No más VAN: el Value at Risk (VaR) del VAN, una nueva metodología para análisis de riesgo

Eduardo Contreras y José Miguel Cruz[1]

Resumen

La práctica de la evaluación de proyectos a la fecha, considera la incorporación del riesgo fundamentalmente a través de la tasa de descuento, basado en el modelo CAPM (Capital Assets Pricing Model), el cual se de deriva de la teoría de carteras de Harry Markowitz.

El riesgo del proyecto es usualmente medido por la desviación *standard* de su distribución de probabilidades. En los textos más difundidos de finanzas corporativas (por ejemplo en Brealey & Myers, 1993), se da por establecido que cuando hay posibilidades de diversificación, el riesgo que cuenta es sólo aquel que no se puede diversificar, y debe ser medido en relación al aporte que el proyecto realiza el riesgo de la cartera del inversionista, y como se muestra en este punto, este riesgo quedaría totalmente incluido en la tasa de descuento. En este artículo partiremos de esa premisa, para después llegar a un planteamiento alternativo: el Value at Risk (VaR)[2].

[1]Departamento de Ingeniería Civil Industrial (DII), Universidad de Chile. Centro de Gestión (CEGES) .José Miguel Cruz (Ph. D, jmcruz@dii.uchile.cl) y Eduardo Contreras (MBA, econtrer@dii.uchile.cl) participan como investigadores del proyecto Fondef 1087 – Atacama Resource Capital.

[2] Otra alternativa es la metodología de valoración por opciones reales.

Riesgo Diversificable y Riesgo No Diversificable.

Al inversionista, le importa tanto el valor esperado del fruto de sus inversiones como el riesgo de las mismas. Salvo que una nueva inversión esté perfectamente correlacionada con su portafolio (caso en que esta comprando más de lo mismo), la contribución de la nueva inversión al riesgo del portafolio, es menor que la varianza de la nueva inversión. Por esto al valorar sin considerar los efectos de diversificación se estará subvaluando la inversión.

La implicación es que al evaluar un proyecto, debe considerarse el efecto de la misma sobre el retorno esperado y el riesgo del portafolio diversificado de un inversionista. Se necesita entonces más información: es necesario estimar las correlaciones (o las covarianzas) entre la rentabilidad de la empresa y los otros activos del portafolio.

La “gracia” de la diversificación es que mientras el retorno esperado del portafolio es igual a la suma ponderada de los retornos esperados de sus componentes, la variabilidad del portafolio es menor a la suma ponderada de las variabilidades de sus activos componentes, en la medida que los activos no estén perfectamente correlacionados. Esta reducción de riesgo es llamada efecto diversificación (ver por ejemplo, Statman, 1987). Es una representación cuantitativa de la regla de “no poner todos los huevos en una misma canasta”.

Cuando un inversionista ha invertido en todas las posibles alternativas disponibles en una economía, queda aún una componente de riesgo no diversificable remanente (también denominado riesgo país).

El Modelo CAPM

Uno de los modelos más difundidos para incorporar el riesgo en la tasa de descuento, ha sido el modelo de valoración de activos de capital, más conocido como CAPM (*capital asset pricing model*), el que se deriva del modelo de portfolio de Markowitz (ver Sharpe, 1964). Este considera que las rentabilidades futuras de las distintas alternativas de inversión son variables aleatorias.

El modelo de Markowitz (Markowitz, 1952) plantea la minimización del riesgo del portafolio (medido por medio de la varianza del mismo) sujeto a un nivel mínimo de rentabilidad esperada por el inversionista. Alternativamente, se puede plantear el problema dual de maximización de la rentabilidad esperada sujeto a un nivel máximo de riesgo del portafolio. En el óptimo las soluciones de ambos problemas coinciden.

En la deducción del espacio de soluciones óptimas del modelo (frontera de carteras eficientes), se consideran solamente inversiones riesgosas. Si se agrega la posibilidad de invertir en un activo de cero riesgo, tenemos que el inversionista podrá combinar la inversión en activos riesgosos con el de cero riesgo. Si se expresa la rentabilidad del portafolio como la rentabilidad promedio ponderada de invertir en un activo "i" cualquiera, y en la combinación "m" de los restantes activos, se puede deducir el conocido modelo de valoración de activos de capital (CAPM):

$$E(ri) = Rf + Cov(i,m) / \sigma_m 2 * (E(rm) + Rf)$$

donde:

E (Ri)	:	retorno esperando sobre el activo riesgoso **i;**
Rf	:	tasa libre de riesgo;
E (Rm)	:	retorno esperado sobre el portafolio de mercado **m.**

El coeficiente de riesgo sistemático o factor beta se define por:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(Rm)}$$

siendo:

Cov (Ri, Rm) :	Covarianza entre el activo riesgoso i y el portafolio de mercado m; y
Var (Rm) :	Varianza del portafolio de mercado m.

El coeficiente de riesgo sistemático representa el riesgo no diversificable, es decir, el riesgo de la economía como un todo. El riesgo total se puede definir como:

Riesgo Total = Riesgo sistemático + Riesgo no sistemático

El riesgo no sistemático se puede eliminar mediante la diversificación de las inversiones de los individuos, por lo tanto el único riesgo relevante y no diversificable es el sistemático.

De esta manera, la tasa de descuento relevante para descontar los flujos de caja del inversionista, sería directamente la obtenida del modelo CAPM.

Validez del Modelo CAPM

La evidencia empírica es mixta. Por una parte se ha determinado que los retornos promedios de largo plazo están significativamente relacionados con el beta, sin embargo el CAPM no "parece" funcionar en los pasados 30 años. Fama y French (1996) sugieren que el CAPM está muerto porque desde los 60s se ha observado entre otras cosas lo siguiente:

- Acciones de empresas pequeñas han tenido un retorno significativamente mejor que lo que predice CAPM.
- Acciones con bajas razones precio a valor libro han tenido una rentabilidad significativamente mejor que lo que predice CAPM
- Después de ajustar por los dos factores anteriores, el coeficiente beta tiene poco poder de explicación de los retornos de una acción.

Además, nadie sabe con certeza como definir y medir el portafolio de mercado. Si usamos el índice de mercado equivocado puede llevar a respuestas erróneas. En estricto rigor, la cartera de mercado debería incluir todas las inversiones riesgosas, no sólo acciones sino también bienes raíces, inversión en capital humano y otras. Esta deficiencia práctica fue enfatizada por Roll

(1977). Esta crítica pretende ser superada por algunos modelos alternativos que se reseñan más adelante.

Asimismo, desde el punto de vista econométrico, y considerando que en muchos casos se debe trabajar con series cortas de datos, el CAPM es difícil de probar y también de rechazar.

Ciertamente el modelo CAPM no entrega todas las explicaciones a la forma en como empíricamente se determina el retorno de los activos y han surgido nuevos modelos como extensiones del CAPM. Algunos de ellos son:

- *Consumption* CAPM
- CAPM de Múltiples Factores
- CAPM Internacional
- Modelo APT (Arbitrage Pricing Theory)

Un método alternativo: el VaR del VAN

Es necesario aclarar que la teoría financiera establece que el riesgo que debe ser incorporado en la tasa de descuento, no es cualquier riesgo: solamente el riesgo sistemático es el que deberá ajustar la tasa libre de riesgo y constituirse en una prima de riesgo relevante. Es decir aquel riesgo que no es posible diversificar inclusive en una cartera bien constituida y representativa de los principales riesgos que el mercado ofrece.

Esta prima por riesgo, que se define a partir del beta del proyecto, es la que captura la valorización que el mercado realiza al riesgo del proyecto. Por lo tanto, el riesgo puede medirse como la distancia entre el valor presente descontado a una tasa libre de riesgo, y el valor presente usando una tasa de descuento que incluya la prima por riesgo. Es decir el riesgo se puede medir en cuánto menos vale el proyecto por el hecho que tiene un riesgo sistemático el cual no es posible eliminar.

Este argumento que está en la base de la evaluación moderna de proyectos, tiene sin embargo algunas limitaciones. Primero, obliga que se tenga que re estimar las tasas de descuento para cada tipo de proyecto, en la medida que la prima por riesgo está asociada a cuán correlacionados están los retornos del proyecto con los retornos de una cartera de mercado.

En segundo lugar resulta también válido preguntarse si la tasa de descuento a utilizar el primer año del proyecto debiera ser la misma que se utiliza en períodos posteriores, en la medida que el riesgo también puede ser diferente.

Por motivos de simplicidad, y para mantener criterios y procedimientos homogéneos, es probable que sea conveniente mantener una tasa de descuento única, y realizar un ajuste más cualitativo del riesgo del proyecto. En otras palabras puede resultar muy poco práctico y especialmente discrecional alterar las tasas de descuento para diferentes tipos de proyectos, especialmente si ya muchas veces resulta difícil acordar una tasa de descuento que sea representativa del costo de capital de una empresa.

Sin embargo, el problema más complejo del enfoque de tasa de descuento para medir el riesgo se basa en el supuesto implícito que sólo debe medirse el riesgo sistemático y no el riesgo total. En otras palabras, si un proyecto de riego tuviese un beta de cero respecto de la cartera de mercado, el riesgo que tendría medido como la diferencia entre el valor esperado a tasa libre de riesgo y a la tasa de descuento que incluye la prima por riesgo sería cero, puesto que no tendría prima por riesgo sistemático.

Mucho se ha discutido sobre este tema recientemente en la literatura especializada, y una de las conclusiones a las que se ha llegado es que si el riesgo total tiene un impacto real, entonces importa el riesgo total y no sólo el riesgo sistemático. En otras palabras si una institución realiza proyectos que incrementan la volatilidad de sus flujos de caja, pero que no incrementa la correlación con los retornos de la cartera de mercado, entonces según la teoría tradicional, no debiera descontarse a una tasa diferente por lo que la medición de riesgo no debiera cambiar, y tampoco la valorización del proyecto. Sin embargo, si el incremento en la volatilidad de los flujos de caja de esta institución, a pesar de ser diversificable, produce un impacto en la percepción de riesgos de analistas, y se determina que esto incrementa el costo de financiamiento de largo plazo, entonces claramente el riesgo total es el que resulta relevante. En este caso la valorización del proyecto debiera considerar el valor presente de los costos asociados a un incremento en la volatilidad total de los flujos de caja.

El que el riesgo total sea relevante para las empresas y no solamente el riesgo sistemático está también relacionado con las actividades de *hedging* o cobertura que se observan en la práctica. Si las empresas sólo son valoradas por su riesgo sistemático, entonces no se debiera observar el importante volumen de coberturas de riesgos en mercados de derivados, ya que los accionistas podrían a través de una cartera bien diversificada, eliminar dicho riesgo. Si la empresa (o la administración) tiene ventajas con respecto al inversionista para realizar actividades de cobertura, significa que crea riqueza al realizarlas, y por lo tanto no es solamente el riesgo sistemático que le preocupa.

Utilizando esta discusión como marco de referencia es que puede resultar novedoso incorporar como medida de riesgo una medición de la volatilidad total del proyecto para complementar la medida de VAN calculada con riesgo sistemático únicamente. En otras palabras, si una institución enfrentase dos proyectos con igual o parecido VAN (usando la misma tasa de descuento), entonces sería razonable escoger primero aquel proyecto que presenta una volatilidad menor de los flujos de caja, en la medida que el riesgo total también puede tener costos que reduzcan finalmente el valor del proyecto.

Esta es la idea de fuerza detrás del VaR (Value at Risk), o valor de los flujos de caja en riesgo: se trata de construir un indicador de la volatilidad de los flujos de caja de un proyecto que pueda complementar la medida del VAN y que permita entonces clasificar y priorizar dichos proyectos acorde con el riesgo total, y el valor descontado el riesgo sistemático.

Los pasos detallados de la metodología VaR, han sido difundidos (ya se cuenta con más de 7 años de difusión y marketing de la herramienta) y ha sido ampliamente aplicada. El hecho de que el método sea estándar, permite comparar los resultados. Lo anterior permite que quienes trabajen con la herramienta, ya puedan conocer sus limitantes y su aplicabilidad, es decir, ya debieran poder saber bajo que condiciones la herramienta es aplicable y bajo que condiciones se deben hacer ajustes y contrastar con otros métodos.

Básicamente lo que el VaR mide es la exposición al riesgo para un cierto nivel de confianza, es decir, el monto máximo que se podría perder para ese nivel de confianza, ese monto máximo tiene asociado una probabilidad de perder:

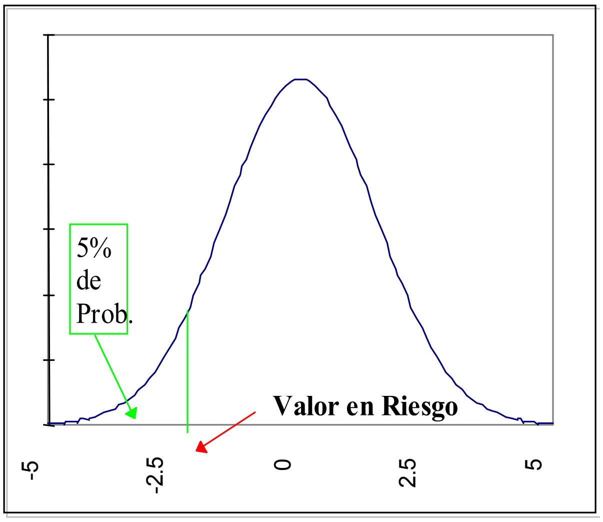

Gráfico 1: Value at Risk (VaR)

Críticas al VaR[3] parmétrico:

El modelo asume que la distribución conjunta es normal[4]. Se han propuesto alternativas que reflejen mejor la distribución de probabilidades de los precios de las acciones.

Se le critica que la volatilidad futura sea estimada con medias móviles que pesan más los periodos más recientes que los distantes. Se critica además que se proponga un parámetro único para ponderar las volatilidades históricas de todos los activos en lugar de estimar parámetros para cada activo.

La mayor parte de estas críticas han sido respondidas[5]:

Comentarios a las críticas contra el uso del VaR: VaR no paramétrico

Respecto al método exponencial propuesto para explicar la dinámica de la volatilidad, se defiende el uso de un parámetro único para ponderar las volatilidades históricas de todos los activos en lugar de estimar parámetros para cada activo, argumentando la mayor simplicidad (debido a la gran cantidad de parámetros a estimar en el modelo alternativo).

En nuestra opinión, muchas de estas disquisiciones iniciales del modelo, han sido superadas en la práctica en la medida de que se han ido integrando mejoras a la versiones originales de Risk Metrics: aplicaciones integradas de VaR con modelos de procesos Jump Poisson, o el uso de EVT (Extreme Value Theory) como alternativa al VaR. Se puede decir que quienes se han apropiado del modelo originalmente propuesto por Risk Metrics, están introduciendo mejoras que permiten superar varios de los puntos de discusión iniciales en torno al tema.

---

[3] Lawrence C. & Robinson G (market risk management division at BZW), "How safe es Risk Metrics?", Market Risk, Vol 8, N° 1, january 1995.

[4] Ya que para los precios de acciones se propone un modelo browniano geométrico con un proceso de Weiner

[5] Longerstaey J. & Zangar P, Market risk research group at JP Morgan, "A transparent tool", Market Risk, Vol. 8, N° 1, 1995.

Finalmente, respecto a la aplicabilidad de la herramienta, debe tenerse en cuenta que las estandarizaciones propuestas por JP Morgan suponen que los activos cuya volatilidad se modela tengan precios de mercados que oscilan por motivos de oferta y demanda. En sectores regulados no se cumple la condición anterior, esto dificulta la aplicación a sectores como agua potable, energía y telefonía fija, en cambio no hay dificultades para su aplicación (con los supuestos iniciales de Risk Metrics) en la minería del cobre, en índices de precios (como el IPSA), y en el tipo de cambio (desde que este se dejó flotar producto de la eliminación de las bandas de precios del Banco Central) entre otros. Si se deseara ajustar el modelo del VaR a sectores donde no se dan las condiciones anteriores, se puede hacer más sofisticada la estimación de volatilidades usando (por ejemplo) un modelo Jump Poisson. En cualquier caso, el nivel de sofisticación para estimar la volatilidad, depende del uso que se le quiera dar al VaR.

Se puede plantear una analogía entre las críticas que se han hecho al VaR y las críticas a la ecuación de Black y Sholes (B-S) para la valoración de opciones. A esta última se le ha criticado el partir de una distribución lognormal para los precios, así como las hipótesis de volatilidad constante y tasa de interés libre de riesgo también constante. También es posible “sofisticar” el modelo B-S con valores esperados para la tasa libre de riesgo (sub modelos estocásticos de B-S como paso previo para llegar a la ecuación de B-S), o con modelos distintos a la distribución normal para estimar las volatilidades. Sin embargo a la fecha no encuentran un modelo alternativo que se esté utilizando tanto como B-S, lo cual seguramente guarda relación con su relativa simplicidad, estandarización de métodos y por ende fortalezas en cuanto a poder contrastar y comparar resultados. Los modelos alternativos pueden ajustarse mejor por un tiempo: los modelos que incluyen shocks se ajustan mejor cuando ha habido shocks (nuevamente los modelos Jump Poisson, por ejemplo).

Tanto para el VaR como para el modelo de B-S, las alternativas son modelos más específicos que valoran mejor para casos específicos, pero no para la generalidad. Cabe señalar que todos estos comentarios finales son válidos para mercados accionarios. Pero las críticas al VaR y a B-S sí son válidas para valoración de activos reales, en particular en proyectos, cuando no tenemos precios de mercado (ejemplo en proyectos de inversión de este tipo de sociedades), en estos casos sí hay volatilidades intrínsecas a modelar en forma específica, además en estos casos no existe la necesidad de estandarizar. Por tanto en esos casos se desarrolla un modelo para ese conjunto de activos, el que le interesa a la empresa, incluyendo las volatilidades intrínsecas del proyecto. Esto se traduce por ejemplo, en los métodos de valoración de opciones reales o de VaR por medio de simulación, es decir, modelos no paramétricos.

Modelo Paramétrico de VaR[6]: un caso de aplicación

Supongamos que se quisiera estimar el riesgo asociado al valor de mantener un stock de cobre. La función de valor que interesa analizar en este caso es $V=P\times Q$, donde P representa el precio del cobre en un instante dado y Q representa el volumen de cobre que se mantendrá fijo en este ejemplo.

En este ejemplo, el interés que se tiene es de estimar la pérdida máxima (al 95%)que pudiera sufrir el valor del stock de cobre en un horizonte de 3 meses. El valor actual de la inversión de 1 millón de libras de cobre es (a un precio de 130 centavos por libra) USD1.300.000.

Se supondrá además, que de acuerdo a las proyecciones de analistas y los precios de futuros, existe una estimación consistente del precio a 2 meses más, que es de 134 centavos por libra. La pregunta es cuál es el riesgo asociado a esta inversión.

La manera de responder esta pregunta, se basa en proyectar un escenario de precios futuros que se mueva por debajo del precio esperado, y que separe los posibles escenarios de precios entre los que ocurren con probabilidad del 95%, y los que ocurren con probabilidad del 5%.

El siguiente gráfico muestra este escenario de precio límite, y que corresponde al VaR del precio del cobre.

[6] Este punto se basa en una aplicación similar realizada para la minería (Cruz, 2004).

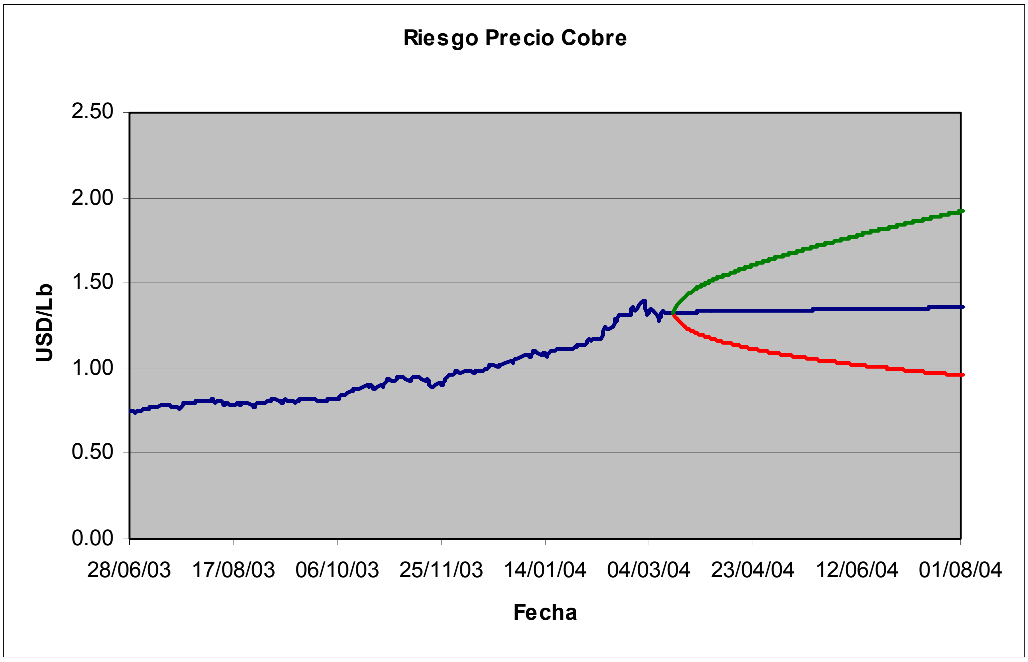

Gráfico 2: VaR del precio del cobre

El riesgo de esta inversión se puede medir en cuánto se podría desviar el precio de su trayectoria media estimada. Entonces se puede evaluar el valor de la inversión a través de una trayectoria crítica del precio, y que corresponde a aquel precio del cobre tal que precios menores que este sólo ocurren con una probabilidad baja (5%). El precio crítico en este caso es 107 centavos por libra.

¿Cómo se calculó este precio límite? La clave consiste en encontrar alguna variable en la cual podamos conocer o proyectar de manera razonable su función de distribución de probabilidad, y resolver la ecuación

$$\Gamma_P(P_{VaR}) = 5\%$$

Donde Γ representa la función de densidad de probabilidad acumulada.

En este caso se supuso que el cambio porcentual del precio en 2 meses más se distribuye en forma normal, con valor esperado igual a Re= (134-133)/133 = 0,94% y con varianza igual a $60\times\sigma^2$ donde σ^2 representa la varianza de 1 día del precio del cobre esperada para los próximos 60 días. Esta volatilidad diaria (definida como la desviación estándar de los cambios porcentuales diarios) se puede suponer por ejemplo, que se mantendrá en los próximos 60 días similar a la que se observa en promedio en los últimos meses, y que se estima en 1,8% diario, o equivalentemente alrededor de 14% en el período de dos meses.

La ventaja de suponer normalidad es que el percentil al 5% es conocido y puede calcularse en función de tomar el valor medio y restarle un determinado número de desviaciones estándares (1,64 desviaciones para un 5%, 2,33 para un 1%)

De esta manera el cambio porcentual que separa la distribución entre los menores (los que más hacen caer el precio) que ocurren con un 5% de probabilidad y los mayores que ocurren con un 95% de probabilidad es RVaR, y se calcula (para el caso de la distribución normal) como:

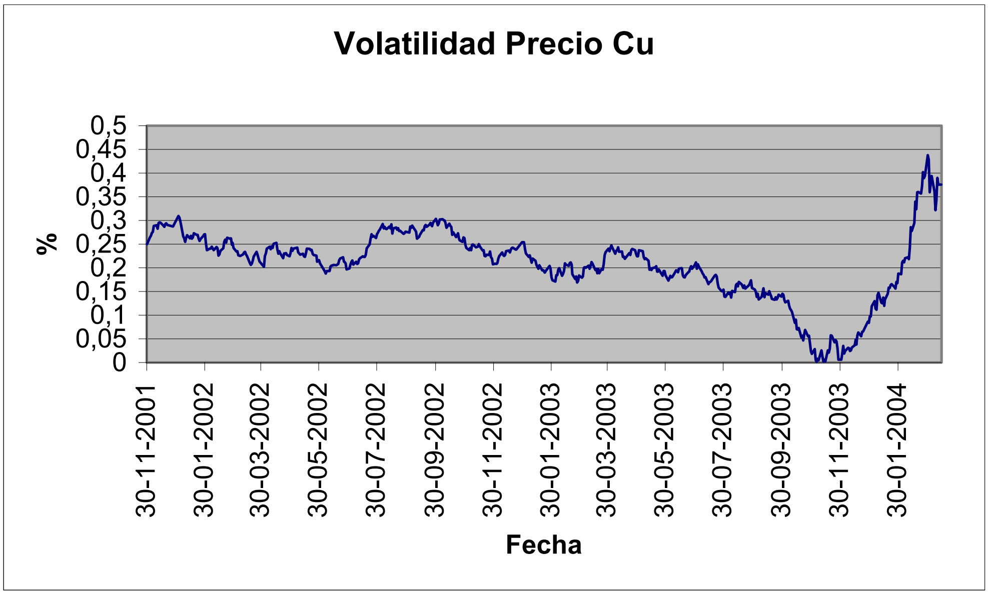

Gráfico 3: Volatilidad diaria del precio del cobre

$$R_{VaR} = R_e - k\sigma_R = 0{,}94\% - 1{,}64 \times \sqrt{60} \times 1{,}8\% = -21{,}9\%$$

es decir el precio podría caer desde el precio actual hasta 107 centavos. Este precio corresponde al menor precio con un 95% de probabilidad en 60 días más. Esto significa que se podría perder (1,34-1,07)×1.000.000 =270.000 USD.

Estimación del VaR con dos variables

Cuando existe más de una variable que explica el riesgo de una inversión determinada, es necesario calcular los riesgos en forma individual primero, y luego considerar las interacciones de estas variables incorporando sus correlaciones.

Por ejemplo, si una inversión tiene dos factores de riesgos (factor 1 y factor 2), se podría mediante la técnica antes descrita calcular los VaR individuales, VaR1 y VaR2.

El valor en riesgo total, que incorpora ambos factores en forma simultánea se denomina VaR covariado, o VaR total y se calcula como sigue:

$$VaRTotal^2 = VaR1^2 + VaR2^2 + 2\rho VaR1VaR2$$

Donde ρ es el coeficiente de correlación entre el factor 1 y el factor 2.

Para el caso de más de dos variables, el análisis es similar sólo que es necesario compactar la notación que se vuelve engorrosa, por lo que se utiliza notación matricial.

Conclusiones

La principal ventaja de utilizar una medida de riesgo como el VaR es que permite comunicar los riesgos de una inversión o un proyecto en y en particular comparar riesgos en términos de pérdidas potenciales que, de hacerse efectivas, ocurren con probabilidad equivalentes. De esta forma el analista puede realizar comparaciones equivalentes en términos de probabilidades de ocurrencia para diferentes factores de riesgo y por lo tanto focalizar el esfuerzo de mitigación de estos riesgos. Por otro lado esta herramienta permite realizar comparaciones entre proyectos en términos de su rentabilidad y riesgo, y por lo tanto ayudan al proceso inversional. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que esta metodología presenta también importantes limitaciones, por lo que la estimación de riesgos debe tomarse con la debida prudencia. Entre las principales limitaciones están el hecho que el VaR usa la información disponible sobre distribuciones y parámetros estadísticos, y por otro lado no intenta predecir eventos catastróficos, ni situaciones extremas. Al contrario, el VaR captura el riesgo que tiene el proyecto o la inversión de acuerdo a lo que mejor estimamos es la variabilidad de aquellos factores que más impactan el valor de dicha inversión, si dichas variabilidades no se ajustan a una distribución normal, es posible calcular el VaR mediante simulación.

Bibliografía

Brealey R. y Myers, S., 1993, Fundamentos de Financiación Empresarial, Cuarta Edición, España, McGraw - Hill.

Contreras E. y Saavedra E. (2003) "Incertidumbre y Mecanismo Regulatorio Optimo en los Servicios Básicos Chilenos" . Documento de Trabajo, Serie Gestión. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.

Cruz, J.M. (2004) Measurement of Risks in the Evaluation of Mining Projects: The VaR of VAN, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile Atacama Resource - Proyecto Fondef 1087.

Fama, E. Y K. French (1996). "Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies", Journal of Finance, 51: pp.55-84.

Fernández V. (2003), "Extreme Value Theory and Value at Risk", Documentos de Trabajo, Serie Gestión, N°47, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

Lawrence C. & Robinson G (market risk management division at BZW), (1995) "How safe es Risk Metrics?", Market Risk, Vol 8, N° 1.

Longerstaey J. & Zangar P, Market risk research group at JP Morgan, (1995) "A transparent tool", Market Risk, Vol. 8, N° 1.

Markowitz, H. (1952). “Portfolio Selection”, Journal of Finance, 7: pp. 77 -91

Roll, R. (1977). “A Critique of the Assets Pricing Theory Test: On Past and Potential Testability of the Theory”, Journal of Financial Economics, 4: pp. 129-176.

Ross, S.A. (1976). “The Arbitrage Theory of Capital Assets Pricing”, Journal of Economic Theory, 13 pp. 341-360.

Sharpe, W.F. (1964). “Capital Assets Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk”, Journal of Finance, 19: pp. 425 – 442.

Statman, M. (1987). “How Many Stock Make a Diversified Portfolio”, Journal of Finance and Quantitative Analysis 23: pp. 354-364.