



Administración del riesgo cambiario en el sistema bancario peruano^{*}

Ruy Lama C.

1. Introducción

El presente trabajo evalúa la posibilidad de implementar el modelo “Value-at-Risk” (VaR) en las empresas bancarias peruanas con el objeto de mejorar la administración del riesgo cambiario. Este modelo mide la máxima pérdida potencial de un portafolio para un horizonte de tiempo y con un nivel de significancia dado¹. Esta pérdida potencial está asociada básicamente al riesgo de mercado. Es decir, a los movimientos adversos en los precios de mercado, tales como tasas de interés, tipo de cambio, acciones, commodities y otros. Otros elementos que podrían inducir a pérdidas en los portafolios son el riesgo crediticio, el riesgo de liquidez o el riesgo legal. Sin embargo el modelo VaR no considera estos efectos y se concentra básicamente en el riesgo de mercado. En este documento de investigación el análisis se limita a la administración del riesgo asociado al tipo de cambio.

En los últimos dos años, en el contexto de la crisis asiática, la crisis rusa y la crisis brasileña, el tipo de cambio ha presentado varios episodios de intensa volatilidad. De igual forma, a lo largo de este período, ha surgido la impresión de que las empresas bancarias han aprovechado las coyunturas de crisis internacional para especular contra la divisa y así generar ganancias. Más aún, se asume que la volatilidad del tipo de cambio experimentada ha sido exacerbada por las transacciones cambiarias de los bancos.

Estos hechos estilizados del tipo de cambio pueden ser relacionados con la estrategia de administración de riesgo que implementan los bancos. Recién en mayo de 1998 fue dado el primer reglamento de riesgos de mercado por la Superintendencia de Banca y Seguros, en el cual se establecen las pautas que debe seguir los bancos con el fin de medir y controlar los riesgos de mercado. Dado que las transacciones cambiarias usualmente se realizan principalmente con criterios de rentabilidad, más que con criterios de riesgo, el modelo VaR podría contribuir a que los bancos tomen sus decisiones de portafolio con mayor prudencia. Ello tendería a moderar la volatilidad cambiaria y a mejorar el perfil de riesgo cambiario del sistema bancario.

Una característica peculiar del VaR es que se aplica básicamente a las actividades de trading de los bancos (como por ejemplo en divisas, acciones y valores en general). Las operaciones tradicionales de los bancos, tales como la asignación de las colocaciones y la captación de depósitos también se encuentran afectos a riesgos de mercados (tales como de tipo de cambio y tasas de interés), sin embargo no se evalúan mediante el modelo VaR. Para dichas operaciones se considera como principal fuente de riesgo el crediticio y/o el de liquidez.

Para el caso peruano no se cuenta con información acerca de la posición de *trading* en moneda extranjera de los bancos con un periodicidad diaria. Sin embargo, una información útil sobre la posición en moneda extranjera de

^{*} Las opiniones de vertidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

¹ Esta definición se tomó de Jorion (1997)



los bancos la constituye la Posición de Cambio Cubierta (PCCU) ó la Posición Global en Moneda Extranjera (PG).

Dicha posición se obtiene a partir de la Posición de Cambio Contable (PCCO), la que es equivalente a la diferencia entre los activos en moneda extranjera y los pasivos en moneda extranjera. Para obtener la PCCU se le resta a la PCCO la posición neta de derivados en moneda extranjera (que en el caso peruano está constituido principalmente por *forwards* y en una menor proporción por *swaps*). La idea intuitiva de restarle la posición de derivados en moneda extranjera, es que los *forwards* netos van a asignarse a terceros en la respectiva fecha pactada, por lo cual en un futuro no va a ser parte de los recursos financieros del banco. De este modo, la PCCU es una medida representativa de los activos netos en moneda extranjera perteneciente a los bancos.

Un valor positivo de la PCCU implica que los bancos tienen una posición larga en divisas (es decir, presentan activos netos en moneda extranjera). Por otro lado un valor negativo de la PCCU significa que los bancos presentan una posición corta en divisas (es decir, presentan pasivos netos en moneda extranjera). En el primer caso el riesgo de pérdidas está determinado por una apreciación cambiaria, mientras que en el segundo caso las pérdidas se determinan por una depreciación cambiaria. Dado que históricamente el tipo de cambio ha presentado una tendencia depreciatoria, la mayor parte del tiempo los bancos presentan una posición larga en moneda extranjera. En este sentido, en el presente trabajo se analizará el riesgo de pérdidas determinadas por una revaluación de la moneda local.

Si bien la PCCU no representa la posición de trading de los bancos, ésta constituye una variable que brinda información útil acerca de la posición en divisas de los bancos. Para el presente trabajo, el modelo VaR es *sui-generis* ya que se aplica a la PCCU, es decir los activos netos en moneda extranjera. La información estadística aún es preliminar y ha sido elaborada por el Banco Central de Reserva del Perú. Las series presentan una periodicidad diaria, y abarcan el período muestral que comprende desde enero de 1998 hasta setiembre de 1999. En vista de que en dicho lapso de tiempo ha ocurrido cuatro fusiones, para mantener la información consistente se ha clasificado la PCCU según el tamaño relativo de los bancos en grandes, medianos y pequeños. El criterio para dicha agrupación ha sido por el tamaño de las colocaciones y los depósitos totales.

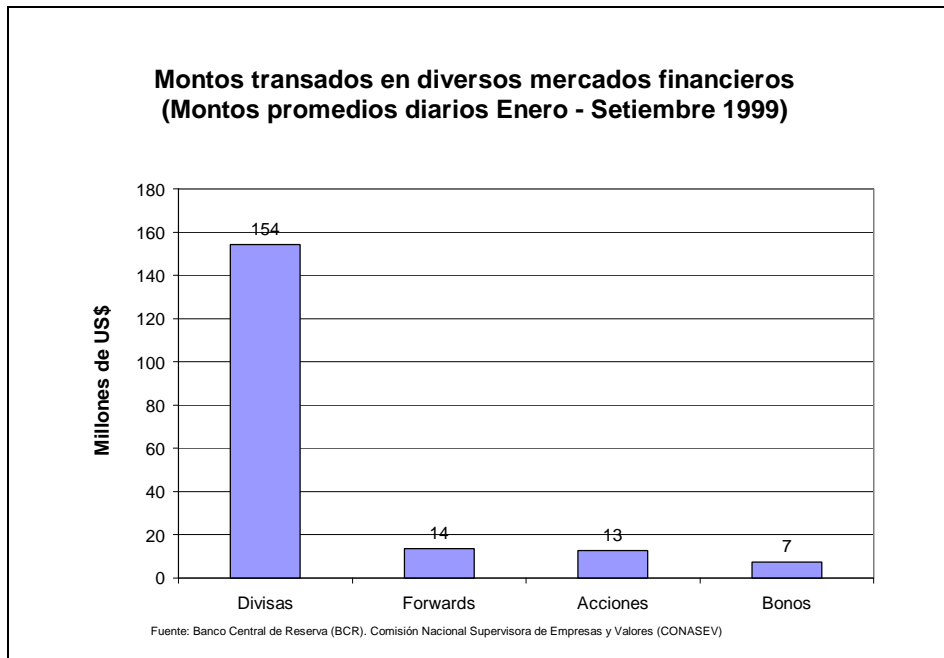
El trabajo se divide en cuatro partes. En la primera se brindan ciertas características del mercado cambiario. En la segunda se explican los hechos estilizados de la gestión de tesorería de los bancos. En la tercera se explica las diversas metodologías para el cálculo del VaR, y las aplicaciones de este modelo. Finalmente se esbozan las principales conclusiones del trabajo de investigación.

2. Características del mercado cambiario

En esta sección describiremos a grandes rasgos algunas características del mercado cambiario. Nos referiremos básicamente al tamaño del mercado, la evolución de la posición de cambio y las ganancias cambiarias obtenidas a partir de las actividades de trading de los bancos.

En el gráfico 1 se puede apreciar el tamaño relativo del mercado cambiario a partir de los montos diarios negociado. A partir de dicho cuadro se puede concluir que el mercado de divisas constituye el mercado financiero con mayores volúmenes de transacción. Representa cerca de 13 veces el tamaño del mercado de acciones y 22 veces el mercado de instrumentos de renta fija. De este modo se puede establecer que el mercado de moneda extranjera posee un alto grado de liquidez.

GRÁFICO 1



En los gráficos 2 y 3 se observa la evolución de la posición de cambio contable y cubierta entre 1998 y 1999. En ambos casos se observa que para la mayor parte del período muestral ambas posiciones presentan una tendencia similar a la del tipo de cambio, y que dicha tendencia se revierte a partir de finales de febrero de 1999. El comportamiento del primer tramo de la PCCO y PCCU se debe a que los bancos han tomado decisiones sobre el portafolio de divisas de acuerdo a las expectativas de depreciación del tipo de cambio. Sin embargo durante 1999 ocurren dos factores que determinaron una disminución continua de ambas posiciones. Por una lado, entre diciembre y setiembre del presente año disminuyó el crédito al sector privado en moneda extranjera en 3,1 por ciento (US\$ 358 millones), debido a la contracción de la demanda agregada. Por otra parte, para el mismo período las obligaciones en moneda extranjera con el sector privado se incrementaron en 4,9 por ciento (US\$ 430 millones). La combinación de ambos efectos, disminución de activos y aumento de pasivos en moneda extranjera, influyeron en la disminución de las posiciones de cambio.

GRÁFICO 2

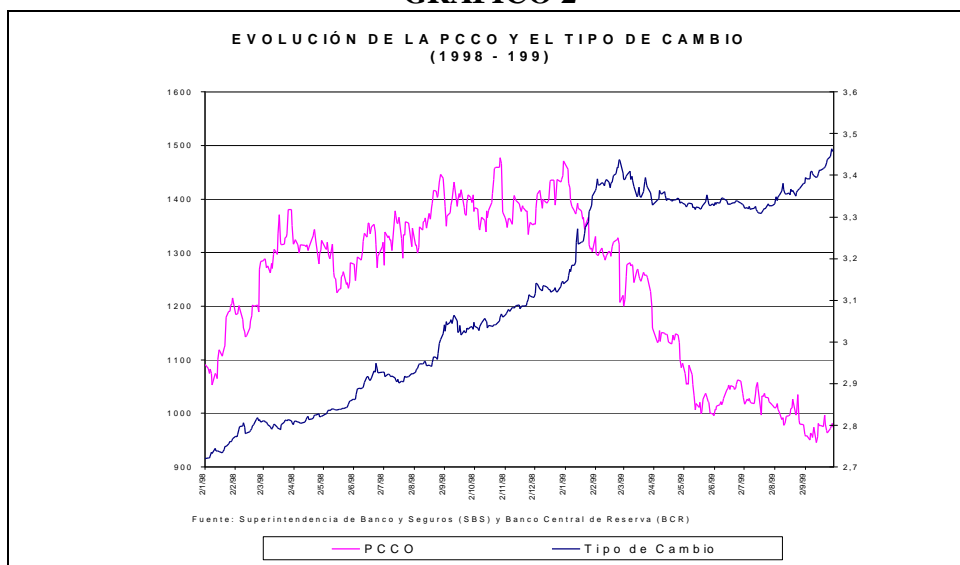
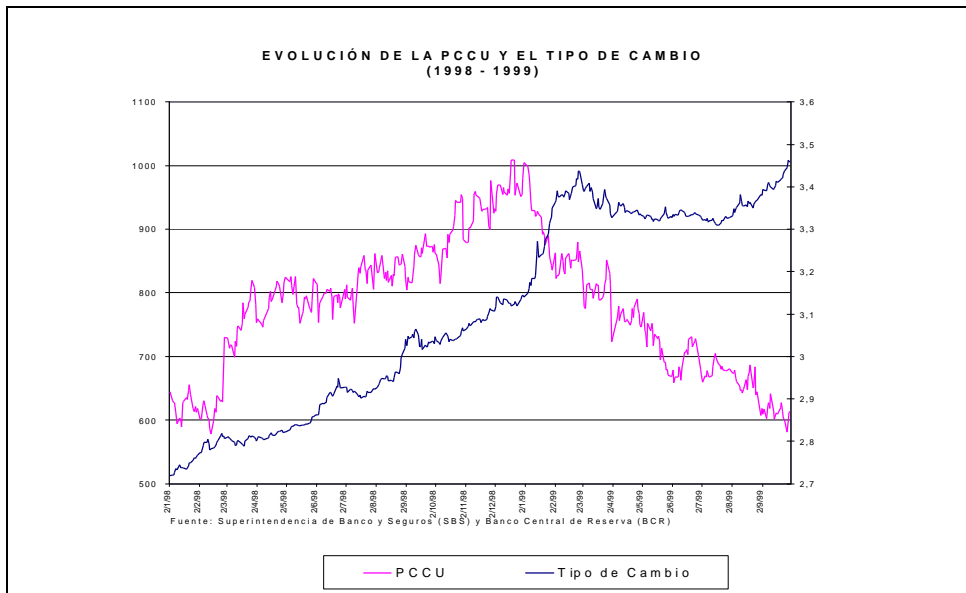




GRÁFICO 3



Finalmente, en el gráfico 4 se puede apreciar que las utilidades cambiarias obtenidas a partir de las operaciones de compra y venta de moneda extranjera han tenido una tendencia creciente en los últimos dos años. Por otra parte, las utilidades netas de las empresas bancarias han decrecido de manera persistente para el mismo lapso. De este modo, de manera progresiva las tesorerías de los bancos han estado compensado las pérdidas de los bancos provenientes de las actividades tradicionales de la banca (colocaciones y captación de depósitos). En el gráfico 5 se aprecia que el ratio de ganancias cambiarias sobre utilidades netas bajo condiciones estables ha sido inferior al 40 por ciento. Mientras que a agosto de 1999 dicho ratio era superior a 200 por ciento.

GRÁFICO 4

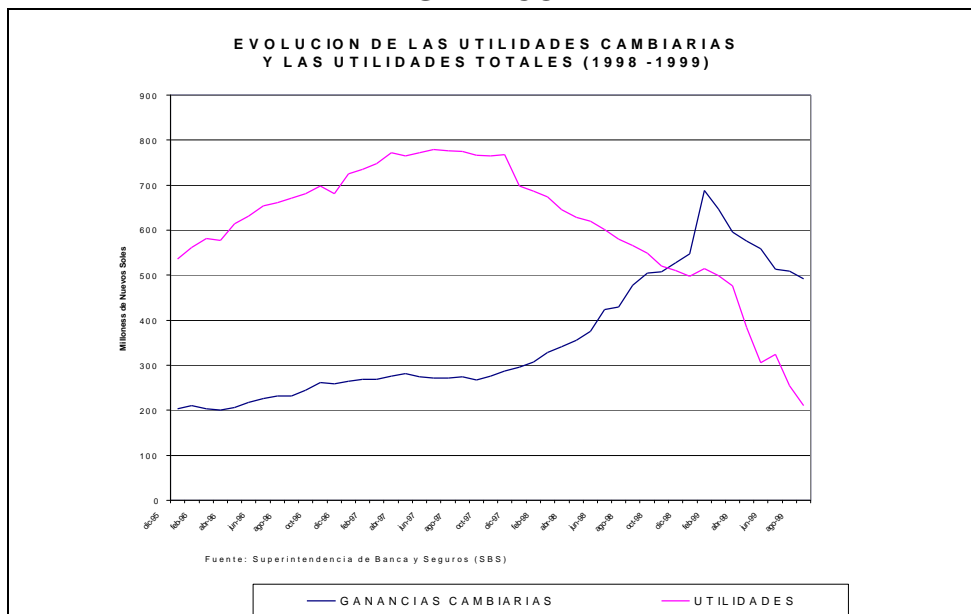
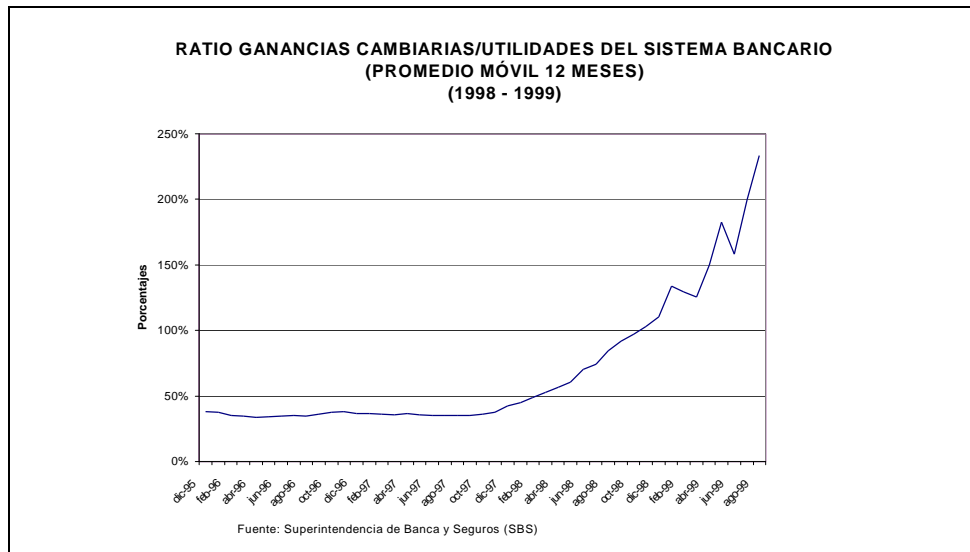


GRÁFICO 5



A partir de ambos gráficos se puede apreciar que las actividades de trading en divisas han sido sumamente rentables. De este modo, al aportar gran parte de las utilidades, han evitado una mayor caída de las utilidades totales, que eventualmente se podría traducir en problemas de solvencia de los bancos. No obstante, la práctica de generar utilidades principalmente a través de la mesa de dinero de los bancos crea ciertos perjuicios. En primer lugar, distrae a los bancos de generar utilidades a partir de sus operaciones tradicionales. En segundo lugar, las actividades especulativas de los bancos podrían incrementar la volatilidad en el mercado bancario. Es justamente esta hipótesis la que se evalúa en la siguiente sección.

3. Hechos estilizados de la gestión de tesorería

En esta sección, siguiendo el trabajo realizado por Shang-Jin Wei y Jungshik Kim (1997), se evalúan dos hipótesis acerca de la gestión de tesorería de los bancos. En primer lugar a través de una prueba de Granger-Causalidad se evalúa si es que la tasa de crecimiento de la PCCU ó PCCO precede en el tiempo un incremento de la volatilidad cambiaria. En este caso dado que tanto la PCCU como la PCCO son variables con raíz unitaria se trabaja con la primera diferencia en logaritmos. Por otro lado la volatilidad cambiaria se ha estimado a través de un modelo GARCH(1,1). La segunda hipótesis que se prueba es si las empresas bancarias tienen mejores habilidades que el resto de participantes del mercado para predecir el comportamiento del tipo de cambio. Para ello se estima una ecuación por mínimos cuadrados ordinarios en la cual se establece una relación entre la diferencia en logaritmos de la Posición de Cambio con la depreciación cambiaria un período posterior.

Para evaluar la primera hipótesis se estimó en primer lugar la desviación estandar del tipo de cambio con una periodicidad diaria mediante el modelo GARCH(1,1) planteado por Bollerslev (1986). El modelo estimado fue el siguiente:

$$(1) \quad \Delta \text{Log}(S_t) = a + e_t$$

$$(2) \quad s_t^2 = q + b e_{t-1}^2 + c s_{t-1}^2$$

Donde S_t es el tipo de cambio *spot* o al contado. La primera ecuación establece que la depreciación cambiaria es modelada por un término constante o intercepto más un término aleatorio con distribución normal. La segunda



ecuación establece que la predicción de la varianza (σ_t^2) es igual a una constante (θ) más el error de predicción del período anterior (ε_{t-1}^2) más la predicción de la varianza del período anterior (σ_{t-1}^2). A partir de la ecuación (2) se obtuvo una serie de la varianza a la cual se le extrajo la raíz cuadrada y se obtuvo la desviación estándar de la depreciación cambiaria. A partir de de la desviación estándar (σ_t) y la tasa de crecimiento de la PCCO y PCCU se evaluó el test de causalidad a lo Grager mediante la siguiente estimación:

$$(3) \quad S_t = m_1 + m_2 S_{t-1} + m_3 S_{t-2} + m_4 P_{t-1} + m_5 P_{t-2}$$

$$P_t = b_1 + b_2 S_{t-1} + b_3 S_{t-2} + b_4 P_{t-1} + b_5 P_{t-2}$$

Donde P_t representa la tasa de crecimiento de la Posición de Cambio (tanto la contable como la cubierta), y σ_t la desviación estándar del tipo de cambio. La Hipótesis nula que se probó para verificar la Granger-Causalidad de la posición de cambio hacia la volatilidad cambiaria es la siguiente:

$$(4) \quad H_0 : m_4 = m_5 = 0$$

Mediante una prueba estadística “F” se prueba si es que los rezagos de la posición de cambio ayudan a explicar cambios en la desviación estándar del tipo de cambio. En caso de rechazar la hipótesis nula establecida en (4) se puede concluir que la tasa de crecimiento de la Posición de Cambio Granger-cause la volatilidad cambiaria. Es, decir valor pasados P_t ayudan a predecir el comportamiento de la volatilidad cambiaria. En los cuadros 1 y 2 se muestran los resultados de la prueba de Granger-Causalidad tanto con la PCCO como con la PCCU. Lo que se concluye a partir de las pruebas estadísticas es que la PCCU (para todos los grupos de bancos) no Granger-Causa a la volatilidad cambiaria, mientras que la PCCO del sistema bancario Granger-cause a la volatilidad cambiaria en un horizonte temporal de un día con un nivel de significancia de 10 por ciento. Asimismo se encuentra una relación de precedencia estadística entre la tasa de crecimiento de la PCCO de los bancos grandes y la volatilidad cambiaria para un horizonte temporal de 1 semana. Ambos resultados refuerzan la idea de que las transacciones cambiarias de los bancos influyen en la volatilidad del tipo de cambio.

CUADRO 1

Ho: Posición de Cambio Contable no Granger-Causa la Volatilidad Cambiaria

	# Obs.	Rezagos	F-Stat	Significancia
Banco Grandes				
1-día	435	2	1,06	0,35
1-semana *	85	1	3,25	0,08
2-semanas	42	1	0,10	0,75
Banco Medianos				
1-día	435	2	0,51	0,60
1-semana	85	1	0,01	0,91
2-semanas	42	1	0,26	0,61
Banco Pequeños				
1-día	435	2	1,15	0,32
1-semana	85	1	0,53	0,47
2-semanas	42	1	0,28	0,60
Sistema Bancario				
1-día *	435	2	2,78	0,06
1-semana	85	1	1,75	0,19
2-semanas	42	1	0,34	0,56

Significativo al 10 por ciento (*)

Los rezagos se establecieron a partir de los criterios de Akaike (AIC) y Schwartz (SBC)



CUADRO 2

Ho: Posición de Cambio Cubierta no Granger-Causa la Volatilidad Cambiaria

	# Obs.	Rezagos	F-Stat	Significancia
Banco Grandes				
1-día	435	2	0,27	0,76
1-semana	85	1	2,09	0,15
2-semanas	42	1	0,18	0,67
Banco Medianos				
1-día	435	2	0,51	0,60
1-semana	85	1	0,41	0,52
2-semanas	42	1	0,50	0,48
Banco Pequeños				
1-día	435	2	1,15	0,32
1-semana	85	1	1,31	0,26
2-semanas	42	1	0,03	0,87
Sistema Bancario				
1-día	435	2	0,63	0,53
1-semana	85	1	1,72	0,19
2-semanas	42	1	0,62	0,44

Significativo al 10 por ciento (*)

Los rezagos se establecieron a partir de los criterios de Akaike (AIC) y Schwartz (SBC)

Para evaluar la segunda hipótesis se estimó la siguiente ecuación mediante mínimos cuadrados ordinarios:

$$(5) \quad P_t = a + b\Delta\text{Log}(S_{t+1}) + e_t$$

Si los bancos tuvieran mejores habilidades para predecir que el resto del mercado, entonces se observaría una relación positiva entre la tasa de crecimiento de la posición de cambio (P_t) y la depreciación cambiaria futura $\Delta\text{Log}(S_{t+1})$. En otras palabras, si es que existieran una adecuada gestión de tesorería el estimador de β sería positivo.

En los cuadros 3 y 4 se muestran los resultados de la ecuación (5). El parámetro β para la PCCO no es estadísticamente significativo (Cuadro 3), sin embargo para el caso de la PCCU del sistema bancario con un horizonte de tiempo de un día se encuentra un coeficiente negativo significativo al 5 por ciento (Cuadro 4). Ello significa que la PCCU se ajusta en sentido inverso al que se esperaría en caso de una depreciación cambiaria, lo cual evidencia una deficiente gestión de tesorería. De este modo, los bancos no estarían especulando de una manera eficiente en el mercado cambiario (es decir comprando cuando el precio es bajo y vendiendo cuando es elevado). Más aún se realizaron regresiones para valores paralelos en el tiempo de la depreciación cambiaria y de la tasa de crecimiento de la posición de cambio y se encontró un valor positivo de β significativo al 5 por ciento. Este resultado implica que la posición de cambio se ajusta de manera tardía a las variaciones de tipo de cambio.



CUADRO 3

POSICIÓN DE CAMBIO CONTABLE (PCCO) Y DEPRECIACIÓN CAMBIARIA

Variable Dependiente: $\ln(PCCO_t) - \ln(PCCO_{t-1})$

	1-día	1-semana	2-semanas
Banco Grandes			
Intercepto	0,00 (-0,75)	0,00 (-0,81)	-0,01 (-1,16)
Depreciación	0,41 (1,27)	0,50 (0,72)	1,01 (2,26)
F-Stat	1,62	0,59	1,89
Significancia	0,20	0,45	0,18
Banco Medianos			
Intercepto	0,00 (0,13)	0,01 (0,44)	0,02 (0,73)
Depreciación	0,26 (0,28)	-1,18 (-0,60)	-2,34 (-1,25)
F-Stat	0,07	0,34	1,29
Significancia	0,80	0,56	0,26
Banco Pequeños			
Intercepto	0,00 (0,05)	0,00 (-0,13)	-0,01 (-0,15)
Depreciación	1,03 (0,40)	1,97 (0,53)	-0,08 (-0,02)
F-Stat	0,18	0,25	0,00
Significancia	0,67	0,62	0,98
Sistema Bancario			
Intercepto	0,00 (-0,58)	0,00 (-0,39)	0,00 (-0,54)
Depreciación	0,42 (1,22)	0,17 (0,23)	0,27 (0,46)
F-Stat	2,41	0,08	0,15
Significancia	0,12	0,78	0,70

Estadísticos "t" entre paréntesis



CUADRO 4

POSICIÓN DE CAMBIO CUBIERTA (PCCU) Y DEPRECIACIÓN CAMBIARIA

Variable Dependiente: $\ln(PCCU_t) - \ln(PCCU_{t-1})$

	1-día	1-semana	2-semanas
Banco Grandes			
Intercepto	0,00 (0,13)	0,00 (0,30)	0,00 (0,03)
Depreciación	-0,72 (-1,71)	-1,06 (-1,24)	-0,14 (-0,17)
F-Stat	2,11	1,16	0,02
Significancia	0,15	0,28	0,90
Banco Medianos			
Intercepto	0,00 (0,25)	0,00 (0,99)	0,03 (0,80)
Depreciación	-1,24 (-1,14)	0,02 (0,99)	-4,31 (-1,69)
F-Stat	0,96	0,00	2,43
Significancia	0,33	0,99	0,13
Banco Pequeños			
Intercepto	0,00 (0,04)	0,00 (0,15)	-0,02 (-0,41)
Depreciación	-1,47 (-0,55)	-1,66 (-0,62)	1,59 (0,48)
F-Stat	0,06	0,31	0,24
Significancia	0,80	0,58	0,63
Sistema Bancario			
Intercepto	0,00 (0,31)	0,00 (0,31)	0,00 (0,41)
Depreciación	-0,84 (-2,35)	-0,94 (-1,14)	-0,89 (-0,97)
F-Stat	4,45	1,15	0,87
Significancia	0,04	0,29	0,36

Estadísticos "t" entre paréntesis

Este resultado está estrechamente relacionado a la administración del riesgo cambiario. En la medida que las decisiones de portafolio se toman de manera tardía (una vez que se produce la depreciación cambiaria) se exagera la volatilidad cambiaria dado que se ajusta la posición de cambio cuando existen una tendencia depreciatoria del tipo de cambio, reforzando de este modo la tendencia inicial. En este contexto, la exposición al riesgo cambiario de los bancos podría aumentar sustancialmente (como se verá más adelante ello se debe tanto a un incremento de la volatilidad como a un incremento de la posición en moneda extranjera).

Los resultados anteriores son importantes para tomar en cuenta en la administración del riesgo cambiario. En la medida en que no se tomen decisiones de transacciones cambiarias considerando el nivel de exposición al riesgo cambiario se tienen dos efectos perjudiciales. En primer lugar un incremento en la volatilidad cambiaria, y en segundo lugar un incremento del riesgo del portafolio de divisas de las empresas bancarias, lo cual eventualmente (ante una crisis cambiaria) podría traducirse en una situación de insolvencia.



4. Value-At-Risk : Un instrumento de control de riesgos

Hasta el momento, sobre la base de la información expuesta anteriormente, se pueden establecer algunas conclusiones acerca del mercado cambiario y la administración del riesgo cambiario. En primer lugar, las operaciones cambiarias han cobrado mayor relevancia dentro de las actividades que desempeñan los bancos. En segundo lugar, existe cierta evidencia estadística de que dichas actividades tienen un impacto positivo sobre la volatilidad cambiaria.

Sobre la base de estas conclusiones, resulta de vital importancia que los bancos puedan medir y controlar su exposición al riesgo cambiario. Siguiendo los principios elementales de las finanzas, la mayores utilidades cambiarias obtenidas se han logrado fundamentalmente mediante un incremento del riesgo. En este sentido, los bancos deben tener conocimiento acerca de su verdadero perfil de riesgo con el objeto de evitar situaciones en las cuales una evolución desfavorable en los precios de mercado afecte su solvencia. Justamente el Value-at-Risk es una herramienta financiera que permite medir la exposición al riesgo de un portafolio, y en este sentido brinda información acerca de las estrategias que pueden seguir los bancos para controlar su perfil de riesgo. Es justamente la sencillez del modelo VaR para expresar la exposición al riesgo en un solo número lo que ha motivado su popularidad en el campo de las finanzas.

Existe una gran variedad de modelos VaR mediante los cuales se pueden estimar la exposición al riesgo cambiario. Dichos modelos se clasifican en dos grupos. El primero de ellos es el de valuación local. Un ejemplo de este enfoque es la metodología delta-normal o de varianzas-covarianzas. Este enfoque consiste en asumir que la distribución de los retornos de los diversos activos que componen un portafolio siguen una distribución normal. La ventaja de este método es que es sencillo de estimar. La desventaja es que en la mayoría de los casos los retornos de los activos financieros presentan distribuciones leptokurticas², con lo cual el supuesto de distribución normal pierde cierto grado de validez.

El segundo grupo es el de valuación completa. Este método consiste en valorizar el portafolio bajo distintos escenarios. Dentro de este grupo se encuentran los siguientes: (a) simulación histórica (b) prueba de estrés (c) simulación de Montecarlo. La primera consiste en valorizar el portafolio bajo escenarios pasados y en un horizonte temporal predeterminado (v.g. 1 ó 2 años). La ventaja de esta metodología es que se estima el VaR a partir de la distribución empírica de los retornos de los activos, y no se imponen supuestos restrictivos a la distribución. Por otro lado, la limitación de la simulación histórica radica en que se asume que la información pasada puede explicar el comportamiento futuro de los retornos. La prueba de estrés o análisis de escenarios consiste en definir un escenario extremo al cual eventualmente podría encontrarse expuesto un portafolio determinado. Por ejemplo, podría definirse una situación adversa para la evolución del precio de los activos tales como la crisis mexicana o la crisis rusa. El beneficio de esta metodología es que permite considerar un evento extremo que usualmente no se observa en los valores pasado de una serie de datos estadísticos. Sin embargo, presenta limitaciones debido a que la definición del evento extremo se elige en función de la subjetividad del analista. La simulación de Montecarlo consiste en simular una trayectoria futura de los retornos asumiendo un proceso estocástico predeterminado para los retornos. Este método permite modelar los retornos para escenarios que aún no ocurren, lo cual constituye su fortaleza. Sin embargo, presenta la desventaja que su implementación es computacionalmente muy costosa, y además el modelo estocástico elegido podría ser inadecuado.

A continuación, desarrollaremos el VaR de las empresas bancarias mediante cada uno de estos métodos, de tal forma que se puedan establecer claramente las ventajas y desventajas de cada metodología. Para las estimaciones nos hemos basado en los trabajos de Jorion (1997), Cassidy y Gizycki (1997) y la metodología establecida por el banco JP Morgan, Riskmetrics (1996). Asimismo la información estadística sobre la posición de cambio cubierta se ha obtenido del Banco Central de Reserva para el período que comprende desde enero de 1998 hasta setiembre de 1999. Debido al proceso de fusiones y adquisiciones que ha experimentado la banca en dicho período, la información de los bancos se ha agrupado según su tamaño en grandes, medianos y pequeños.

² Ello implica que el grado de kurtosis de la distribución es mayor a tres. En términos prácticos, significa que las colas de la distribución son anchas, y por ende, que los eventos extremos son más probables.



4.1 Definición del modelo Value-At-Risk

Cómo se mencionó anteriormente, el Value-at-Risk mide la pérdida potencial de un portafolio (medida en unidades monetarias) en un período determinado y con un nivel especificado de significancia estadística.

El período de tiempo hace referencia al horizonte en el cual se evalúa la pérdida potencial del portafolio. Usualmente, como el Value-at-Risk se emplea para actividades de trading, se suele emplear un horizonte temporal de un día. En dicho caso, el VaR refleja el impacto de movimientos en los precios del mercado sobre el portafolio día a día. Para el horizonte temporal determinado se asume que la composición del portafolio se mantiene constante. Cabe destacar que el Comité de Basilea exige un horizonte temporal de 10 días para la implementación del VaR.

El nivel de confianza se interpreta como la proporción de veces en las cuales el VaR cubre las pérdidas efectivas de las actividades de trading. Por ejemplo, si asumiéramos un nivel de confianza de 95 por ciento, se debería esperar que en promedio las pérdidas superen al VaR en 5 ocasiones cada 100 días.

Para el presente trabajo, se asumirá un horizonte temporal de un día y un nivel de significancia del 95 por ciento.

4.2 Metodología Delta-Normal

La metodología delta normal consiste en asumir que los retornos de los activos que componen el portafolio muestran una distribución normal. Cómo se mencionó anteriormente, la ventaja de esta metodología es que es sumamente sencilla de implementarse. A continuación se mostrará dicho procedimiento.

El VaR de un portafolio compuesto por un solo activo se define básicamente de la siguiente forma:

$$(6) \quad VaR = (\text{Valor de la posición}) \times (\text{Peor movimiento del precio en el período})$$

Donde el peor movimiento se define como una tasa de variación. Imaginemos que tenemos un portafolio compuesto por US\$ 1 000 dólares en efectivo, y que nos interesa evaluar su desempeño con una periodicidad diaria. De igual forma, asumiremos que el tipo de cambio de mercado es igual S/. 3,5. De esta manera, el valor de la posición es igual a S/. 3 500. Si a través de una metodología estadística determinada estimamos que existe un 95 por ciento de probabilidad de que la apreciación del tipo de cambio no va a ser superior al 1 por ciento, entonces el VaR quedaría definido del siguiente modo:

$$(7) \quad VaR = S/. 3,500 \times 0,01 = S/. 35$$

Este número se interpreta del siguiente modo: Dada una posición larga en moneda extranjera de US\$ 1000, la máxima pérdida potencial del portafolio, con un 95 por ciento de confianza y en un horizonte de 24 horas, es igual a S/. 35. En otros términos, en una oportunidad de cada veinte, existe la posibilidad de que las pérdidas del portafolio sean superiores a S/. 35.

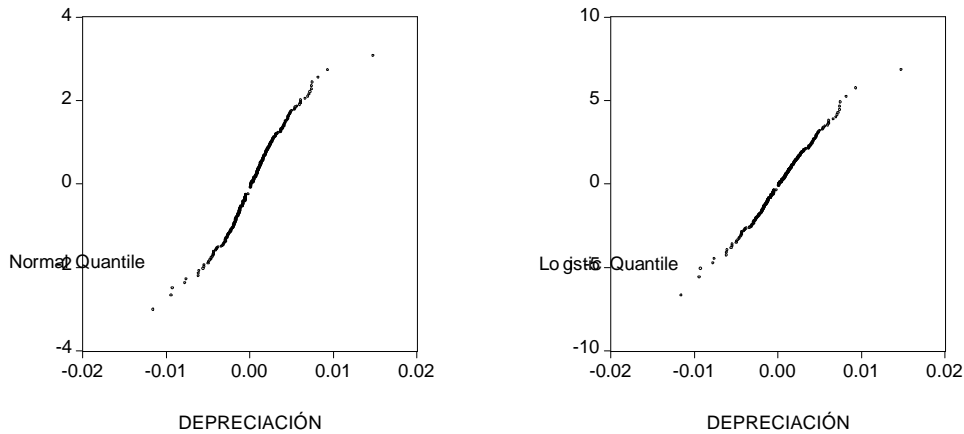
Mediante la metodología delta-normal justamente se estima el peor movimiento del tipo de cambio a partir de una distribución normal. Cabe destacar que si bien el supuesto de normalidad simplifica el cálculo del VaR, asumir esta distribución es bastante restrictivo. Cómo se puede apreciar en el gráfico 6, se compara la distribución de la depreciación cambiaria con distribuciones teóricas como la normal o la logística. Si la distribución empírica de una variable fuera exactamente igual que la teórica, se debería observar una línea recta en diagonal. En caso contrario, se debería observar una línea curva. En el primer cuadrante del gráfico 6 se compara a la depreciación con la distribución normal y se observa una curva en forma de "S", lo que implica una discrepancia entre ambas distribuciones. Las líneas curvas en los extremos de la recta, indica que existen diferencias en las colas de la distribución, lo cual se debe a la diferencia en el nivel de kurtosis. En el segundo cuadrante se realiza la comparación con la distribución logística, distribución que presenta un mayor grado de



kurtosis y por ende colas más anchas, y se observan mayores similitudes dado que la curva se asemeja más a una recta diagonal.

GRÁFICO 6

COMPARACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA DEPRECIACIÓN CAMBIARIA CON OTRAS DISTRIBUCIONES TEÓRICAS



Asimismo al evaluar los estadísticos del tipo de cambio se observan fuertes discrepancias con la distribución normal. En el cuadro 5 se aprecia que el nivel de kurtosis (5,8) es superior a la de la distribución normal (3,0), lo que implica que los eventos extremos son más frecuentes. Por otro lado el coeficiente de asimetría es positivo (0,12) mientras que en la distribución normal es igual a cero. Esto significa que la cola derecha de la distribución es mayor, o de otra forma existe un sesgo en la distribución hacia la depreciación cambiaria con respecto a la apreciación.

CUADRO 5

VALORES ESTADÍSTICOS DE LA DEPRECIACIÓN CAMBIARIA

Estadísticos	Valores
Media	0,00055
Mediana	0,00037
Máximo	0,01493
Mínimo	-0,01138
Desviación Estándar	0,00278
Asimetría	0,11812
Curtosis	5,81176
Jarque-Bera	144,97070
Probabilidad	0,00000
Observaciones	437

Para hallar un percentil determinado de la distribución del retorno de un activo, que justamente es su peor movimiento, simplemente utilizamos la siguiente expresión:

$$(8) \quad R = m - ks$$

Donde R es la variable que representa el rendimiento de un activo, μ es la media, k el número de desviaciones estándar, y σ la desviación estándar. Para una distribución normal, el rendimiento ubicado en el percentil 5 se obtiene utilizando el valor $K=1,645$, y para el percentil 1 se utiliza el valor $K=2,33$.

Usualmente los activos tienen un rendimiento impredecible, por lo que se asume que su rendimiento esperado es igual cero. En este sentido, los modelos VaR utilizan para el cálculo del percentil asumiendo en la ecuación (8) el valor $\mu=0$. En este sentido la fórmula para determinar el VaR, bajo la metodología delta-normal y para un solo activo, sería igual a la siguiente:

$$(9) \quad VaR = PkS$$

Donde “P” es el valor de la posición, “k” el número de desviaciones estándar y “ σ ” es la desviación estándar. A partir de dicha fórmula se puede resumir las fuentes de riesgo de un portafolio. El riesgo puede incrementarse tanto por las modificaciones en la posición del portafolio como por cambios en la desviación estándar. La diferencia fundamental entre ambas fuentes de riesgo es que la primera puede ser modificada por el administrador del portafolio, mientras que el segundo elemento viene dado por el mercado y no es modificable. De este modo, si en algún período de tiempo se incrementa la volatilidad cambiaria la única forma de no incrementar el VaR del portafolio es disminuyendo la posición.

En este sentido, un dato crucial para estimar el VaR de un portafolio es el cálculo de la desviación estándar. A continuación se desarrollará la metodología delta-normal bajo dos métodos de cálculo de la varianza: con ponderaciones constantes, y con ponderaciones geométricas.

4.2.A Varianza con ponderaciones constantes

En el caso peruano, el tipo de cambio ha tenido en los últimos años una tendencia hacia la depreciación. En este sentido, suponer que la depreciación cambiaria sea en promedio igual a cero no se ajusta a la realidad. De esta forma, el cálculo del VaR para la PCCU incorpora el valor esperado de la media de la depreciación cambiaria, de tal manera que la ecuación (9) se modificaría del siguiente modo:

$$(10) \quad VaR = |P(m - kS)|$$

La fórmula se expresa en valor absoluto por convención, dado que la máxima pérdida potencial usualmente es negativa. Por otro lado, para estimar la desviación estándar de la depreciación cambiaria utilizamos la fórmula tradicional:

$$(11) \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - m)^2}{n - 1}}$$

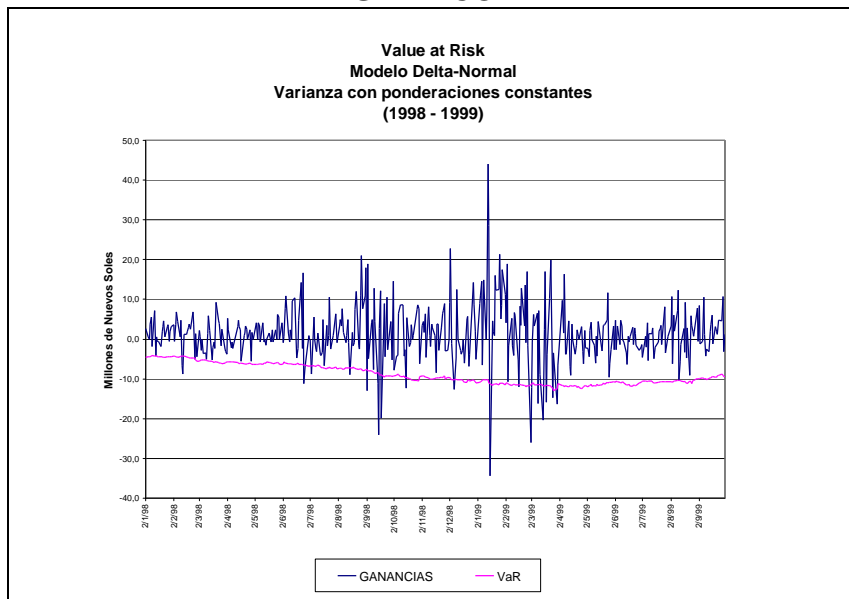
Tanto la media (μ) como la desviación estándar (σ) de la depreciación cambiaria se estiman sobre la base de una muestra de 250 días, que equivale a aproximadamente 1 año. Cabe destacar que las estimaciones del VaR se deben comparar con las ganancias cambiarias de las empresas bancarias para verificar cuán precisas han sido las predicciones. Sin embargo, como no se cuentan con estadísticas sobre utilidades cambiarias con una periodicidad diaria, se han a partir de la posición global en moneda extranjera de los bancos.

En el gráfico 7 se comparan las ganancias cambiarias con el modelo VaR. En términos prácticos, y a pesar de las limitaciones del supuesto de normalidad, el modelo predice relativamente bien la máxima pérdida potencial de las ganancias cambiarias de los bancos. Aproximadamente en un 5 por ciento de las ocasiones, las pérdidas cambiarias han sido superiores a las estimadas por el VaR, lo cual implica un bajo margen de error. Sin embargo,



la desventaja que presenta el cálculo de la desviación estándar mediante la fórmula (11) es que se le asigna igual peso a todas las observaciones del período muestral. De este modo, el VaR no se modifica en gran medida durante los momentos de volatilidad cambiaria. Para corregir la relativa estabilidad del VaR durante el período muestral se emplea un cálculo alternativo de la desviación estándar. Esta alternativa consiste en emplear ponderaciones exponenciales, de tal forma que se le asigne mucho más peso a los acontecimientos recientes que a los pasados. Esta metodología posibilita que el VaR se incremente inmediatamente en los períodos de mayor volatilidad cambiaria. A continuación se implementará el VaR delta-normal bajo esta metodología.

GRÁFICO 7



4.2.B Varianza con ponderaciones exponenciales

Las varianzas en este caso se estima a partir de la siguiente ecuación:

$$(12) \quad \mathbf{s}_{t+1}^2 = I \mathbf{s}_t^2 + (1 - I)(r_t - \mathbf{m})^2$$

La ecuación (12) establece que la predicción de la varianza en el período “t+1” es equivalente a una suma ponderada de la predicción de la varianza en el período anterior y la desviación del retorno con respecto a la media elevado al cuadrado. Mediante reemplazos sucesivos la ecuación anterior deriva en la siguiente fórmula para la varianza:

$$(13) \quad \mathbf{s}_{t+1}^2 = (1 - I) \sum_{i=1}^{\infty} I^{i-1} (r_i - \mathbf{m})^2$$

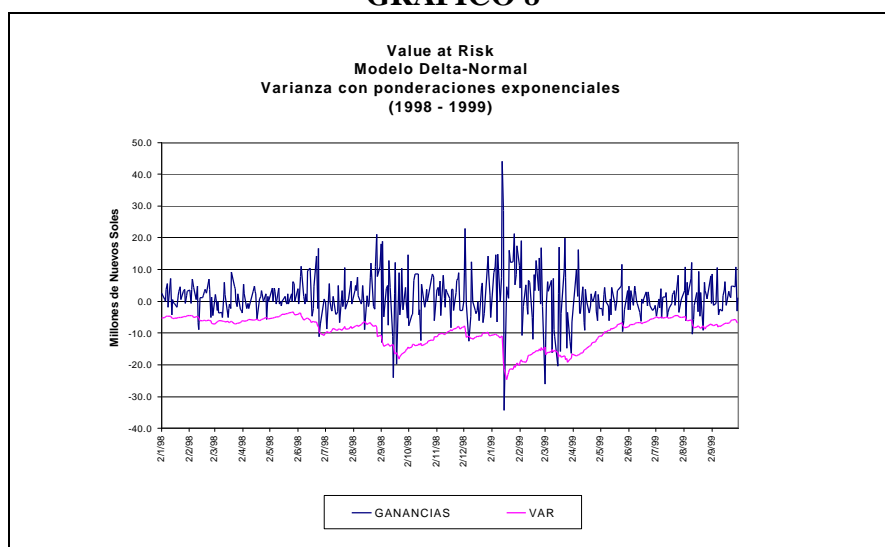
Dada la limitación del tamaño muestral, se trunca el horizonte temporal para el cálculo de la varianza a un período “n” (que para el presente documento de investigación es igual a 250 días). De este modo, la desviación estándar calculada mediante esta metodología sería la siguiente:

$$(14) \quad \mathbf{s} = \sqrt{(1-I) \sum_{i=1}^n I^{i-1} (r_i - m)^2}$$

El documento técnico Riskmetrics (1996) sugiere un valor de λ igual a 0,94 para modelos VaR con una periodicidad diaria. Dicho parámetro se obtiene a partir de la minimización del error cuadrático medio de la predicción de la desviación estándar.

En el gráfico 8, se observa la evolución del VaR y de las ganancias cambiarias. Con respecto al modelo anterior, éste VaR es más conservador dado que solamente en un 4 por ciento de las ocasiones las pérdidas cambiarias superan el VaR propuesto. Como se puede apreciar, el VaR en este caso es más flexible. En los períodos de mayor volatilidad cambiaria, es decir cuando se presentan mayores oscilaciones en las ganancias cambiarias, el VaR inmediatamente aumenta, con lo cual refleja el grado de incertidumbre presente en el mercado.

GRÁFICO 8



Esta metodología para el cálculo de la varianza presenta también limitaciones. El parámetro λ se asume estable en el tiempo. Para superar esto, se puede calcular la desviación estándar a partir de un modelo GARCH(1,1) planteado en la ecuación (2).

4.3 Metodología de simulación histórica

A diferencia de la metodología delta-normal, la simulación histórica permite estimar el VaR empleando la distribución empírica de la depreciación cambiaria. Como se mencionó anteriormente, esta metodología teóricamente supera a la anterior debido a que se considera elementos acerca del comportamiento del tipo de cambio que no recoge la distribución normal, como el elevado grado de kurtosis y la asimetría positiva de la distribución. Sin embargo, estos elementos positivos de la simulación histórica se contrarrestan con la limitación al asumir que el comportamiento pasado de la depreciación cambiaria ocurrirá de la misma manera en los períodos futuros.

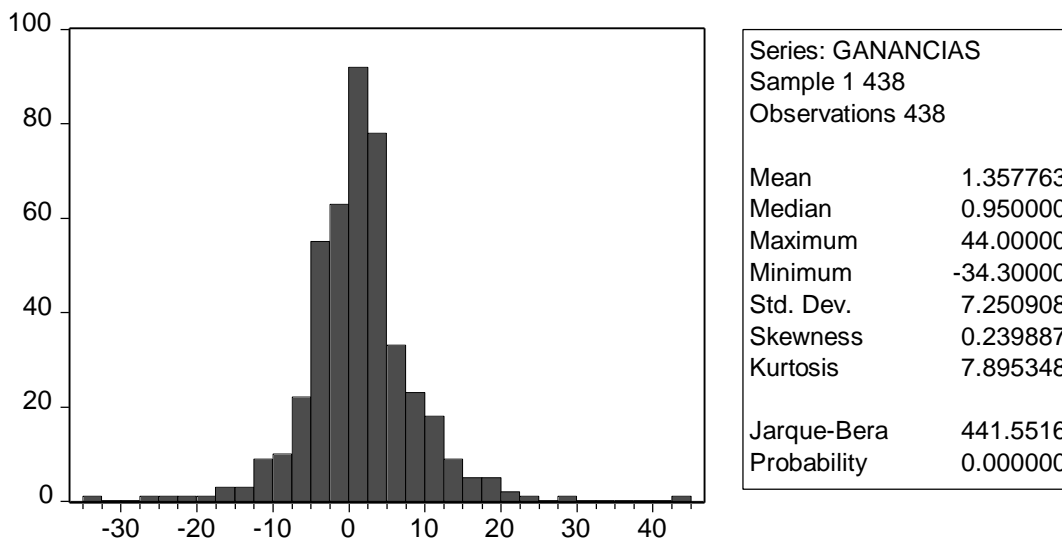
La metodología para la estimación del VaR consiste en seleccionar un conjunto de observaciones sobre la tasa de variación del tipo de cambio. Este conjunto de datos se aplican al valor de la posición actual para proyectar las ganancias cambiarias del siguiente modo:



$$(15) \quad \text{Ganancias}_t = P_t \times e_t \times \hat{e}_{t-i} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

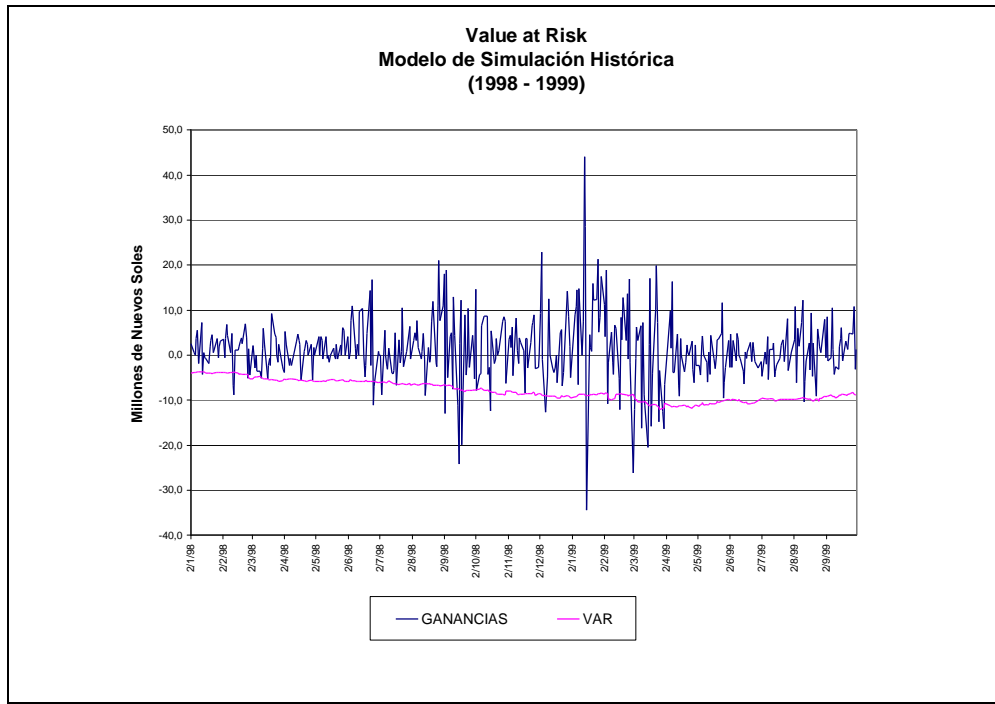
Donde P_t es la posición en dólares en el período “t”, e_t es el valor del tipo de cambio en el período “t”, \hat{e}_{t-i} es la depreciación realizada en el período “t - i”, y “n” el número de observaciones, que en este caso es igual a 250. Aplicamos la secuencia de las variaciones del tipo de cambio a la posición actual y a partir de esa información obtenemos una distribución de la proyección de las ganancias cambiarias (Ver gráfico 9). De esta distribución obtenemos el percentil 5, que representa el VaR estimado a partir de la simulación histórica con un 95 por ciento de confianza. Este método asume que la distribución empírica de la variación del tipo de cambio observada en los últimos 250 días se repetirá del mismo modo en el período futuro.

GRÁFICO 9
DISTRIBUCIÓN DE LAS GANANCIAS CAMBIARIAS
(Millones de Nuevos Soles)



En el gráfico 10 se muestra el VaR y las ganancias cambiarias para el conjunto de empresas bancarias. El resultado de la simulación histórica arroja una trayectoria estable del VaR, muy similar al resultado obtenido en el modelo delta normal con una varianza con ponderaciones constantes. Sin embargo la capacidad predictiva del modelo acerca de la máxima pérdida potencial es más limitada que en dicho caso, dado que en un 7 por ciento de las ocasiones las ganancias cambiarias superan al VaR. Ello implica que en promedio el VaR presenta en promedio un valor inferior al de los casos anteriores, lo que induciría a tomar posiciones más riesgosas dada la subestimación de las pérdidas potenciales sobre el portafolio.

GRÁFICO 10



4.4 Método de análisis de escenarios (Stress Testing)

El método de análisis de escenarios consiste en simular el comportamiento de un portafolio en el escenario más adverso. Dicho escenario es definido subjetivamente, y trata de medir la máxima pérdida potencial del portafolio que usualmente no se observa en la información pasada.

En este documento hemos escogido como peor escenario la mayor apreciación cambiaria observada entre 1997 y 1999. Se ha escogido este período muestral dado que las condiciones macroeconómicas son las más parecidas a la del período actual.

La mayor apreciación observada en los dos últimos años ha sido 1,1 por ciento, y dicha realización se dio en el período posterior a la crisis brasileña. Podría seleccionarse un escenario más adverso aún, por ejemplo una apreciación cambiaria observada previamente a 1997. No obstante las fluctuaciones del tipo de cambio en períodos previos ha sido mayor, debido a la volatilidad de los fundamentos macroeconómicos. En este sentido, no sería relevante escoger dicho escenario dado que no es similar al observado en la actualidad.

En este caso la fórmula que se aplica para la estimación del VaR es la siguiente:

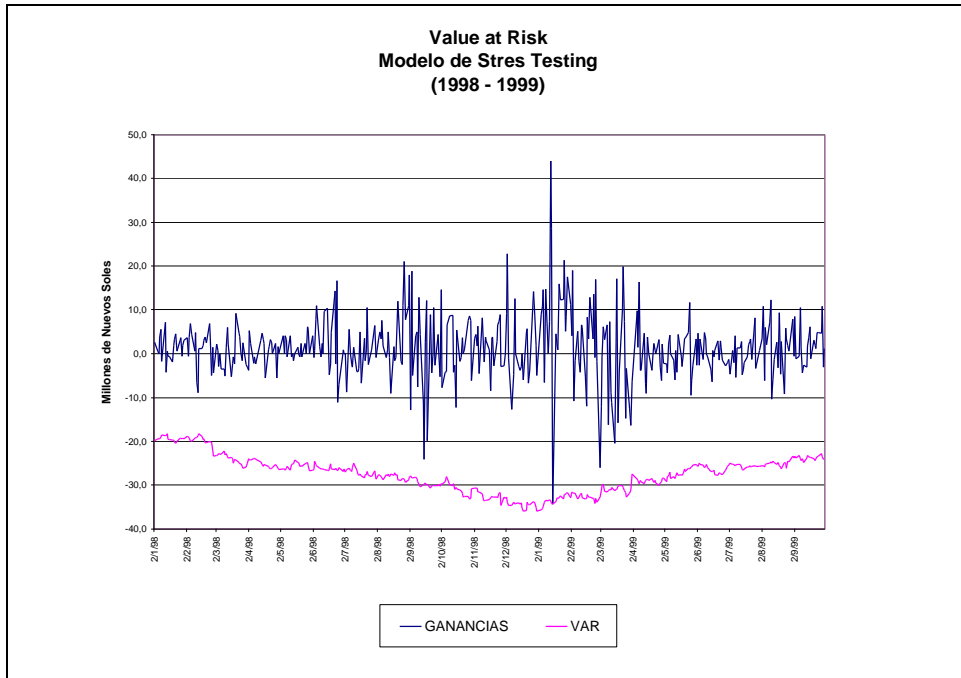
$$(16) \quad VaR_t = P_t \times e_t \times 0,011$$

La trayectoria del VaR estimado mediante esta metodología puede apreciarse en el gráfico 11. En dicho caso la ganancias cambiarias nunca supera a la cota propuesta por el VaR. En este sentido, el VaR puede interpretarse como el límite superior de pérdida al que eventualmente podría estar sujeta la posición en moneda extranjera de los bancos. Cabe destacar que la evolución del VaR a lo largo del tiempo obedece a los cambios en la posición



global de en moneda extranjera y a las fluctuaciones en el tipo de cambio al cual se valora la posición. De este modo, la disminución del VaR a lo largo del presente año se debe fundamentalmente a la reducción sistemática de la posición cubierta de los bancos.

GRÁFICO 11



5. Análisis retrospectivo (Backtesting)

En la sección anterior se han desarrollado cuatro versiones del modelo Value-at-Risk. Sin embargo, no se han comparado adecuadamente la eficiencia relativa de cada modelo para estimar las máximas pérdidas potenciales de la posición en moneda extranjera. Con el fin de medir el desempeño de los modelos propuestos anteriormente, es necesario implementar pruebas de análisis retrospectivo o *backtesting*. Para estimar la eficiencia de cada modelo utilizaremos las pruebas propuestas por Kupiec (1995) y Cassidy y Gizycki (1997).

5.1 Test de proporción de fallas (Kupiec, 1995)

En términos prácticos esta prueba estadística mide si es que el nivel de significancia propuesto por el VaR es consistente con la proporción de fallas que presenta el modelo. El test lo que hace es modelar la comparación entre las ganancias cambiarias y el VaR mediante una distribución binomial. Si las pérdidas cambiarias son inferiores al VaR, entonces se define ese evento como un “fracaso” con probabilidad (P^*). En el caso opuesto, cuando el VaR es inferior a las ganancias o pérdidas cambiarias, se define el evento como “éxito” con probabilidad ($1 - P^*$). La probabilidad de que el número de fracasos sea igual a “x” en una muestra de tamaño “n” se determina a partir de la distribución binomial:

$$(17) \quad P(x; n; p^*) = \binom{n}{x} (p^*)^x (1 - p^*)^{n-x}$$

Teóricamente la probabilidad de fracaso (p^*) en los modelos que hemos estimado es igual a 5 por ciento, que no es otra cosa que el nivel de significancia.

La probabilidad de fracaso de los modelos VaR en la práctica se estiman a partir de un proceso de máxima verosimilitud. La estimación consiste en tomar logaritmos a la distribución binomial y maximizar dicha función con respecto a la probabilidad (\tilde{p}). De este modo se debe maximizar la siguiente expresión:

$$(18) \quad \text{Log}(P) = \text{Log}\binom{n}{x} + x\text{Log}(\tilde{p}) + (n-x)\text{Log}(1-\tilde{p})$$

La condición de primer orden de la maximización es la siguiente:

$$(19) \quad \frac{\partial \text{Log}(P)}{\partial \tilde{p}} = x \frac{1}{\tilde{p}} + (n-x) \frac{1}{1-\tilde{p}} = 0$$

Al simplificar la condición de primer orden, se obtiene que la probabilidad de fracaso del modelo VaR equivale a la proporción de fallas del modelo (Porcentaje de veces que el VaR no predice las máximas pérdidas potenciales):

$$(20) \quad \tilde{p} = \frac{x}{n}$$

Una vez obtenido la estimación por máxima verosimilitud se debe establecer una comparación estadística entre la probabilidad teórica (p^*) y la probabilidad estimada (\tilde{p}). Para evaluar la significancia se emplea la prueba del ratio de máxima verosimilitud. Dicho ratio se obtiene a partir del logaritmo de las distribuciones de probabilidad aplicada a cada una de las probabilidades mencionadas anteriormente. De este modo el ratio de verosimilitud se define de la siguiente forma:

$$(21) \quad LR = -2\text{Log}\left(\frac{(p^*)^x(1-p^*)^{n-x}}{(\tilde{p})^x(1-\tilde{p})^{n-x}}\right)$$

En el ratio de verosimilitud la combinatoria no se considera dado que aparece tanto en el numerados como al denominador, con lo cual se simplifica. Asimismo la prueba LR presenta una distribución Chi-cuadrado con 1 grado de libertad.

En el cuadro 6 se compara el desempeño de los modelos VaR estimados. En los tres primeros casos, con una significancia de 5 por ciento, se acepta la hipótesis nula de que la proporción de fallas es similar a la significancia estadística propuesta en el modelo. En este sentido, los tres primeros modelos, el delta-normal y la simulación histórica, presentan un buen desempeño para predecir la máxima pérdida potencial. El cuarto modelo, no se evalúa dado que no se deriva de ningún proceso estadístico. La proporción de fallas no se deriva de un supuesto de la distribución de la depreciación cambiaria, sino de un escenario adverso definido *ex-ante*.



CUADRO 6
PRUEBA DE PROPORCIÓN DE FALLAS

Modelo	x	n	Proporción de fallas	Chi-cuadrado	Significancia
Delta normal (Var. Const.)	22	438	5,0%	0,0005	98,3%
Delta normal (Var. Exp.)	18	438	4,1%	0,7763	37,8%
Simulación Histórica	31	438	7,1%	3,5455	6,0%
Stress Testing	0	438	0,0%	n.a.	n.a.

5.2 Seguimiento al nivel riesgo o Risk Tracking (Cassidy y Gizycki, 1997)

El test anterior se centra en evaluar cuan preciso es el VaR en predecir las pérdidas potenciales. No obstante la limitación de la prueba anterior es que existe significancia estadística para diversas variantes del modelo. De este modo, no es fácil identificar exactamente la ventaja de un modelo con respecto a otro. Una prueba alternativa para medir la eficiencia de un modelo VaR es verificar el grado de correlación que existe con el verdadero perfil de riesgo del portafolio.

Por ejemplo, en la medida en que aumente la posición de cambio, todo lo demás constante, la dispersión de las ganancias y pérdidas será mayor. En otras palabras, a mayores valores de la posición en moneda extranjera será más frecuente observar la existencia de valores elevados de pérdidas y ganancias. Por otro lado, según la ecuación (10), una mayor exposición al riesgo cambiario debería ser reflejado en un valor más alto del VaR. De este modo, un modelo VaR adecuado debería presentar una alta correlación con el valor absoluto de las pérdidas o ganancias cambiarias. Para altos valores de las ganancias o pérdidas, debería haber un respectivo valor elevado del VaR. Por el contrario, para niveles bajos de ganancias o pérdidas (ganancias estables) debería existir un valor bajo del VaR.

En el cuadro 7 se muestra la correlación de los cuatro modelos VaR con el valor absoluto de las ganancias cambiarias. En todos los casos la correlación es positiva, y estadísticamente significativa, lo cual es de esperarse para un modelo VaR eficiente. Sin embargo, cabe destacar que el modelo delta normal con varianza exponencial es el que muestra el coeficiente de correlación más elevado, lo cual evidenciaría un mejor cálculo del perfil de riesgos del portafolio. Por otra parte, el modelo de simulación histórica es el que muestra un coeficiente de correlación más bajo, aunque estadísticamente positivo.

CUADRO 7
RISK TRACKING

Modelo	Correlación	Normal	Significancia
Delta normal (Var. Const.)	0,2231	4,6691	100,0%
Delta normal (Var. Exp.)	0,3983	8,3358	100,0%
Simulación Histórica	0,1608	3,3653	100,0%
Stress Testing	0,3399	7,1136	100,0%



CUADRO 7a

ZONAS DEL COMITÉ DE BASILEA

Zonas	Excepciones	Factor Multiplicativo
VERDE	4 o menos	3,0
	5	3,4
	6	3,5
	7	3,7
	8	3,8
AMARILLA	9	3,9
	10 o más	4,0
ROJA		

En conclusión, la técnica de *risk tracking* indica que todos los modelos VaR reflejan el perfil de riesgo de la posición de cambio relativamente bien, aunque el de mejor desempeño lo constituiría el VaR delta normal con ponderaciones exponenciales.

6. Aplicaciones del Value-At-Risk

Hasta el momento se han estimado distintas versiones del modelo Value-at-Risk. No obstante, además de cumplir la función de estimar la exposición al riesgo de un determinado portafolio, existen diversas aplicaciones del VaR tanto para fines regulatorios como para el análisis de gestión de portafolio. A continuación veremos dos aplicaciones del VaR

6.1 Requerimientos de capital

Actualmente, la SBS ha establecido mediante la Circular N° 2030-99 los requerimientos patrimoniales para posiciones afectas a riesgos de mercado. En el caso del riesgo cambiario, se ha establecido un cargo mínimo de capital equivalente al 8,7 por ciento de la posición global en divisas, la cual incluye instrumentos en moneda nacional indexados al dólar. Existe costos y beneficios al imponer este tipo de requerimientos patrimoniales. El beneficio de esta regulación es que permite que los bancos tengan una adecuada protección contra las fluctuaciones del tipo de cambio, de tal forma que se eviten futuras situaciones de insolvencia. Sin embargo, el cargo de capital para riesgos cambiarios podría generar costos al sistema bancario. De darse un requerimiento de capital demasiado exigente, podría introducirse distorsiones en la asignación de capital de los bancos.

Para poder establecer el grado de exigencia de la regulación bancaria peruana con respecto al riesgo cambiario es importante contar con un punto de referencia. El comité de Basilea propuso en Abril de 1995 una metodología para determinar el cargo de capital en función del VaR estimado internamente en cada banco. De este modo compararemos ambas metodologías con el fin de concluir cuan prudente resulta los requerimientos patrimoniales por riesgo cambiario en el Perú.



Específicamente, lo que propone Basilea es el cargo de capital para riesgos de mercado sobre la base de la siguiente fórmula:

$$(22) \quad C_t = \text{Max}\left(k \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} \text{VaR}_{t-i}, \text{VaR}_{t-i}\right) \quad (3 \leq k \leq 4)$$

El requerimiento de capital (C_t) es igual al mayor entre: (1) El promedio de los VaR observados en los últimos 60 días, ajustado por un factor multiplicativo (también denominado factor de “histeria”); y (2) el VaR del día anterior.

En este caso, el VaR está calculado para un horizonte temporal de 10 días y con un nivel de confianza de 99 por ciento. Por otro lado, el factor multiplicativo tiene un valor mínimo de 3 y máximo de 4. Este factor multiplicativo tiene la finalidad de brindar a los bancos protección para eventos que el VaR no recoge a partir de la información pasada. El valor exacto del factor de “histeria” dependerá de la eficiencia del VaR para predecir las pérdidas potenciales del portafolio. En el cuadro 7 se muestran los valores exactos del factor multiplicativo, el cual se determina a partir del número de fallas o excepciones que presenta el modelo para un período de 250 días útiles (equivalente a 1 año). Al proceso de determinar el número de fallas del modelo y asignar el factor multiplicativo se le denomina *Regulatory Backtest*. Este proceso tiene por objeto castigar a los modelos que tienen capacidad predictiva más limitada con un mayor cargo de capital. En este sentido, las tres zonas de Basilea genera incentivos para que los bancos desarrollen cada vez mejores modelos VaR con el objeto de disminuir el cargo de capital.

En el cuadro 8 se muestran las estimaciones de requerimientos de capital para los grupos de empresas bancarias expresado como un porcentaje del patrimonio efectivo. Dichos indicadores se han calculado como el coeficiente del requerimiento de capital promedio diario desde enero hasta setiembre de 1999, sobre el promedio mensual del patrimonio efectivo para el mismo período. Las distintas versiones de los modelos VaR arrojan un requerimiento de capital entre 2,4 y 1,7 por ciento del patrimonio efectivo del sistema bancario, mientras que el requerimiento de la SBS asciende a 3,5 por ciento.



CUADRO 8
REQUERIMIENTOS DE CAPITAL POR RIESGO CAMBIARIO
(REQUERIMIENTO PATRIMONIAL / PATRIMONIO EFECTIVO)
(Enero - Setiembre 1999)

Modelo	SBS	BASILEA (VAR)
<i>Delta normal (Var. Const.)</i>		
Bancos Grandes	3,6%	2,4%
Bancos Medianos	3,6%	2,4%
Bancos Pequeños	2,7%	1,8%
Sistema Bancario	3,5%	2,3%
<i>Delta normal (Var. Exp.)</i>		
Bancos Grandes	3,6%	2,2%
Bancos Medianos	3,6%	2,0%
Bancos Pequeños	2,7%	1,7%
Sistema Bancario	3,5%	2,1%
<i>Simulación Histórica</i>		
Bancos Grandes	3,6%	1,7%
Bancos Medianos	3,6%	1,7%
Bancos Pequeños	2,7%	1,3%
Sistema Bancario	3,5%	1,7%
<i>Stress Testing</i>		
Bancos Grandes	3,6%	2,4%
Bancos Medianos	3,6%	2,4%
Bancos Pequeños	2,7%	1,9%
Sistema Bancario	3,5%	2,4%

Una de las razones por las cuales el requerimiento de capital estimado es inferior al planteado por la SBS se debe a la limitada tendencia a la apreciación del tipo de cambio. Ello se puede apreciar en el coeficiente de asimetría de la depreciación del tipo de cambio. En los últimos años ha existido un sesgo hacia la depreciación del tipo de cambio. Asimismo en períodos de apreciación, ésta no ha sido muy elevada. De esta manera, ante un posición larga en moneda extranjera, las expectativas de grandes pérdidas cambiarias nos son muy elevadas.



Si bien los diversos modelos de VaR estimados pueden presentar limitaciones tanto en los supuestos empleados como en las metodologías de estimación, reflejan de una u otra forma que los requerimientos de la SBS para establecer una protección contra los riesgos cambiarios son relativamente conservadores. En este sentido, sería importante evaluar en los próximos años tanto los beneficios de esta regulación así como las distorsiones que introduce en la asignación de capital de los bancos.

6.2 Análisis de desempeño

Además de emplearse con fines regulatorios, el VaR puede utilizarse para medir el desempeño de los portafolios. El desempeño normalmente se mide en función de las ganancias en términos absolutos. Sin embargo, una medida adecuada de desempeño consiste en medir las ganancias ajustadas por nivel riesgo. Usualmente en la teoría del portafolio se emplea indicador de rentabilidad ajustada por riesgo el índice de Sharpe. El índice se mide de la siguiente forma:

$$(23) \quad S_i = \frac{R_i - R_F}{\sigma}$$

Donde R_i es la rentabilidad del portafolio, R_F la tasa libre de riesgo y σ la desviación estándar de la rentabilidad. En el numerador del índice se incluyen dos tasas debido a que se considera el rendimiento del portafolio descontado del costo de oportunidad de invertir esos recursos. En este sentido, en el numerador del ratio tendríamos las utilidades netas del portafolio, y en el denominador el nivel de riesgo. De igual forma, para el caso de los modelos VaR, el índice de Sharpe quedaría definido de la siguiente manera:

$$(24) \quad S_i = \frac{\text{Ganancias}_i}{\text{VaR}_i}$$

En el numerador de este índice se tendría las ganancias del portafolio medido en unidades monetarias, y en el denominador se tendría el VaR que también se encuentra medido en término de dinero. En el cuadro 9 se muestra el índice de Sharpe para el período comprendido entre 1998 y 1999. Este ratio se construyó dividiendo el promedio de las ganancias diarias sobre el promedio del Var diario.



CUADRO 9
INDICE DE SHARPE DE LAS EMPRESAS BANCARAS
(GANANCIAS CAMBIARIAS / VAR)
(1998 - 1999)

Modelo	1998	1999	1998 - 1999
<i>Delta normal (Var. Const.)</i>			
Bancos Grandes	19,1%	12,2%	15,4%
Bancos Medianos	19,1%	11,3%	14,8%
Bancos Pequeños	18,0%	17,7%	17,8%
Sistema Bancario	19,0%	12,3%	15,4%
<i>Delta normal (Var. Exp.)</i>			
Bancos Grandes	16,6%	12,0%	14,3%
Bancos Medianos	16,8%	11,8%	14,3%
Bancos Pequeños	15,6%	17,4%	16,4%
Sistema Bancario	16,6%	12,2%	14,4%
<i>Simulación Histórica</i>			
Bancos Grandes	21,5%	13,6%	17,3%
Bancos Medianos	21,6%	12,6%	16,5%
Bancos Pequeños	20,3%	19,9%	20,1%
Sistema Bancario	21,5%	13,7%	17,3%
<i>Stress Testing</i>			
Bancos Grandes	5,1%	4,8%	4,9%
Bancos Medianos	5,1%	4,5%	4,8%
Bancos Pequeños	4,8%	6,9%	5,6%
Sistema Bancario	5,1%	4,8%	4,9%

Los resultados del índice muestran, que en 1998 el sistema bancario tuvo una mejor administración de su posición global en moneda extranjera con respecto a 1999. Asimismo, durante 1998 los bancos grandes y medianos tuvieron una administración de portafolio superior a la de los bancos pequeños. Por el contrario, en 1999 la administración del portafolio de divisas de los bancos pequeños fue superior a la del resto del sistema bancario.



7. Conclusiones

A lo largo de este documento de trabajo se han revisado distintas versiones sobre el modelo Value at Risk. Si bien es importante cuantificar de manera precisa el nivel exacto de pérdida potencial de un portafolio, más importante aún es identificar el valor relativo del VaR, es decir, detectar en que períodos existe un mayor riesgo potencial con respecto a otros. Todos los métodos expuestos anteriormente tiene ventajas y desventajas, sin embargo lo esencial de un modelo VaR adecuado, sea cual fuera, es que permita identificar en que períodos la gestión de portafolio deba ser más conservadora.

La implementación del modelo VaR en el sistema bancario puede traer beneficios tanto en el mercado cambiario como en el grado de solvencia de los bancos. Por el lado de la solvencia, permite que los bancos controlen y realicen un seguimiento más estricto de su exposición al riesgo cambiario. En el aspecto del mercado cambiario, el VaR incentivaría a que los bancos no modifiquen su posición en moneda extranjera en épocas de volatilidad cambiaria. Dado que en períodos de fluctuación del tipo de cambio, el VaR tendería a incrementarse, los bancos tendrían incentivos para no incrementar su posición en dichos períodos (de lo contrario aumentarían más aún su perfil de riesgo). Por consiguiente, un comportamiento más estable de la posición global en moneda extranjera tendería a moderar la volatilidad en el mercado cambiario.

A partir de los análisis retrospectivos se ha concluido que los modelos expuestos se desempeñan relativamente bien. No obstante, el VaR más eficiente es el delta-normal con varianzas con ponderaciones exponenciales. Dicho modelo arroja un VaR más conservador, y se ajusta de mejor manera a los períodos de volatilidad, tal como se evidenció mediante la técnica del *risk tracking*.

En las aplicaciones del VaR, se ha encontrado cierta evidencia estadística de que la regulación de requerimientos patrimoniales por riesgo de mercado presenta un sesgo conservador, lo cual amerita un análisis más profundo sobre los costos y beneficios que le impone al sistema bancario. Asimismo, en el análisis de desempeño se ha encontrado que no existe un patrón de comportamiento consistente en la administración de la posición en moneda extranjera de los bancos. Mientras en 1998 los bancos grandes y medianos han tenido el mejor desempeño, en 1999 los bancos pequeños han tenido el mejor índice de Sharpe.

8. Bibliografía

Basle Committee on Banking Supervision (1996a), «Overview of the Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks». January.

Basle Committee on Banking Supervision (1996b), «Supervisory Framework for the use of Backtesting in Conjunction with the internal Models Approach to Market Risk Capital Requirements», January.

Blejer, M. y L. Schumacher (1998), «Central Bank Vulnerability and the Credibility of Commitments: A Value-at-Risk Approach to Currency Crises», IMF Working Paper WP/98/65, IMF.

Cassidy, C. y M. Gizycki (1997), «Measuring Traded Market Risk: Value-at-Risk and Backtesting techniques», Research Discussion Paper 9708, Reserve Bank of Australia.

Hendricks, D. (1996), «Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data», Federal Reserve Bank of New York, Economic Policy Review, Vol. 2, N° 1, April, pp. 39 – 69.

Jackson, P., D. Maude y W. Perraudin (1998), «Bank capital an Value at Risk», Bank of England.



Jorion, P. (1997), «Value-at-Risk: The new benchmark for Controlling Risk», McGraw-Hill.

J.P. Morgan y Reuters (1996), «Riskmetrics – Technical Document», Fourth Edition, J.P. Morgan, New York.

Kupiec, P. (1995), «Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models», Finance and Economics Discussion Series, Federal Reserve Board, Washington D.C., pp 95 – 124.

Wei, S. y J. Kim (1997), «The Big Players in the Foreign Exchange Market: Do They Trade on information or Noise», National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.