

# Sinceramiento de los modelos de valor-en-riesgo incorporando el efecto de la iliquidez de mercado: evidencia en la Bolsa de Valores de Lima

Silvana Indacochea Jáuregui / Dante Olcese Chirinos

*Universidad del Pacífico*

## Resumen

A raíz de la creciente volatilidad e integración de los mercados emergentes en el ámbito financiero internacional, las instituciones financieras se han visto obligadas a un cálculo más exacto de las posibles pérdidas potenciales que podrían enfrentar ante situaciones adversas del mercado. Actualmente la herramienta más utilizada para medir estas posibles pérdidas potenciales es el valor en riesgo (VaR, por sus siglas en inglés). Sin embargo, este indicador subestimaría las eventuales pérdidas si es que el activo presenta poca liquidez, dado que incorpora solamente el análisis de riesgo de mercado. Considerando este contexto financiero, el objetivo planteado en este trabajo de investigación es: cuantificar el sesgo que sufren los modelos de riesgo de mercado para carteras de inversión al seguir la práctica común de omitir ajustes por riesgo de liquidez. Frente a ello, se buscará a lo largo de esta propuesta validar la hipótesis de si es que la inclusión del factor liquidez varía significativamente los resultados de los modelos de valorización de riesgos por encima de las bandas de confianza asumidas inicialmente para el análisis de valor en riesgo (VaR).

De esta manera, esta investigación aplica la metodología del VaR ajustado por liquidez a una muestra de acciones de la Bolsa de Valores de Lima, para incorporar las volatilidades en los diferenciales de los precios de compra-venta de los activos. Los resultados obtenidos demuestran el sinceramiento del riesgo total del activo al incorporar el efecto de iliquidez que alcanza en algunos casos más de la mitad del riesgo total.

Palabras clave: VAR, factor liquidez, Bolsa de Valores de Lima.  
Códigos JEL: G32, G10 y G11.

## **Abstract**

Due to the high volatility and integration of emergent markets, the financial institutions have been obligated to make a more exact estimation of the potential losses in which they can incur as a consequence of negative markets scenarios. The most used tool to measure these possible potential losses is called Value at Risk (VaR). However, this indicator would underestimate the eventual potential losses if the asset presents low liquidity. Considering this financial context, the purpose of this research is: quantify the bias that suffers the risk models for investments portfolio, as they don't take into consideration the liquidity risk adjustment. Having established this last point, the aim of the proposal will be to validate the hypothesis, in which the inclusion of a liquidity factor will vary significantly the risk models results, above the confidence intervals initially assumed for the Value at Risk analysis.

In this sense, this research applies the liquidity adjusted VaR methodology to a number of Stock Exchange of Lima stocks, in order to incorporate the volatilities in the bid-ask spread of the assets. Finally, the obtained results demonstrate the real total risk of the assets as they incorporate the liquidity effect, reaching in some cases more than half of the total risk.

Keywords: VAR, liquidity, Stock Exchange of Lima.

JEL codes: G32, G10 and G11.

## INTRODUCCIÓN

Un elemento distintivo del mercado financiero internacional durante los últimos años ha sido el creciente nivel de interés, tanto de inversionistas como de reguladores, por desarrollar y poner en práctica métodos cada vez más precisos y confiables para cuantificar las potenciales pérdidas de una inversión ante condiciones adversas.

A partir de la década de 1980, con la incorporación de los instrumentos derivados en el manejo de cartera, se vio la necesidad de desarrollar medidas de riesgo más sofisticadas. Los mercados se volvieron más volátiles, y los factores del riesgo de mercado se incrementaron. Es así que en 1994, JP Morgan empezó a ofrecer su servicio Risk Metrics para instituciones financieras. Dentro de sus principales beneficios, este servicio permitió implementar una matriz de covariancias para cientos de factores, los cuales son actualizados diariamente por Internet. Un año después, en 1995, la Asociación Internacional de Swaps y Derivados estableció que la medida más eficiente para analizar el riesgo era el valor en riesgo (VaR).

El VaR consiste en el cálculo de la mayor pérdida potencial de un valor o una cartera de valores, dados una determinada función de probabilidad y un período de observación. Además de la simplicidad en la lectura de resultados, y eficiencia en la comprobación y validación, el VaR presenta tres factores teóricos claves: un criterio asimétrico, un horizonte de inversión y una significancia estadística.

Sin embargo, la herramienta del valor en riesgo considera que los activos en cuestión tienen una liquidez estable en el tiempo, pues asumen diferenciales mínimos en los precios de compra-venta. Activos que presentan una alta liquidez pueden ser correctamente monitoreados mediante el VaR, a diferencia de activos ilíquidos en los que se estaría subestimando el verdadero riesgo del inversionista.

El objetivo planteado en esta investigación es cuantificar el sesgo que sufren los modelos de riesgo de mercado para carteras de inversión al seguir la práctica común de omitir ajustes por riesgo de liquidez. Ante lo cual, se buscará a lo largo de este trabajo validar la siguiente hipótesis: la inclusión del factor liquidez varía significativamente los resultados de los modelos de valorización de riesgos, por encima de las bandas de confianza asumidas inicialmente para el análisis de valor-en-riesgo.

## 1. ESTUDIOS REALIZADOS E HISTORIA DEL RIESGO DE LIQUIDEZ

En los últimos años se ha venido ampliando la importancia del riesgo de liquidez; es por ello que autores como Jarrow y Subramanian (1997), Chriss y Almgren (1998), y Bertsimas y Lo (1998), entre otros, estimaron métodos para tratar de modelar la iliquidez desde el enfoque endógeno. Este enfoque otorgó mayor importancia tanto al efecto del volumen transado como al rezago en el período de liquidación, dentro del valor de venta de la cartera.

Sin embargo, los trabajos posteriores de Bangia, Diebold, Schuermann y Stroughair (1999), Le Saout (2000) y Johnson (2000), prueban que para poder aplicar estos modelos endógenos se debe conocer claramente la relación entre el volumen transado, el descuento por cantidad y el período de liquidación óptimo. De esta manera, afirman que, en especial para mercados emergentes, la base de datos necesaria para cuantificar variables como la media y variancia de los descuentos por cantidad, o los rezagos en el período de liquidación, no se encuentra disponible. Esta falta de disponibilidad de información forzaría a subestimar estas variables. Por tanto, la implementación práctica de estos modelos sería discutible.

De esta manera, surge una nueva forma de incorporar el riesgo de iliquidez en los modelos VaR mediante los diferenciales de precios *bid-ask*. Esta nueva perspectiva surgió en 1999 mediante el trabajo descrito por Bangia *et al.* (1999). Estos diferenciales de compra-venta darían un indicio de que las mejores intenciones de compra y venta se encontrarían muy distantes entre sí. Lógicamente, los inversionistas no podrían lograr concretar transacción alguna. En este caso, utilizar el precio medio subestimaría el verdadero riesgo, en especial en situaciones de alta volatilidad. En resumen, el riesgo total del mercado vendría dado por dos componentes: la incertidumbre en cuanto a la rentabilidad del activo (precio medio) y, por otro lado, la incertidumbre en cuanto a la liquidez (medida por los *spreads*).

## 2. DATOS UTILIZADOS Y LA LÓGICA DEL INVERSIONISTA

Para realizar el análisis que busca la presente investigación se demanda principalmente una base de datos que incluya cotizaciones intradiarias de las acciones escogidas; es decir, las observaciones de todas las transacciones que ocurren durante un día. Se escogió un conjunto de doce acciones, las cuales cotizan en la Bolsa de Valores de Lima. El criterio de selección se aproximó a la lista de acciones «afepeables» según nivel de liquidez, que publica la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, así como un análisis propio del mercado. De acuerdo con el cuadro 1, se escogió acciones representativas de cada nivel de liquidez: líquidas, semilíquidas e ilíquidas. De esta manera, se esperaría poder comparar los diferentes resultados para cada grupo. La base de datos se obtuvo con una frecuencia

continua desde el 1 de noviembre de 2007 hasta el 22 de mayo de 2008. De esta manera, se obtienen aproximadamente 130 precios diarios de liquidación (dependiendo del grado de liquidez de la acción).

**Cuadro 1**  
**Acciones escogidas por nivel de liquidez**

Acción	Nivel de liquidez
Graña	Semilíquida
Relapasa	Semilíquida
Minsur	Semilíquida
Continental	Semilíquida
Atacocha B	Semilíquida
Edegel	Ilíquida
Luz del Sur	Ilíquida
Alicorp	Ilíquida
Edelnor	Ilíquida
Cementos Lima	Ilíquida
Milpo	Líquida
Volcan B	Líquida

Se asume que siguiendo la lógica del inversionista, este no va a liquidar el valor necesariamente al precio de cierre del día, tal y como lo asume el VaR. Asimismo, se decidió incluir el volumen negociado y el tamaño de las transacciones dentro del análisis. El volumen por sí mismo se consideraría una fuente de información relevante, de acuerdo con estudios como el de Blume, Easley y O'Hara (1994), en especial cuando se quiera extender para el caso de un inversionista institucional, el cual en promedio negocia montos relativamente elevados. Se asume, entonces, que el monto por liquidar es por lo menos el promedio diario histórico negociado de cada acción<sup>1</sup>. De tal modo, el inversionista busca el mejor precio que al mismo tiempo cumpla con la restricción de volumen. En caso de que no cumpliera con ambas condiciones, y ante la necesidad de financiamiento, este inversionista se ve obligado a liquidar a los precios de cierre de mercado.

Como se observa en el cuadro 2, se comparan los rendimientos obtenidos de acuerdo con la lógica del inversionista, explicada en la sección anterior (con precios intradiarios) frente

1. Se calculó un promedio de los volúmenes diarios registrados al cierre de cada rueda de los últimos siete meses.

a los rendimientos siguiendo una lógica de mercado (con precios de cierre). Se evidencia un mayor rendimiento esperado para las diferentes acciones seleccionadas. Es importante mencionar que si bien se observa un aumento en los rendimientos esperados, el riesgo (medido como la desviación de la muestra) se incrementa solamente en el caso de Edegel, mientras que en los casos del Banco Continental y Luz del Sur, el riesgo se reduce. Estos resultados son consistentes con la lógica del inversionista, dado que es de esperarse que tenga una estrategia que minimice su riesgo.

De acuerdo con lo explicado anteriormente, se observa que si se utiliza la lógica del inversionista, se obtienen resultados que difieren de los obtenidos mediante la medición del VaR de mercado tradicional a través de los precios medios de cierre de mercado. Se decide entonces comparar el VaR histórico de mercado con un horizonte de un día y a un 95% de confianza, y el VaR siguiendo la lógica del inversionista. El VaR obtenido a través de la aproximación a la lógica del inversionista resulta menor al VaR tradicional. Se deduce entonces que utilizar una base de datos intradiaria permite no solo obtener mayores rentabilidades potenciales, sino, además, reducir las posibles pérdidas esperadas en un horizonte de tiempo y con un nivel de confianza del 95%.

**Cuadro 2**  
**Comparación VaR tradicional y VaR según lógica del inversionista**

Acción	Retornos esperados		VaR		Desviación	
	Tradicional	Lógica del inversionista	Tradicional	Lógica del inversionista	Tradicional	Lógica del inversionista
Milpo	0,107%	0,113%	-6,273%	-6,077%	0,034	0,034
Continental	0,016%	0,045%	-2,668%	-2,479%	0,017	0,016
Graña y Montero	0,157%	0,178%	3,450%	3,392%	0,030	0,030
Relapasa	-0,030%	-0,010%	-5,120%	-5,120%	0,020	0,020
Luz del Sur	-0,036%	-0,036%	-1,997%	-1,997%	0,013	0,012
Alicorp	0,030%	0,060%	-2,290%	-2,290%	0,010	0,010
Edelnor	0,016%	0,481%	-2,041%	-2,848%	0,016	0,104
Cementos Lima	-0,040%	0,020%	-1,530%	-1,530%	0,010	0,010

### 3. METODOLOGÍA

La metodología adoptada será la propuesta por Bangia *et al.* (1999), con lo cual se simulará un nuevo VaR a través del diferencial del *bid-ask* corregido a causa de las colas gruesas de la distribución. De acuerdo con lo mencionado por Jorion (2007), el cálculo tradicional del VaR asume que el *spread bid-ask* es estable en el tiempo. De esta manera, es posible efectuar los cálculos indistintamente con los precios de cierre, o precios medios de compra

y/o venta del activo. Sin embargo, este trabajo mostrará que los *spreads* efectivos no son estables para activos que enfrentan una liquidez limitada.

Primero, se procede a modelar el valor en riesgo de manera convencional, es decir, a través de los precios medios. Por lo general, el supuesto de normalidad en la distribución de los rendimientos diarios no se cumple. De esta manera, se busca corregir las «colas anchas» o asimetrías de los rendimientos por un factor. Este factor de corrección es una relación entre el coeficiente obtenido de la regresión lineal entre el VaR histórico frente al VaR paramétrico, y la curtosis de la distribución de los rendimientos diarios. Una mayor curtosis implica que una gran parte de la variancia de la distribución se explicaría en desviaciones infrecuentes en los extremos, y en la acumulación de datos en el centro de la distribución. Asimismo, se incluye la regresión del VaR histórico, dado que esta metodología, al no asumir ningún tipo de distribución, estaría considerando la información de las observaciones pasadas, es decir, posibles asimetrías en la distribución que no estarían considerando una función normal. En momentos de alta volatilidad, este factor de corrección « $\Phi$ » tomaría más relevancia, dado que se otorgaría una mayor importancia a los últimos rendimientos.

$$\theta = 1 + \theta \text{Ln}(k/3)$$

Evidentemente, si la distribución es normal estándar entonces la curtosis ( $k$ ) es igual a 3, y « $\theta$ » es igual a 1; entonces ningún ajuste es necesario. Si « $\theta$ » es mayor a 1, es una función creciente en las colas, lo que ocasiona la desviación sobre la normalidad. En conclusión, al utilizar dos de las características de la distribución de los rendimientos, es decir, el segundo momento (desviación) y cuarto momento (curtosis), se mejora el cálculo del VaR tradicional:

$$P - VaR = \theta \text{Ln} P(t) * [1 - e^{(-2,33 * \theta * \sigma(\tau))}] \quad (1)$$

La segunda parte de esta propuesta implica estimar el costo de liquidez, el cual se suma al cálculo del VaR convencional. En esta parte, se ajusta por las colas anchas la distribución de los *spreads* relativos, dado que se alejarían de una distribución normal. Esta corrección se realiza mediante un factor de ajuste, el cual «estandariza» el VaR histórico de estos *spreads*. Mediante la estandarización o normalización se busca cambiar una distribución de ciertos datos a una curva normal; así se logra comparar valores obtenidos de distintas distribuciones. Igualmente, al ajustar las desviaciones de los extremos de la distribución se buscaría no solo recoger las situaciones promedio del mercado, sino los eventos extremos. De esta manera, se calcula el coeficiente de ajuste « $a$ », el cual se agrega al promedio de los *spreads* relativos y a la volatilidad, para obtener el costo de liquidez exógena:

$$COL = 1/2 [P(t) * (S + a * \sigma)] \quad (2)$$

De acuerdo con la ecuación anterior, se puede observar que mientras mayor sea el valor de este coeficiente de ajuste «a», mayor será el grado de alejamiento a una distribución normal y mayor será el costo de liquidez. Asimismo, un diferencial más amplio del *bid-ask* que viene dado a una mayor volatilidad, implicaría un mayor riesgo de liquidez.

Por último, se considera el riesgo de liquidez y el riesgo de mercado de manera conjunta, para lo cual se asumirá que los eventos negativos de mercado y de liquidez suceden de manera simultánea. De esta manera, se suman las expresiones obtenidas (1) y (2), es decir, el valor en riesgo tradicional y el costo de liquidez, y como resultado se obtendrá una medida más precisa de VaR, el VaR ajustado por liquidez:

$$Ladj - VaR = [1 - e^{(-2,33 * \sigma(t))}] + 1/2 [P(t) * (S + a * \sigma)] \quad (3)$$

#### 4. RESULTADOS

En primer lugar, se puede observar que las distribuciones de los rendimientos se desviarían de una función normal, es decir, se evidencia la presencia de cotizaciones en los extremos (tanto positivas como negativas) así como una alta aglomeración de datos en el centro de la distribución. Ante ello, se decide analizar más detalladamente la curtosis de cada serie de rendimientos, y de esta manera aproximarse a medir el sesgo en los extremos y la concentración de datos de cada uno de ellos. De esta manera<sup>2</sup>, se obtiene una curtosis promedio de 5,83, lo que indicaría la presencia de leptocurtosis en las distribuciones. Si el resultado obtenido hubiera sido cercano a 3, entonces indicaría la presencia de normalidad y se podría aceptar el supuesto comúnmente utilizado de asumir normalidad en las distribuciones.

En otras palabras, las cotizaciones escogidas poseen una mayor aglomeración de datos en el centro de la distribución, así como en los extremos. Esto implica que los eventos que ocurrirían con poca frecuencia suceden más veces que lo que predeciría la distribución normal. Cuando los rendimientos se desvían de una distribución normal, el uso de los múltiplos suponiendo normalidad (1,645, en el 5% de los rendimientos más bajos) tendería a subestimar el riesgo asumido en el VaR convencional. Por consiguiente, se obtiene el factor de expansión ( $\theta$ ), el cual recoge los efectos de la curtosis, y el ajuste de la desviación del VaR paramétrico respecto al VaR histórico. Se decide incluir el VaR histórico porque se espera que la información basada en observaciones pasadas provea la información relevante de situaciones «promedio», incluyendo los sesgos y las asimetrías de la distribución;

---

2. Véase el anexo 1.

además, los rendimientos reflejarían las tendencias en las volatilidades históricas. Por tanto, sería útil para medir el riesgo de mercado en situaciones normales a través del VaR.

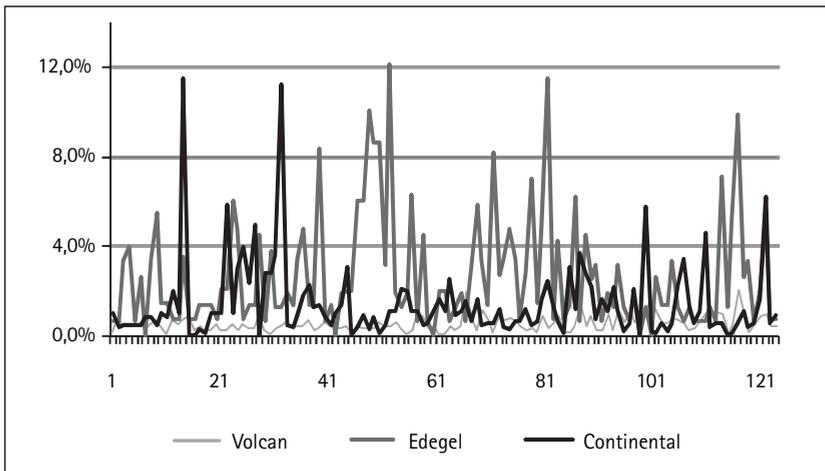
Se calcula entonces el coeficiente de regresión del VaR histórico con el VaR normal, para obtener el  $\theta$ . Este coeficiente de regresión o beta representa el factor de ajuste del VaR histórico ante el VaR paramétrico (cuyo valor depende de la probabilidad de la cola). Se pueden observar los betas calculados a través de la regresión lineal para cada acción, así como los  $R^2$  (coeficiente que mide el grado de ajuste de la regresión). Estos  $R^2$  resultantes en promedio fueron cercanos a 0,7, lo cual evidencia que la variable independiente (VaR histórico) estaría explicando en una proporción aceptable la variable endógena (VaR normal). Estos resultados son consistentes con los resultados obtenidos por Bangia (Bangia *et al.* 1999), quien analizó catorce monedas de mercados emergentes (muestra de enero de 1995 a mayo de 1997) y obtuvo en promedio un coeficiente de regresión ( $\theta$ ) de 0,4 (considerando un nivel de confianza de 1% en el VaR). Por último, este coeficiente de ajuste se agrega a los efectos de la curtosis para obtener el factor de expansión. Por ejemplo, en el caso de Cementos Lima, que presenta un  $\theta$  mayor a 1, sus rendimientos se alejarían notablemente de una distribución normal en donde intuitivamente se puede evidenciar este resultado. En el caso contrario, si  $\theta = 1$ , los rendimientos tenderían a ajustarse a una función normal, y ningún ajuste sería necesario. En el anexo 1 se muestran las diferencias entre el VaR convencional, y el VaR ajustado por asimetrías en la distribución. Como se puede observar, en el caso de Volcan B y Atacocha B, las diferencias son mínimas; sin embargo, en el caso de Cementos Lima se aprecia una diferencia significativa.

**Cuadro 3**  
**Coeficientes de ajuste VaR**

Accion	Beta	R2	Factor de expansión ( $\theta$ )
Graña	0,76	0,74	1,73
Relapasa	1,00	0,42	1,90
Continental	1,30	0,10	2,25
Edegel	0,90	0,45	1,49
Luz del Sur	0,96	0,43	1,08
Alicorp	1,04	0,63	1,86
Edelnor	0,85	0,34	1,33
Cementos Lima	1,37	0,84	2,40
Milpo	1,00	0,66	1,35
Atacocha B	0,91	0,81	1,40
Volcan B	0,75	0,00	1,16
Minsur	1,11	0,28	1,72

La segunda parte del modelo consiste en modelar el costo de liquidez. Básicamente el análisis se centra en el diferencial de precio de compra-venta. En caso este *spread* sea cercano a cero, se estaría en presencia de un activo líquido, dado que se concretarían las transacciones de los agentes en el mercado. Sin embargo, para acciones como Edegel, según el gráfico 1, se observa que estos diferenciales de precios en promedio son muy superiores a cero y presentan una alta volatilidad. De acuerdo con este análisis, se decide ajustar por las colas anchas de la distribución de los *spreads* relativos. Esta corrección se realiza a través de un factor de ajuste, el cual «estandariza» el VaR histórico de estos *spreads*. Se calcula entonces el VaR histórico para poder recoger la información pasada de las observaciones de la muestra, la cual describiría la distribución histórica de estos diferenciales. Al ajustar las desviaciones de los extremos de la distribución, se buscaría no solo recoger las situaciones promedio del mercado, sino los eventos extremos. Evidentemente, a mayor desviación sobre la normalidad, mayor el coeficiente de ajuste. En caso este coeficiente sea igual a 1, ningún ajuste sería necesario.

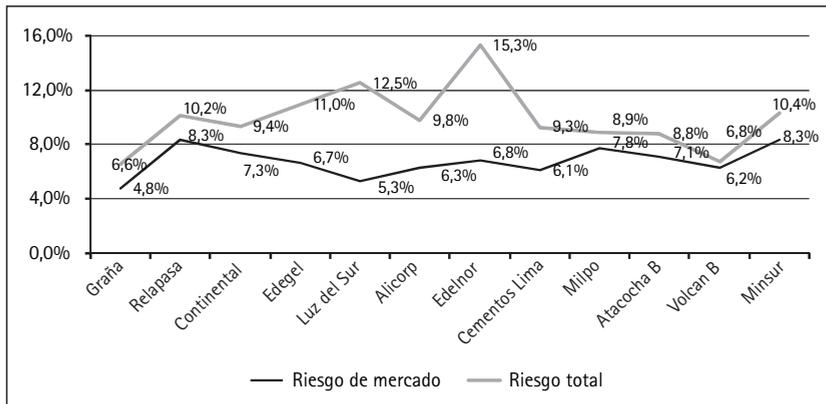
**Gráfico 1**  
**Diferenciales de precios de compra-venta relativos**



Luego, se obtiene el costo de liquidez a un 95% de confianza, al calcular la volatilidad, y diferenciales promedios ajustados por este factor de corrección «a». Como se puede apreciar en el anexo 2, las acciones más líquidas cuentan con un menor costo por liquidez, como porcentaje del precio. Estos son los casos de Volcan, Atacocha B y Continental, mientras que las acciones con un mayor *spread* relativo, tales como Luz del Sur, Edelnor y Edegel, son castigadas con un mayor costo por liquidez. El riesgo total de la acción se calcula al sumar ambas partes, es decir, el VaR convencional ajustado por las colas anchas

(PVaR ajustado), y el costo por liquidez obtenido (L-VaR) corregido también por las asimetrías en la distribución de los *spreads*. En el siguiente gráfico, en el caso de acciones ilíquidas se evidencia la notable diferencia entre el VaR convencional, y el VaR incorporando el costo de liquidez más riesgo de mercado (riesgo total).

**Gráfico 2**  
**Riesgo total frente a VaR convencional (% precio)**



Luego, se validó el grado de ajuste del modelo a través del *backtesting*. Se comparó el L-VaR y el VaR tradicional al 95% de confianza, y los resultados fueron favorables hacia el Liquid Adjusted VaR. De esta manera, se puede comprobar que el L-VaR presentó menos errores de predicción que el VaR tradicional.

## 5. CONCLUSIONES

Este documento presenta una metodología que permite incorporar de una manera práctica el riesgo por liquidez en los modelos convencionales de valoración en riesgo. Esta metodología se basa en la idea de que, en particular en mercados emergentes, los inversionistas no están en capacidad de liquidar sus posiciones a los precios de mercado, sino a un precio descontado que dependería de la volatilidad del diferencial de los precios de compra-venta (*spreads*), aspecto que influye en los montos finalmente obtenidos al vender un activo ilíquido. Los resultados obtenidos indican que al ignorar el costo de liquidez se producen subestimaciones sustanciales del riesgo total.

Considerando una muestra de doce acciones de la Bolsa de Valores de Lima, y mediante un riguroso análisis de una adecuada base de datos con series intradiarias, se comprobó la subestimación del riesgo total al no considerar el riesgo de liquidez a través de la herramienta

más común, recomendada incluso por el Comité de Basilea: el valor en riesgo. En la primera etapa de esta propuesta, se ajustó el VaR convencional para obtener una medida más exacta del riesgo de mercado. Los resultados mostraron que el VaR tradicional subestima consistentemente el riesgo de mercado de cada acción. Sin embargo, estos resultados son consistentes con el ajuste realizado al VaR convencional por los sesgos en la distribución, y por los efectos de corregir por la curtosis, lo cual sugeriría obtener una medida más conservadora del riesgo del inversionista.

En la segunda parte de este trabajo, se cuantificó el costo de liquidez de cada activo. Se obtuvo un valor en riesgo ajustado por liquidez, mediante el ajuste a las asimetrías en la distribución de los promedios de los diferenciales de compra-venta de cada acción. En el caso de las acciones más ilíquidas, el costo de liquidez (VaR ajustado por liquidez) representa un significativo porcentaje sobre el riesgo total (suma del VaR convencional ajustado y el VaR ajustado por liquidez). Por ejemplo, el costo de liquidez para Luz del Sur es de 57,6% y en el caso de Edelnor es de 54,6%. Estos resultados se asemejan a los presentados por Le Saout (2002), quien demuestra que el componente de iliquidez puede llegar a ser mayor a 52% para los activos menos líquidos del índice de acciones del Saint-Gobain en el mercado francés. Sin embargo, superarían los resultados obtenidos por Bangia (Bangia *et al.* 1999), quien sugiere que el riesgo de liquidez representa 17% del riesgo total de mercado para posiciones largas en el tipo de cambio de US\$ /thai bat.

Al comienzo de la investigación, se planteó la interrogante acerca de si la inclusión del factor liquidez varía significativamente los resultados de los modelos de valorización de riesgos. Para responder esta pregunta, se analiza el impacto de incluir las mediciones del costo de liquidez para los cálculos de riesgo; en este caso, se observa que, en promedio, el VaR convencional subestima la exposición al riesgo –considerando inversiones en un activo por separado–, en el caso de Cementos Lima en 6,3% y en 8,96% en el caso de Edelnor, tomando un VaR a un día de horizonte de inversión y al 95% de confianza.

Es importante mencionar que la aplicación de este modelo presenta ciertas limitaciones. La primera de ellas se refiere al supuesto de que en condiciones adversas del mercado, los eventos extremos en los rendimientos suceden al mismo tiempo que los eventos extremos en los diferenciales de compra-venta. Sin embargo, esta relación no tendría que cumplirse necesariamente a lo largo del tiempo; por tanto, el VaR ajustado podría estar sobrestimando el riesgo total. La segunda limitación se refiere tanto al tamaño de la posición como al volumen transado y sus implicancias en la subestimación del costo de liquidez. Sin embargo, el principal objetivo de esta propuesta es dar una aproximación del costo de liquidez, así como separar el riesgo total en riesgo de mercado y riesgo de liquidez.

Si bien las entidades financieras se ven obligadas a calcular el VaR por motivos regulatorios, podrían, además, incorporar medidas referentes al riesgo de liquidez para mejorar la gestión interna de riesgos y así optimizar la toma de decisiones. En cuanto a la regulación vigente, si bien se estipula que el número proveniente de VaR sea monitoreado, se sugiere que además del VaR histórico exigido, se podría considerar ajustes adicionales que contemplen el riesgo de liquidez dentro de las metodologías vigentes. Es clave utilizar medidas de riesgo que ajusten por factores de liquidez de las emisiones, dada su incorporación en las carteras de activos de mercados emergentes, que tienen la característica de ser menos líquidos en comparación con instrumentos de mercados desarrollados.

## BIBLIOGRAFÍA

ALMGREN, R. y N. CHRISS

1999 *Optimal Execution of Portfolio Transactions*. Working paper. The University of Chicago, Departamento de Matemáticas.

BANGIA, A.; F. DIEBOLD, T. SCHUERMANN y J. STROUGHAIR

1999 *Modeling Liquidity Risk, with Implications for Traditional Market Risk Measurement and Management*. Documento de Trabajo 99-06. Wharton School Center for Financial Institutions.

BERTSIMAS, D. y A. W. LO

1998 «Optimal Control of Execution Costs». En: *Journal of Financial Markets*, 1, pp. 1-50.

BLUME, L.; D. EASLEY y M. O'HARA

1994 «Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume». En: *Journal of Finance*, 49, issue 1, pp. 153-81.

CLARK, P.

1973 «A Subordinated Stochastic Process Model with Finite Variance for Speculative Prices». En: *Econometrica*, 41, pp. 135-56.

CHRISS, N. y R. ALMGREN

1998 «Optimal Liquidation». Documento manuscrito. Department of Mathematics, University of Chicago, Goldman Sachs & Co. y Couvart Institute of Mathematical Science.

DOWD, K

1998 *Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management*. John Wiley & Son.

JARROW, R. y A. SUBRAMANIAN

1997 «Mopping up Liquidity». En: *Risk*, N° 10, Vol. 12, pp. 170-3.

JOHNSON, C.

2000 *Value at Risk, ajustado por liquidez: una aplicación a los bonos soberanos chilenos*. Documento de Trabajo. Banco central de Chile.

JORION, P.

2007 *The New Benchmark for Managing Financial Risk*. 3ª ed. EE.UU.: McGraw-Hill.

LAWRENCE, C. y G. ROBINSON

1998 «Liquidity, Dynamic Hedging and Value at Risk». En: *Risk Management for Financial Institutions*. Risk Publications, pp. 63-72.

LE SAOUT, E.

2002 *Incorporating Liquidity Risk in VaR Models*. Working Paper, Paris 1 University.

2000 *Beyond the Liquidity: From Microstructure to Liquidity Risk Management*. Ph.D University of Rennes 1.

MURANAGA, J y O. MAKOTO

1997 *Measurement of Liquidity Risk in the Context of Market Risk Calculation*. Institute for Monetary and Economic Studies. Bank of Japan.

PARKINSON, M.

1980 «The Extreme Value Method for Estimating the Variance of the Rate of Return». En: *The Journal of Business*, Vol. 53, N° 1, pp. 61-5.

ROY, S.

2000 «Liquidity Adjustment in VaR Model: Evidence from the Indian Debt Market». En: *Reserve Bank of India Occasional Papers*, Vol. 25, N° 1-3, pp. 1-16.

## ANEXOS

## Anexo 1

Acción	Precio	Curtosis	Coefficiente de regresión VaR histórico frente a VaR paramétrico $\emptyset$	Factor de expansión $\Theta$	VaR convencional (s/ajuste) en soles	VaR (c/ajuste) en soles	Diferencia ajuste VaR
Graña	6,66	8,35	0,76	1,73	0,18	0,32	0,14
Relapasa	36,29	7,19	1,00	1,90	1,65	3,03	1,38
Continental	10,25	7,64	1,30	2,25	0,35	0,75	0,40
Edegel	1,48	6,03	0,90	1,49	0,06	0,10	0,04
Luz del Sur	4,83	3,30	0,96	1,08	0,24	0,26	0,02
Alicorp	3,04	7,19	1,04	1,86	0,10	0,19	0,09
Edelnor	2,43	4,25	0,85	1,33	0,13	0,17	0,04
Cementos Lima	84,20	8,16	1,37	2,40	2,22	5,16	2,94
Milpo	10,75	4,14	1,00	1,35	0,64	0,83	0,20
Atacocha B	4,86	4,48	0,91	1,40	0,26	0,34	0,09
Volcan B	6,79	3,71	0,75	1,16	0,37	0,42	0,06
Minsur	9,21	5,11	1,11	1,72	0,49	0,76	0,28

## Anexo 2

Acción	Factor de corrección «a»	Spread bid-ask	Riesgo de liquidez (% riesgo total)	Riesgo de mercado (% riesgo total)
Graña	0,58	0,01	27,83%	72,17%
Relapasa	1,35	0,01	18,33%	81,67%
Continental	1,26	0,01	21,72%	78,28%
Edegel	2,17	0,02	39,03%	60,97%
Luz del Sur	1,99	0,06	57,65%	42,35%
Alicorp	1,71	0,02	35,49%	64,51%
Edelnor	1,81	0,04	55,59%	44,41%
Cementos Lima	2,12	0,02	34,29%	65,71%
Milpo	2,80	0,01	13,08%	86,92%
Atacocha B	1,49	0,02	19,87%	80,13%
Volcan B	1,27	0,01	7,63%	92,37%
Minsur	2,33	0,01	20,01%	79,99%