

Banco Central de Chile
Documentos de Trabajo

Central Bank of Chile
Working Papers

N° 76

Julio 2000

**VALUE AT RISK AJUSTADO POR LIQUIDEZ:
UNA APLICACIÓN A LOS BONOS
SOBERANOS CHILENOS**

Christian A. Johnson

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: bcch@condor.bcentral.cl

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Hard copy versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or email: bcch@condor.bcentral.cl



BANCO CENTRAL DE CHILE

CENTRAL BANK OF CHILE

La serie Documentos de Trabajo es una publicación del Banco Central de Chile que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar al debate de tópicos relevantes y presentar nuevos enfoques en el análisis de los mismos. La difusión de los Documentos de Trabajo sólo intenta facilitar el intercambio de ideas y dar a conocer investigaciones, con carácter preliminar, para su discusión y comentarios.

La publicación de los Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros del Consejo del Banco Central de Chile. Tanto el contenido de los Documentos de Trabajo, como también los análisis y conclusiones que de ellos se deriven, son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Chile o de sus Consejeros.

The Working Papers series of the Central Bank of Chile disseminates economic research conducted by Central Bank staff or third parties under the sponsorship of the Bank. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant issues and develop new analytical or empirical approaches in their analysis. The only aim of the Working Papers is to disseminate preliminary research for its discussion and comments.

Publication of Working Papers is not subject to previous approval by the members of the Board of the Central Bank. The views and conclusions presented in the papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Chile or of the Board members.

Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile
Working Papers of the Central Bank of Chile
Huérfanos 1175, primer piso.
Teléfono: (56-2) 6702475 Fax: (56-2) 6702231

VALUE AT RISK AJUSTADO POR LIQUIDEZ: UNA APLICACIÓN A LOS BONOS SOBERANOS CHILENOS

Christian A. Johnson
Economista Senior
Gerencia de Análisis Internacional
Banco Central de Chile

Resumen

La creciente volatilidad e integración de los mercados internacionales hace necesaria una evaluación cada vez más exacta de las pérdidas potenciales en las cuales un inversor puede incurrir en el caso de una turbulencia internacional. Activos que tienen una alta liquidez pueden ser evaluados utilizando la metodología del Value at Risk (VaR), sin embargo, este indicador subestima las eventuales pérdidas si es que el activo subyacente presenta poca liquidez. Este artículo aplica la metodología de VaR ajustado por liquidez a los bonos soberanos chilenos, de manera de incorporar fluctuaciones en los spreads, variable relevante al momento de evaluar el nivel de riesgo de un portafolio de inversión.

Abstract

International capital market integration together with increasing international volatility, requires an accurate evaluation of the potential losses that portfolio managers may face as a result of international turbulence. Assets with high liquidity standards can be evaluated by the traditional Value at Risk approach (VaR), however, this statistic underestimates the true value of the potential losses when the instrument is not liquid. This paper applies the methodology of liquidity adjusted VaR to the Chilean sovereign bond by incorporating bid-ask spread fluctuations when evaluating a portfolio risk.

Se agradece a Marcelo Reyes el envío de parte de los datos utilizados en el estudio, y a los comentarios recibidos de un árbitro anónimo. Las opiniones vertidas por el autor en este documento no corresponden necesariamente a la visión del Banco Central de Chile.

1. Introducción

La evaluación cada vez más precisa del nivel de riesgo que enfrena un portafolio de inversión es materia que preocupa a los inversionistas institucionales. La alternativa actualmente utilizada se conoce como Value at Risk¹ (VaR), y considera que los activos en cuestión tienen una liquidez estable en el tiempo, la cual está reflejada en un spread bid-ask relativamente estable en el tiempo. Esta es la situación que se observa durante la mayor parte del año para activos como los papeles benchmark del tesoro americano, las acciones del Dow Jones, y las operaciones de cambio de monedas que involucran al dólar americano, el Euro y el Yen japones.

Sin embargo, los portafolio de inversión poseen en su mayoría activos de diferentes características, tanto referidas a sus grados de liquidez, duración de la transacción, moneda, o simplemente instrumentos originados en distintos países. Esta diversidad quita relevancia al cálculo que se efectúa normalmente para definir la posición de riesgo de una compañía o fondo de inversión. La pregunta que surge es de si en un ambiente de turbulencia internacional, los tenedores de estos activos frente a la necesidad de enfrentar restricciones de liquidez en sus respectivas carteras, se ven obligados a aceptar diferenciales bid-ask superiores a los que se evidencian en un ambiente financiero estable.

Este documento presenta un análisis del efecto que existe sobre la valoración del riesgo de un activo cuando este presenta cierto grado de iliquidez exógeno (entendiéndose por éste a aquel que es independiente del volumen transado en el mercado) el cual se manifiesta a través de fuertes fluctuaciones en los spreads ofrecidos por las contrapartes. Para esto se toma información histórica referida al papel soberano chileno de madurez de 10 años, emitido el 28 de abril de 1999, y que sirve principalmente como referencia que tiene el mercado de la evaluación del desempeño de la economía chilena.

Considerando la poca presencia que tiene este activo a nivel internacional, y su consecuente poca liquidez, es posible derivar un cálculo del coeficiente de riesgo por el cual debiera ajustarse este tipo de activos, al momento de evaluar la posición global de riesgo de un portafolio. Siguiendo la metodología propuesta por Bangia et al. (1999), se encuentra que el ajuste requerido para el papel soberano chileno corresponde al 10% aproximadamente, de manera que cualquier cálculo tradicional del VaR subestima su verdadero valor.

Es así como esta metodología tiene la virtud de proponer un mecanismo de ajuste de rápida implementación al cálculo de VaR tradicional incorporando as-

¹Para una discusión del tema revisar Johnson (2000).

pectos de volatilidades de los spreads observables en el mercado, que el VaR tradicional ni siquiera cuestiona, facilitando la evaluación del riesgo de instrumentos (o carteras) que carecen de un grado de liquidez asociado a un patrón de spreads relativamente estable en el tiempo. Una de las principales limitaciones que posee la metodología propuesta es que no incorpora aspectos de iliquidez asociados a volúmenes o montos transados, lo cual si bien teóricamente lo hacen Jarrow y Subramanian (1997) y (1999), no es posible empíricamente de aplicar debido a la falta de información de volúmenes transados asociados a spreads.

El artículo se organiza en tres secciones. La primera presenta las metodologías de cálculo para VaR y el coeficiente de ajuste por liquidez, para lo cual se procede a estimar un proceso econométrico para la desviación estándar de los retornos, de manera de generar un intervalo histórico para el margen de volatilidad aceptada. La segunda sección se presenta el cálculo de los parámetros requeridos para definir el coeficiente de ajuste del factor de riesgo, enfocando la atención en el papel soberano chileno. Por último se presentan las conclusiones.

2. Value at Risk y Ajuste por Liquidez

Esta sección presenta la metodología de valoración de riesgo, o *Value at Risk* (VaR), y explica el ajuste necesario sobre este estimador para permitir una evaluación más precisa de la pérdida potencial de valor que un portafolio o activo presentará, en eventos en que la liquidez de este activo o cartera se vea perturbada, lo cual se representaría por un incremento en los márgenes de precios de compra y venta (Bid-Ask spreads) en el mercado. En este sentido Huang y Stoll (1997) realizan una descomposición de los spreads para un conjunto de 20 acciones de alta presencia bursátil, utilizando información de spreads del NYSE, y encuentran que tanto el ajuste a los precios absolutos como al spread bid-ask se ve incrementado en la medida que el volumen transado se incrementa. Según el estudio, uno de los componentes relevantes del spread bid-ask se refiere al concepto de liquidez. Este se presentaría en la medida que un agente deje de ser tomador de precio al momento de vender sus posiciones, influyendo negativamente en el precio dependiendo del monto deseado a vender. En la medida que eventos de requerimiento de liquidez se presenten, el inversionista se verá obligado a evaluar el trade-off de vender los activos inmediatamente, asumiendo un costo de venta, o particionar las liquidaciones de activos de manera de minimizar este costo influyendo así marginalmente en el precio del papel, pero incurriendo en el costo de la iliquidez que gatillo la decisión de venta.

Subramanian y Jarrow (1999) mencionan que la existencia del riesgo de liquidez se puede deber a la existencia de información asimétrica, o por motivos de inventario², e introducen un concepto denominado *descuento por liquidez*. Este se explica pues si en un momento determinado, frente a necesidades de fondos, un inversionista se ve obligado a vender parte de su portafolio, lo cual influiría negativamente en el precio de mercado (efecto cantidad sobre el precio, el cual no existe con agentes atomísticos), dando fundamentos a que el precio de liquidación difiera del precio de mercado (la diferencia se denomina *descuento por liquidez*). Los autores presentan una metodología de cálculo que permitiría ajustar el VaR tradicional por este concepto de descuento por liquidez, sin embargo las variables requeridas para su cálculo no están disponibles para la mayoría de los activos que presentarían estas características, y en especial el mercado de papeles soberanos chilenos, lo cual hace muy difícil su implementación práctica (ver Bangia et al. (1999)). Las siguientes secciones desarrollan en profundidad la metodología adoptada para la medición del descuento por liquidez.

2.1. Value at Risk

Es común asumir que los retornos de activos obedecen a una distribución simétrica y con un grado de dispersión que los hace asimilable a una distribución normal. Sin embargo, la evidencia empírica tiende a rechazar tal supuesto, presentándose signos de leptokurtosis y asimetría evidentes, los cuales hacen muy probable el rechazo de la cómoda normalidad de los retornos. A pesar de la evidencia, se sigue asumiendo que estos provienen de una distribución normal, y los indicadores de riesgo como el VaR (al menos en su versión más simple) se construyen basados en tal supuesto.

Una alternativa consiste en implementar la teoría de valores extremos a las colas de las distribuciones. La teoría de valores extremos consiste en estimar lo más fielmente posible la verdadera distribución extrema de los retornos de un activo, permitiendo una evaluación correcta de la exacta probabilidad de ocurrencia de pérdida de valor de un activo o portafolio, la cual claramente se ve sub estimada al utilizar factores provenientes de distribuciones normales o t de student. Si bien existen bondades claras en su implementación, el procedimiento computacional requerido hace difícil el cálculo frecuente de tales probabilidades, lo cual le quita fuerza al método desde un punto de vista de implementación³.

²Revisar Glostén y Milgrom (1985), y Grossman y Miller (1988).

³Para una revisión de la teoría de valores extremos revisar Hill (1975).

Conceptualmente, el VaR entrega la mínima pérdida potencial que un activo o portafolio presentará con determinado nivel de probabilidad durante un horizonte predeterminado de tiempo. Usualmente se menciona este evento considerando un 5% de significancia, con lo cual esto significa que una de cada veinte veces el activo en cuestión perderá de su valor a lo menos el factor VaR calculado.

La ecuación que permite generar un estimador de VaR considera la volatilidad de los retornos estimada (ya sea de un activo particular o de un portafolio) en el momento t ($\hat{\sigma}_t$), el factor de la distribución normal estandarizada que deja un porcentaje predefinido a la izquierda de la distribución (ϕ) y el horizonte de predicción o cálculo del VaR (Δt):

$$\widehat{VaR}_t = \phi \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_t^2 \cdot \Delta t} \quad (2.1)$$

El factor ϕ se obtiene de la tabla normal estandarizada⁴, si es que se considera válido que la distribución que representa a los retornos proviene de una función de distribución de este tipo. Adicionalmente, es común el cálculo del VaR para un horizonte corto de tiempo (día, semana o mes), considerando una volatilidad promedio calculada en base a la data histórica que sea representativa del ambiente de volatilidad a proyectar⁵. Sin embargo, es común que los precios de activos presenten cierta correlación histórica de los retornos, sobretodo en momentos de alta volatilidad de los mercados, con lo cual el asumir una volatilidad histórica promedio deja de ser válido. Como solución a este problema se utilizan modelos econométricos que permiten considerar una volatilidad condicionada en la información reciente, de manera de representar más fielmente un proceso futuro para la volatilidad. Alternativamente a los métodos de simulación histórica (o delta normal) mencionados, existen los métodos de simulaciones de Monte Carlo, los cuales son computador intensivos y entregan los mismos resultados en términos de cálculo de factores de riesgo, en la medida que no se disponga de portafolios con activos de retornos asimétricos (derivados). Claramente este método supera en exactitud a los procedimientos alternativos, sin embargo para el activo a analizar en el documento, es suficiente considerar métodos como el delta-normal pues permite manipular la matriz de varianzas y covarianzas con metodologías

⁴La tabla de la distribución normal estandarizada entrega los siguientes valores para los factores de ajuste:

Porcentaje	10%	5%	1%	0.5%
Factor ϕ	1.282	1.645	2.325	2.575

⁵Generalmente se toma la desviación estándar insesgada de los datos de retornos de toda la muestra, asumiendo que es un buen indicador de la volatilidad futura.

econométricas que permitirían representar fielmente los procesos de volatilidad histórica.

Econometricamente, la proyección de la volatilidad se efectúa por medio de la estimación de un modelo autoregresivo de heteroscedasticidad condicionada (GARCH), utilizando el método de máximo verosimilitud⁶, cuya representación estándar esta dada por el siguiente sistema:

$$r_t = \alpha + \xi_t \quad (2.2)$$

$$\hat{\sigma}_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \beta_i \cdot \hat{\sigma}_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \gamma_j \cdot r_{t-j}^2 \quad (2.3)$$

Una vez estimada la volatilidad se procede a calcular el estimador de VaR atendiendo al porcentaje de significancia asociado al factor ϕ escogido. De esta manera se crea un intervalo dependiente del momento t, alimentado por volatilidades y retornos pasados, margen al que pertenecerán los retornos actuales históricos del activo un 90 ó 98% de la veces, dependiendo de si ϕ toma un valor de 1.645 ó 2.325, respectivamente, y de si los supuestos del modelo son los correctos.

2.2. Ajuste por Liquidez

El cálculo tradicional del VaR asume que el spread bid-ask es básicamente estable en el tiempo, de manera que es posible efectuar los cálculos indistintamente con los valores de cierre, o valores medio de compra y/o venta del instrumento en cuestión. Sin embargo, los spreads efectivos no son estables para activos que enfrentan una liquidez limitada (ver Huang y Stoll (1997)), como es la de los papeles soberanos de países emergentes⁷, entre los cuales se encuentra la nota soberana chilena. Es así como los cálculos tradicionales del VaR quedarán subestimados debido a que al momento de requerir de la liquidación del activo, el mercado no esté dispuesta a ofrecer el precio deseado por el instrumento en el lapso de tiempo requerido, debiendo afrontarse un menor ingreso por concepto de venta del activo. Es posible representar gráficamente el concepto de ajuste por liquidez al potenciar el VaR calculado tradicionalmente por un factor que será función del comportamiento del spread bid-ask del papel en cuestión:

⁶Si bien existe una diversidad de modelos de heteroscedasticidad condicionada (ver Hentschel (1995)), este estudio se focaliza en la corrección del componente de riesgo de retorno por el factor de liquidez, para lo cual se presenta un modelo GARCH estándar en el proceso de estimación. El autor está explorando en otra investigación la utilización de modelos simétricos y asimétricos para el diseño de esquemas de intervención cambiaria.

⁷Por ejemplo aquellos pertenecientes al Emerging Market Bond Index (EMBI).

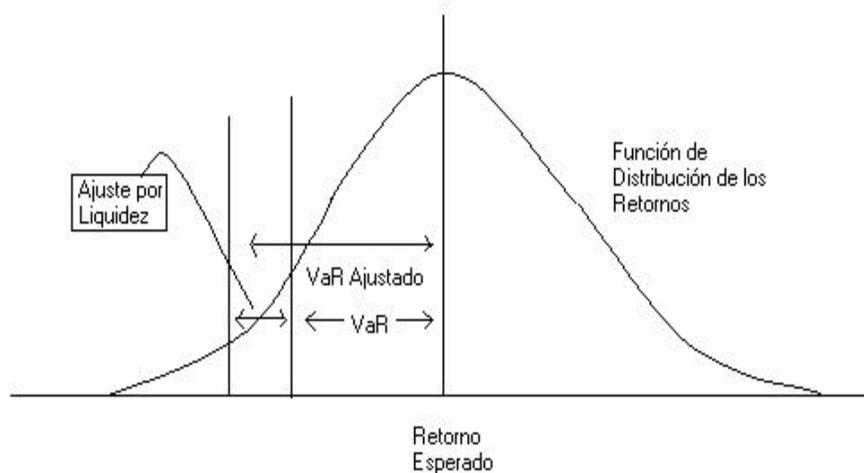


Figura 2.1: Diagrama Comparativo del VaR versus el VaR ajustado por Liquidez.

Este coeficiente de ajuste por liquidez⁸ es función directa del spread que se puede conseguir en el mercado al momento de decidir la venta de un activo.

La siguiente figura muestra que la trayectoria del spread relativo para el papel chileno (definido este como la diferencia entre el precio bid y ask, en relación al promedio de ambos precios⁹) fluctúa de manera importante¹⁰, desde valores cercano a 0.1% a valores superiores al 10% del valor promedio transado. Esta inestabilidad necesariamente debe ser considerada desde el punto de vista de un administrador de portafolio, el cual desea evaluar su riesgo potencial incorporando, además de los factores tradicionales de riesgo de tasas (precios), el concepto de riesgo por liquidez.

⁸Un índice de "iliquidez" podría ser el factor multiplicativo de la velocidad a la que se vende el activo al precio esperado según condiciones de mercado normales, y alternativamente se puede definir como el spread de compra-venta del instrumento.

⁹Ver definición formal más adelante.

¹⁰La colocación del papel chileno cuya madurez es en 10 años, se efectuó el 28 de abril de 1999, y la tasa de cupón semianual fue de 6 7/8%. La categoría corresponde a Baa1 y A- según Moody's y S&P, respectivamente. La duración modificada de este instrumento es de 6.31 años actualmente.

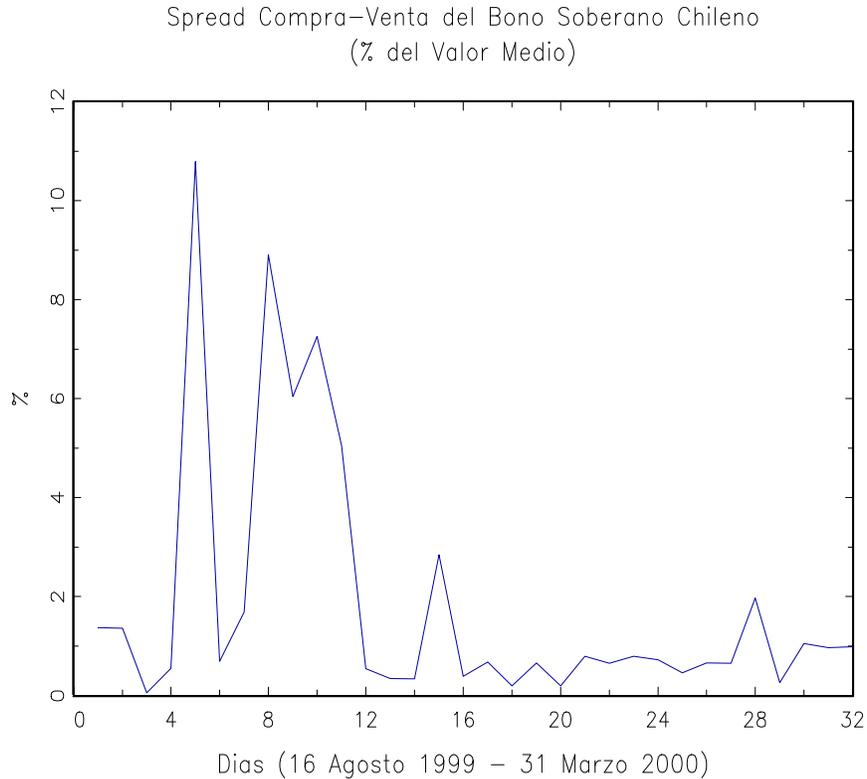


Figura 2.2: Spread Bid-Offer del Papel Soberano Chileno.

La base fue construída considerando precios para los días en que hubo cotización (de un total de 166 días entre agosto del 1999 y marzo del 2000, se cotizó una punta en 63 días, mientras que ambas puntas bid y ask se cotizaron solamente 32 días), los cuales representaron menos de un 50% de presencia de mercado para la firma que proporcionó la información de precios, señal indicativa de la poca presencia del instrumento lo cual potencia la necesidad de corregir la volatilidad de los retornos por un componente de liquidez¹¹.

Con este objetivo, definimos al componente de riesgo por iliquidez siguiendo

¹¹La metodología propuesta toma en consideración solamente los días en que se transan los instrumentos (i.e. los días en que hay cotización), siendo esto una limitación pues se subestima el spread relativo calculado. Una posibilidad podría ponderar el spread por un factor que refleje la presencia de este instrumento en el mercado, incrementando este spread por un factor $\frac{DíasTotales}{DíasTransados} \geq 1$. En nuestro caso esto significaría potenciar nuestros resultados por 2.6 veces aproximadamente. Este punto se deja para futura investigación.

la conceptualización adoptada por Bangia et al. (1999), una versión simplificada e implementable del modelo de Jarrow y Subramanian (1997) y (1999). Estos últimos modelan el ajuste *endógeno* por liquidez, entendiéndolo por este al que se obtiene de incorporar volúmenes de activos transados en momentos de requerir financiamiento. Es así como no sería lo mismo enfrentar la venta de algún activo ilíquido en un monto marginal para los volúmenes usualmente transados del instrumento versus el participar en el mercado con volúmenes que superan con creces los estándares normales de transacción del instrumento. Existiría un punto sobre el cual ya el nivel de iliquidez por motivos de monto de transacción se incrementa, evidenciándose un aumento de los spreads bid-ask del instrumento. Sin embargo al aplicabilidad de la metodología de cálculo del grado de iliquidez endógeno exige una base de datos que difícilmente esta disponible¹², lo cual le quita validez y potencia empírica al modelo propuesto por Jarrow y Subramanian. Es así como dejando de lado aspectos volumétricos, se adopta la metodología propuesta por Bangia et al. (1999), la cual se enfoca en el componente de iliquidez *exógeno*, entendiéndose por este a aquel que es independiente de los volúmenes transados.

El concepto básico sobre el cual se efectúan los análisis se conoce como *spread relativo* (ρ_t) y se genera a partir de la siguiente expresión:

$$\rho_t = \frac{(Ask_t - Bid_t)}{\left[\frac{Ask_t + Bid_t}{2} \right]} \quad (2.4)$$

donde *Ask* se refiere al precio de compra y *Bid* al precio de venta de un instrumento. Es usual categorizar el grado de liquidez de un instrumento por el spread existente entre los precios de venta y compra ("las puntas"), el cual puede ser reflejo de diversos factores ya sean fundamentales (aspectos macro-financieros del emisor) y/o técnicos (ruido de mercado reflejado en soportes, resistencias, volatilidad, estocásticos, etc...). En la medida que este spread sea mínimo, se estaría en presencia de un activo con un alto grado de liquidez. Es así como el indicador de spread relativo tiene en el numerador la diferencia entre el *Ask* y el *Bid* de un papel, y en el denominador, el promedio de ambos, de manera de establecer un indicador comparable entre distintos instrumentos que se transan

¹²Incluso para los activos más líquidos la disponibilidad de información de montos transados (por ejemplo en bonos americanos de madurez remanente de 5 años) es imposible de obtener, debido a la cantidad de agentes que transa este activo. Sin embargo, no se da lo mismo con el precio de activo. Este es posible de obtener fácilmente en cualquier sistema de información estándar de la industria, como por ejemplo, Reuters, Bloomberg o Telerate.

en diferentes denominaciones o escalas¹³.

A partir del spread relativo ρ_t , se genera el coeficiente de ajuste por liquidez como:

$$\delta_t = 0.5 \cdot p_t \cdot (\bar{\rho} + \theta \cdot \tilde{\sigma}_t) \quad (2.5)$$

donde p_t define al precio del activo en el período t , $\bar{\rho}$ es el promedio muestral del spread relativo, $\tilde{\sigma}_t$ la desviación estándar del spread relativo en el período t , y θ corresponde al factor de ajuste que produce el 99% de cobertura del proceso para los spreads. Es empíricamente poco factible encontrar distribuciones normales para los spreads¹⁴, lo cual inhabilita a la tabla de distribución normal para aportar valores al factor θ . Es así como se sigue la proposición de Bangia et al. (1998) y simulamos con factores de ajuste θ entre 2 y 5, reportando en la siguiente sección el ajuste para $\theta = 5$.

A diferencia del modelo propuesto por Bangia et al. (1998), el coeficiente de ajuste no sólo cambia por modificaciones en el precio spot del instrumento, sino que también por cambios en la volatilidad (GARCH). Es así como en nuestro modelo $\tilde{\sigma}_t$ se obtiene de la estimación efectuada por máxima verosimilitud en lugar de aplicar la fórmula de desviación estándar a la serie de spread relativo¹⁵.

La siguiente sección aplica la metodología propuesta al papel soberano chileno, utilizando datos diarios confidenciales facilitados por un banco de inversión internacional, cubriendo desde el 16 de agosto de 1999 al 31 de marzo del 2000.

3. Estimación y LA-VaR

Utilizando datos históricos diarios de precios para el papel soberano chileno para aproximadamente siete meses (16 de agosto de 1999 al 31 de marzo del 2000), se procedió a la estimación econométrica de la volatilidad. La metodología consistió en evaluar los siguientes modelos alternativos (ver tabla), escogiéndose el modelo

¹³Por ejemplo el Yen japonés se transa a niveles de 100 yenes por dólar mientras que el Euro se transa a niveles de 0.95 dólares por Euro. Lo mismo sucede en instrumentos de renta fija de distintas características de emisión cuyos precios no necesariamente están a valor par.

¹⁴Considerando los spreads para el papel chileno, los coeficientes centrados de skewness y kurtosis son 2.11 y 3.35 respectivamente (ambos se rechazan estadísticamente como nulos), entregando un test de Jarque-Bera de 38.8, con un p-value de 0, lo cual rechaza absolutamente la hipótesis de normalidad de la serie.

¹⁵Bangia et al. (1998) estiman una desviación estándar constante aplicando $\tilde{\sigma}^2 = \frac{\sum(\rho_t - \bar{\rho})^2}{n-1}$ como parámetro del coeficiente de ajuste para toda la muestra.

GARCH(2,1) como el representativo para la simulación de volatilidades históricas, obedeciendo al criterio estándar minimizador de la función de Akaike¹⁶.

Parámetro	GARCH(1,0)	GARCH(1,1)	GARCH(2,1)	GARCH(2,2)
Constante	0.518254	0.328887	0.414736	0.338062
ARCH(1)	0.425940	0.451377	0.346312	0.348609
ARCH(2)		0.215423	0.286705	-0.037856
GARCH(1)			-0.031651	0.545774
GARCH(2)				-0.186009
Akaike	2.456273	2.398450	2.381796	2.389570

Los spreads se obtuvieron de 32 días de 63 cotizaciones con lo cual se pudo calcular los estadísticos relevantes para la obtención del coeficiente de ajuste por liquidez δ . La siguiente tabla resume los estadísticos asociados al papel chileno considerando los días de presencia (en los cuales hubo precios bid y ask) en el mercado, considerando un coeficiente de ajuste θ igual a 5.

Estadístico	Valor
p_t	92.51
$\bar{\rho}$	0.01872
$\tilde{\sigma}$	0.02698
VaR	0.65742
δ	0.07134
$LA - VaR$	0.72876
$\%LA$	9.79

El último precio reportado para el papel soberano corresponde a 92.51. Del análisis histórico el spread relativo promedio alcanzó aproximadamente al 2%, con una desviación estándar del 2.7%, lo cual entregaba un factor de ajuste por concepto de liquidez o descuento por liquidez de 0.07%, con un mínimo de 0.069% y un máximo de 0.074%, y un VaR para un día de los retornos del 0.66%, con un mínimo de 0.58% y un máximo de 0.9%, representando el factor de ajuste por liquidez casi un 10% del VaR ajustado total. Este porcentaje se puede comparar al 19% y 9% encontrado por Bangia et al. (1999) para el Baht tailandés en el período antes y después de la época de la crisis asiática en 1997. Al comparar estos resultados en relación a la volatilidad del Yen japonés, cuyo VaR ajustado alcanzó a 2.1% y 1.5% para los mismos períodos pre y post crisis, es posible ver

¹⁶Revisar Hamilton (1994) para conceptos de series de tiempo (GARCH).

que durante períodos de alta inestabilidad, economías que presentan activos de menor liquidez pueden ver potenciados los efectos adversos sobre su riqueza o precios de sus activos, debido a que el mercado les va a exigir un premio adicional por este concepto de iliquidez, de manera que el "efecto cantidad" mencionado por Jarrow y Subramanian (1999) se hace evidente.

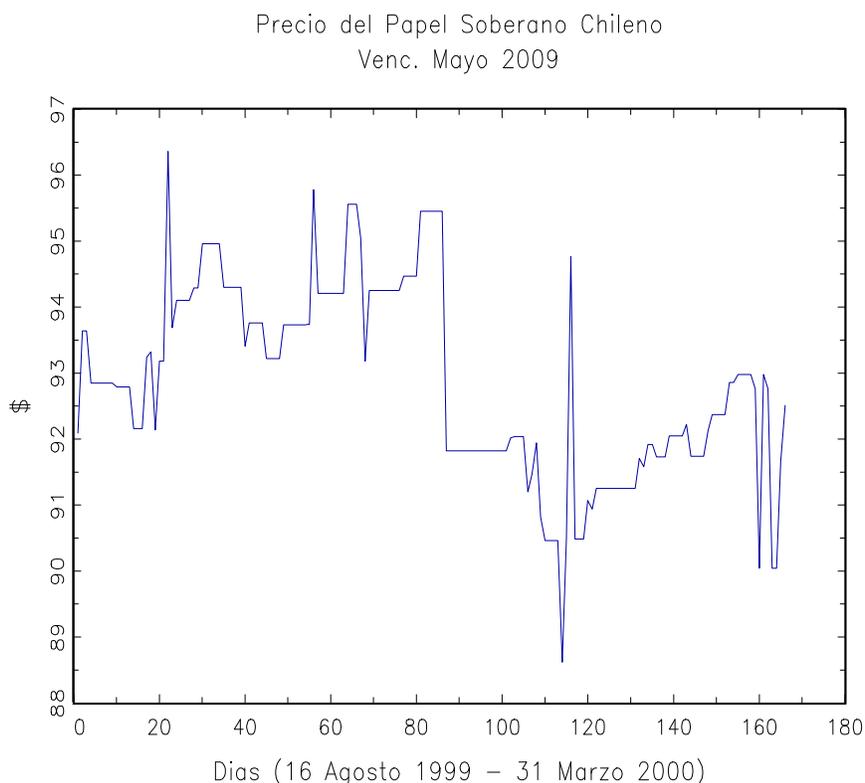


Figura 3.1: Trayectoria del Precio del Papel Soberano Chileno.

Este efecto de la alta volatilidad en los retornos del papel soberano queda en evidencia al observar la trayectoria que ha tomado el precio desde agosto del año pasado. En la figura N°3.1 se observa el precio del papel soberano que vence en mayo del 2009 en dólares americanos, notándose un alto porcentaje de días en que no hubo actividad requerida para el papel soberano (103 días de un total de 166). Solamente un tercio de los días hábiles se valoró el activo, lo que tampoco significa que haya sido transado. Esta baja presencia influye directamente en la alta volatilidad de los retornos que entrega el activo.

Considerando el ajuste del 10% necesario para valorar correctamente el riesgo del activo, incluyendo en componente de descuento por liquidez, es posible definir un intervalo dentro del cual los retornos del activo debieran fluctuar con un alto nivel de probabilidad. Esta trayectoria se representa en la figura N°3.2, y es posible evidenciar el incremento del margen producto del ajuste por liquidez del 10%.

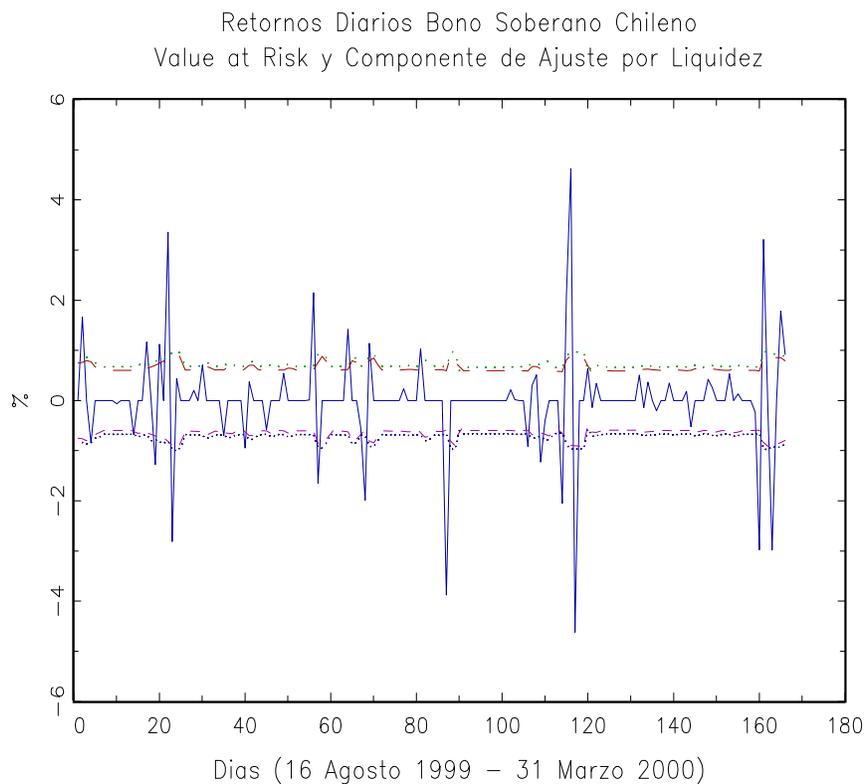


Figura 3.2: Intervalo de Volatilidad para los Retornos Diarios del Papel Soberano Chileno.

En períodos de alta inestabilidad de los retornos el valor de la volatilidad simulada se ve incrementada, de manera que el margen de volatilidad de los retornos permitida, obtenida a través del VaR tradicional y el VaR ajustado se ven también aumentados.

La relevancia de este ajuste queda de manifiesto en la edida que valoramos la posición total de papeles soberanos existente en el mercado. Actualmente el monto

nominal de esta colocación es de 500 millones de dólares, los cuales valorados a un precio de 92.51, nos deja en un valor de mercado de 462.55 millones de dólares. El VaR a un día correspondiente alcanza al 0.66%, es decir aproximadamente 3 millones de dólares, y si incluimos el coeficiente de ajuste por descuento de liquidez, el cual corresponde a 0.07%, es decir 325 mil dólares aproximadamente, finalizamos con un VaR total ajustado de 3.3 millones de dólares.

4. Conclusiones

Este artículo presenta una metodología que permite ajustar la medida de riesgo tradicional de Value at Risk (VaR) por un factor que toma en consideración la alta volatilidad de los spreads en el momento de liquidar una posición, aspecto que repercute en los montos finalmente obtenidos como producto de la venta de un instrumento ilíquido. Sin incorporar conceptos asociados a la iliquidez producto de volúmenes transados (metodología de Jarrow y Subramanian (1997) y (1999)), este artículo analiza la iliquidez exógena (Bangia et al (1999)), es decir aquella que es producto de factores no asociados al volumen transado. La metodología construye un factor de ajuste que se obtiene del análisis histórico de los diferenciales de precios de compra y venta (spreads), a través del uso de metodologías de proyección de volatilidades econométricas (modelos de series de tiempo GARCH) de manera de corregir las medidas tradicionales de VaR por este factor de iliquidez.

Esta metodología se aplica a los datos históricos del papel soberano chileno, con lo cual se encuentra que el cálculo tradicional del VaR para los retornos debiera ser incrementado en aproximadamente un 10% de manera de considerar la poca presencia y la inestabilidad existente en activos de estas características. Es así como para la posición completa del papel chileno, la cual alcanza a 463 millones de dólares, el VaR a un día alcanzaría a 3 millones de dólares, de manera que el VaR ajustado por concepto de liquidez se incrementa a 3.3 millones de dólares, es decir 300 mil dólares adicionales por concepto de liquidación eventual del activo.

Dada la creciente incorporación en los portafolios de activos de países emergentes que tienen la característica de ser relativamente poco líquidos en comparación a los instrumentos soberanos de países desarrollados, es fundamental disponer de una herramienta que permita ajustar sus medidas de riesgo por factores que van más allá de aspectos puramente financieros, sino que se hace imprescindible ajustar por conceptos asociados a factores de liquidez de las emisiones.

Referencias

- [1] Bangia, A., F. Diebold, T. Schuermann, y J. Stroughair (1999). "Liquidity on the Outside", *Risk Magazine*, Vol. 12, N°6, Junio.
- [2] Glosten, L. y P. Milgrom (1985). "Bid, Ask and Transaction Prices in a Specialist Market with Heterogeneously Informed Traders", *Journal of Financial Economics*, N°14, marzo (71-100).
- [3] Grossman, S. y M. Miller (1988). "Liquidity and Market Structure", *Journal of Finance*, N°43(3) (617-637).
- [4] Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*, Princeton U. Press.
- [5] Henstschel, Ludger (1995). "All in the Family: Nesting Symmetric and Asymmetric GARCH Models", *Journal of Financial Economics*, N°39 (71-104).
- [6] Hill, B. M. (1975). "A Simple General Approach to Inference About the Tail of a Distribution", *Annals of Statistics* 35 (1163-73).
- [7] Huang, R. y H. Stoll (1997). "The Components of the Bid-Ask Spread: A General Approach", *Review of Financial Studies*, Vol 10 N°4 (995-1034).
- [8] Jarrow, R., y A. Subramanian (1997). "Mopping up Liquidity", *Risk Magazine*, Vol. 10, N°12, Diciembre.
- [9] Jarrow, R., y A. Subramanian (1999). "Liquidity Discount", manuscrito, Cornell University.
- [10] Johnson, Christian (2000). "Metodos de Evaluación del Riesgo para Portafolios de Inversión", *Documento de Trabajo N°67*, Banco Central de Chile, marzo.

**Documentos de Trabajo
Banco Central de Chile**

**Working Papers
Central Bank of Chile**

NÚMEROS ANTERIORES

PAST ISSUES

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: bcch@condor.bcentral.cl

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Hard copy versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or email: bcch@condor.bcentral.cl

- | | |
|--|------------|
| DTBC-75
Financial Structure in Chile: Macroeconomic Developments and Microeconomic Effects
Francisco Gallego y Norman Loayza | Julio 2000 |
| DTBC-74
The Effect of Uncertainty on Monetary Policy: How Good are the Brakes?
Adam Cagliarini y Guy Debelle | Junio 2000 |
| DTBC-73
Ajuste Estacional e Integración en Variables Macroeconómicas
Raimundo Soto | Junio 2000 |
| DTBC-72
The Monetary Policy Transmission Mechanism and Policy Rules in Canada
David Longworth y Brian O'Reilly | Mayo 2000 |
| DTBC-71
Monetary Policy Rules and Transmission Mechanisms under Inflation Targeting in Israel
Leonardo Leiderman and Hadas Bar-Or | Mayo 2000 |
| DTBC-70
Optimal Monetary Policy in a Small Open Economy: A General Equilibrium Analysis
Charles Carlstrom y Timothy Fuerst | Abril 2000 |

DTBC-69	Abril 2000
Does Inflation Targeting Increase Output Volatility? An International Comparison of Policymakers' Preferences and Outcomes	
Stephen Cecchetti y Michael Ehrmann	
DTBC-68	Marzo 2000
Chile's Peso: Better Than (Just) Living With the Dollar?	
Felipe Morandé y Klaus Schmidt-Hebbel	
DTBC-67	Marzo 2000
Métodos de Evaluación del Riesgo para Portafolios de Inversión	
Christian Andrew Johnson	
DTBC-66	Marzo 2000
Policy Biases When The Monetary and Fiscal Authorities Have Different Objectives	
Herman Bennett y Norman Loayza	
DTBC-65	Marzo 2000
A Note on the Moments of Stochastic Shrinkage Parameters in Ridge Regression	
Luis Firinguetti y Hernán Rubio	
DTBC-64	Febrero 2000
El Encaje, los Flujos de Capitales Y el Gasto: Una Evaluación Empírica	
Guillermo Le Fort y Sergio Lehmann	
DTBC-63	Febrero 2000
Household Saving in Chile: Microeconomic Evidence	
Andrea Butelmann y Francisco Gallego	
DTBC-62	Enero 2000
Bank Concentration: Chile and International Comparisons	
Ross Levine	
DTBC-61	Enero 2000
Optimal Monetary Policy Rules under Inflation Range Targeting	
Juan Pablo Medina y Rodrigo Valdés	
DTBC-60	Diciembre 1999
Comovement and Macroeconomic Interdependence: Evidence for Latin America, East Asia, and Europe	
Norman Loayza, Humberto Lopez y Angel Ubide	