cuál será en el futuro su distribución. Por lo tanto, si únicamente se tiene en consideración el pasado reciente, aumenta la probabilidad de que se produzca un escenario muy distinto a los experimentados en el período analizado, provocando una subestimación del riesgo real.

* **Análisis del VAR estático con Riesgo real dinámico:** Para interpretar el VAR asumimos que las posiciones de la cartera permanecen constantes y el riesgo individual de las posiciones y sus correlaciones no sufren alteraciones. Sin embargo, el riesgo es dinámico y el gestor de la cartera debe llevar a cabo un proceso de seguimiento continuo del mismo.

* **No representa el peor escenario posible:** El VAR no se centra en la estimación de acontecimientos extremos que puedan traducirse en fuertes pérdidas para la cartera, de modo que el gestor debe complementar el método con un análisis del peor escenario que puede presentarse.

y como ventajas:

* **Agregación y simplificación:** Puede ser aplicado tanto para medir el riesgo global de una cartera de renta fija o variable, como puede ser agregado para carteras con distintos instrumentos financieros. Podemos calcular del VAR de una posición en un activo concreto de la cartera, como el de la cartera en su conjunto.

* **Fácil interpretación de los resultados del análisis:** Se puede expresar en cualquier moneda. Los resultados se comunican y son tratados por la alta dirección sin la necesidad de que éstos tengan una fuerte base en gestión de riesgos.

* **Seguimiento y la comparación del riesgo a través del tiempo:** Si la institución calcula el VAR día a día, puede analizar como evoluciona el riesgo de su cartera.

* **Fijación de límites basados en el riesgo diversificado de la cartera:** Puede servir como instrumento de medición del riesgo da la cartera y, en consecuencia, se pueden fijar límites al riesgo asumido por los gestores.

* **Cuantificación del riesgo de las inversiones:** La verdadera aportación del VAR no es una cifra resultante del análisis, sino el proceso de levantada de información y elaboración de la misma. El cálculo obliga a los gestores a plantear seriamente los riesgos que se asumen.

* **Medición de riesgos en distintos mercados e instrumentos utilizando la misma unidad de medida:** A través de la descomposición de los instrumentos de la cartera en flujos de caja, es posible homogeneizar las características de riesgo de los instrumentos de una cartera

internacional.

La aplicación del método a la evaluación del riesgo de las inversiones

El método de Monte Carlo se puede utilizar también con éxito en el análisis de las inversiones con riesgo. David B. Hertz ha sido el primero en utilizar dicho método en este campo. En dos trabajos publicados en 1964 y 1968, este autor pone de relieve la gran utilidad de la simulación de los problemas de inversión y financiación. Este aspecto se va a comprender mejor por un ejemplo que pasamos a estudiar seguidamente, concretamente en lo que se refiere a la utilidad de la simulación en el análisis de las inversiones. Dicho autor ha propuesto el ejemplo de la simulación de Monte Carlo para determinar el rendimiento medio y su dispersión de los proyectos de inversión y considera que las decisiones de inversión en la empresa vienen condicionadas por los siguientes factores:

1. Tamaños del mercado
2. Precios de venta
3. Tasa de crecimiento del mercado
4. Participación en el mercado
5. Inversión requerida
6. Valor residual o de recuperación de la inversión
7. Costes variables o de operación
8. Costes fijos
9. Vida útil de los equipos

En el ejemplo que vamos a estudiar a continuación hacemos abstracción de algunos de los factores anteriores, pero podrá observarse con facilidad que el modelo presenta la flexibilidad suficiente para poder aplicarlo sin dificultad a otros contextos en que el número de variables que intervienen es más elevado.

Supongamos el caso de una empresa que trata de introducir en el mercado un producto nuevo. Esta operación le supone a al empresa un desembolso inicial de U$S 7.000.000, con cuya cantidad se puede hacer frente al coste de adquisición de las nuevas máquinas, publicidad y demás costes inherentes al lanzamiento. Esta cantidad, dado que viene expresada en precios actuales, se puede considerar como muy aproximada a la realidad; es decir, vamos a trabajar con ella como si se tratara de una magnitud cierta. La capacidad de las nuevas instalaciones es de 20.000 unidades de producto por año, cantidad que el mercado puede absorber perfectamente, y que vamos a trabajar con ella como si se tratara también de una magnitud conocida con certeza. La vida más probable del producto se estima en 5 años, con la siguiente distribución de probabilidad:

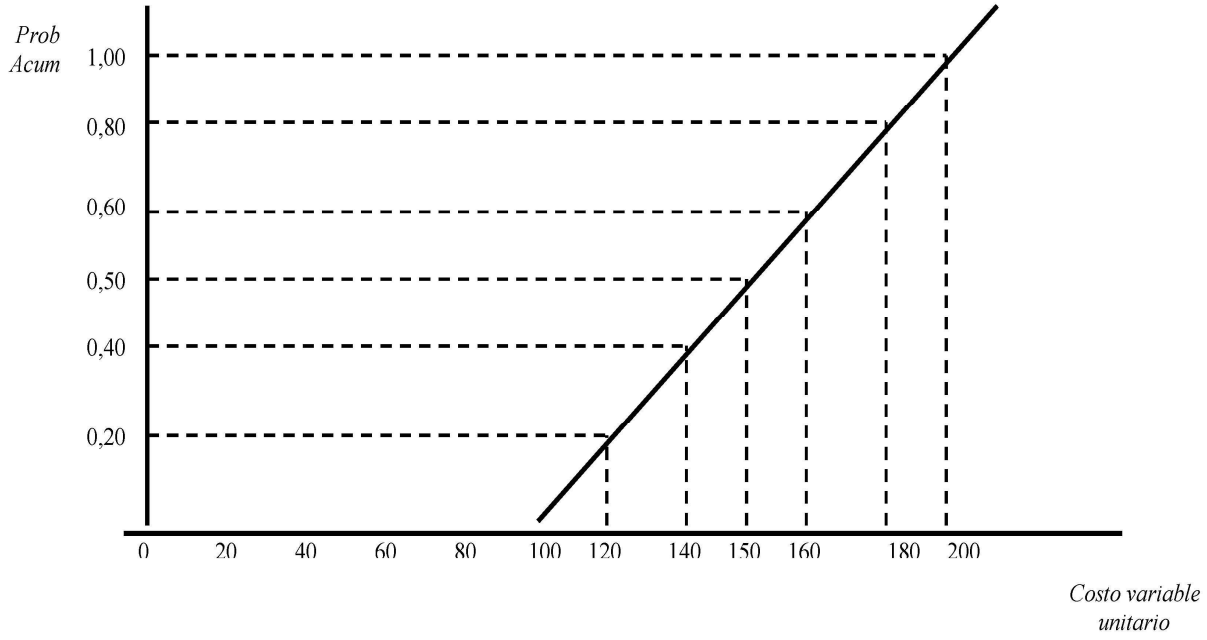
AÑOS DE VIDA	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA
3	0,10	0,10
4	0,20	0,30
5	0,40	0,70
6	0,20	0,90
7	0,10	1,00
	1,00	

El precio de venta del producto tampoco se conoce con certeza. Existe el 50% de probabilidad de que el precio sea de U$S 300, un 25% de que se halle comprendido entre U$S 200 y 300, y otro 25% de probabilidad de que este comprendido entre U$S 300 y 400. Esta información acerca del precio del producto nuevo se recoge en la siguiente tabla.

MARCAS DE CLASE	PRECIO	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA
250	200 – 300	0,25	0,25
300	300	0,50	0,75
350	300 – 400	0,25	1,00
		1,00	

El costo variable unitario no puede conocerse con exactitud, dado que la actual coyuntura económica es muy cambiante y los precios de los inputs necesarios para producir el nuevo producto pueden cambiar con bastante facilidad. Con la información que se tiene disponible se

estima que el coste variable medio durante toda la vida del producto puede oscilar entre U$S 100 y 200, siguiendo una distribución uniforme o rectangular; es decir, no se dispone de información suficiente para poder conocer los valores intermedios privilegiados (con mayor probabilidad).



Para el problema concreto que estamos estudiando, y dada la situación del mercado financiero, se considera aceptable un tipo de actualización o descuento del 5%.

Con todos estos datos se quiere conocer el valor medio del plazo de recuperación del valor capital y de la tasa de retorno de esta inversión, así como sus correspondientes desviaciones estándar.

El valor de dichos parámetros (media y desviación estándar) lo vamos a obtener ahora mediante una simulación de Monte Carlo, y para ellos comenzaremos simulando la duración de la inversión, el precio y el coste variable unitario. A tal efecto, de una tabla de números aleatorios extraeremos las siguientes sucesiones de pares de dígitos aleatorios.

Primer bloque		
64	74	21
62	20	54
26	75	89
98		

Segundo Bloque		
93	58	74
64	52	34
27	25	74
05		

Tercer Bloque		
83	87	24
25	90	98
28	82	74
63		

Con los números aleatorios del primer bloque vamos a simular la duración de la inversión, con los del segundo bloque simularemos el precio y con los del tercero el coste variable unitario. Los sucesivos números de cada bloque los dividiremos por 100, y los llevaremos respectivamente sobre la columna de frecuencias relativas acumuladas de las tablas anteriores (respectivamente) y sobre la ordenada de la última figura, y de esta forma obtendremos los valores correspondientes a las distintas situaciones. Si el número aleatorio que tomamos no

coincide exactamente con un valor concreto de la probabilidad acumulada, sino que se encuentra comprendido en un determinado de ésta, se tomará el valor de la variable que corresponde al extremo superior del intervalo. Los resultados obtenidos de estas simulaciones se recogen en la siguiente tabla.

	Duración	*Precio de venta*	*Coste variable unitario*
Primera simulación	5	350	200
Segunda simulación	6	300	200
Tercera simulación	4	300	140
Cuarta simulación	5	300	140
Quinta simulación	4	300	200
Sexta simulación	5	300	200
Séptima simulación	4	300	140
Octava simulación	6	250	200
Novena simulación	6	300	180
Décima simulación	7	250	180

En base a los valores simulados de la tabla anterior, podemos expresar los flujos dinerarios correspondientes a las 10 simulaciones de los efectos de la inversión. Suponemos que tanto las ventas como los gastos se efectúan al contado, por lo que el flujo neto de caja de cada año se obtendrá multiplicando la producción anual de 20.000 por el precio de venta y se le restará el coste variable total, que se obtendrá multiplicando el coste variable unitario por las 20.000 unidades producidas durante el año. En la siguiente tabla se recogen los flujos de caja correspondientes a cada una de las 10 simulaciones.

Simulación	*Desembolso inicial*	*Flujos netos de caja*						
		Año 1	*Año 2*	*Año 3*	*Año 4*	*Año 5*	*Año 6*	*Año 7*
Primera	7,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000		
Segunda	7,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	
Tercera	7,000,000	3,200,000	3,200,000	3,200,000	3,200,000			
Cuarta	7,000,000	3,200,000	3,200,000	3,200,000	3,200,000	3,200,000		
Quinta	7,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000			
Sexta	7,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000		
Séptima	7,000,000	3,200,000	3,200,000	3,200,000	3,200,000			
Octava	7,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	
Novena	7,000,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	
Décima	7,000,000	1,400,000	1,400,000	1,400,000	1,400,000	1,400,000	1,400,000	1,400,000

Siguiendo la metodología ya conocida, calculamos ahora el plazo de recuperación, el valor

capital y la tasa de retorno, para cada una de las 10 simulaciones cuyos resultados se recogen en la siguiente tabla.

Parámetros de decisión	SIMULACIONES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plazo de Recuperación	2 1/3	3 1/2	2 3/16	3 1/2	3 1/2	3 1/2	2 3/16	7	2 11/12	5
Valor Capital	5.988.428	3.151.384	4.347.040	6.854.323	91.900	1.658.940	4.347.040	-1.924.308	5.181.660	1.100.922
Tasa de Retorno*	0,17	0,11	0,18	0,18	0,05	0,10	0,18	-0,04	0,15	0,07

** la tasa de retorno ha sido calculada utilizando la fórmula simplificada de Erich Schneider*

Para alcanzar resultados más fiables, lo lógico sería hacer un mayor número de simulaciones; pero dado que aquí solo pretendemos una finalidad didáctica, nos conformamos con un número de simulación igual a 10 y trabajaremos con los resultados obtenidos como si efectivamente fueran representativos.

Los valores simulados de los parámetros de decisión contenidos en la tabla anterior conviene ordenarlos como se indica en las tres siguientes tablas, con el objeto de calcular su media y su desviación estándar.

Plazo de recuperación		
Marcas de clase	**Intervalos**	**Frecuencias**
2 1/2	2 - 3	5
3 1/2	3 - 4	3
4 1/2	4 - 5	1
5 1/2	5 - 6	0
6 1/2	6 - 7	1/10

Media muestral = x = 3,4
Desviación estándar = S = 1.218

Valor capital		
Marcas de clase	**Intervalos**	**Frecuencias**
- 1,500,000	- 2,000,000 - -1,000,000	1
- 500,000	- 1,000,000 - 0	0
500,000	0 - 1,000,000	1
1,500,000	1,000,000 - 2,000,000	2
2,500,000	2,000,000 - 3,000,000	0
3,500,000	3,000,000 - 4,000,000	1
4,500,000	4,000,000 - 5,000,000	2
5,500,000	5,000,000 - 6,000,000	2
6,500,000	6,000,000 - 7,000,000	1
		10

Media muestral = x = 3,200,000
Desviación estándar = S = 2,451,530

 © Thomson Reuters

Tasa de retorno		
Marcas de clase	**Intervalos**	**Frecuencias**
- 0,025	- 0,05 - 0	1
0,025	0 - 0,05	1
0,075	0,05 - 0,10	2
0,125	0,10 - 0,15	2
0,175	-0,15 - 0,20	4
		10

Media muestral = x = 0,110
Desviación estándar = S = 0,067

Los resultados obtenidos son de gran utilidad para el analista de inversiones. No sólo se conoce el valor medio del plazo de recuperación, valor capital y tasa de retorno, sino que también se tiene una medida del riego (la desviación estándar). Por otra parte la media muestral constituye una buen estimadora de la media poblacional y la desviación típica muestral lo es de la desviación típica poblacional, y dado que el Teorema Central del Límite nos dice que —cuando el tamaño de la muestra es grande— la media muestral sigue la ley normal, tenemos que:

$$X \longrightarrow N(X,\sigma) \longrightarrow x = \sigma \,.\, \in + X \longrightarrow \in = x - X / \sigma$$

en donde

x = Media muestral

X = Media poblacional

σ = Desviación estándar poblacional

∈ = Variable normal (0,1)

Por lo tanto, utilizando las tablas de la distribución normal podemos calcular la probabilidad de que cualquiera de los tres parámetros decisionales sea superior (o inferior) a un determinado valor, o que caiga dentro de un cierto intervalo.

4. Breve comparación de los tres métodos principales

El método de **varianza-covarianza** es el de más simple implementación, dada la rapidez en su cómputo. Su principal problema consiste en que se basa en supuestos de una distribución normal de los factores de riesgo, y que todas las carteras son lineales en las combinaciones de riesgo.

El método de **simulación histórica**, es también bastante simple de implementar. Solo se requiere la información histórica de los cambios en los precios, pero se requiere que el portafolio sea revaluado una vez por día en el período histórico de la muestra. Las distribuciones pueden no ser normales y las carteras pueden ser no lineales. La principal desventaja es que se utiliza una sola muestra de un curso de acción, la cual puede no ser adecuada para representar distribuciones futuras.

El método de **Monte Carlo** es el más sofisticado y, por lo tanto, el más caro de realizar y el que mayor tiempo insume. Este método no está limitado por los cambios observados en el período de la muestra, dado que las revaluaciones están basadas en muestras tomadas de una distribución estimada de cambios del precio. Como ya se ha visto, puede utilizarse para cualquier distribución y para carteras no lineales.

Cada serie de suposiciones de los tres métodos difieren sobre como se comporta la economía, pero también cada una puede ser defendida teóricamente. Dados una cantidad de recursos disponibles, la elección del método depende de cual ofrece la mayor utilidad para la inversión. Se deberán calcular los costos del cómputo, así como los costos de los errores de cada método antes de tomar una decisión, ya que un modelo que genere una estimación menos precisa del VAR pero que sea económico, puede ser mejor que un modelo más preciso pero más caro.

5. Técnicas de análisis del VAR

Es útil referirse en este caso a las técnicas utilizadas para analizar el VAR en condiciones extremas de mercado, puesto que el VAR no mide las pérdidas bajo cualquier condición de mercado.

Podemos definir:

* Análisis de Escenarios

* Contraste de tensión

* Teoría del Valor Extremo

Análisis de Escenarios

En el análisis de escenarios se definen una serie de suposiciones sobre el futuro comportamiento de determinadas variables que trazan subjetivamente y en forma extrema el escenario futuro en el cual nos vamos a desenvolver, en base a esta suposición estudiamos como se ve afectada la cartera seleccionada.

Contraste de tensión

El método de Contraste en Tensión es aquel en el cual la cartera bajo estudio es sometida a movimientos de precios para determinar cuales causan los efectos más negativos. Un supuesto al realizar el análisis a través del VAR es que la correlación entre los componentes de la cartera en estudio permanece constante durante el período de cálculo del mismo. En realidad, este supuesto no se cumple, puesto que estas correlaciones sufren fuertes oscilaciones por lo tanto, es importante estudiar los efectos en la cartera de cambios en los parámetros estimados.

El contraste de tensión es importante en los casos de que las correlaciones históricas suelen ser poco indicativas de los movimientos en los precios bajo condiciones extremas de mercado. Las relaciones históricas suelen desestabilizarse.

También, cuando situaciones extremas de mercado normalmente se prolongan por períodos superiores a un día. Ello hace que el VAR con un horizonte temporal de un día subestime el riesgo para movimientos extremos de precios. Por ejemplo, los efectos de una fuerte subida de las rentabilidades de la deuda se suelen traducir en una caída de la liquidez, aumento de la volatilidad en los mercados, etc.

Entre los objetivos del contraste de tensión encontramos:

* Descubrir aquellos riesgos encubiertos dentro de la cartera.

* Comprobar los efectos del incumplimiento de las hipótesis de partida llevadas a cabo para el cálculo del VAR.

* Presentar una visión mas completa del riesgo real a la dirección de la institución.

Clases de contrastes de tensión

* Escenarios históricos (tormentas monetarias, subidas de tipos,...).

* Escenarios hipotéticos (diseñados por los gestores para intentar cubrir posibles movimientos de precios).

* Contrastes de tensión automáticos.

* Movimientos paralelos/no paralelos de la curva de tipos de distintas intensidades.

* Posibles devaluaciones de varias intensidades, etc.

Teoría del Valor Extremo

La teoría del valor extremo basa su análisis en el estudio de los valores negativos extremos que toman los rendimientos de una cartera determinada y supone que dichos valores pueden ser volcados a un modelo.

La teoría del valor extremo se basa en conceptos del campo actuarial, a través del análisis y cuantificación de acontecimientos catastróficos. Por lo tanto, para analizar los extremos de la distribución, es necesario contar con la información disponible sobre fuertes movimientos de precios en el pasado, e intentar ajustar dichas observaciones a través de una función. Esta teoría normalmente requiere que los rendimientos sean independientes y sigan la misma distribución. Por medio de este enfoque se pretende determinar las características en el comportamiento de los valores de las distintas rentabilidades extremas. La contrastación empírica de la teoría del valor extremo suele ofrecer mejores resultados en los extremos de las colas que el VAR.

6. Nuevas perspectivas del riesgo de crédito

El riesgo de crédito es con diferencia el más importante de los que afectan a la actividad bancaria, y se puede definir como aquel que mide la probabilidad de incurrir en pérdidas como consecuencia del incumplimiento (default) de las contrapartes.

Pese a su enorme importancia, los sistemas de medición y evaluación del riesgo de crédito, hasta hace poco tiempo, se limitaban al estudio de la estructura financiera y la solvencia del deudor en el momento de la concesión de cada operación (en el plano individual), así como el cumplimiento de los coeficientes de solvencia y de las provisiones contables establecidas por la autoridad supervisora (desde un punto de vista global).

Los métodos de control de riesgo de crédito tradicionales y los criterios de clasificación emanados de la normativa bancaria vigente, se han mostrado insuficientes como herramientas a utilizar e la asignación de capital, al no reflejar con precisión el nivel real de riesgo incurrido en el caso de carteras concretas. Ante esta situación, las entidades han comenzado a desarrollar modelos alternativos de medición basados principalmente en la adopción de sistemas internos de rating y en la elaboración de modelos cuantitativos (medición estadística de la probabilidad de impago, VAR crediticio).

Modelos cuantitativos, VAR crediticio

Por el momento son pocas las entidades que han apostado por el desarrollo del modelo cuantitativo como principal herramienta de medición del riesgo crediticio. Actualmente son utilizados sobre todo para validar la calidad y coherencia de los propios rating internos, con un mayor componente subjetivo a partir del criterio (supervisado y coordinado) de un equipo de analistas. Mediante al utilización de modelos cuantitativos es posible calcular el nivel de capital económico necesario para cubrir adecuadamente el riesgo de crédito. Dicha cobertura tiene en cuenta tanto la pérdida esperada (basada en la probabilidad media) como la pérdida inesperada (basada en la varianza, es decir en la volatilidad del riesgo). El volumen de capital económico se suele determinar en función de una tasa máxima de insolvencias que ha de ser consistente con el nivel de rating externo que desea alcanzar cada entidad.

Por ejemplo: una entidad que tenga como meta una calificación "A", debería fijar como objetivo una cobertura de un 99,97%, que se corresponde con la probabilidad de impago de una operación de riesgo similar en el plazo de un año de un 0,03%.

Los modelos cuantitativos presentan dos enfoques básicos:

* Default Risk

* Mark to Market Risk

El modelo de Default Risk tiene en cuenta la probabilidad de impago de un cliente en un horizonte temporal determinado (generalmente un año) a partir del tratamiento estadístico de una gran base de información histórica.

El modelo de Mark to Market Risk, no tiene solo en cuenta la probabilidad de impago, sino que valora también la mejora o deterioro en el nivel de riesgo del titular en cada momento.

Un aporte adicional de los modelos cuantitativos es que tienen en cuenta el grado de correlación, que puede ser positivo o negativo, existente entre los distintos riesgos que

conforman la cartera de inversiones de cada entidad. No todos los factores de riesgo (aumento del precio del petróleo, recesión económica, innovaciones tecnológicas, condiciones climáticas) tienen que afectar a todas las inversiones de la misma forma, de hecho, el riesgo asociado a un portafolio suele ser inferior a la suma de los riesgos individuales que lo conforman.

El cálculo de los niveles de correlación es complejo ya que generalmente no es rentable obtener una estimación histórica a partir de los datos internos; en lo que se refiere a la información externa disponible, además de incorporar un mayor grado de subjetividad, generalmente no se adapta a las características de la cartera concreta.

Los principales modelos cuantitativos de valoración del riesgo de crédito disponibles en el mercado son los siguientes:

* Modelo Credit Potfolio Manager TM: Creado por KMV, la probabilidad de impago se calcula según el método de valoración de opciones de Merton.

* Modelo Creditmetrics TM : Creado por JP Morgan, permite conocer la probabilidad de deterioro o mejora en el rating, así como el impago asociado a la correlación, a partir de una gran base de datos históricos.

* Modelo Credit Portofolio View TM: Creado por McKinsey. El riesgo de impago se estima a partir de un modelo de simulación que tiene en cuenta los movimientos que se producen en el entorno macroeconómico.

* Modelo Credit Risk TM : creado or Credit Suisse. La distribución de la pérdida potencial se calcula por medio de modelos estadísticos similares a los empleados por el sector asegurador.

Se podría suponer que la utilización de uno u otro modelo daría unos resultados distintos, no obstante, los primeros trabajos comparativos muestran que dichas diferencias son reducidas. En los últimos años las entidades has desarrollado nuevos instrumentos de medición del riesgo crediticio, basados principalmente en la utilización de sistemas internos de rating y la implantación, como apoyo, de modelos cuantitativos.

En la actualidad este tipo de instrumentos sirven para mejorar el control y el seguimiento del riesgo (tanto a nivel global como individual), asignar el capital económico de forma más eficiente (modelos RAROC) y son una alternativa con la cual medir el nivel necesario de provisiones.

En el futuro el grado de desarrollo de los mismos se puede ver impulsado si finalmente las autoridades supervisoras asumen este tipo de modelos en el cálculo del coeficiente de solvencia, y paralelamente, se desarrolla un mercado profundo y líquido de nuevos instrumentos financieros.

7. El VAR y nuevos enfoques en el mundo de las finanzas

Como se ha definido anteriormente, se puede decir que hablamos de VAR refiriéndonos al intervalo de confianza en el cual tenemos las posibles pérdidas que genera una cartera de inversiones en un laso de tiempo. Para realizar estas consideraciones nos basamos en diferentes supuestos, adoptando para construir la distribución algunos de los métodos estudiados

anteriormente, ya sea el de simulación (Método Montercalo), el analítico, (Risk Metrics) o el método histórico (Historical Pattern).

Independientemente del VAR de la cartera seleccionada, es necesario conocer otros parámetros a fin de llevar adelante un estudio más completo de los componentes de el portafolio de inversiones seleccionado, se deberá estudiar entonces:

* El VAR del componente, cuanto se puede atribuir a cada componente en particular del portafolio de inversiones que corresponda al VAR diversificado.

* VAR Incremental, es decir como se incrementa el VAR al incorporar un nuevo componente a la cartera.

* VAR Marginal, cual es la contribución de cada componente respecto de VAR del portafolio diversificado.

El análisis de estas tres medidas de VAR es de suma importancia para comprender y completar el estudio de riesgo en una cartera determinada, a través de las mismas se puede resguardar la inversión alterando, ante un VAR muy alto, la composición del portafolio, o bien por medio del VAR incremental saber cuanto aumenta o disminuye el VAR total cuando se incorpora un nuevo componente, además de permitir resaltar las posiciones de mayor riesgo o fortaleza.

Siendo que el VAR es la mínima pérdida esperada para un determinado período de tiempo, definiendo el intervalo de confianza deseado. Por medio de esta técnica se mide cuán expuesta esta una cartera de inversiones al riesgo. Podríamos ejemplificar lo antedicho suponiendo que tenemos una cartera de inversiones, y necesitamos saber con un nivel de confianza del 97% cual sería el peor resultado que podría arrojar en la próxima semana esta inversión, el número calculado en estas circunstancias, nos predice que existe una probabilidad del 3% de que en la próxima semana se de un resultado negativo de esa magnitud. Supongamos que el número del ejemplo sea $ 100.- esto quiere decir que es mas probable (97% de probabilidad) de que el resultado negativo del portafolio sea menor a $ 100.

VAR delta y VAR beta

Para comprender los conceptos de VARdelta y VARbeta se debe conocer como funcionan los métodos estándar para calcular el VAR en forma analítica. La metodología del VAR analítico se origina a partir de la moderna Teoría del Portafolio, pero introduce en el análisis la descomposición de los instrumentos que componen el portafolio en flujos de caja equivalentes, con el fin de analizar las características de riesgo dentro del portafolio. El análisis del VAR comienza con la sustitución de los instrumentos de un portafolio por ciertos flujos de caja a valor presente y su correspondiente característica frente al riesgo. Se denomina a este mecanismo "Representación de los Instrumentos originales del portafolio en flujos de caja", ya que consiste en la desagregación de los instrumentos del portafolio en sus flujos de caja equivalentes, asegurándose que dichos flujos de caja se asignen a ciertos vencimientos (vértices) para los cuales existen series estadísticas que nos permiten analizar su riesgo individual (volatilidad) y riesgo conjunto del portafolio (covarianza), concluida esta operación, se aplica el análisis varianza-covarianza a los flujos de caja resultantes para estimar el riesgo global de la cartera tras tener en cuenta la reducción del riesgo derivado de la diversificación

entre los distintos componentes del portafolio. Como resultado de este análisis, se obtiene un VAR que refleja cuanto es lo máximo que puede perder la inversión para una probabilidad específica y un tiempo determinado, considerando condiciones de mercado normales.

VARdelta

Conocido el VAR de un portafolio de inversiones, resulta de suma utilidad poder operar con este valor a fin de responder a diferentes situaciones hipotéticas planteadas en torno a variaciones del mismo, en tal sentido es interesante saber de que manera se podría, por ejemplo, reducir este valor, o bien cuales de los componentes de la cartera resulta ser más riesgoso, o de que manera lograr una reducción de riesgo total en la cartera seleccionada. Se pretende desarrollar una metodología que permita determinar la contribución al riesgo de los distintos componentes de la cartera de inversiones, considerando además los efectos derivados de la diversificación entre estos componentes, y al mismo tiempo analizar el efecto marginal al realizar una nueva operación de compra o venta de los componentes de la cartera. Para el desarrollo de esta metodología se utiliza el concepto de VARdelta.

VARbeta

La forma tradicional de analizar el riesgo de las distintas partes de una cartera de inversiones, era segmentando la misma en diferentes subgrupos, y calculando el VAR en cada subgrupo. Esta manera de realizar el análisis no consideraba la interrelación entre los distintos subgrupos de al cartera, en casi todos los casos, la suma de los resultados de VAR obtenidos para cada subgrupo (siendo este no diversificado), no coincidía con el VAR total de la cartera diversificada. Se hace necesario el encontrar un método que permita identificar la contribución de los distintos elementos de la cartera al VAR diversificado de la misma. Basado en el concepto de VARdelta, se desarrolla el método de Componentes Determinantes del VAR, que permite atribuir la parte del VAR que aporta cada subgrupo o componente de la cartera al VAR total de la misma.

Este método debe cumplir una serie de requisitos:

I. Si la suma de los elementos componentes representa la cartera completa, entonces la suma del VAR de todos los componentes debería ser igual al VAR de la cartera diversificada.

II. Si reiteráramos un componente de la cartera, el método de componentes del VAR debería indicarnos en cuanto se va a reducir el valor de la cartera aproximadamente.

III. El valor asignado por el método de componentes del VAR será negativo para aquellos componentes que funcionan como cobertura para el resto de la cartera.

Asociado a estos requisitos, podemos calcular el tanto por ciento del VAR que se debe a un determinado componente de la cartera, y haciendo un paralelismo con el beta del CAPM, podemos definir a este concepto como el VARbeta. El VARbeta de un componente de una cartera nos indica la sensibilidad del VAR ante cambios en dicho elemento.

Supongamos que la contribución en una cartera de inversiones de las Letras del Tesoro Argentino en el VAR total de la misma es de un 28%, esto significa que el 28% del VAR de la cartera se debe a la presencia de dichos títulos dentro de la misma, si duplicáramos nuestra tenencia de Letras del Tesoro, el VAR aumentaría aproximadamente un 28%.

Asimismo, un activo que se correlaciona negativamente con el resto de la cartera en su conjunto, contribuirá en forma negativa al riesgo total de la cartera.

La Contribución de cada componente de la cartera al VAR total expresado en la moneda de referencia de cálculo se conoce como Contribución al Riesgo.

Si se divide dicha cantidad por el VAR de la cartera, obtenemos un porcentaje que representa el porcentaje del VAR causado por el componente de la cartera, también denominado VARbeta, y es igual a:

$$VeRBeta(a, p) = \frac{[p'Q]a}{\sqrt{p'Qp}}$$

Donde:

* Q es la matriz de varianzas — covarianzas ajustada para el período de tiempo e intervalo de confianza deseado.

* p es el vector de dimensiones (nx1) de cestas de flujos de la cartera expresadas en la moneda de referencia de cálculo del VAR y en valor presente, para cada vértice.

* a es el vector de flujos de caja de un componente de la cartera, y está compuesto de la cesta de flujos de caja correspondientes a una serie de vértices.

* (p´Q) es el vector que resulta del producto del vector de flujos de caja correspondientes a los vértices en los que se representan los riesgos de la cartera (p´) multiplicado por la matriz de varianzas — covarianzas ajustada al período de tiempo e intervalo de confianza deseado.

* la raíz cuadrada de p´Qp es el VAR total de la cartera en la moneda de referencia dada.

El VARbeta tiene una serie de propiedades que facilitan su uso e interpretación:

I. VARbeta es aditivo, es decir, si tenemos dos posiciones dentro de la cartera, X e Y, el VARbeta de (X+Y) es igual al VARbeta(X) más el VARbeta(Y). Ello nos permite conocer la contribución al riesgo de distintos componentes de la cartera simplemente sumando sus respectivas VARbetas.

II. La suma de las VARbetas de todos los componentes de la cartera sobre el que se calculan es igual a uno (100%).

Aplicación del VARdelta

Por medio de la aplicación de este método, podemos estimar el efecto incremental que sufre una cartera de inversiones, al agregarse una nueva operación a la cartera. Previamente se debe calcular un vector, el vector VARdelta, que representa la dirección de flujos de caja en la cual el VAR aumenta a una mayor velocidad.

Se puede calcular el riesgo adicional de la nueva operación por medio de dos métodos:

El primero consiste en calcular el VAR de una cartera antes y después de incluir dicha operación o activo. Si el VAR es menor tras incluirlo, se dice que dicha operación tiene un VAR marginal o incremental negativo. Si por el contrario, el VAR después de incluir dicha operación es superior, dicha operación tiene un VAR marginal positivo.

El segundo método consiste en medir el efecto marginal de una nueva operación en la cartera a través de una aproximación denominada VARdelta. El VARdelta es similar al concepto de delta de una operación financiera, es decir, nos permite conocer, de forma aproximada, la tasa de cambio del VAR ante cambios en uno o varios de los flujos de caja de los instrumentos que componen la cartera. La principal ventaja de este segundo método es que nos permite calcular el VAR marginal sin necesidad de tener que volver a estimar el VAR de la cartera completo. A pesar de tratarse de una aproximación, este método puede utilizarse por la mayoría de las instituciones financieras con carteras ampliamente diversificados.

$$VeRdelta = \nabla VeR(p) = \nabla \sqrt{p'Qp} = \frac{Qp}{\sqrt{p'Qp}}$$

donde Q es la matriz de varianzas — covarianzas ajustada para el período de tiempo y el intervalo de confianza deseado. Las dimensiones de Q son (nxn), siendo n el número de vértices predeterminados, p es el vector de dimensiones (nx1) de cestas de flujos de caja expresadas en la moneda de referencia de cálculo del VAR y en valor presente, para cada vértice. La raíz de p´Qp es el VAR total de la cartera en la moneda de referencia dada. El vector VARdelta tiene dimensiones (nx1), siendo n el número de vértices en la matriz de varianzas — covarianzas.

Cada componente del vector VARdelta nos indica cómo reaccionará el VAR de la cartera ante cambios en los flujos de caja correspondientes a dicho vértice, es decir, nos proporcionará una estimación del impacto en el VAR derivado de añadir una unidad en las cestas de flujos de cajas correspondientes. Por lo tanto, contamos con un mecanismo a través del cual cualquier operación propuesta puede ser examinada rápidamente a través del vector VARdelta, sin necesidad de tener que analizar otra vez la cartera de la institución por completo.

Adicionalmente a lo expresado, el vector VARdelta puede utilizarse también para:

* Comparar el costo de cubrir una posición con la reducción en el VAR que se consigue luego de dicha cobertura.

* Poder analizar marginalmente cada operación nueva, sin tener que examinar nuevamente el VAR de la cartera.

* Clasificar cada vértice o factor de riesgo en términos de su impacto en el VAR diversificado de la cartera.

8. Un caso de aplicación

Ejemplo 1

Supongamos que somos una empresa con una cartera compuesta de una posición compradora de 12 millones de EUROS y una posición vendedora de 400 millones de yenes

japoneses (JPY), ambos al contado. Los tipos de cambio respectivos contra el dólar son de 1.5 E/U$S y 100 JPY/U$S y vamos a asumir que no existe riesgo de tipos de interés. Deseamos conocer el VAR a un día para un nivel de confianza del 95% en dólares estadounidenses.

Por motivos de simplicidad hemos elegido una cartera cuyos instrumentos pueden ser representados en términos de únicamente dos vértices. En este caso podemos determinar dichos vértices o factores de riesgo de la cartera como el tipo de cambio E/U$S y el tipo de cambio JPY/U$S. Si se tratara de un inversor argentino, dichos factores de riesgo serían el tipo de cambio E/$ y JPY/$.

El VAR es una función de p, el vector de cestas de flujos de caja, es decir:

VAR = VAR(p)

La forma de dicha función vendrá dada por la matriz de varianzas — covarianzas.

Para calcular al VAR de la cartera, debemos hacer: (1)

$$VaR(p) = \sqrt{p' Q\, p}$$

Por lo tanto, en primer lugar debemos definir los vértices de la matriz de varianzas — covarianzas. En este caso dicha decisión es bastante sencilla, porque únicamente tenemos dos instrumentos que se corresponden directamente con dos variables sobre las que podemos conseguir información de forma relativamente sencilla, es decir, los tipos de cambio E/U$S y JPY/U$S. Una vez definidos los vértices, debemos conseguir información sobre la covarianza entre ambos tipos de cambio y sus respectivas volatilidades. Existen multitud de métodos para calcular dichos parámetros, y vamos a suponer que hemos determinado que la covarianza es 0.024 y las varianzas son 0.04 para el DM/U$S y 0.16 para el JPY/U$S, ambas anualizadas.

A continuación debemos definir la representación de los componentes de la cartera en flujos de caja equivalentes en función de los vértices de la matriz de varianzas — covarianzas. En este ejemplo dicho paso sería muy sencillo ya que no es necesario descomponer los distintos instrumentos de la cartera.

Los elementos del vector de flujos de caja p = m(P), representan los instrumentos de la cartera original. Dichos flujos de caja deben estar expresados en valor presente y en la misma moneda de referencia para que puedan ser agregados posteriormente. La moneda que estamos utilizando es el dólar estadounidense. Por tanto, los elementos del vector p son los flujos de caja en dólares expresados en valor presente, es decir, una posición compradora en E a 8 millones de dólares, y una posición vendedora en JPY equivalente a 4 millones de dólares. También podríamos calcular el VAR a través de la matriz de correlaciones, aunque en este caso utilizaremos la matriz de covarianzas. Sustituyendo la información provista sobre la cartera, tendríamos:

$$p = \begin{bmatrix} 8 \\ -4 \end{bmatrix}, \; k = 0.1016, \; \Sigma = \begin{bmatrix} 0{,}040 & 0{,}024 \\ 0{,}024 & 0{,}160 \end{bmatrix}$$

Podemos ver como p es el vector de flujos de caja expresado en la moneda de referencia, es decir, dólares estadounidenses. También tenemos la matriz de varianzas — covarianzas original, ¿ Debido a que sus elementos están expresados en términos anualizados, habrá que aplicar un factor de escala a sus componentes para que queden expresados en términos de nivel de confianza y período de tiempo deseados, es decir, 95% y un día respectivamente.

Aplicando el factor de escala a la matriz original, obtendremos la matriz ajustada Q.

$$Q = k^2 \; x \; \Sigma = \begin{bmatrix} 4{,}13 & 2{,}48 \\ 2{,}48 & 16{,}52 \end{bmatrix} x \; 10^{-4}$$

Podemos calcular el VAR simplemente sustituyendo los valores en (1)

Continuando con el ejemplo que consistía en una posición compradora en E de 8 millones de dólares y una posición vendedora en JPY de 4 millones de dólares, el vector VARdelta vendrá dado por la fórmula:

$$\nabla VeR = VeRdelta = \frac{Qp}{\sqrt{p' Qp}} = \begin{bmatrix} 0.01203 \\ -0.02405 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 120 \\ -240 \end{bmatrix} p.b.$$

VARdelta es un vector de cantidades expresadas en porcentajes que representan un cambio en el VAR por unidad de cambio en los flujos de caja componentes.

El VARdelta nos indica el incremento (o disminución) marginal en el VAR que resulta tras añadir una unidad (en la moneda de referencia) en la cesta de flujos de caja del vértice correspondiente.

Utilización del concepto VARdelta en informes de Gestión de Riesgo

Exposición Marginal

Vértice	Flujo de caja	VARdelta
E	U$S 8 millones	120p.b.
JPY	U$S 4 millones	-240p.b.

 © Thomson Reuters

Vértice Flujo de caja VARdelta

E U$S 8 millones 120p.b.

JPY U$S 4 millones -240p.b.

En este ejemplo, los elementos del vector VARdelta se pueden interpretar de la siguiente forma: si añadimos el equivalente a un dólar en E en dicho vértice, el VAR de la cartera aumentaría aproximadamente 0.012 dólares. Por el contrario, si añadimos el equivalente a un dólar en el vértice correspondiente a los yenes, el VAR decrecería en 0.024 dólares.

El vector VARdelta muestra el riesgo marginal de añadir un nuevo flujo de caja. Podemos pensar sobre el VAR en términos de la exposición marginal de cada flujo de caja después de tomar en consideración las interrelaciones entre los instrumentos existentes en la cartera. Normalmente, los elementos del vector VARdelta se miden en puntos básicos (o tantos por ciento), y no tienen dimensión.

Ejemplo 2

Se asume que se tiene $100 millones en pagarés a mediano plazo. La pregunta es ¿cuánto podría perderse en un mes? Su respuesta es fundamental para los decisores puesto que sin ella no podrían decidir si los rendimientos esperados de la inversión compensan adecuadamente el riesgo asumido.

Para responder la pregunta, como primera medida hay que analizar las características de los pagarés a mediano plazo y obtener los rendimientos mensuales obtenidos por los mismos durante un período significativo de tiempo pasado.

Los rendimientos abarcaron desde una baja de —6.5% a un alza de +12. Ahora debe construirse una "distribución de frecuencias" que vaya desde el menor al mayor número y contar cuantas observaciones cae dentro de cada rango. De esta forma se obtiene una "distribución de probabilidad" para los rendimientos mensuales, la cual nos detalla cuántas ocurrencias han sido observadas en el pasado para un rango en particular.

Para cada rendimiento, debe calcularse la probabilidad de observar un rendimiento más bajo. Se debe elegir un nivel de confianza, por ejemplo del 95% y para este encontrar en el gráfico un punto tal que exista un 5% de probabilidad de encontrar un rendimiento más bajo. Este número es —1.7%, todos los casos de rendimientos menores a —1.7% suman en total un 5% del número total de meses. Esto asumiendo que los rendimientos están distribuidos normalmente. Por lo tanto se podría afirmar que el VAR de un portafolio de $100 millones es de $1.7 millones y que hay solo un 5% de posibilidad de que el portafolio caiga más que ese valor. En definitiva ante una audiencia no especializada se podría decir que en condiciones normales de mercado lo más que puede perder este portafolio es $1.7 millones. Este número resume la exposición del portafolio al riesgo de mercado y la probabilidad de un cambio adverso.

Consideraciones finales

Hemos abordado a lo largo del presente trabajo la temática del VAR, el desarrollo de los principales métodos para su cálculo y su paulatina utilización como herramienta

complementaria en el análisis de riesgo por parte de las entidades financieras.

Como bien decimos a lo largo del artículo, el VAR no arroja como resultado el peor escenario posible, sino que establece cual sería, dentro de un intervalo de confianza prefijado, la máxima perdida que soportaría la cartera de inversiones en estudio.

Es necesario recordar, que por si solo el análisis del VAR es insuficiente como herramienta en la toma de decisiones, aunque constituye un complemento de suma importancia en este aspecto.

En definitiva, el aporte de la metodología VAR es muy importante en el análisis y evaluación de proyectos de inversión, si bien en nuestro país todavía se encuentra en una etapa de tibia implementación, descontamos que en el futuro y merced a los avances tecnológicos antes mencionados, será una herramienta de uso corriente.

Fuentes

* Valor en riesgo. Philippe Jorion. Editorial Limusa 1997.

* La gestión del riesgo financiero. José Ignacio Jiménez Enríquez de Salamanca. Editorial Pirámide.

* Trabajos presentados en el Centro de Matemática aplicada a la Gestión y la Economía de la FCE UBA.