

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

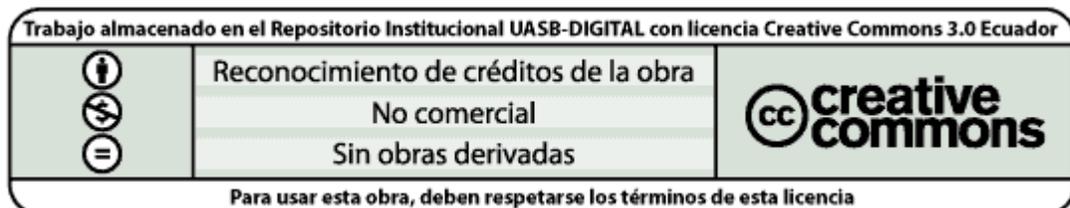
Área de Gestión

Programa de Maestría en Finanzas y Gestión de Riesgos

**Propuesta de reforma al cálculo de volatilidad de la norma de
liquidez estructural del sistema financiero ecuatoriano**

Diego Benjamín Bolaños Gamboa

2015



CLAUSULA DE CESION DE DERECHO DE PUBLICACION DE TESIS

Yo, Diego Benjamín Bolaños Gamboa, autor de la tesis intitulada “Propuesta de Reforma al Cálculo de Volatilidad de la Norma de Liquidez Estructural del Sistema Financiero Ecuatoriano”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Finanzas y Gestión de Riesgos en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Fecha: 8 de junio de 2015

Firma:

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

Programa de Maestría en Finanzas y Gestión de Riesgos

**Propuesta de Reforma al Cálculo de Volatilidad de la Norma de
Liquidez Estructural del Sistema Financiero Ecuatoriano**

Tesis de Grado

Diego Bolaños Gamboa

2015

Tutor: Economista Paúl Noboa García

Quito – Ecuador

RESUMEN

El presente estudio está dirigido al análisis del cálculo de volatilidad de la norma de liquidez estructural del sistema financiero ecuatoriano, tomando en consideración, que hace más de una década que se emitió la respectiva normativa, no ha sufrido cambios de fondo, no obstante de que el riesgo de liquidez al que se encuentran expuestas las instituciones financieras, y en particular la banca privada en el Ecuador materia de este estudio, es el de mayor sensibilidad e impacto en la sociedad.

Dentro de este contexto, se realizó un análisis del marco teórico de la volatilidad, con la finalidad de identificar, las metodologías de valor en riesgo utilizadas, la forma de cálculo aplicado en países vecinos como Perú y Colombia y, la simulación de diferentes escenarios de horizontes de tiempo e intervalos utilizados para el cálculo de rendimientos, esto último, con el propósito de justificar un mayor requerimiento de liquidez, en resguardo de las amenazas a las que se encuentra expuesta la banca privada, por el retiro de recursos de los depositantes y de eventos que le pueden impactar adversamente del entorno económico; adicionalmente, se analizan las distribuciones de frecuencias de las series de activos líquidos y fuentes de fondeo para el período enero 2007 a septiembre 2014, con el propósito de identificar, si cumplen con la teoría de límite central, y descartar de que exista el fenómeno de heterocedasticidad condicionada, para ello necesariamente, hubo que aplicar los modelos Arima y Garch.

Concluye el estudio, con la cuantificación de pérdidas esperadas, propuesto a través de un ajuste al cálculo de volatilidad, estimado a través de la Simulación de Montecarlo y de la incorporación de un riesgo adicional identificado en el rubro de activos líquidos y de aspectos que debería incorporar la normativa, a efectos de establecer umbrales de riesgo e indicadores que permitan realizar un monitoreo prudencial de los componentes de la liquidez de los bancos privados y establecer resguardos para épocas en decadencia.

DEDICATORIA

A mi esposa Doris y mis hijos Diego Alejandro y María Emilia,
fuente de inspiración permanente,
para que vean el ejemplo de superación y perseverancia,
y que los logros profesionales, se los obtiene con esfuerzo y dedicación,
en bien de la familia y de la sociedad.

CONTENIDO

	Página
Capítulo I.....	11
1.1. Introducción.....	11
1.1.1. Glosario de términos.....	13
1.2. Conceptos: Volatilidad y Valor en Riesgo.....	19
1.2.1. Volatilidad.....	19
1.2.2. Concepto del Valor en Riesgo.....	22
1.3. Descripción y análisis del procedimiento de volatilidad contemplado en la norma de liquidez estructural.....	26
1.4. Análisis de los diferentes tipos de VAR utilizados para el cálculo de volatilidad.....	29
1.4.1. VaR de Varianza y Covarianza.....	29
1.4.2. VaR de Simulación Histórica.....	34
1.4.3. VaR con Simulación de Montecarlo.....	42
1.5. Análisis de los diferentes tipos de distribución y su tratamiento con aplicación de modelos estadísticos.....	47
1.5.1. Distribución Normal.....	47
1.5.2. Distribución de colas pesadas: modelación mediante GARCH.....	50
1.6. Análisis de las normas de países de la región, pertinentes al cálculo de volatilidad y su comparación con la norma ecuatoriana.....	56
Capítulo II.....	63
2.1. Elaboración y análisis del VAR de liquidez del sistema de bancos privados en base al procedimiento vigente de la norma de liquidez estructural vigente, con resultados del requerimiento de liquidez pertinente a la volatilidad de primera y segunda línea de	

liquidez, a final de cada mes que forma parte del período de análisis (enero 2007 a septiembre 2014).....	63
2.1.1. Componentes de liquidez	63
2.1.2. Estadísticos del período 2007 a 2014	64
2.1.3. Comportamiento de los indicadores de liquidez y valor en riesgo (VAR).....	65
2.1.4. Resultados de liquidez (promedios anuales).....	66
2.1.5. Distribución de frecuencias del numerador y denominador de liquidez.....	67
2.2. Prueba de backtesting para calcular los requerimientos de liquidez de primera y segunda línea dentro de un horizonte de siete años, considerando el VAR de varianza – covarianza (norma vigente) aplicado a las fuentes de fondeo, con intervalos de volatilidades de 90, 180 y 360 días.....	69
2.3. Prueba de backtesting para calcular los requerimientos de liquidez a fin de cada trimestre, de primera y segunda línea dentro de un horizonte temporal de siete años, considerando el VAR de simulación histórica aplicado a las fuentes de fondeo, en base a volatilidades e intervalos de 30, 90, y 360 días, respectivamente.....	76
2.4. Construcción y análisis del VAR (varianza – covarianza) y de simulación histórica, de los activos líquidos y determinación de requerimientos de liquidez para primera y segunda línea a fin de cada trimestre dentro del horizonte temporal de siete años.....	79
2.5. Construcción de un VAR con simulación de Montecarlo, para el rubro de activos líquidos y por separado, para las cuentas que conforman las fuentes de fondeo, para diferentes ventanas temporales: 30 días, 90 días y 1 año.....	81
2.5.1. Simulación de Montecarlo para horizonte temporal mensual y trimestral	81
2.5.2. Simulación de Montecarlo para horizonte temporal anual.....	82
2.6. Construcción del Valor en Riesgo que considere los ajustes al cálculo de volatilidad (fuentes de fondeo y fondos disponibles) y, que permita elaborar un gráfico para la	

determinación de umbrales de riesgo, en base a niveles de probabilidad del 95% y 99%.....	90
2.6.1. Metodología y alcance.....	90
2.6.2. Posición de liquidez de las fuentes de fondeo al 95% de intervalo de confianza.....	92
2.6.3. Cálculo del VAR de Activos Líquidos.....	93
2.6.4. Escenarios de ajuste a la pérdida esperada en fuentes de fondeo.....	94
2.6.5. Umbrales de riesgo pérdida esperada en fuentes de fondeo.....	96
2.7. Elaboración y análisis de las distribuciones surgidas de los escenarios de temporalidades analizadas: evaluación de perturbaciones estadísticas (homocedasticidad, heterocedasticidad, sesgos o concentraciones en las colas).....	98
2.7.1. Distribuciones de los Activos Líquidos y Fuentes de Fondeo.....	98
2.7.1.1. Distribuciones de los Activos Líquidos.....	98
2.7.1.2. Distribuciones de las Fuentes de Fondeo.....	100
2.7.2. Metodología de construcción.....	101
2.7.3. Análisis Activos Líquidos.....	103
2.7.3.1. Estacionalidad.....	103
2.7.4. Análisis Fuentes de Fondeo.....	115
2.7.4.1. Estacionalidad.....	115
2.7.4.2. Consideraciones sobre la estacionalidad.....	127
2.7.4.3. Consideraciones sobre la Correlación.....	129
Capítulo III.....	131
3.1. Comparativo de VAR de la norma vigente (VAR de varianza - covarianza), versus el VAR de simulación histórica, y VAR de simulación de Montecarlo, construidos en diferentes ventanas temporales.....	131

3.1.2. VAR de Simulación Histórica de 30, 90 y 360 de intervalo de rendimientos	132
3.1.3. VAR de Varianza – Covarianza Vs. Simulación Histórica Vs. Simulación Montecarlo	133
3.2. Comparativo de los requerimientos de liquidez del numeral 3.1. frente a los resultados surgidos del cálculo del VAR (varianza – covarianza), VAR de simulación histórica y VAR de simulación de Montecarlo, aplicados a los activos líquidos, utilizando diferentes ventanas temporales	134
3.3. Análisis de requerimientos de liquidez surgidos de los diferentes escenarios, que correspondan a épocas estacionales	136
3.4. Análisis de umbrales y criterios estadísticos para el control del riesgo de liquidez por volatilidad de los fondos disponibles y fuentes de fondeo	139
3.5. Resumen y análisis de resultados, a efecto de recomendar el procedimiento de cálculo y metodología de valor en riesgo, que sean más adecuados y que proporcionen una mayor predictibilidad del monto de pérdida esperada de la posición de liquidez de los bancos privados	141
3.6. Impacto final en el requerimiento de liquidez del sistema de bancos privados	144
Capítulo IV	146
4.1. Conclusiones	146
4.1.1. Horizonte de tiempo e intervalos para el cálculo de rendimientos	146
4.1.2. Umbrales o límites de volatilidad	147
4.1.3. Volatilidad de las fuentes de fondeo y de activos líquidos	147
4.1.4. Distribuciones de los activos líquidos y/o fuentes de fondeo	148
4.1.5. Estudio de heterocedasticidad y/o datos sesgados en las colas de distribución	149

4.2. Recomendaciones de ajustes a la norma de liquidez estructural.....	149
4.2.1. Método para calcular la volatilidad de los depósitos.....	150
4.2.2. Horizonte de tiempo para análisis de volatilidad de las fuentes de fondeo y activos líquidos.....	150
4.2.3. Factor de estacionalidad para ciclos anuales.....	150
4.2.4. Pruebas de estrés en el valor en riesgo de las fuentes de fondeo y activos líquidos.....	151
4.2.5. Análisis de correlación entre activos líquidos y fuentes de fondeo.....	151
4.2.6. Establecimiento de umbrales y semaforización del riesgo.....	151
4.2.7. Aplicación de modelos de series de tiempo.....	152
Bibliografía.....	153

CAPÍTULO I

1.1.Introducción

La norma de liquidez estructural que regula el requerimiento de liquidez para el sistema financiero ecuatoriano, considera en su cálculo factores de riesgo de liquidez, como constituyen la concentración de los depósitos con el público y la volatilidad de las fuentes de fondeo constituidas por las obligaciones con el público, las obligaciones financieras y los fondos en administración.

La presente investigación, se centra en el análisis del último factor de los mencionados, tomando en consideración, que los porcentajes de variabilidad de los depósitos, mientras más frecuentes y de mayor magnitud sean, ponen de manifiesto, la presencia de un mayor riesgo de que esos depósitos se mantengan estables, entonces para que se pueda medir esa magnitud de riesgo y las veces que se repite, se incorpora el análisis estadístico y más concretamente, la evaluación de la volatilidad de los depósitos.

No obstante lo mencionado, este fenómeno de volatilidad no solo afecta a los depósitos, sino también se manifiesta en las cuentas del activo, particularmente en aquellos rubros, que en función de su naturaleza responden a decisiones estratégicas de cortísimo plazo, por ello las cuentas de balance, tales como los fondos disponibles y las inversiones, al constituir las recursos y reservas líquidas que dispone una institución financiera para solventar su giro operativo y responder ante el pago de las obligaciones a favor de sus acreedores, tienen cambios de alta variación diaria, por ello reflejan una alta volatilidad, y cuyos cambios en la posición diaria, están directamente correlacionados con el comportamiento de los depósitos del público, sin embargo cuando presentan un cambio en sus saldos diarios, determinan cambios porcentuales de mayor significado que el presentado en los depósitos, y que tiene que ver, a que los fondos disponibles en una institución financiera, han fluctuado en niveles de un promedio del 30% respecto al total de los depósitos, conforme se refleja en los balances del sistema de bancos privados,

para el período entre el 1 de enero del año 2010 hasta el 31 de diciembre de 2013, cuyo horizonte de tiempo, corresponde al período de análisis empírico del presente estudio.

Dentro de un ejercicio económico, se identifican épocas diferentes en el flujo de dinero del sistema económico y que están marcadas por factores estacionales de diferente índole, como constituye el ingreso a clases, la remuneración del décimo tercer sueldo, el mes de enero, entre las principales épocas de un ejercicio económico, en los cuales se incrementa ó restringe la cantidad de dinero en la economía y que lógicamente tienen efecto en el comportamiento de las fuentes de fondeo y por ende en el de los activos líquidos; no obstante lo mencionado, la norma de liquidez estructural, al determinar un horizonte de tiempo de noventa días a fin de que las instituciones financieras realicen el cálculo de la volatilidad de las fuentes de fondeo, no recoge esos factores, puesto que no está comparando justamente, las variaciones de saldos ocurridas en épocas similares, sino las correspondientes a las más recientes a la fecha en que se preparan los reportes de envío semanal a la Superintendencia de Bancos y Seguros, por ello surge la necesidad analizar diferentes intervalos temporales y realizar un backtesting al comportamiento de los depósitos del público, para identificar los espacios de tiempo más adecuados para el cálculo de la volatilidad de las fuentes de fondeo y de los fondos disponibles; en estos últimos para comparar los porcentajes de volatilidad frente a las mencionadas fuentes.

Al abordar el análisis de volatilidad, también estamos frente a un escenario de incertidumbre, puesto que se desconoce, la tendencia que puede experimentar la liquidez de los bancos privados, hecho que incide en la distribución de los datos estandarizados y en el tipo de metodología de medición de riesgo, que sea conveniente aplicar; este aspecto, tampoco considera la norma de liquidez estructural, para aquellas distribuciones en las cuales, se visualicen concentraciones de datos, sesgos en las colas o varianzas no constante, asociada con el problema estadístico de heterocedasticidad y, cuyo procedimiento de análisis, no contempla la norma de liquidez estructural.

Lo expuesto, determina adicionalmente, que para la gestión del riesgo de liquidez, se complemente el análisis de estacionalidad así como el de las distribuciones, con umbrales de riesgo, que permitan establecer requerimientos o límites de riesgo, en los cuales un banco privado, debe manejar los recursos del público, tratamiento que coadyuvaría a disminuir la especulación y, a la adopción de estrategias y políticas prudentes en la gestión de tesorería de los bancos privados.

1.1.1.Glosario de Términos

Activos líquidos.- constituyen los recursos líquidos de propiedad de una entidad y que están disponibles en forma inmediata sea por medio físico, electrónico, o instrumentos financieros liquidables de manera instantánea.

Autocorrelación.- surge cuando los términos de error del modelo no son independientes entre sí, es decir, cuando: $E(u_{it}u_{jt}) \neq 0$. Para todo $i \neq j$; Entonces los errores estarán vinculados entre sí. Los estimadores mínimos cuadrados ordinarios (MCO) obtenidos, bajo esta circunstancia, dejan de ser eficientes. La autocorrelación generalmente aparece en datos en serie de tiempo aunque también se presenta en el caso de una muestra de corte transversal. (<http://www.uoc.edu/in3/emath/material.htm>)

ARIMA.- La palabra ARIMA significa Modelos Autoregresivos Integrados de Medias Móviles. Se define un modelo como autoregresivo si la variable endógena de un período t es explicada por las observaciones de ella misma correspondientes a períodos anteriores añadiéndose, como en los modelos estructurales, un término de error. Además de los elementos AR, el modelo combina en su ecuación, los elementos MA moving average traducido como promedios móviles, los mismos que pronostican cuando persistentes son los movimientos de la varianza en el tiempo. En el caso de procesos estacionarios con distribución normal, la teoría estadística de los procesos estocásticos dice que, bajo determinadas condiciones previas, toda Y_t puede expresarse como una

combinación lineal de sus valores pasados (parte sistemática) más un término de error (Rafael de Arce - Ramón Mahía, "Modelos ARIMA", Departamento de Economía Aplicada, U.D.I, Econometría e Informática).

Correlación alternativa de Durbin.- La prueba de Durbin-Watson se utiliza para probar si el error en un modelo de regresión lineal sigue un proceso AR(1). Para un modelo lineal:
 $y_t = x_t \beta + u_t$

El proceso AR(1), se puede escribir como: $u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$

La hipótesis nula de la prueba asume que no existe correlación serial de primer orden. (Durbin 1970)

Criterios de información de Akaike y Bayesiano.- Los criterios de información de Akaike y Bayesiano, se utilizan al igual que el R^2 y el R^2 ajustado, para juzgar la bondad de un modelo de regresión. El criterio de información de Akaike o AIC, evalúa el modelo introduciendo una penalización por su complejidad (número de variables regresoras: k), de acuerdo a la siguiente fórmula: $\ln[AIC = (2k/n) + \ln(SCR/n)]$ (Greene, 2012)

Desviación estándar.- La varianza muestral está medida en el cuadrado de las unidades observadas al hacer las mediciones contenidas en la muestra. Para devolverse a una estadística que use las mismas unidades que las observaciones, es necesario calcular su raíz cuadrada. Lo anterior conduce a la definición de la estadística denominada 'desviación estándar muestral', que no es otra cosa que la raíz cuadrada de la varianza. Para una muestra de tamaño n, x_1, \dots, x_n , se tiene que:

El uso de esta estadística es recomendado en aquellos conjuntos de datos que ofrecen cierto grado de simetría respecto de su centro. En estos casos, habitualmente tiene sentido medir discrepancias de un valor con el centro de los datos usando múltiplos de la desviación estándar.

Apoyándose en la idea anterior, la desviación estándar puede ser usada para determinar valores que se encuentran 'cerca' del centro. Este uso va más allá de la simple descripción, en otros ámbitos de Estadística es usada para tomar decisiones respecto de la población de la que fue extraída la muestra (<http://www.ucv.cl/web/estadistica/desvest.htm>).

Distribución normal.- La distribución de probabilidad conocida como distribución normal es, por la cantidad de fenómenos que explica, la más importante de las distribuciones estadísticas. A la distribución normal también se la denomina con el nombre de campana de Gauss, pues al representar su función de probabilidad, ésta tiene forma de campana (Ángel A, Juan-Máximo Sedano, Alicia Vila)

Fuentes de fondeo.- están constituidas por las obligaciones con el público y obligaciones financieras que son los fondos que a una institución financiera le permiten generar la intermediación financiera a través de la colocación de activos productivos (cartera de créditos e, inversiones financieras de renta fija y renta variable).

GARCH.- es la abreviatura de Generalized Autorregresive Conditional Heterocedasticity y da nombre a la ampliación del modelo ARCH que realizó Bollerslev (1986)ⁱⁱⁱ para los órdenes p,q, y Taylor (1986)^{iv}, para el caso específico de los órdenes 1,1. El modelo ARCH (q), puede mostrar ciertas dificultades de estimación cuando se aplica a estructuras dinámicas en los cuadrados de las series. Por ejemplo, en las series financieras, el número de retardos a utilizar es muy elevado y ello llevaría a un engorroso número de iteraciones para alcanzar una solución al sistema planteado, pudiendo darse el caso de no encontrar nunca una solución. Por ello, el mismo ENGLE propuso ya en 1983 ciertas restricciones a los parámetros del ARCH(1) que simplificaban su estimación; pero estas no eran capaces de recoger cualquier caso, por lo que la aportación de Bollerslev es decisiva a la hora de poder dotar de utilidad al modelo presentado por ENGLE. (Rafael de Arce-I.L.Klein, 1998)

Homocedasticidad.- Una serie de tiempo homocedástica, es aquella donde los errores del modelo de regresión presentan variabilidad constante a lo largo del tiempo, es decir que las varianzas en los valores Y son las mismas en todos los valores de X (Allen L. Webster, Estadística aplicada a los negocios y la economía).

Heterocedasticidad condicionada.- en series financieras se observa a menudo lo que se conoce como agrupamiento de volatilidad. En estos casos grandes impactos tienden a ser seguidos por otros impactos grandes y pequeños impactos son seguidos de pequeños impactos. Una forma de modelar estos patrones es permitiendo que la varianza (σ_t^2), dependa de sus valores a través del tiempo. (Verbeek, 2004) El modelo de heterocedasticidad condicional autoregresivo (ARCH), trata de explicar esta variabilidad asumiendo que la heterocedasticidad observada a lo largo de diferentes períodos puede estar autocorrelacionada.

Los modelos condicionales autoregresivos generalizados con heterocedasticidad (GARCH), asumen que la varianza condicional depende no sólo del término del error al cuadrado del período anterior (como los modelos ARCH), sino también de su varianza condicional en el período anterior:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{(t-1)}^2 + \alpha_2 \sigma_{(t-1)}^2$$

Este modelo puede generalizarse al modelo GARCH(p, q) en el que existen p términos rezagados en el error al cuadrado y q términos en la varianzas condicionales rezagadas. (Damodar N.Gujarati, 2010)

Matriz de correlación.- es una tabla de doble entrada para A B y C, que muestra una lista multivariable en sentido horizontal y la misma lista en sentido y orden vertical y con el correspondiente coeficiente de correlación llamado r'. En la tabla, las entradas de la diagonal principal (que está constituida por los renglones que van desde la esquina superior izquierda hacia la esquina inferior derecha) suministran la correlación de una variable consigo misma, la cual por definición siempre es 1; además, las entradas fuera

de la diagonal principal son las parejas de correlaciones entre las variables X . El primer renglón de esta tabla proporciona la correlación de X , con las otras variables X (Damodar N. Gujarati, 2003).

Metodología de Box–Jenkins.- Permite evaluar de una forma ordenada si una serie sigue un proceso AR puro, MA puro, un proceso ARMA o uno ARIMA, y determinar el número apropiado de términos autoregresivos y de promedios móviles a utilizarse para modelar una serie de tiempo. Esta metodología consta de cuatro pasos:

1ro) Utilizar el correlograma, el correlograma parcial y pruebas de hipótesis de auto regresión para determinar el número de términos autoregresivos, de promedios móviles y el grado de integración de la serie.

2do) Estimar el modelo de acuerdo a los parámetros escogidos en el paso anterior. Esta estimación se puede realizar por mínimos cuadrados simples o métodos no lineales según sea el caso.

3ro) Diagnóstico del modelo, a través de pruebas de hipótesis y correlogramas sobre los residuos. En caso de fallar se procede iterativamente desde el paso 1.

4to) Utilización del modelo para realizar pronósticos. Los pronósticos obtenidos con este tipo de modelos suelen ser más confiables que los obtenidos con modelos econométricos tradicionales, en especial si se trata de pronósticos a corto plazo. (Damodar N.Gujarati D., 2010)

Nivel de significancia.- la probabilidad de un error tipo I está representado por α y se denomina nivel de significancia y la probabilidad de un error tipo II está representado por β . La probabilidad de no cometer un error tipo II se denomina la potencia de la prueba (Damodar N.Gujarati, 2003).

Prueba de Multiplicadores de Lagrange de Engle.- Es una prueba de hipótesis utilizada para determinar la longitud de los errores en un modelo ARCH. La hipótesis nula asume ausencia de componentes ARCH sobre el error de una regresión. La hipótesis alternativa

establece que en presencia de componentes ARCH, al menos uno de los coeficientes estimados para estos componentes es diferente de cero. (Engle, 1982)

El estadístico de la prueba involucra el uso de multiplicadores de Lagrange sobre la función de verosimilitud de parámetro o parámetros a evaluar. Bajo la hipótesis nula de ausencia de efectos ARCH, este estadístico sigue una distribución χ^2 , con q grados de libertad, donde q , es el número de términos AR a considerar.

Prueba de Dickey-Fuller.- La prueba de Dickey-Fuller para procesos de raíces unitarias, involucra el ajuste del modelo, por mínimos cuadrados ordinarios: $y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \delta t + u_t$

Sin embargo este modelo no consideraba correlaciones, por lo cual la prueba ajustada de Dickey-Fuller, plantea ajustar el modelo:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \delta t + \zeta_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \zeta_k \Delta y_{t-k} + \varepsilon_t$$

Donde k es el número de rezagos a evaluarse. La hipótesis alternativa evalúa si $\beta < 0$, que es equivalente a evaluar $\rho < 1$. La ausencia de una raíz unitaria indica que la serie es estacionaria. (Damodar N. Gujarati D., 2010)

Prueba de Ljung-Box.- Es una prueba utilizada para determinar si los residuos de una regresión de series de tiempo se ajustan a ruido blanco. La prueba utiliza el siguiente estadístico para probar si no existen correlaciones en ε_t :

$$Q^* = n(n+2) \sum_{j=1}^P \frac{r_j^2}{(n-j)} \rightarrow \chi_m^2$$

Donde P , es el número de autocorrelaciones calculadas. (Greene, 2012)

Promedios móviles.- El método de promedios móviles emplea el promedio de los n valores más recientes de datos en la serie de tiempos, como pronósticos para el siguiente período. El cálculo matemático del promedio móvil es el siguiente.

Promedio Móvil = (N Valores más recientes de datos)/N. Se usa el promedio móvil porque cada vez que se dispone de una nueva observación para la serie de tiempos se reemplaza la observación más antigua en la ecuación y se calcula el nuevo promedio en

consecuencia el promedio cambia o se mueve a medida que se dispone de nuevas observaciones (Damodar N.Gujarati D.,2003)

Riesgo de Liquidez.- Es la contingencia de pérdida que se manifiesta por la incapacidad de la institución del sistema financiero para enfrentar una escasez de fondos y cumplir sus obligaciones, y que determina la necesidad de conseguir recursos alternativos, o de realizar activos en condiciones desfavorables (Libro I, Título X, Capítulo I, De la Gestión Integral y Control de los Riesgos, Codificación de Resoluciones de la Superintendencia de Bancos).

Ruido blanco.- es una sucesión de variables aleatorias (proceso estocástico) con esperanza (media) cero, varianza constante e independientes para distintos valores de t - covarianza nula (Rafael de Arce - Ramón Mahía, “*Econometría*”, U.D.I.).

Varianza.- es el “promedio de las desviaciones respecto a su media elevadas al cuadrado”, esto significa que se encuentra la cantidad por la cual cada observación se desvía de la media, se eleva al cuadrado tales desviaciones y se halla la media de tales desviaciones elevadas al cuadrado. Así, se tiene el promedio de las desviaciones de la media elevadas al cuadrado. (Allen L. Webster, Estadística aplicada a los negocios y la economía)

1.2. Conceptos: Volatilidad y Valor en Riesgo

1.2.1. Volatilidad

Al revisar las normas de liquidez vigentes para los bancos privados¹, así como en la norma para la administración de los riesgos de mercado implementada por la Junta Bancaria, las mismas no contienen el concepto de volatilidad, a pesar de que es un factor del riesgo de liquidez; no obstante lo mencionado, para analizar su concepto, tomaré

¹Superintendencia de Bancos, Codificación de Resoluciones, Libro I, Título X, Capítulo VI “Normas para que las instituciones financieras, las compañías de arrendamiento mercantil y Las emisoras o administradoras de tarjetas de crédito Mantengan un nivel de liquidez estructural adecuado”.

como referencia el artículo *“La volatilidad de los mercados y la importancia de comprenderla”* escrito Gustavo Neffa, de la Sala de Inversión América:

[Las medidas más conocidas sobre el riesgo de un activo son su varianza y su desvío estándar. Y representan la desviación de la media o, dicho de otra forma, cuál es la probabilidad de que los rendimientos esperados se aparten respecto del valor más probable o medio esperado. Dentro del campo de las finanzas, la volatilidad es el riesgo que corre un activo, y debe entenderse como la “fluctuación” que puede sufrir un activo en el tiempo. La volatilidad mide la frecuencia e intensidad de los cambios en el precio de un activo, en un horizonte temporal específico. Con frecuencia, es utilizada para cuantificar el riesgo. De ahí, su importancia en el mundo de las finanzas. Se debe tener presente que a mayor desviación estándar, más grande será la variabilidad del instrumento y, por lo tanto, también su riesgo. Pero es una medida estadística muy útil, siempre y cuando la distribución de probabilidad del rendimiento siga una distribución normal. A menudo, la volatilidad es vista como algo negativo porque representa incertidumbre. Los que la compran, lo hacen a través del mercado de opciones financieras, especulando con movimientos en cierta dirección, o a través de estrategias que los beneficien reduciendo el costo o apuntando a oscilaciones bruscas que les den ganancia para cualquiera de los dos lados: tanto si el activo sube como si baja².]

Del texto se destacan importantes reflexiones; la primera, que es la esencia del concepto, asociada a que determina la probabilidad de que el rendimiento de un activo, se aparte respecto de su valor esperado o medio; la medida para determinar esa probabilidad, es la desviación estándar o varianza que existe respecto al promedio. Una segunda reflexión, se relaciona a que el concepto asocia a la volatilidad, con el *“riesgo que corre un activo”* y a la *“fluctuación que puede sufrir un activo en el tiempo”*; es decir, por lo definido, se lo asocia con un activo y no con un pasivo, debido a que en el ámbito de las finanzas internacionales, la volatilidad surgió como una medida de riesgo de las variaciones de

² Gustavo Neffa, *“La volatilidad de los mercados y la importancia de comprenderla”*, Sala de Inversión América, enero de 2014, en <http://www.saladeinversion.es>

precios de los instrumentos financieros que representan posiciones activas de las empresas que cotizan cada día en los mercados financieros mundiales.

Sin embargo, la volatilidad fue asimilada, también para medir el riesgo de fluctuación de los saldos diarios de los depósitos del público y obligaciones con entidades, a pesar de que no necesariamente represente una medida justa del riesgo, que es la siguiente reflexión del texto, puesto que condiciona a que “...es una medida estadística muy útil, siempre y cuando la distribución de probabilidad del rendimiento siga una distribución normal...”; por lo expuesto, una vez que analice las distribuciones de las fuentes de fondeo, a partir del capítulo 2 del presente estudio, se determinará, si la volatilidad considerada en la norma de liquidez estructural es adecuada porque cumple la referida condición.

En términos matemáticos, la volatilidad se define como la desviación estándar de los rendimientos de precios, saldos o valores, cuya varianza surge del producto de los logaritmos naturales por la relación del precio, saldo o valor del día actual ó momento $t + 1$, sobre el precio, saldo o valor del día anterior ó momento t ; esta relación de momentos o tiempos, se denomina intervalo temporal; adicionalmente tales cálculos son realizados dentro de un horizonte de tiempo determinado. Debe explicarse, que la varianza de los rendimientos son calculadas en base a logaritmos naturales, puesto que los saldos de las fuentes de fondeo, corresponden a variables continuas, que dada su naturaleza pueden tomar cualquier valor; la fórmula matemática, se detalla a continuación:

$$\sigma_{ss}^2 = \sigma_{ss} = \frac{Var[Ln(S_{t+\Delta t}/S_t)]}{\Delta t} = \frac{Var[r_s]}{\Delta t}$$

Dónde:

σ_{ss}^2 = Es la desviación típica de los rendimientos normalizados

$Var[Ln(S_{t+\Delta t}/S_t)]$ = Varianza de los logaritmos naturales de la división de los valores que conforman la serie en el momento $t + 1$ ó $t + \Delta t$, sobre el momento t .

Δt = Variaciones dentro de un horizonte de tiempo determinado.

$Var[r_s]$ = Varianza de los rendimientos estandarizados o normalizados³.

1.2.2. Concepto del Valor en Riesgo

Esta medida de riesgo, que toma como base el cálculo de la volatilidad, fue recomendada por el banco de inversión de Estados Unidos de América, JP Morgan, en el año 1995, como parte de la metodología Riskmetrics, dirigida a evaluar el riesgo de los portafolios de los fondos de inversión administrados por dicho banco. En el texto que se transcribe a continuación, al VaR o valor en riesgo⁴, se conceptualiza de la siguiente forma:

[El valor en riesgo, o VaR (Value at Risk) es una técnica utilizada para estimar la probabilidad de pérdidas de un portafolio en base al análisis estadístico de datos históricos de tendencia y volatilidad de precios. Para un portafolio dado, nivel de significancia y horizonte temporal, el valor en riesgo es la estimación de la máxima pérdida posible en condiciones "normales" de mercado y sin cambios en el portafolio durante el horizonte temporal.

El Valor en Riesgo es hoy en día una de las herramientas más utilizadas como medida de riesgo por los organismos reguladores de todo el mundo así como por bancos, entidades financieras y gestores de carteras. El Valor en Riesgo (VaR) es un concepto que comenzó a ganar popularidad a principios de la década de 1980 al ser utilizado como medida de riesgo de sus portafolios por las principales entidades financieras de los países desarrollados. A mediados de la década de 1990 este uso del VaR como medida de riesgo se extendió a los organismos reguladores, lo que se vio reflejado en la recomendación que hizo el Comité de Basilea para la Supervisión Bancaria en 1995 de que los Bancos utilizaran el cálculo del Valor en Riesgo para estimar sus requerimientos de capital en función del riesgo de mercado que asumían. La Reserva Federal de los Estados Unidos adoptó esta recomendación ese mismo año.

3 Julio César Alonso C, "Introducción al cálculo del Valor en Riesgo", Apuntes de Economía No. 7, Departamento de Economía de la Universidad ICESI de Cali, Julio 2005.

4 Julio César Alonso C, "Introducción al cálculo del Valor en Riesgo", Apuntes de Economía No. 7, Departamento de Economía de la Universidad ICESI de Cali, Julio 2005.

La popularidad del uso del Valor en Riesgo para establecer estrategias de gestión de riesgo viene, sin duda, de que es un concepto sencillo cuya interpretación es fácil de realizar: es la estimación de la mayor pérdida posible dado un portafolio, un nivel de confianza y un horizonte temporal determinado. No obstante, cuenta con ciertos defectos por los cuáles también sufre fuertes críticas desde algunos sectores, entre ellos: supone una composición constante del portafolio, lo cual hace que el VaR carezca de utilidad en carteras con alto grado de transacciones, su cálculo se centra en la parte central de la distribución de los datos e ignora las colas y asume un entorno "normal" no incluyendo factores extremos como pueden ser ciertas catástrofes u otros eventos que ocurren a muy largo plazo y que, por tanto, quedan fuera del horizonte temporal de cálculo.

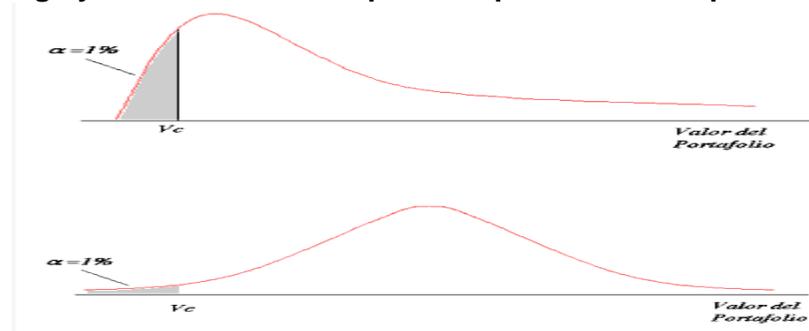
Cálculo de Valor en Riesgo

El valor en riesgo respondería la pregunta: ¿cuánto puedo perder en N tiempo con una probabilidad de $(1-\alpha)\%$? Donde N es el horizonte temporal preestablecido y $(1-\alpha)\%$ el nivel de confianza para el que se realiza el cálculo del VaR. La elección de los valores α y N es esencial en el cálculo del valor en riesgo. Estos parámetros son combinados comúnmente con valores de 1% y 5% para el nivel de confianza y un día y dos semanas para el horizonte temporal respectivamente, aunque también se usan otras combinaciones.

La elección de un valor de α y de un horizonte temporal depende del uso que se le vaya a dar al VaR así como de las características del portafolio. Por ejemplo, para un portafolio donde se realiza un gran número de operaciones en unas horas, se deberá escoger un horizonte temporal corto, por ejemplo de dos horas, mientras que para otros portafolios más estables se deberán elegir horizontes temporales acordes, por ejemplo, un día (el más usual), 1 año, etc. Así mismo, el valor de α se deberá elegir de acuerdo al uso del VaR y a las características del portafolio, por ejemplo, si el cálculo del VaR va dirigido al cumplimiento de la normativa impuesta por los organismos reguladores, normalmente se realizarán los cálculos para un alto nivel de confianza (del 99%, $\alpha = 0,01$ o $\alpha = 1\%$).

En definitiva, para un horizonte temporal dado y un nivel de confianza dado, tendríamos que calcular del percentil α más bajo de la campana de distribución de las posibles pérdidas del portafolio.]

Gráfico No. 1 Valor en riesgo y distribución de las posibles pérdidas de un portafolio



[..El punto de corte de este percentil⁵ con la campana de distribución de los posibles valores del portafolio nos dará el valor del portafolio más bajo esperado con un (1-α)% de confianza. Así que podemos definir el valor en riesgo como: $VaR = V0 - Vc$

Dónde:

VaR es el valor en riesgo

V0 es el valor actual del portafolio

Vc es la pérdida máxima posible con una probabilidad de (1-α)%

Por ejemplo, si consideramos un horizonte temporal de un día y un nivel de confianza del 99% ($\alpha = 1\%$). El punto Vc sería el valor más bajo que podría tomar el portafolio con un 99% de confianza, siendo la pérdida máxima posible (el valor en riesgo) de $V0 - Vc$.

Pasando todo esto a un lenguaje matemático, el valor en riesgo (VaR) se define como: "Para un nivel de confianza dado el Valor en Riesgo de una cartera en el nivel de confianza α es el menor valor l tal que la probabilidad de que la pérdida L exceda a l no es mayor que $(1 - \alpha)\%$ ":

$$VaR_{\alpha}(L) = - \inf \{ l \in \mathfrak{R} : P(L > l) \leq 1 - \alpha \} = - \inf \{ l \in \mathfrak{R} : FL(l) \geq \alpha \}$$

La igualdad de la izquierda es la definición de Valor en Riesgo mientras que la igualdad de la derecha asume una distribución de la probabilidad definida previamente, lo cual hace que sea verdadera sólo para un VaR paramétrico (vea Métodos de Cálculo de Valor en Riesgo).

Métodos de Cálculo del Valor en Riesgo

⁵Julio César Alonso C, "Introducción al cálculo del Valor en Riesgo", Apuntes de Economía No. 7, Departamento de Economía de la Universidad ICESI de Cali, Julio 2005.

Existen varios métodos de cálculo del valor en riesgo y todos se pueden clasificar en dos categorías:

Métodos no paramétricos: se basan en datos históricos para construir la distribución.

Métodos paramétricos: la distribución de los datos es supuesta...]

Independientemente de que la metodología se haya diseñado para medir la máxima pérdida esperada de un portafolio de inversión, surgen aspectos claves que merecen observarse; el primero de ellos, al hecho de que una condición para que el VaR sea efectivo como metodología de cuantificación de riesgo, es que los datos observados y que forma parte del horizonte de tiempo, tengan un comportamiento estable, y que obviamente no existan eventos inusuales que ocasionen movimientos bruscos dentro de ese horizonte. En este contexto y conociendo que el requerimiento de liquidez para las instituciones financieras (para el caso de estudio, los bancos privados), surge de la medición del VaR para un horizonte de tiempo de 90 días, cabe preguntar, si la distribución de valores para el caso de las fuentes de fondeo, es estable? Si existe comportamiento de varianza constante? Si no existen sesgos en las colas, de forma que el cálculo de la máxima pérdida esperada se justifique y se focalice en la concentración central de los datos? Si en definitiva, las fuentes de fondeo de los bancos privados, están expuestas a un ambiente de incertidumbre que pueda provocar bruscos movimientos en los saldos diarios de dichas fuentes de fondeo?

Tales preguntas serán analizadas en los siguientes capítulos, además de que según las recomendaciones doctrinarias, se aconseja por una parte, que las intervalos temporales para el caso de portafolios con alta volatilidad sean lo más cortas posibles, mientras que en el caso de comportamientos estables, se realicen inclusive intervalos temporales de hasta 1 año. Tomando en consideración que el intervalo temporal para las instituciones financieras, (en el caso de estudio, los bancos privados), apropiado el cálculo de una intervalo de 30 días, como prevé la norma vigente ? Y si la doctrina también identifica que para aplicar el VaR y que el mismo prediga con alto porcentaje de certeza el

volumen de pérdidas máximas, no deban existir shocks, variaciones abruptas de los mercados, entonces cabe cuestionar si los depósitos del público que captan los bancos privados, están inmunes de esos shocks, o sensibilidades altas en el mercado financiero?

La respuesta a esta última interrogante será así mismo analizada en base del comparativo de ejercicios económicos e identificación de eventos que puedan responder a factores sistémicos, adicionales a los comúnmente ubicados como estacionales.

1.3.Descripción y análisis del procedimiento de volatilidad contemplado en la norma de liquidez estructural

Mediante resoluciones Nos. JB-2002-429 y JB-2002-431 del año 2002, se implementó las normas para el control y gestión de los riesgos de liquidez y mercado; como parte de esas normas, consta la correspondiente a la liquidez estructural⁶, cuya parte pertinente al tema de estudio, se transcribe a continuación:

[Adicionalmente, los activos líquidos de segunda línea no podrán ser menores del 50% de los cien (100) mayores depositantes que mantenga la institución con plazos hasta de noventa (90) días, de tal manera que el índice estructural de liquidez mínimo que deberá mantener la institución será el valor mayor de la relación entre los activos líquidos requeridos para cubrir la volatilidad de dos punto cinco (2.5) veces o el monto necesario para cubrir el 50% de sus mayores captaciones con plazos hasta de noventa (90) días, sobre sus pasivos exigibles de corto plazo. (sustituido con resolución No. JB-2003-587 de 21 de octubre del 2003)

ARTICULO 4.- Para el cálculo de la volatilidad para la liquidez estructural se utilizarán las variaciones porcentuales de los saldos de los últimos noventa (90) días, con un intervalo de treinta (30) días, para cada una de las fuentes de fondeo.

A las variaciones calculadas según el método anterior, se aplicará el LOGARITMO NATURAL; posteriormente se obtendrá la desviación estándar de la serie. El Superintendente de Bancos y

⁶ Superintendencia de Bancos, Codificación de Resoluciones, Libro I, Título X, Capítulo VI “Normas para que las instituciones financieras, las compañías de arrendamiento mercantil y Las emisoras o administradoras de tarjetas de crédito Mantengan un nivel de liquidez estructural adecuado”.

Seguros podrá, mediante instructivos, reformar dicho cálculo; o requerir a una institución en particular un nivel de liquidez mayor al establecido en este capítulo, cuando en dicha entidad existan debilidades en la administración del riesgo de liquidez.

Las fuentes de fondeo consideradas para el cálculo de la volatilidad son:

2101 Depósitos a la vista (neta de 210120 y 210135)

210120 Ejecución presupuestaria

210135 Depósitos de ahorro

2103 Depósitos a plazo

2104 Depósitos en garantía

2105 Depósitos restringidos

2602 Obligaciones con instituciones financieras del país

2603 Obligaciones con instituciones financieras del exterior

2605 Obligaciones con entidades del grupo financiero en el exterior

2606 Obligaciones con entidades financieras del sector público

2607 Obligaciones con organismo multilaterales

2903 Fondos en administración]

Como se observa, la norma desde su inicio, para el cálculo de volatilidad consideró en 90 días el horizonte de tiempo para calcular los logaritmos naturales de los rendimientos o variaciones de los saldos diarios relacionados en un intervalo de tiempo de 30 días, de forma que el valor correspondiente a la volatilidad de las fuentes de fondeo, se construye en función de 60 rendimientos de los cuales se determina su desviación típica y se multiplica por 2 desvíos estándar equivalente a un nivel de significancia del 90%, con la finalidad de que la cantidad de riesgo de liquidez medido a dicho nivel de probabilidad y que se expresa en porcentaje, se multiplica por los saldos diarios de las fuentes de fondeo correspondientes a la última semana que se incluye en el reporte semanal de liquidez estructural y de esa forma, se determina el requerimiento de liquidez de primera línea, mismo que es comparado con los indicadores de liquidez de primera línea (surgen de la comparación del numerador de primera línea, activos líquidos, sobre el denominador de

primera línea, obligaciones del público más obligaciones financieras) a fin de identificar si existe un desfase o deficiencia de liquidez.

El mismo procedimiento se sigue para determinar la liquidez de segunda línea, misma que es confrontada con el requerimiento de volatilidad por 2.5 desviaciones estándar o el 50% de las captaciones del público hasta 90 días, cual sea el mayor de estos conceptos se compara con el mencionado requerimiento para determinar la deficiencia de liquidez.

Adicionalmente, a los temas de estudio (correspondientes a las cuentas que conforman, y los intervalos temporales, horizontes de tiempo, distribuciones de las series estandarizadas, y estacionalidad de las fuentes de fondeo utilizadas para el cálculo de volatilidad) los niveles de significancia, al igual que el resto de los criterios para el cálculo de la volatilidad, no han sufrido cambios, no obstante de que en base a las normas del Comité de Basilea, los reguladores se inclinan por un alto nivel de confianza, correspondiente al 99% o 3 desviaciones estándar, en cuyo escenario el requerimiento de fondos, para cubrir la liquidez de segunda línea sería más exigente.

En lo correspondiente a las cuentas contables utilizadas para el cálculo de volatilidad, la norma no considera, la exigencia de evaluar la varianza de los activos líquidos y su porcentaje de volatilidad, y, cuyo comportamiento está directamente correlacionado con el comportamiento de las fuentes de fondeo, sin embargo los porcentajes de varianza y desviaciones estándar y, consecuentemente de riesgo, son mayores a los presentados en las fuentes de fondeo, conforme se demostrará en los siguientes capítulos.

Para el cálculo final, la norma desde su inicio hasta la actualidad, no ha definido la metodología de valor en riesgo a considerar, sin embargo de ello, cabe manifestar que el procedimiento acogido por los bancos privados, corresponde al VaR de varianza y covarianza, que tienen que ver un análisis de correlación de las volatilidades de las diferentes cuentas que conforman las fuentes de fondeo, y de cuyo cálculo, sigue con la multiplicación por una matriz transpuesta, para llegar al VaR diversificado, mismo que a

través de ese procedimiento, logra atenuar el requerimiento de liquidez, frente al procedimiento simple de cálculo de volatilidad, conforme se demostrara más adelante.

1.4. Análisis de los diferentes tipos de VAR utilizados para el cálculo de volatilidad.

De la Nota técnica N°2 NT-2002-02, VAR: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones⁷, se analizan los siguientes conceptos relacionados con los modelos de VaR paramétricos y no paramétricos.

1.4.1. VaR de Varianza y Covarianza

[... supone que el rendimiento de todos los activos está distribuido normalmente. Por lo tanto, el rendimiento del portafolio también sigue esta distribución, ya que es una combinación lineal de sus componentes ponderados por su importancia dentro de la cartera. Además, esta técnica utiliza lo que la literatura ha denominado la valuación delta, la cual consiste en valorar el portafolio solamente una vez al precio actual.

$$V(o) = V(S_o)$$

dónde:

V_o = Valor actual de la cartera (período 0)

S_o = Precio actual de los activos (período 0)

Su implementación es bastante sencilla y parte del cálculo de la varianza del portafolio.

Posteriormente, el cálculo del VaR consiste en determinar el número de desviaciones estándar correspondientes al percentil deseado. Para implementar dicha metodología se pueden seguir los pasos que se detallan a continuación:

1. Se identifican las variables de mercado a utilizar.
2. Se comprueba si los cambios en las variables de mercado tienen una distribución normal.
3. Se calculan las desviaciones estándar y la correlación de las variables de mercado para cada uno de los instrumentos que componen la cartera.
4. Se determina la desviación estándar de la cartera en las unidades de la misma.

⁷ Ana Patricia Morera Martinelli, “*VAR: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones*”, Nota Técnica No. 2, Superintendencia de Pensiones de Colombia, agosto 2002, página 6.

5. En los mercados de derivados, la exposición a los movimientos en el valor del activo subyacente se le conoce como delta (Jorion, 1999).

6. Se obtiene el VaR multiplicando la desviación estándar de la cartera por el factor correspondiente al nivel de confianza previamente seleccionado.

Este es el método considerado más simple y tiene varias ventajas:

- ✓ Con una hoja de cálculo fácilmente se puede estimar.
- ✓ Permite manejar una gran cantidad de activos; ya que para su implementación únicamente se requiere de los valores de mercado, las posiciones actuales del portafolio y la matriz de varianzas y covarianzas.
- ✓ En muchas situaciones presenta una medida adecuada del riesgo, en especial cuando se trabaja con lapsos de tiempo muy cortos.

Sin embargo, presenta serias limitaciones

- ✓ Cuantifica de manera pobre el riesgo de evento⁸; es decir, la posibilidad de que se presenten circunstancias inusuales o extremas, tales como: desplomes en los mercados accionarios o colapsos en el tipo de cambio (Jorion, 1999). Estas situaciones no ocurren con suficiente frecuencia como para que sean representadas adecuadamente por una distribución de probabilidad basada en datos históricos recientes⁹.
- ✓ La existencia de colas anchas en la distribución de rendimientos de la mayoría de los activos, provoca que se subestime la importancia de los datos correspondientes a valores extremos y con ello el valor del riesgo.
- ✓ No mide adecuadamente los instrumentos no lineales, tales como: opciones e hipotecas. En el caso del primer instrumento, esta metodología mide sus posiciones de acuerdo al activo subyacente. Sin embargo, los valores de las opciones también dependen de los niveles de las tasas spot.]

La banca privada del Ecuador utiliza esta metodología, debido a que considera un horizonte de apenas 90 días y que al aplicar intervalos de 30 días, surge una serie de 60 rendimientos por cada cuenta que forma parte de las fuentes de fondeo. Como se advierte, una serie de 60 observaciones es pequeña como para incorporar eventos

⁸ Ana Patricia Morera Martinelli, “VAR: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones”, pág.7.

⁹ Ana Patricia Morera Martinelli, “VAR: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones”, pág. 8.

extraordinarios que se suscitan en el entorno macro económico y que tiene impacto directo en el comportamiento de la liquidez de los bancos privados. También, esa serie no permite analizar los efectos estacionales que acontecen en un ejercicio económico, puesto que el intervalo de 30 días si bien compara el día del presente mes versus el mismo día (medido en la unidad de tiempo, 1 mes equivalente a 30 días) del mes anterior, no relaciona o compara a fechas similares que estén marcadas por hábitos del consumidor como es la época de navidad en diciembre y la temporada de vacaciones en la sierra y en la costa, por fenómenos naturales como las temporadas invernales o de sequía, entre otros eventos naturales y económicos que se suscitan dentro un período anual.

También debe advertirse que las fuentes de fondeo, cada una tiene comportamiento diferente según la naturaleza de su vencimiento y exigibilidad de entrega al depositante o acreedor; dentro de este contexto, los depósitos en cuenta corriente, que son de vencimiento incierto y que por ende tienen una exigibilidad inmediata de fondos y que por lo general no remuneran intereses a sus clientes, responden a las necesidades de los depositantes y a la utilización frecuente de su flujo de caja, esto conlleva a que pueden manifestar un comportamiento impredecible de los saldos diarios, mismos que un día pueden disminuir y otro día, aumentar. La tendencia en los depósitos a plazo, según como están estructurados, debe presentar una tendencia distinta, por cuanto no necesariamente responden a la exigencia de un flujo diario que requieren los depositantes y más bien, al ser remunerados, tenderían a tener un comportamiento creciente, incentivados por el ahorro o capitalización de intereses, procedimiento que en las operaciones pasivas no está prohibido realizarlo, puesto que no constituye anatocismo que si ocurre en el caso de las operaciones activas; y en lo concerniente a las obligaciones financieras, su comportamiento de saldos, debe ser totalmente diferente a los saldos de las obligaciones con el público, puesto que tienen exigibilidad de pago al vencimiento y están

condicionadas a la utilización de esos recursos para la colocación de un activo específico o pago de alguna otra obligación de flujo de caja que pueda tener la institución financiera.

De lo analizado, los comportamientos de las distribuciones, está en función de las características propias de cada fuente de fondeo, y, de los intervalos y horizontes de tiempo que se consideren, puesto que van a incidir en los sesgos, curtosis y amplitud de colas, características que serán demostradas en los siguientes capítulos.

Utilizando el Excel, a continuación se demuestra un ejemplo del cálculo de esta metodología:

Cuadro No. 1
Ejemplo – VaR (varianza – covarianza)
Cálculo de rendimientos y volatilidades

No. Dato	Fecha	PASO 1: SALDOS DIARIOS					PASO 2: VARIACIONES (30 DIAS)				PASO 3: VOLATILIDAD					
		2101 (NETA)	210135	2103	2603	2607	2101 (NETA)	210135	2103	2603	2607	2101 (NETA)	210135	2103	2603	2607
208	27-jul-07	3.722.380.064	2.402.475.786	2.912.552.719	271.729.083	132.457.594	1,19%	0,54%	-0,75%	20,62%	0,87%	18,06%	0,83%	2,18%	16,25%	5,67%
209	28-jul-07	3.722.380.064	2.402.475.786	2.912.552.719	271.729.083	132.457.594	-22,27%	-0,95%	-0,89%	20,46%	1,17%	18,10%	0,76%	2,21%	16,30%	5,65%
210	29-jul-07	3.722.380.064	2.402.475.786	2.912.552.719	271.729.083	132.457.594	-31,67%	-2,47%	-1,46%	-42,91%	1,23%	18,15%	0,80%	2,25%	14,74%	5,64%
211	30-jul-07	3.844.188.660	2.409.639.368	2.886.964.474	277.425.677	132.328.414	-28,45%	-2,17%	-2,35%	-40,83%	1,13%	18,08%	0,84%	2,31%	16,11%	5,62%
212	31-jul-07	3.809.062.044	2.418.281.486	2.767.096.713	371.088.244	75.014.014	-29,37%	-1,81%	-6,59%	-11,74%	-55,63%	18,21%	0,85%	2,51%	16,32%	9,12%
213	01-ago-07	3.701.691.252	2.389.435.021	2.771.317.371	244.913.601	75.014.014	-25,21%	-1,75%	-4,69%	10,88%	-55,63%	18,26%	0,87%	2,60%	16,30%	11,55%
214	02-ago-07	3.723.795.947	2.442.434.748	2.903.689.499	255.903.907	75.014.014	0,28%	0,59%	-0,40%	15,71%	-55,62%	18,26%	0,87%	2,57%	16,31%	13,49%
215	03-ago-07	3.713.214.193	2.441.733.921	2.906.071.676	262.581.417	75.014.014	0,06%	0,68%	-0,53%	18,47%	-55,62%	18,26%	0,88%	2,55%	16,34%	15,13%
216	04-ago-07	3.713.214.193	2.441.733.921	2.906.071.676	262.581.417	75.014.014	-0,22%	0,68%	-0,40%	18,36%	-55,62%	18,26%	0,89%	2,53%	16,37%	16,57%
217	05-ago-07	3.713.214.193	2.441.733.921	2.906.071.676	262.581.417	75.014.014	0,45%	0,62%	-0,84%	14,09%	-55,62%	18,26%	0,89%	2,51%	16,26%	17,85%
218	06-ago-07	3.799.263.435	2.414.756.414	2.883.293.875	270.535.480	75.014.014	2,74%	-0,49%	-1,62%	17,07%	-55,62%	18,26%	0,89%	2,49%	16,16%	19,00%
219	07-ago-07	4.762.498.777	2.427.902.817	2.894.860.857	262.813.715	75.014.014	25,34%	0,05%	-1,22%	14,18%	-55,62%	18,35%	0,89%	2,46%	16,15%	20,05%
220	08-ago-07	4.766.415.967	2.440.499.729	2.901.956.529	261.840.089	75.014.014	23,46%	1,44%	-0,25%	-2,25%	-55,62%	18,39%	0,92%	2,43%	16,21%	21,02%
221	09-ago-07	4.826.379.490	2.446.535.574	2.913.459.653	280.072.580	75.014.014	25,24%	1,29%	0,53%	2,53%	-57,86%	18,47%	0,94%	2,39%	16,22%	22,00%
222	10-ago-07	4.826.379.490	2.446.535.574	2.913.459.653	280.072.580	75.014.014	25,56%	0,97%	0,15%	4,45%	-57,86%	18,52%	0,94%	2,37%	16,21%	22,91%
223	11-ago-07	4.826.379.490	2.446.535.574	2.913.459.653	280.072.580	75.014.014	25,29%	0,73%	0,06%	8,30%	-57,86%	18,58%	0,94%	2,33%	16,19%	23,74%
224	12-ago-07	3.814.308.683	2.446.535.574	2.913.459.653	280.072.580	75.014.014	1,80%	0,90%	-1,05%	15,11%	-57,86%	18,57%	0,95%	2,30%	16,17%	24,51%
225	13-ago-07	3.950.591.804	2.417.036.710	2.886.778.694	263.937.689	75.014.014	5,31%	-0,31%	-1,97%	9,18%	-57,86%	18,57%	0,95%	2,27%	16,14%	25,22%
226	14-ago-07	3.891.968.997	2.437.079.369	2.891.774.378	251.533.097	75.014.014	4,20%	0,51%	-1,80%	4,36%	-57,86%	18,57%	0,96%	2,23%	16,13%	25,87%
227	15-ago-07	3.891.968.997	2.449.474.333	2.917.593.090	250.632.815	75.014.014	1,56%	2,22%	-0,65%	2,44%	-57,36%	18,57%	1,00%	2,17%	16,13%	26,47%
228	16-ago-07	3.826.866.356	2.446.646.388	2.916.157.646	261.161.543	74.958.459	1,97%	2,09%	-0,52%	2,39%	-52,83%	18,57%	1,04%	2,14%	16,13%	26,90%
229	17-ago-07	3.827.670.050	2.461.452.417	2.918.355.813	261.442.866	74.958.459	-23,87%	2,70%	-0,30%	2,58%	-57,25%	18,62%	1,05%	2,10%	16,13%	27,45%
230	18-ago-07	3.827.670.050	2.461.452.417	2.918.355.813	261.442.866	74.958.459	-22,39%	1,88%	-0,43%	0,32%	-57,25%	18,59%	1,06%	2,07%	16,15%	27,97%
231	19-ago-07	3.827.670.050	2.461.452.417	2.918.355.813	261.442.866	74.958.459	-23,07%	2,30%	0,44%	0,30%	-57,25%	18,55%	1,10%	2,02%	16,16%	28,44%
232	20-ago-07	3.865.062.894	2.427.302.404	2.906.998.412	258.471.620	74.958.459	-22,10%	0,90%	0,05%	-0,85%	-57,25%	18,50%	1,10%	1,96%	16,19%	28,88%
233	21-ago-07	3.816.933.244	2.427.235.782	2.933.256.457	252.694.461	72.958.459	-23,36%	0,90%	0,95%	-3,11%	-59,96%	18,49%	1,09%	1,89%	16,29%	29,34%
234	22-ago-07	3.829.327.496	2.445.032.311	2.933.881.819	252.687.452	72.833.459	0,01%	2,56%	1,38%	-6,97%	-60,06%	18,49%	1,12%	1,83%	16,44%	29,77%
235	23-ago-07	3.830.290.833	2.439.459.763	2.931.715.989	257.525.722	72.833.459	1,31%	2,30%	0,72%	-5,20%	-60,06%	18,48%	1,15%	1,77%	16,55%	30,17%
236	24-ago-07	3.822.015.220	2.446.777.701	2.932.743.953	257.474.446	72.713.667	2,50%	2,43%	0,62%	-5,24%	-60,22%	18,48%	1,16%	1,71%	16,66%	30,54%

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros
Elaboración: El Autor

Cuadro No. 2
Ejemplo – VaR (varianza – covarianza)
Cálculo Volatilidad No Diversificada Total

No. Datos	Fecha	PASO 4: VAR NO DIVERSIFICADO (30 DÍAS)					PASO 5: VOLATILIDAD NO DIVERSIFICADA (30 DÍAS)		
		2101 (NETA)	210135	2103	2603	2607	SUM	SALDO CTA	VOLATILIDAD NO DIVERSIFICADA
208	27-jul-07	672.430.486,18	20.003.508,36	63.479.303,67	44.160.014,83	7.510.537,68	807.583.850,71	9.441.595.245,34	8,55%
209	28-jul-07	673.787.036,86	18.310.116,52	64.341.242,17	44.287.403,59	7.486.803,37	808.212.602,50	9.441.595.245,34	8,56%
210	29-jul-07	675.531.072,24	19.202.147,26	65.627.432,52	40.059.281,29	7.465.980,91	807.885.914,22	9.441.595.245,34	8,56%
211	30-jul-07	695.131.505,23	20.129.451,58	66.800.075,57	44.680.567,11	7.435.948,30	834.177.547,80	9.550.546.592,78	8,73%
212	31-jul-07	693.693.947,64	20.660.045,80	69.498.576,84	60.543.163,32	6.843.256,01	851.238.989,61	9.440.542.501,36	9,02%
213	01-ago-07	675.977.682,29	20.791.460,05	72.064.454,46	39.933.098,10	8.662.186,70	817.428.881,61	9.182.371.258,47	8,90%
214	02-ago-07	680.016.496,86	21.240.552,89	74.614.486,43	41.746.131,03	10.117.747,62	827.735.414,62	9.400.838.115,39	8,80%
215	03-ago-07	678.058.388,40	21.430.884,51	74.247.089,90	42.912.727,00	11.351.042,53	828.000.132,34	9.398.615.221,71	8,81%
216	04-ago-07	678.073.316,43	21.621.500,01	73.637.662,47	42.972.277,03	12.428.453,75	828.733.209,70	9.398.615.221,71	8,82%
217	05-ago-07	677.970.487,89	21.772.648,34	72.849.083,85	42.688.680,06	13.387.754,62	828.668.654,77	9.398.615.221,71	8,82%
218	06-ago-07	693.690.261,71	21.466.322,76	71.818.916,49	43.718.457,40	14.252.813,76	844.946.772,12	9.442.863.218,89	8,95%
219	07-ago-07	873.705.704,11	21.579.770,52	71.160.231,18	42.437.855,80	15.042.499,37	1.023.926.060,99	10.423.090.180,37	9,82%
220	08-ago-07	876.733.466,28	22.369.018,27	70.448.478,97	42.438.307,65	15.769.649,83	1.027.758.921,00	10.445.726.327,92	9,84%
221	09-ago-07	891.615.306,28	22.948.121,21	69.591.094,36	45.413.865,90	16.505.110,57	1.046.073.498,32	10.541.461.310,87	9,92%
222	10-ago-07	893.689.288,16	23.076.759,89	68.911.249,07	45.392.095,20	17.185.944,97	1.048.255.337,29	10.541.461.310,87	9,94%
223	11-ago-07	896.559.541,70	23.113.362,89	67.976.179,54	45.331.444,02	17.809.212,95	1.050.789.741,09	10.541.461.310,87	9,97%
224	12-ago-07	708.232.955,57	23.354.001,42	66.961.244,32	45.280.662,84	18.386.120,20	862.214.984,35	9.529.390.504,37	9,05%
225	13-ago-07	733.726.297,68	23.076.882,59	65.602.914,73	42.591.735,90	18.917.409,26	883.915.240,16	9.593.348.912,09	9,21%
226	14-ago-07	725.625.803,01	23.364.977,08	64.418.499,72	40.564.403,44	19.409.310,17	873.382.993,43	9.562.469.856,40	9,13%
227	15-ago-07	722.806.415,78	24.614.926,19	63.308.702,52	40.430.980,23	19.854.527,08	871.015.531,81	9.584.701.743,42	9,09%
228	16-ago-07	710.712.528,82	25.373.243,37	62.263.796,04	42.135.957,35	20.165.208,26	860.650.733,84	9.525.790.391,37	9,03%
229	17-ago-07	712.853.229,93	25.927.715,96	61.400.811,29	42.178.233,97	20.579.331,18	862.939.322,33	9.543.879.604,69	9,04%
230	18-ago-07	711.732.195,75	26.053.726,69	60.535.424,83	42.232.495,38	20.969.168,17	861.523.010,81	9.543.879.604,69	9,03%
231	19-ago-07	710.178.147,07	26.964.354,07	58.870.600,70	42.256.590,87	21.320.296,32	859.589.989,04	9.543.879.604,69	9,01%
232	20-ago-07	715.039.058,96	26.610.668,26	56.860.261,07	41.856.552,27	21.647.012,75	862.013.553,31	9.532.793.787,72	9,04%
233	21-ago-07	705.650.331,84	26.400.875,21	55.471.169,48	41.156.867,03	21.406.715,61	850.085.959,16	9.503.078.403,13	8,95%
234	22-ago-07	707.855.816,15	27.446.012,13	53.804.634,95	41.536.871,72	21.683.096,97	852.326.431,93	9.533.762.536,57	8,94%
235	23-ago-07	707.905.455,82	27.938.845,25	51.789.613,72	42.627.356,37	21.971.797,23	852.233.068,38	9.531.825.765,86	8,94%
236	24-ago-07	706.363.521,96	28.335.556,42	50.219.657,87	42.888.123,94	22.204.279,15	850.011.139,34	9.531.724.987,45	8,92%

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros

Elaboración: El Autor

Cuadro No. 3
Ejemplo – VaR (varianza – covarianza)
Cálculo del VaR al 95 Intervalo de Confianza

=RCUAD(MMULT((MMULT(Y32:AD32;Y25:AD30);W25:W30))

PASO 6: MATRICES DE CORRELACIÓN										PASO 7: CÁLCULO VAR DIVERSIFICADO		
VOLATILIDAD NO DIVERSIFICADA	CUENTA	2101	210120	210135	2103	2602	2603	2607	FECHAS ANALIZADAS	VOLATILIDAD DIVERSIFICADA	VAR DIVERSIFICADO	
850.635.707	2101	1,000000	-0,204574	0,041670	-0,071793	0,086388	0,310201	-0,037360	04/30/2007	896.207.370,53	8,2175%	
4.595.308	210120	-0,204574	1,000000	-0,546959	0,676765	-0,661351	0,406559	-0,713312				
125.646.812	210135	0,041670	-0,546959	1,000000	-0,754755	0,545465	-0,287424	0,673119				
33.012.505	2103	-0,071793	0,676765	-0,754755	1,000000	-0,497509	0,353003	-0,700975				
4.429.634	2602	0,086388	-0,661351	0,545465	-0,497509	1,000000	-0,519179	0,673263				
110.486.722	2603	0,310201	0,406559	-0,287424	0,353003	-0,519179	1,000000	-0,390796				
11.448.426	2607	-0,037360	-0,713312	0,673119	-0,700975	0,673263	-0,390796	1,000000				
		850.635.707	4.595.308	125.646.812	33.012.505	4.429.634	110.486.722	11.448.426				
648.767.480	2101	1,000000	-0,373453	0,009688	-0,180636	0,106405	0,200776	-0,058028	05/30/2007	658.338.677,66	6,9886%	
12.643.341	210120	-0,373453	1,000000	-0,279115	0,237852	-0,763919	0,110066	-0,641276				
111.874.335	210135	0,009688	-0,279115	1,000000	-0,639535	0,617269	0,011885	0,767456				
28.071.836	2103	-0,180636	0,237852	-0,639535	1,000000	-0,357007	-0,001358	-0,364283				
8.503.530	2602	0,106405	-0,763919	0,617269	-0,357007	1,000000	-0,130888	0,847037				
42.180.368	2603	0,200776	0,110066	0,011885	-0,001358	-0,130888	1,000000	-0,039114				
9.264.474	2607	-0,058028	-0,641276	0,767456	-0,364283	0,847037	-0,039114	1,000000				
		648.767.480	12.643.341	111.874.335	28.071.836	8.503.530	42.180.368	9.264.474				
883.063.770	2101	1,000000	-0,612845	0,063348	-0,115556	0,113326	0,369194	0,130315	06/29/2007	893.467.164,11	8,0356%	
6.662.549	210120	-0,612845	1,000000	-0,095013	0,479687	-0,436931	-0,096100	-0,143885				
68.355.880	210135	0,063348	-0,095013	1,000000	-0,536868	0,677015	-0,029718	0,775852				
54.078.680	2103	-0,115556	0,479687	-0,536868	1,000000	-0,348502	0,163980	-0,670010				
5.159.816	2602	0,113326	-0,436931	0,677015	-0,348502	1,000000	0,067696	0,436369				
57.915.238	2603	0,369194	-0,096100	-0,029718	0,163980	0,067696	1,000000	-0,011050				
5.456.776	2607	0,130315	-0,143885	0,775852	-0,670010	0,436369	-0,011050	1,000000				
		883.063.770	6.662.549	68.355.880	54.078.680	5.159.816	57.915.238	5.456.776				

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros

Elaboración: El Autor

1.4.2. VaR de Simulación Histórica

Esta metodología se basa en el cálculo de una serie histórica de un amplio horizonte temporal, entendiéndose que mientras más data histórica exista, mayor porcentaje de predicción existirá, en tanto y en cuanto las distribuciones sigan un comportamiento normal; la fórmula para encontrar el resultado es sencilla, puesto que considera los rendimientos de los logaritmos naturales resultantes de los intervalos que se hayan aplicado (1 día, 1 semana, 1 mes, 1 trimestre, 1 año, etc) distribuidos en percentiles de menor a mayor; a partir de allí, se ubican los dos percentiles mayor y menor al porcentaje de significancia que se quiere calcular, se establece un promedio y se lo deduce del valor correspondiente al último rendimiento, determinándose la máxima pérdida esperada a un nivel de significancia determinado. Se transcribe a continuación los fundamentos conceptuales de la metodología de valor en riesgo con simulación histórica:

[En los métodos de simulación histórica¹⁰, la variación máxima que puede experimentar el valor de una cartera (o los factores de riesgo correspondientes) como consecuencia de la exposición frente al riesgo de mercado equivale a la máxima variación que hubiera experimentado dicha cartera (o los factores de riesgo considerados), a lo largo de un período histórico determinado, en un percentil estadístico prefijado. El punto clave de estos métodos, en los que no se realizan hipótesis estadísticas sobre el comportamiento de los rendimientos, es la elección del período histórico que se ha de considerar. A este respecto, se pueden adoptar las dos posiciones siguientes.

1) Elegir un período histórico inmediatamente anterior al momento en el cual se efectúa el cálculo de la máxima variación. Esta primera posibilidad presenta la ventaja de la objetividad que supone su utilización. Por contra, cuando se elige esta opción puede ocurrir que los cambios estructurales no se reflejen de manera adecuada con el modelo; es decir, si en el período del cual se toman las observaciones históricas hubo escasa volatilidad, la predicción sobre el valor en

10 David Cabedo Semper e Ismael Moya Clemente “El valor en riesgo en el ámbito de la supervisión bancaria”, Universidad de Jaume – España

riesgo se basará en baja volatilidad y quizá no sea adecuada para el período sobre el que se efectúa la predicción.

2) Elegir un período histórico de características similares al presente. Esta segunda posibilidad subsana el inconveniente de no considerar de modo adecuado los cambios en la volatilidad que comportaba la primera opción. Sin embargo, tiene la desventaja de la necesaria introducción de la subjetividad al determinar qué período se adecua más al actual]

[Este método estima el VaR reconstruyendo la historia. La distribución se realiza utilizando la cartera actual y aplicándole los cambios en precios y rendimientos que se dieron durante el período seleccionado. Posteriormente, se compara dicha distribución con el valor actual para calcular la ganancia o pérdida (Otárola, 2001).

Este método es muy fácil de aplicar en las carteras que cuentan con la información sobre las variables de mercado relevantes. Es conceptualmente simple de entender y eventualmente se puede desarrollar en una hoja de cálculo. Además no depende del cálculo de correlaciones y volatilidades, ya que éstas se calculan implícitamente al utilizar la información histórica (Minnich, 2002). Para la aplicación de este método se pueden seguir cinco pasos que se describen a continuación:

1. Se identifican las variables de mercado que se van a utilizar en el análisis.
2. Se obtienen los valores históricos de precios y rendimientos para el período seleccionado.
3. Se somete la cartera actual a los cambios en las variables mencionadas anteriormente y se calculan las pérdidas y ganancias para cada uno de esos días.
4. Se ordenan las ganancias y las pérdidas en orden descendente.
5. Se determina el VaR al seleccionar la pérdida que es igualada o sobrepasada al nivel de confianza establecido.

La simulación histórica es un método con muchas ventajas:

- ✓ Es relativamente simple de implementar, robusto e intuitivo.
- ✓ Toma en cuenta el comportamiento no lineal de las opciones.
- ✓ No se necesita calcular la matriz de covarianzas, lo que simplifica el proceso.
- ✓ Como se basa en los cambios realmente observados, el método no supone ninguna distribución y no se afecta por distribuciones que no son normales o que tienen colas anchas.

Sin embargo, se ha criticado por diversas razones, entre las que se encuentran las siguientes:

- ✓ Asume que el pasado representa adecuadamente el futuro inmediato; sin embargo, no siempre esto se cumple, por lo que los datos históricos podrían omitir riesgos inminentes en el mercado.
- ✓ La calidad de los resultados depende del período histórico considerado. En caso de utilizar períodos largos, se podrían incorporar comportamientos que ya no se observan en las variables; mientras que los períodos cortos pueden generar errores de muestreo.
- ✓ Le otorga la misma importancia a las observaciones recientes que a las antiguas.
- ✓ Se puede volver computacionalmente intenso en portafolios de muchos instrumentos¹¹.]

El texto de “David Cabedo Semper e Ismael Moya Clemente...” destaca que este método es también utilizado para medir el riesgo de los portafolios o carteras de inversión; su éxito depende de los acontecimientos que contenga la serie histórica utilizada para el cálculo de la máxima pérdida esperada, puesto que si el horizonte de tiempo escogido no considera un período suficiente, la estimación de tal pérdida, únicamente considera la tendencia de la volatilidad sin eventos exógenos que puedan afectar su comportamiento; por ello el texto, señala que en ese período la volatilidad es baja, la estimación de la máxima pérdida esperada será baja, en caso si es alta, dependiendo del período analizado, la máxima pérdida será alta.

No obstante de los períodos que se consideren, está el hecho de la naturaleza de saldos que se está analizando y del tipo de distribuciones que corresponden a los rubros medidos con el VaR de Simulación Histórica, lo cual será evidenciando en los próximos capítulos. El segundo texto consultado de “Patricia Morera Martinelli...”, es más explícito, no solo en la metodología sino que explica las ventajas y desventajas; siendo que ya se

11 Ana Patricia Morera Martinelli, “VAR: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones”, Nota Técnica No. 2 escrita para la Superintendencia de Pensiones de Colombia, agosto 2002.

han abordado las ventajas, en el caso de las desventajas, está claro, que el método no es el más aconsejado para predecir cambios repentinos que pudieren sensibilizar la estabilidad de las fuentes de fondeo.

Un ejemplo del proceso de la forma de cálculo sigue a continuación:

Cuadro No. 4
Ejemplo – VaR Simulación Histórica)
Cálculo de Rendimientos

FECHA	PORTAFOLIO					RENDIMIENTO: CÁLCULO DE LOGARITMOS NATURALES				
	Coca Cola	Apple Inc	BBVA	Toyota	Wokhed Mart	Coca Cola	Apple Inc	BBVA	Toyota	Lookhed Martin
07/02/2012	28,32	7880	84,76	80,18	87,16					
07/03/2012	28,76	7990	83,66	80,88	87,51	0,0154	0,0139	-0,0131	0,0087	0,0040
07/05/2012	28,35	8174	83	80,62	87	-0,0144	0,0228	-0,0079	-0,0032	-0,0058
07/06/2012	28,14	8171,82	80,5	80,14	86,86	-0,0074	-0,0003	-0,0306	-0,0060	-0,0016
07/09/2012	28,15	8209	81,2	79,34	87,39	0,0004	0,0045	0,0087	-0,0100	0,0061
07/10/2012	27,95	8115,02	80,9	77,59	87,02	-0,0071	-0,0115	-0,0037	-0,0223	-0,0042
07/11/2012	27,28	8016,92	82,36	77,36	86,84	-0,0243	-0,0122	0,0179	-0,0030	-0,0021
07/12/2012	27,05	8061	75,6	75,91	86,02	-0,0085	0,0055	-0,0856	-0,0189	-0,0095
07/13/2012	27,32	8055	77,68	76,55	87,25	0,0099	-0,0007	0,0271	0,0084	0,0142
07/16/2012	27,25	8011,63	74	76,23	87,14	-0,0026	-0,0054	-0,0485	-0,0042	-0,0013
07/17/2012	26,96	7991	74,92	75,88	87,43	-0,0107	-0,0026	0,0124	-0,0046	0,0033
07/18/2012	27,19	7972,22	81,3	76,48	88,6	0,0085	-0,0024	0,0817	0,0079	0,0133
07/19/2012	27,44	8120,04	85	76,75	88,51	0,0092	0,0184	0,0445	0,0035	-0,0010
07/20/2012	26,84	8073,47	86,98	75,13	87,71	-0,0221	-0,0058	0,0230	-0,0213	-0,0091
07/23/2012	27,53	8214,99	85,8	74,23	86,91	0,0254	0,0174	-0,0137	-0,0121	-0,0092
07/24/2012	27,59	8220	87,65	72,98	87,79	0,0022	0,0006	0,0213	-0,0170	0,0101
07/25/2012	28,03	7820	81,06	72,51	87,68	0,0158	-0,0499	-0,0782	-0,0065	-0,0013
07/26/2012	29,09	7700	87,02	74,11	88,55	0,0371	-0,0155	0,0709	0,0218	0,0099
07/27/2012	29,7	7765	90,5	76,09	90,2	0,0208	0,0084	0,0392	0,0264	0,0185
07/30/2012	29,67	7893	92,8	75,47	89,08	-0,0010	0,0163	0,0251	-0,0082	-0,0125
07/31/2012	29,32	8119	92,07	76,51	89,27	-0,0119	0,0282	-0,0079	0,0137	0,0021
08/01/2012	29,13	8155	90,51	76,71	88,96	-0,0065	0,0044	-0,0171	0,0026	-0,0035

Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas

Elaboración: El Autor

Cuadro No. 5
Ejemplo – VaR Simulación Histórica
Cálculo de Percentiles y Valor en Riesgo

F258		=PERCENTIL(F3:F250;5%)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	No. Observ.	Coca Cola	Apple Inc	BBVA	Toyota	Lookhed Martin	Valor portafolio	Percentil
3	1	33,97	4.506,92	100,06	116,66	104,86	4.862,48	0,40%
4	2	33,99	4.853,50	100,15	116,76	105,28	5.209,67	0,80%
5	3	34,03	4.883,74	100,91	116,94	105,97	5.241,58	1,20%
6	4	34,32	4.895,57	102,77	117,12	106,31	5.256,09	1,61%
7	5	34,33	4.905,21	102,84	117,20	106,43	5.266,01	2,01%
8	6	34,36	4.937,04	103,93	117,22	106,48	5.299,03	2,41%
9	7	34,36	4.951,28	103,94	117,61	106,52	5.313,71	2,81%
10	8	34,36	4.983,56	103,97	117,66	106,54	5.346,10	3,21%
11	9	34,39	4.984,46	104,39	117,75	106,55	5.347,54	3,61%
12	10	34,39	4.988,43	105,17	117,95	106,72	5.352,65	4,02%
13	11	34,41	4.989,66	105,68	117,98	106,75	5.354,48	4,42%
14	12	34,41	4.997,54	105,76	118,00	106,81	5.362,53	4,82%
15	13	34,49	4.999,53	105,77	118,04	106,82	5.364,65	5,22%
16	14	34,50	5.002,44	105,82	118,09	106,93	5.367,79	5,62%
17	15	34,51	5.003,35	105,86	118,11	107,00	5.368,83	6,02%
18	16	34,55	5.008,35	105,99	118,19	107,01	5.374,08	6,43%
256	CALCULO DEL PERCENTIL							
257	Acción	Coca Cola	Apple Inc	BBVA	Toyota	Lookhed Martin	Valor portafolio	
258	Percentil 5%	34,49	5.000,55	105,79	118,06	106,86	5.365,75	
259	Máxima Pérdi	(2,00)	(443,47)	(12,61)	(8,91)	(4,71)	(471,71)	
261	No. Acciones	10000	4000	3000	2000	1000	20.000	

Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas
 Elaboración: El Autor

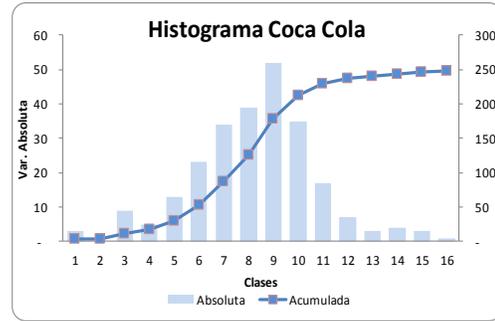
Como se observa en el ejemplo, se ubican los percentiles mayor y menor al 5%, que viene a situarse en la cola izquierda de la distribución (zona de pérdidas) o utilizando el Excel se calcula directamente el resultando del percentil 5% mismo que se le deduce de la última observación de la serie correspondiente al percentil 100%, este resultado viene a constituir para el caso del ejemplo la máxima pérdida esperada por acción para un nivel de probabilidad del 95%; se multiplica posteriormente por el monto de acciones y se determina la máxima pérdida esperada para el portafolio dentro de un horizonte de tiempo de un año.

Al analizar el ejemplo, la predicción de la máxima pérdida por volatilidad de los precios de las acciones, fueron razonablemente estimadas en los casos de la Coca Cola, BBVA, Toyota y Lookhed Martín, tomando en consideración que las curvas de

distribución, siguieron un comportamiento normal como se demuestra en los siguientes gráficos:

Gráfico No. 2
Ejemplo VaR Simulación Histórica
Distribución Acciones Coca Cola

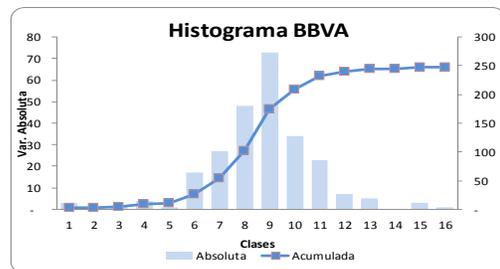
No. Clases	Lim. Inferior	Lim. Superior	FRECUENCIAS			
			Absoluta	Relativa	Acumulada	
1	(0,0344)	0,00	(0,0299)	3	0,012	3
2	(0,0299)	0,00	(0,0253)	-	0,000	3
3	(0,0253)	0,00	(0,0208)	9	0,036	12
4	(0,0208)	0,00	(0,0163)	5	0,020	17
5	(0,0163)	0,00	(0,0117)	13	0,052	30
6	(0,0117)	0,00	(0,0072)	23	0,093	53
7	(0,0072)	0,00	(0,0027)	34	0,137	87
8	(0,0027)	0,00	0,0019	39	0,157	126
9	0,0019	0,00	0,0064	52	0,210	178
10	0,0064	0,00	0,0109	35	0,141	213
11	0,0109	0,00	0,0155	17	0,069	230
12	0,0155	0,00	0,0200	7	0,028	237
13	0,0200	0,00	0,0245	3	0,012	240
14	0,0245	0,00	0,0291	4	0,016	244
15	0,0291	0,00	0,0336	3	0,012	247
16	0,0336	0,00	0,0381	1	0,004	248
TOTAL			248	1,000		



Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas
 Elaboración: El Autor

Gráfico No. 3
Ejemplo VaR Simulación Histórica
Distribución Acciones BBVA

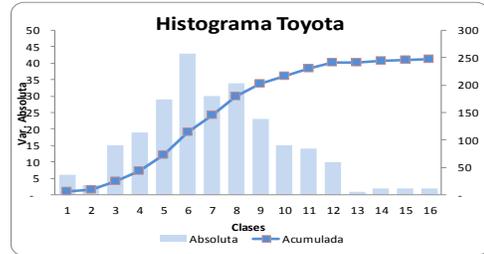
No. Clases	Lim. Inferior	Lim. Superior	FRECUENCIAS			
			Absoluta	Relativa	Acumulada	
1	(0,0866)	0,01	(0,0759)	3	0,012	3
2	(0,0759)	0,01	(0,0652)	-	0,000	3
3	(0,0652)	0,01	(0,0546)	2	0,008	5
4	(0,0546)	0,01	(0,0439)	4	0,016	9
5	(0,0439)	0,01	(0,0332)	1	0,004	10
6	(0,0332)	0,01	(0,0226)	17	0,069	27
7	(0,0226)	0,01	(0,0119)	27	0,109	54
8	(0,0119)	0,01	(0,0012)	48	0,194	102
9	(0,0012)	0,01	0,0094	73	0,294	175
10	0,0094	0,01	0,0201	34	0,137	209
11	0,0201	0,01	0,0307	23	0,093	232
12	0,0307	0,01	0,0414	7	0,028	239
13	0,0414	0,01	0,0521	5	0,020	244
14	0,0521	0,01	0,0627	-	0,000	244
15	0,0627	0,01	0,0734	3	0,012	247
16	0,0734	0,01	0,0841	1	0,004	248
TOTAL			248	1,000		



Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas
 Elaboración: El Autor

Gráfico No. 4
Ejemplo VaR Simulación Histórica
Distribución Acciones Toyota

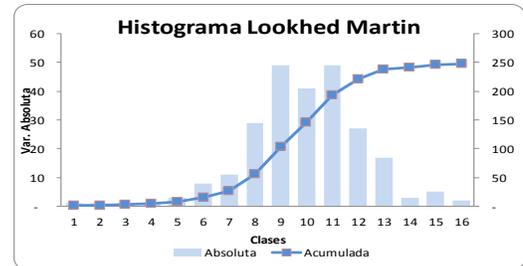
No. Clases	Lim. Inferior	Lim. Superior	FRECUENCIAS			
			Absoluta	Relativa	Acumulada	
1	(0,0337)	0,01	(0,0283)	6	0,024	6
2	(0,0283)	0,01	(0,0230)	3	0,012	9
3	(0,0230)	0,01	(0,0176)	15	0,060	24
4	(0,0176)	0,01	(0,0122)	19	0,077	43
5	(0,0122)	0,01	(0,0069)	29	0,117	72
6	(0,0069)	0,01	(0,0015)	43	0,173	115
7	(0,0015)	0,01	(0,0039)	30	0,121	145
8	0,0039	0,01	0,0092	34	0,137	179
9	0,0092	0,01	0,0146	23	0,093	202
10	0,0146	0,01	0,0200	15	0,060	217
11	0,0200	0,01	0,0253	14	0,056	231
12	0,0253	0,01	0,0307	10	0,040	241
13	0,0307	0,01	0,0361	1	0,004	242
14	0,0361	0,01	0,0414	2	0,008	244
15	0,0414	0,01	0,0468	2	0,008	246
16	0,0468	0,01	0,0522	2	0,008	248
TOTAL				248	1,000	



Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas
 Elaboración: El Autor

Gráfico No. 5
Ejemplo VaR Simulación Histórica
Distribución Acciones Lookhed Martin

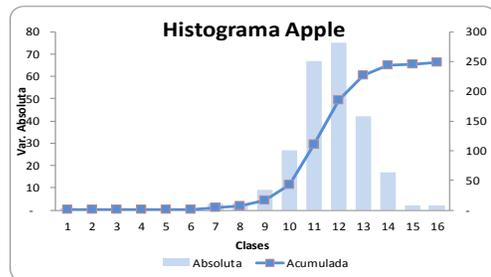
No. Clases	Lim. Inferior	Lim. Superior	FRECUENCIAS			
			Absoluta	Relativa	Acumulada	
1	(0,0400)	0,00	(0,0357)	1	0,004	1
2	(0,0357)	0,00	(0,0314)	1	0,004	2
3	(0,0314)	0,00	(0,0270)	1	0,004	3
4	(0,0270)	0,00	(0,0227)	1	0,004	4
5	(0,0227)	0,00	(0,0184)	3	0,012	7
6	(0,0184)	0,00	(0,0141)	8	0,032	15
7	(0,0141)	0,00	(0,0097)	11	0,044	26
8	(0,0097)	0,00	(0,0054)	29	0,117	55
9	(0,0054)	0,00	(0,0011)	49	0,198	104
10	(0,0011)	0,00	0,0032	41	0,165	145
11	0,0032	0,00	0,0076	49	0,198	194
12	0,0076	0,00	0,0119	27	0,109	221
13	0,0119	0,00	0,0162	17	0,069	238
14	0,0162	0,00	0,0205	3	0,012	241
15	0,0205	0,00	0,0249	5	0,020	246
16	0,0249	0,00	0,0292	2	0,008	248
TOTAL				248	1,000	



Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas
 Elaboración: El Autor

Gráfico No. 6
Ejemplo VaR Simulación Histórica
Distribución Acciones Apple

No. Clases	Lim. Inferior	Lim. Superior	FRECUENCIAS			
			Absoluta	Relativa	Acumulada	
1	(0,1346)	0,01	(0,1226)	1	0,004	1
2	(0,1226)	0,01	(0,1106)	-	0,000	1
3	(0,1106)	0,01	(0,0987)	-	0,000	1
4	(0,0987)	0,01	(0,0867)	-	0,000	1
5	(0,0867)	0,01	(0,0747)	-	0,000	1
6	(0,0747)	0,01	(0,0627)	-	0,000	1
7	(0,0627)	0,01	(0,0508)	3	0,012	4
8	(0,0508)	0,01	(0,0388)	3	0,012	7
9	(0,0388)	0,01	(0,0268)	9	0,036	16
10	(0,0268)	0,01	(0,0149)	27	0,109	43
11	(0,0149)	0,01	(0,0029)	67	0,270	110
12	(0,0029)	0,01	0,0091	75	0,302	185
13	0,0091	0,01	0,0211	42	0,169	227
14	0,0211	0,01	0,0330	17	0,069	244
15	0,0330	0,01	0,0450	2	0,008	246
16	0,0450	0,01	0,0570	2	0,008	248
TOTAL				248	1,000	



Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas
 Elaboración: El Autor

En el caso de la distribución de los precios de Apple, se observa una cola muy ancha a la izquierda de la distribución, esto explicaría que existe un amplio horizonte de pérdidas inesperadas, situación que se confirma con el comparativo de estadísticos que se observa en el siguiente cuadro, en el cual, el valor del sesgo de Apple es de 1,21, y que es significativamente mayor al valor de los sesgos de las distribuciones de las otras acciones. Lo mismo ocurre, con el valor de Kurtosis, que para Apple es 10,34 mientras que para el caso de las otras acciones, en ningún caso llega a 5. Estos parámetros estadísticos, indican que en el caso de Apple, el modelo de simulación histórica no sería aplicable para analizar y predecir la máxima pérdida esperada a través del VaR y, que en ese caso habría que aplicar, otros modelos más focalizados en el análisis y estimación de pérdidas en las colas de distribución, como constituye el VaR de valores extremos.

Cuadro No. 6
Cálculo de Estadísticos
Ejemplo: Var de Simulación Histórica

ESTADISTICOS					
	COCA COLA	APPLE	BBVA	TOYOTA	LOOKHED MARTIN
MEDIA	0,00134	(0,00247)	0,00132	0,00169	0,00050
VARIANZA	0,00012	0,00039	0,00058	0,00021	0,00009
DESV. ESTANDAR	0,01117	0,01971	0,02408	0,01449	0,00965
SESGO	(0,24622)	(1,21902)	(0,22449)	0,50339	(0,31970)
KURTOSIS	4,2870	10,3494	4,4790	4,3049	4,6599
ASIMETRIA	POSITIVA	POSITIVA	NEGATIVA	NEGATIVA	SIMETRICA

$$Sk = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \mu}{s} \right)^3$$

$$K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \mu}{s} \right)^4$$

Fuente: Precios Acciones, Yahoo Finanzas
 Elaboración: El Autor

1.4.3. VaR con Simulación de Montecarlo

[En el caso de que un modelo de simulación no considere ninguna variable importante, comportándose de acuerdo con una ley probabilística, estamos ante un modelo de simulación determinista. En estos modelos la salida queda determinada una vez que se especifican los datos y relaciones de entrada al modelo, tomando una cierta cantidad de tiempo de cómputo para su evaluación. Sin embargo, muchos sistemas se modelan tomando en cuenta algún componente aleatorio de entrada, lo que da la característica de modelo estocástico de simulación.. El procedimiento de la simulación Monte Carlo podríamos aplicarla en tres etapas: 1ª etapa: se especifican procesos estocásticos para las variables y se estiman sus parámetros con datos históricos o implícitos; 2ª etapa: se simulan trayectorias para las variables y para el horizonte deseado y; 3ª etapa: se obtiene la distribución de su rentabilidad y calculamos el VaR¹²..]

El texto investigado explica la aplicación de procesos estocásticos, esto indica que las variables a ser estudiadas a través de la Simulación de Montecarlo, no solo basta con que sean continuas, sino que vayan acompañadas de valores aleatorios, los cuales deben ser parametrizados (para el ejemplo práctico ubicados en rangos de clase de la serie histórica) con los valores históricos; mientras más números aleatorios se empleen, más porcentaje de cubrir todo el espectro de probabilidades existirá. A través de este método, no solo se busca cubrir el horizonte de pérdidas esperadas, sino que también, la zona de pérdidas inesperadas (Gráfico No. 7), ubicadas generalmente en los extremos de las colas de distribución y en los percentiles superiores al percentil promedio o esperado dado a un nivel de significancia determinado.

12 Amancio Betzuen Zalbidegoitia y Aitor Barañano Abasolo: Simulación estocástica en la determinación del valor en riesgo de los activos financieros Stochastic simulation in determining the value at risk of financial assets. Análisis Financiero n° 117. 2011. Págs.: 50-57

Gráfico No. 7
VaR en la Distribución de Probabilidades



Fuente: Stochastic simulation in determining the value at risk, Amancio Betzuen Zalvidegoitia y Aitor Barañano Abasolo. Pág 52.

[La simulación de Monte Carlo es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad que tienen los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos.

Los orígenes de esta técnica están ligados al trabajo desarrollado por Stan Ulam y John Von Neumann a finales de los 40 en el laboratorio de Los Alamos, cuando investigaban el movimiento aleatorio de los neutrones [W1]. En años posteriores, la simulación de Monte Carlo se ha venido aplicando a una infinidad de ámbitos como alternativa a los modelos matemáticos exactos o incluso como único medio de estimar soluciones para problemas complejos. Así, en la actualidad es posible encontrar modelos que hacen uso de simulación Monte Carlo en las áreas informática, empresarial, económica, industrial e incluso social [5, 8]. En otras palabras, la simulación de Monte Carlo está presente en todos aquellos ámbitos en los que el comportamiento aleatorio o probabilístico desempeña un papel fundamental -precisamente, el nombre de Monte Carlo proviene de la famosa ciudad de Mónaco, donde abundan los casinos de juego y donde el azar, la probabilidad y el comportamiento aleatorio conforman todo un estilo de vida¹³.]

13 Javier Faulín y Andel A. Juan Enlace, http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/monte_carlo/monte_carlo.htm.

El texto destaca una referencia importante, que tiene que ver a que la Simulación de Montecarlo puede ser aplicada en cualquier ámbito, en el cual existan movimientos estocásticos o aleatorios, por ello para el caso de predecir el monto de pérdidas que puede afrontar un banco privado por comportamiento de sus fuentes de fondeo, es plenamente aplicable.

[Esta técnica es muy similar al método de valuación histórica, pero difiere en la forma en que se plantean los escenarios utilizados. El mismo busca simular un rango amplio de cambios aleatorios en las variables financieras más relevantes, tomando en cuenta las posibles correlaciones existentes entre los riesgos.

Para implementarlo, se define un proceso estocástico para las variables críticas como el riesgo y en el caso de las correlaciones se derivan de los datos históricos.

Posteriormente, se simulan las trayectorias para las variables de interés y se realiza la valuación completa del portafolio, tal y como se describe a continuación:

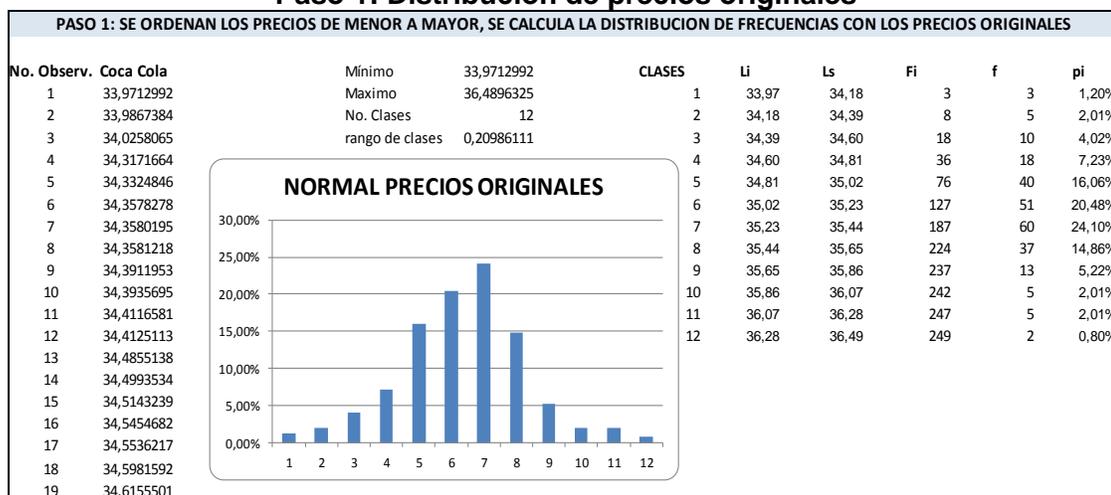
1. Se identifican las variables que se van a utilizar.
2. Se determina o se asume una distribución específica para los cambios de las variables de mercado.
3. Se selecciona un proceso generador aleatorio para calcular N valoraciones hipotéticas en los factores de mercado. Posteriormente se utilizan estos datos para calcular el valor a mercado de la cartera y se le restan a la cartera actual para obtener las pérdidas o ganancias diarias.
4. Se ordenan los resultados en forma descendente.
5. Se determina el VaR seleccionando la pérdida que es igual o mayor al nivel de confianza escogido.

Este es el método de cálculo de Valor en Riesgo más completo, pues toma en cuenta los factores que omiten los otros enfoques tales como: riesgos no lineales, riesgos de volatilidad, cambios del riesgo en el tiempo, colas anchas y escenarios extremos. Sin embargo, requiere de mucha información y fácilmente puede tener problemas para ser implementado. Además, requiere de hardware con una alta capacidad de procesamiento y software especializado.¹⁴]

14 Departamento de Estudios Especiales y Valuación de Riesgo, Nota técnica N°2, NT-2002-02 Var: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones, Ana Patricia Morera Martinelli, Agosto del 2002

Tomando como referencia el texto anterior, la metodología impartida por el Matemático Xavier A. Tipan¹⁵ y basado en el ejemplo del comportamiento de precios de las acciones, se ilustra paso a paso, la construcción del modelo de simulación Montecarlo. En primer lugar, se ordenan los precios originales de la serie histórica compuesta por 250 valores, se determina el número de clases (12) y se construye la distribución de frecuencias y se determina el peso (pi) de cada una de ellas frente al total de las mismas.

Gráfico No. 8
Ejemplo VaR Simulación de Montecarlo
Paso 1: Distribución de precios originales



Fuente: Precios originales de acciones, Yahoo Finanzas

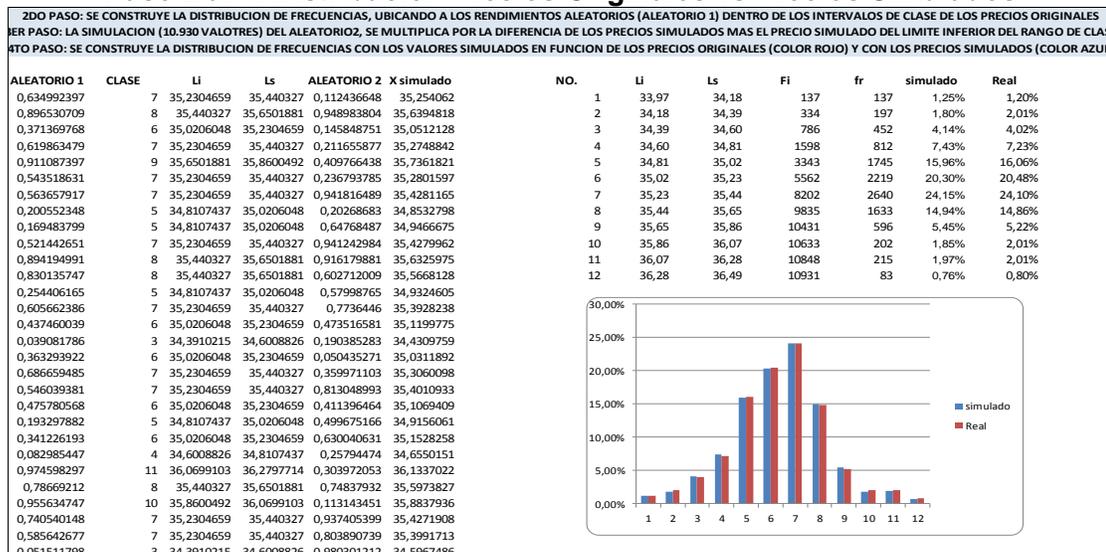
Elaboración: El Autor en base a metodología de Matemático Xavier A. Tipán

La simulación inicia con una serie de números aleatorios (10931 para el caso del ejemplo) los mismos que se ubican en los rangos de clases correspondientes a los precios originales, para luego calcular por segunda ocasión números aleatorios, mismos que se multiplican por la diferencia resultante entre el límite superior y límite inferior y, cuyo producto se suma al precio original del primer rango de clases, para de esta forma llegar al precio simulado (x simulado). Estos precios se ordenan de menor a mayor ubicándolos desde el percentil 0% hasta el percentil 100% de la distribución de precios simulados (color azul), la misma que de lo se observa en el gráfico 8, sigue la misma

¹⁵ Profesor de Riesgo de Mercado en la Universidad Andina Simón Bolívar.

trayectoria de la distribución de precios originales, no obstante, su bondad radica en que para el caso del ejemplo, cubre 43,89 veces más probabilidades aleatorias de pérdida que la serie original ($10931/249=43,89$), aportando por lo tanto con una predicción de pérdida, estimada de toda la amplitud de la distribución conforme se observa a continuación:

Gráfico No. 9
Ejemplo VaR Simulación de Montecarlo
Paso 2 al 4: Distribución Precios Originales vs Precios Simulados



Fuente: Precios originales de acciones, Yahoo Finanzas

Elaboración: El Autor en base a metodología de Matemático Xavier A. Tipán

Finalmente se calcula la máxima pérdida con una probabilidad del 95% para ello, se identifica al precio simulado del percentil 5%, mismo que se resta del precio simulado del percentil 100% determinando así el monto de máxima pérdida por acción; multiplicado este valor por el número de acciones del portafolio, se calcula la máxima pérdida esperada por el valor de USD 994,78 a un nivel de significancia del 95% y un horizonte de 1 año.

Cuadro No. 7
Ejemplo: Var de Simulación de Montecarlo
5to Paso: Cálculo Valor en Riesgo en base a percentiles

5TO PASO: CALCULO DEL VALOR EN RIESGO POR DIFERENCIA DE PERCENTILES: 5% - 100%					
No. Observaciones	Precios simulados	Percentil			
547	34,497	5,00%		Precio percentil 5%	34,497
548	34,498	5,01%		Precio percentil 100%	36,487
549	34,499	5,02%		SIMULACION MONTECARLO	(1,990)
550	34,499	5,03%		No. Acciones	500.000
551	34,500	5,04%		PERDIDA PORTAFOLIO	(994.916)
552	34,502	5,05%			
553	34,502	5,06%			
554	34,502	5,07%			
555	34,502	5,08%			
10921	36,467	99,91%			
10922	36,468	99,92%			
10923	36,470	99,93%			
10924	36,471	99,94%			
10925	36,477	99,95%			
10926	36,480	99,95%			
10927	36,482	99,96%			
10928	36,482	99,97%			
10929	36,483	99,98%			
10930	36,486	99,99%			
10931	36,487	100,00%			

Fuente: Precios originales de acciones, Yahoo Finanzas

Elaboración: El Autor en base a metodología de Matemático Xavier A. Tipán

1.5. Análisis de los diferentes tipos de distribución y su tratamiento con aplicación de modelos estadísticos.

En este numeral, se describen las distribuciones más utilizadas en el análisis estadístico; no se pretende realizar una demostración matemática de su cálculo porque no es materia de estudio, no obstante es preciso identificar sus características generales, con el tipo de modelización que puede ser utilizada para estimar la probabilidad de pérdida con mayor proximidad dada la distribución de valores en escenarios que la curva sigue un comportamiento normal frente a los casos asimétricos de distribución.

1.5.1. Distribución Normal

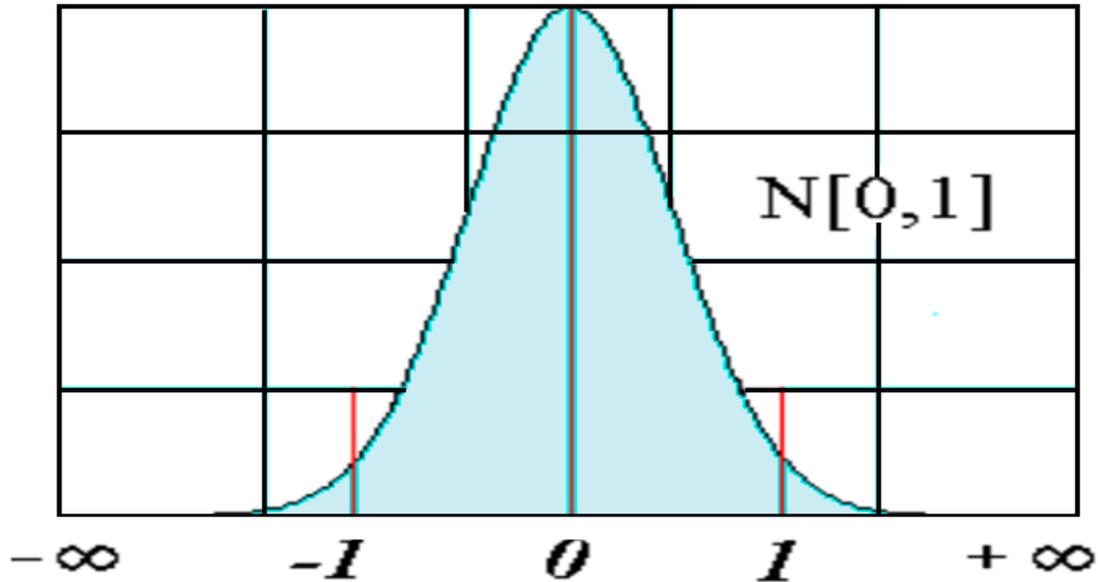
[La distribución normal es una distribución de variable continua que queda especificada por dos parámetros de lo que depende, su función de densidad y que resultan ser la media μ y la desviación típica σ de la distribución.

Propiedades:

- i. Al estandarizar o tipificar sus valores, se calcula el estadístico Z, que representa a la función de densidad de la curva, y que para el caso de una Normal, su función de densidad es simétrica igual a cero ($Z = 0$).

- ii. Presenta dos asíntotas para $z = \pm\infty$ tendiendo a cero por ambos lados; el siguiente gráfico, demuestra dos puntos de inflexión en $z = \pm 1$ y un valor máximo en $Z = 0$; con estas características, la distribución gráfica es la siguiente¹⁶]:

Gráfico No. 10
Representación gráfica distribución normal



- iii. [La varianza σ^2 de la distribución normal coincide con el parámetro σ , este valor es la desviación estándar o varianza de la distribución.
- iv. El coeficiente de asimetría de la distribución normal es cero lo que supone, como esperar, que la distribución es simétrica. Su eje de simetría es la media (μ) que por esta razón es también la mediana de la distribución.
- v. El coeficiente de Kurtosis es equivalente a 3, que corresponde a una distribución normal que posee la forma tipo en cuanto a aplastamiento o apuntamiento, y sirve de modelo para las demás distribuciones¹⁷.]

Cabe mencionar que la distribución normal es la base para la formulación de modelos de regresión lineal; por este motivo, se determina que las metodologías de Valor en Riesgo, corresponden a modelos de regresión lineal, puesto que consideran que existe un supuesto de normalidad, en tal circunstancia aplican las propiedades enunciadas

¹⁶ J. Lejarza & I. Lejarza, “Distribución Normal”, página 4.

¹⁷ J. Lejarza & I. Lejarza, “Distribución Normal”, páginas 9, 10 y 11.

anteriormente. Bajo el supuesto en referencia, los estimadores de los modelos clásicos de regresión lineal, tienen las propiedades que se mencionan a continuación:

- i. [Son insesgados.
- ii. Tiene varianza mínima. En combinación con 1, esto significa que son insesgados con varianza mínima, o estimadores eficientes.
- iii. Presentan consistencia; esto es a medida que el tamaño de la muestra aumenta indefinidamente, los estimadores convergen hacia sus verdaderos valores poblacionales.
- iv. $\hat{\beta}_1$ al ser una función lineal de u_i , esta normalmente distribuida con:

$$\text{Media: } E(\hat{\beta}_1) = \beta_1$$

$$\text{Var}(\hat{\beta}_1): \sigma^2 = \frac{\sum X^2}{n \sum X^2} \sigma^2$$

De acuerdo con las propiedades de la distribución normal, la variable Z definida como:

$$Z = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta}{\sigma} \text{ sigue la distribución normal estándar; es decir, una distribución normal con}$$

media cero y varianza unitaria¹⁸ (=1)..]

De las propiedades analizadas por Gujarati, al calcular las series históricas de los rubros que conforman la liquidez estructural de los bancos privados, se observará especialmente, si las curvas de distribución son consistentes y no son sesgadas las colas, además que la varianza sea equivalente a 1.

[El exceso de curtosis que caracterizó las series bajo análisis puede obedecer a que estos activos siguen un proceso de volatilidad no constante. Una forma preliminar de verificarlo es observando la trayectoria que sigue la desviación estándar móvil (apéndice 1)5. Efectivamente, la desviación estándar presentó una alta volatilidad en todos los casos, por lo que, para la modelación de estas series, se hizo necesario recurrir a modelos de volatilidad del tipo Arch¹⁹ (Garch, Egarch, Parch, Aparch).

Entre tales modelos se cuentan aquellos que parten de ecuaciones en diferencias, por

¹⁸ Damodar N. Gujarati, "Econometría", USA, West Point, Mc Graw Hill, 2004, páginas 859,860

¹⁹ María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, "Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia", Agosto 2009, página 73.

ejemplo, los del tipo ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) y los que utilizan ecuaciones diferenciales estocásticas, conocidos como de volatilidad estocástica: SV (Stochastic Volatility). Engle (2004, 407) se refirió a ellos recientemente : “También ha tenido lugar otro enorme desarrollo de unos modelos de volatilidad muy relacionados con los anteriores, pero con características distintas desde el punto de vista econométrico: los llamados modelos de volatilidad estocástica o modelos SV (Stochastic Volatility). Estos modelos tienen un proceso generador de los datos diferente, que los hacen más adecuados para ciertos objetivos pero más difíciles de estimar ”

1.5.2. Distribución de Colas pesadas: modelación mediante Arch²⁰

La presencia de colas pesadas fue reportada por primera vez por Mandelbrot (1963) y Fama (1965), a partir del estudio de los retornos del índice Dow Jones Industrial Average (DJIA). En Latinoamérica, Ojah y Karemera (1999) exponen resultados similares para los índices accionarios de Argentina, Brasil, Chile y México. En Colombia, Maya y Torres (2004) concluyen que tanto los retornos del índice accionario como de algunas acciones que lo componen no se ajustan a normalidad y presentan exceso de curtosis y agrupamiento de la volatilidad. A similar conclusión llegan Alonso y Arcos (2005), también para el caso colombiano. En la práctica, la existencia de colas pesadas implica que la probabilidad de obtener valores extremos en la distribución empírica de los rendimientos es mucho mayor que lo que predice una distribución normal.

La evidencia anterior y el análisis de las series, realizado en la sección previa, tienen importantes implicaciones para la estimación del VaR. Esta medida del riesgo de mercado se define como la máxima pérdida probable que puede tener una inversión en un periodo de tiempo determinado y con un cierto nivel de confianza (J. P. Morgan, 1996). (1965), a partir del estudio de los retornos del índice Dow Jones Industrial Average (DJIA).

En Latinoamérica, Ojah y Karemera (1999) exponen resultados similares para los índices accionarios de Argentina, Brasil, Chile y México. En Colombia, Maya y Torres (2004) concluyen que tanto los retornos del índice accionario como de algunas acciones que lo componen no se ajustan a normalidad y presentan exceso de curtosis y agrupamiento de la volatilidad.

²⁰ María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, “Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia”, 73-74.

Al enfocarse en los retornos negativos extremos, es fundamental una modelación adecuada de las colas de la distribución para su correcta estimación. El cálculo del VaR se hace, con frecuencia, bajo métodos paramétricos como el Normal que, como su nombre lo indica, parte de la normalidad de los retornos. Sin embargo, dada la amplia evidencia en relación con la no normalidad de retornos de activos financieros, su utilización para este propósito no es recomendable, pues subestima el riesgo en el caso de distribuciones que, como las sujetas a este análisis, presentan exceso de curtosis.

Otra alternativa es el método de simulación histórica, con el cual se simulan posibles trayectorias del precio de mercado del portafolio a partir de precios históricos. Este método incluye, además, información sobre colas pesadas, asimetría y correlaciones entre los activos de un portafolio. No obstante, se critica su utilización porque depende en gran parte del periodo seleccionado, es decir, que muy probablemente incorpora información de hechos que no ocurrirán de nuevo o desconoce otros cuya posibilidad de ocurrencia no tiene en cuenta. Un tercer método de estimación del VaR es el Montecarlo Estructurado²¹.

Este parte de la identificación del proceso estocástico que sigue cada una de las variables, permitiendo, así, generar trayectorias para los distintos factores de riesgo que pueden afectar los activos o el portafolio sujeto a medición del riesgo de mercado. Con ello, el MCE supera las falencias del método Normal y el de simulación histórica aunque está sujeto al riesgo de modelación. Por tal consideración, se requiere una cuidadosa definición del proceso estocástico que sigue cada uno de los activos del portafolio hipotético. En efecto, para el caso objeto de análisis, se aplicó la metodología de Box-Jenkins a las variaciones logarítmicas de los precios. Ante la evidencia de residuales con efectos Garch y leverage, se ajustaron procesos de Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva del tipo Garch, Egarch y Aparch. La identificación del proceso estocástico permitió generar trayectorias para la media y la varianza condicional de los retornos de cada uno de los activos que forman el portafolio accionario hipotético; a partir de tales trayectorias, teniendo en cuenta la correlación de los activos entre sí, se calculó el VaR del portafolio con el método de MCE. Su aplicación se presenta con detalle en la cuarta sección de este artículo. Con el fin de aplicar la metodología de Box- Jenkins, se identificó la estacionariedad

²¹ María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, "Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia", página 74.

de las series de las variaciones logarítmicas de los precios. Con base en las pruebas Augmented Dickey Fuller (ADF), Phillips Perron (PP) y de Kwiatkowski, D.; Phillips, P. C. B.; Schmidt, P. y Shin, Y. (KPSS) se rechazó la existencia de raíces unitarias para todas ellas.

Ahora bien, una inspección a la gráfica del autocorrelograma muestra evidencia de autocorrelación en las series diferenciadas. Por tal motivo, se recurrió a la metodología de Box y Jenkins, en particular, se ajustó un proceso ARMA, seleccionado de acuerdo con el criterio de Schwarz (Schwarz Bayesian Criterion, SBC). Los modelos Arma (p, q) contienen p términos autorregresivos (AR(p)) y q términos referidos a medias móviles (MA(q)); se definen de la siguiente manera:

$$X_t = \epsilon_t + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_j \epsilon_{t-i}$$

En el cuadro 5 se observa que para nueve de las 10 series el modelo de mejor ajuste fue un MA(1). Solo para Aval, el modelo de mejor ajuste fue un AR(1), el cual, de todas maneras, dejará de ser significativo al modelar la varianza.

Luego de definir los modelos de mejor ajuste para cada una de las series, se aplicó la prueba LM (Lagrange Multiplier,) propuesta por Engle (1982) para detectar la presencia de procesos Arch en las perturbaciones. Los resultados aparecen en el cuadro anterior. Según esos resultados, el estadístico TxR2 excede el valor crítico de la distribución para todos los activos y rechaza la hipótesis nula de no existencia de efectos Arch.

A continuación se ajustó el modelo Garch correspondiente: Garch, Egarch, Parch y Aparch (cuadro 6), los cuales se explican enseguida:

El modelo Garch (p, q) es una generalización del Arch propuesto por Engle (1982). Allí, la varianza condicional h_t sigue un proceso Arma (q, p) y el término de perturbación ϵ_t se comporta igual que en el Arch²² (Bollerslev, 1986).

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-1}$$

[2]

²² María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, "Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia", 76-77.

Los efectos de las perturbaciones²³ sobre la volatilidad son simétricos, tanto en el modelo Garch como en el Arch. Para capturar el efecto leverage, generado por la ocurrencia de noticias malas (innovaciones negativas) que traen consigo una volatilidad más alta que las buenas, Nelson (1991) propone un modelo alternativo, el Garch Exponencial (Egarch). La especificación del modelo es la siguiente:

$$\log h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-1}} + \sum_{i=1}^p \beta_i \log(h_{t-1}) + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{\varepsilon_{t-k}}{\sigma_{t-k}}$$

El impacto de la noticia es asimétrico si $J_1 > 0$ y existirá efecto leverage si $J_1 < 0$. Por otro lado, Ding, Granger y Engle (1993) investigaron la “propiedad de memoria larga” en los retornos del mercado accionario. Según ellos, no solo hay una alta correlación sustancialmente mayor en los retornos absolutos que en los retornos en sí mismos, sino que además el parámetro de potencia de los retornos absolutos presenta una mayor autocorrelación para un mayor número de rezagos. Los autores caracterizan como la propiedad de memoria larga, que es más fuerte cuando d es cercana a 1. Este resultado, aparentemente, se contrapone a las especificaciones tipo Arch basadas en retornos al cuadrado. No obstante, el estudio de MCE realizado por ellos muestra que tanto los modelos tipo Arch, basados en el cuadrado de los retornos, como aquellos basados en retornos absolutos pueden producir dicha propiedad. En consecuencia, proponen un nuevo modelo generalizado, el Asymmetric Power Arch (Aparch) que permite que el parámetro G , en la ecuación de heterocedasticidad, sea estimado a partir de los datos. El modelo descrito se especifica como sigue:

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta + \sum_{i=1}^p \alpha_i (\kappa_{t-i} - \gamma_i \varepsilon_{t-i}) \delta$$

Dónde: $\beta_j > 0, \delta \geq 0, \alpha_j \geq 0, -1 < \gamma_i < 1, i = 1, \dots, p, \beta_j \geq 0, j = 1, \dots, q$.

Existe asimetría si $J_1 \neq 0$. Cuando $G = 2$ y $J_1 = 0$ para todo i , el Aparch se convierte en un modelo Garch estándar.

²³ María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, “Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia”, 77.

En la estimación de los distintos modelos Garch se asumió una Distribución Generalizada de los Errores (Generalized Error Distribution, GED) que corresponde a la utilizada por Nelson (1991) para la evaluación del Egarch y propuesta por Subbotin (1923). Como algoritmo de optimización se recurrió al BHHH (Berndt, Hall, Hall y Hausman), el cual, a diferencia de otros procedimientos, no asume distribución alguna de los errores.

De acuerdo con los resultados obtenidos (cuadro 6), para cuatro de las 10 series —Colinvers, Inverargos, Isa y Suraminv—, el modelo de mejor ajuste fue un Garch (1,1); para Cemargos y Éxito, lo fue un Parch (1,1); para Aval y Bancolombia, se logró con un Egarch y, finalmente, para Bogotá y Chocolates, el modelo de mejor ajuste incorporó asimetrías: Aparch (1,1,1). Se evidencia que para dos de las 10 series, el coeficiente de asimetría J fue significativo y positivo. Para Bogotá, J fue de 0,208483 y para Chocolates, de 0,26828. Adicionalmente, la prueba LM, aplicada a los residuales, permitió comprobar la no existencia de efectos Arch, con lo cual se corrobora la buena especificación de los modelos.

3. Estimación del VaR en presencia de colas pesadas y correlación entre los activos

Tal como se explicó antes, el VaR es una medida del máximo cambio potencial en el valor de un portafolio de instrumentos financieros, con una probabilidad dada sobre un horizonte de tiempo predeterminado (J.P. Morgan, 1996). En esta sección se compara la capacidad de predicción del VaR del periodo siguiente (one step ahead), calculado a partir de modelos de volatilidad estocástica en tiempo discreto, con el VaR medido con base en el método Normal (cuadro 8). En este último caso, se utilizó la volatilidad constante correspondiente a la desviación estándar de los retornos para todo el periodo 2003 - 2006. Luego se aplicó una prueba de Backtesting para verificar cuál de las dos metodologías predecía el VaR del portafolio hipotético de acciones con un menor error. Se supuso una inversión inicial de \$100 millones. El Backtesting²⁴ se aplicó al periodo comprendido entre enero y junio de 2007.

VaR proyectado a 1 día a partir de modelos tipo GARCH

$W^T \Sigma W$	0,03%
sigma	1,7168%

²⁴ María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, “Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia”, 77.

VaR				
$\alpha =$ Percentil	$Z\alpha$	% VaR	Wo	\$ VaR
0,05	1,65	2,83%	100.000.000	2.832.770
0,01	2,33	4,00%	100.000.000	4.000.215

Por otra parte, las pruebas VaR Garch y VaR Normal para Backtesting calculan el error porcentual de cada método, esto es, cuántas veces el retorno real excede el pronóstico del VaR. Por tal razón, la pérdida es superior a la estimada con el VaR. Mientras más bajo sea el error porcentual, mejor capacidad de pronóstico tendrá el modelo. Según esta prueba, ambos modelos tienen buena capacidad de pronóstico (el error es inferior al 5%). Sin embargo, el Garch²⁵ muestra mayor número de aciertos que el método Normal. Al nivel de significancia del 5%, la prueba VaR Garch produce un error de 2% de los periodos (días 4, 5 y 40), mientras en la Normal, el error es del 3% (días 4, 5 y 40 y 82). Cuando el nivel de significancia del VaR es del 1%, el error para la prueba VaR Garch es del orden del 0% versus 1% para el VaR Normal. Esto justifica la modelación de la volatilidad a partir de modelos tipo Garch para la provisión de pérdidas de un portafolio de inversión. Sendos resultados se muestran en el cuadro 10. En las figuras 1 y 2, se muestra la evolución de los cálculos finales para los 121 días hábiles. Se tuvieron en cuenta ambos métodos (Normal y Garch) y el número de aciertos y/o fallas que presentaron ambos métodos, bajo la consideración de niveles de significancia del 5% y del 1%.

Prueba VaR

$\alpha = 5\%$		$\alpha = 1\%$	
Prueba VaR GARCH	2%	Prueba VaR GARCH	0%
Prueba VaR Normal	3%	Prueba VaR Normal	1%

En todo caso, el error porcentual promedio (mean percentage error, MPE) es menor para el pronóstico del VaR a partir de los modelos Garch..]

MPE para el pronóstico del VaR

Las pruebas de backtesting confirman la conveniencia de recurrir a modelos Garch para la estimación del VaR, ya que generan una mejor aproximación al riesgo de mercado del portafolio accionario sujeto a análisis. Dicho portafolio, si bien es hipotético, guarda una estrecha relación

²⁵ María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, "Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia", página 80.

con el que puede tener un inversionista típico en el país, pues consta de las acciones de mayor liquidez en la Bolsa de Valores de Colombia²⁶.]

Cabe precisar que el estudio realizado se basó en el comportamiento histórico de precios de acciones, que presentan el factor de estacionalidad, sesgos en los valores extremos negativos (cola izquierda de la distribución) lo que justifica en primer orden la aplicación de un modelo autoregresivo para analizar la distribución de los errores o perturbaciones y en segundo orden, si por efecto de la distribución del extremo de la cola de distribución, justifica aplicar un modelo de serie de tiempo para detectar si existe heterocedasticidad condicionada, es decir la existencia de una varianza no constante. Como el texto sugiere, es necesario hacer un análisis de los errores, aplicar ecuaciones con diferencias para reducir a la mínima expresión los errores y detectar de esa forma la presencia de ruido blanco, puesto que un modelo de serie de tiempo tendrá mayor predictibilidad en tanto y cuanto existan menos perturbaciones que incidan en las estimaciones de los métodos de valor en riesgo que se apliquen. Cabe anotar, que en el siguiente capítulo se aplican los modelos ARIMA y ARCH, como medio de analizar los errores de la distribución y la presencia de heterocedasticidad condicionada y autocorrelación, más no con el propósito de estimar la probabilidad de pérdidas esperadas, que se lo realizará con los métodos de Var que existen: varianza Covarianza, Simulación Histórica y Simulación Montecarlo.

1.6. Análisis de las normas de países de la región, pertinentes al cálculo de volatilidad y su comparación con la norma ecuatoriana.

A continuación se transcriben las normas de Perú, Colombia y Basilea, pertinentes al tratamiento de la volatilidad de las fuentes de fondeo:

²⁶ María Auxiliadora Vergara Cogollo - Cecilia Maya Ochoa, “Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia”, páginas 81-82.

A continuación se transcribe la “Metodología para la medición y reporte estándar del riesgo de liquidez de los establecimientos de crédito...” emitido por la Superintendencia Financiera de Colombia.

[La estimación del flujo neto que no obedece a vencimientos contractuales, vale decir, de los probables retiros netos de caja originados en posiciones y rubros que no tienen vencimientos preestablecidos, debe efectuarse a partir del saldo de depósitos y exigibilidades que no está sujeto a vencimientos contractuales (saldo cuenta PUC 21 menos saldo de CDTs y CDATs), tomado al cierre del último día hábil de la semana inmediatamente anterior al reporte de riesgo de liquidez. El procedimiento a seguir para la estimación del flujo neto que no obedece a vencimientos contractuales es el siguiente:

1) Establecer los percentiles 0 y 5 de las variaciones netas de la suma del saldo de las Cuentas Corrientes, las Cuentas de Ahorro y los Depósitos de Valor Constante (cuentas PUC 2105, 2110, 2120 -excepto 212010- y 2125), que haya sufrido la respectiva entidad entre el último día de cada mes y el último día del mes inmediatamente anterior, en el horizonte de tiempo comprendido entre Diciembre 31 de 1996 y el último día del mes inmediatamente anterior al de la fecha del reporte del riesgo de liquidez²⁷.

De esta forma, se define el Factor de Retiros Netos sobre depósitos y exigibilidades a la vista (FRN) como la mediana calculada a partir del percentil 0 y el percentil 5 mencionados en el párrafo anterior, expresados con signo positivo, y 10%.

En todo caso cuando se trate de entidades con información de las cuentas arriba mencionadas, por un periodo inferior a diez (10) años, el FRN no podrá ser menor a 10%.

Para el cálculo de dicho Factor se deben integrar en una sola base los datos de las entidades que han sido objeto de procesos de fusión, adquisiciones o conversiones en el período histórico que se considera en el análisis, cuando así corresponda, con el fin de capturar mejor la naturaleza de los clientes y depósitos de las entidades que han resultado de tales reorganizaciones.

²⁷ Superintendencia Financiera de Colombia, Capítulo VI -Reglas relativas al sistema de administración del riesgo de liquidez, Anexo I, “Metodología para la medición y reporte estándar del riesgo de liquidez de los establecimientos de crédito....”, 2014.

2) Calcular la diferencia entre el saldo de la cuenta PUC 21- Depósitos y Exigibilidades, y el saldo total de CDTs, CDATs y Cuentas de Ahorro Especial (cuentas PUC 2115, 212010, 2127 y 2130).

A la diferencia antes mencionada, que corresponde al valor de los depósitos y exigibilidades a la vista, se le debe aplicar el porcentaje específico de reducción mensual de los depósitos a la vista establecido en el numeral 1), en forma proporcional, en cada banda de tiempo del reporte, al número de días calendario comprendidos en la misma, teniendo en cuenta siempre un mes calendario de 30 días. Los valores resultantes serán los flujos netos que no obedecen a vencimientos contractuales, estimados para cada una de las bandas de tiempo.^{28]}

De lo que se observa, la norma colombiana de liquidez, determina un horizonte amplio para análisis de la volatilidad, de al menos 10 años, sin establecer un método de valor en riesgo en particular, pero que según la metodología de cálculo corresponde al modelo de simulación histórica, aplicando un intervalo de confianza equivalente al 97,5% que viene a resultar como la mediana entre los percentiles 0 y 5; así mismo, es más rigurosa que la norma ecuatoriana, debido a que determina un requerimiento mínimo de volatilidad, correspondiente al 10% para entidades que no cuenten con base de datos de al menos 10 años, de esta forma, la predicción de pérdida esperada de liquidez se respalda con suficiente data histórica.

En lo pertinente a la norma de la Superintendencia de Banca y Seguros del Perú, la volatilidad de depósitos se calcula de la siguiente forma:

²⁸ Superintendencia Financiera de Colombia , Capítulo VI -Reglas relativas al sistema de administración del riesgo de liquidez, Anexo I, “*Metodología para la medición y reporte estándar del riesgo de liquidez de los establecimientos de crédito...*”, 2014.

[Metodología para el cálculo del saldo volátil de depósitos²⁹

Generar una serie de los últimos 273 saldos diarios de los depósitos, contados a partir de la fecha del anexo (no considerar sábados ni domingos).

Calcular las variaciones porcentuales mensuales (r) en un periodo de 21 días de la siguiente forma:

$$r_t = \frac{S_t - S_{t-21}}{S_{t-21}}$$

Donde S_t es el saldo de depósitos en t . A partir del saldo t se cuentan 21 observaciones hacia atrás y se obtiene el saldo S_{t-21} .

Se obtiene una serie de 252 datos de las variaciones porcentuales en un periodo de 21 días.

Calcular la desviación estándar de la serie de variaciones porcentuales.

Calcular el saldo volátil de depósitos o la Liquidez en Riesgo(LaR) de la siguiente manera:

$$LaR_t = S_t * Z_{0.05} * \sigma_t * \sqrt{t}$$

Donde:

Z: Score de la distribución normal estándar correspondiente al percentil 5 (-1.645)

σ_t : Desviación estándar de las variaciones porcentuales mensuales de los saldos de depósitos

t: Horizonte temporal (en meses)

Para el primer mes ($t=1$), el retiro de los depósitos equivaldrá a la fórmula de saldo volátil de depósitos cuando $t=1$. Para las bandas de 2 y 3 meses, las salidas de depósitos serán calculadas de la siguiente manera:

$$\Delta LaR_t = LaR_t - LaR_{t-1} = (S_t * Z * \sigma_t * \sqrt{t}) - (S_t * Z * \sigma_t * \sqrt{t-1}), \text{ para } t=2,3$$

El saldo restante será ubicado en la última banda de más de 12 meses.

Para el cálculo de la desviación estándar³⁰ de las variaciones porcentuales mensuales de los saldos de depósitos (σ_t) definido anteriormente, no será necesario diferenciar el fondeo estable, menos estable y grandes acreedores de las cuentas Vista, Ahorro y Plazo, hasta el 30 de

²⁹ Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones del Perú, *Reglamento para la gestión del riesgo de liquidez*, 2012.

³⁰ Superintendencia de Banca y Seguros del Perú, Resolución SBS N° 5760-2013, del 19/09/2013.

noviembre del 2014. A partir del 31 de diciembre del 2014, luego de contar con la información diaria necesaria para identificar el fondeo estable, menos estable y grandes acreedores de las cuentas Vista, Ahorro y Plazo, la empresa deberá calcular las desviaciones estándar diferenciando cada tipo de fondeo.]

La norma bancaria de liquidez del Perú, tampoco determina un método de Var determinado para calcular la volatilidad, sin embargo determina, un horizonte temporal de un año, con un nivel de significancia del 95% que equivale al percentil 5 que se menciona en la mencionada norma y variaciones de los depósitos calculadas con intervalos mensuales.

[En el presente Anexo deberá simularse un escenario de crisis de liquidez. La simulación del escenario de crisis de liquidez se realizará sobre la base de la información del Anexo 16-A reportada al último mes del trimestre (marzo, junio, septiembre y diciembre). Los diferentes conceptos del activo y del pasivo que se toman en cuenta en el anexo se deben distribuir de acuerdo con los criterios establecidos en las presentes notas metodológicas.]³¹

[El Comité de Basilea de Supervisión Bancaria ha acordado por unanimidad revisar la definición de activos líquidos de alta calidad y de salidas netas de efectivo, por lo que los bancos podrán usar más activos para cumplir los estándares de liquidez mínimos exigidos.

Los bancos podrán utilizar ahora algunas acciones, bonos de titulización de hipotecas residenciales y deuda empresarial con una calificación de crédito más baja.

No obstante, estos tres tipos de activos no pueden contabilizar más del 15% del total de activos líquidos de alta calidad del banco y tendrán un recorte mayor. Asimismo los supervisores internacionales han prolongado cuatro años el plazo de aplicación completa de los nuevos estándares de liquidez.

Basilea III, que debía aplicarse a lo largo de este año y debía servir para evitar los efectos de una nueva crisis financiera, exigía a los bancos tener suficientes activos líquidos de alta calidad, que consisten en efectivo o activos que se pueden convertir en efectivo con facilidad sin pérdida de valor durante 30 días en un escenario de tensión.

³¹ Superintendencia de Banca y Seguros del Perú, Notas metodológicas del Anexo N° 16-b, de la Resolución SBS N° 5760-2013, del 19/09/2013.

El ratio de liquidez se introducirá, como estaba previsto el 1 de enero de 2015, pero los requerimientos mínimos comenzarán al 60 % y ascenderán gradualmente 10 puntos porcentuales anuales hasta alcanzar el 100 % el 1 de enero de 2019. “Este acercamiento gradual está diseñado para asegurar que el ratio de liquidez se puede introducir sin perjudicar el sistema bancario o la financiación de la actividad económica en marcha”, dijo el BPI en un comunicado.]³²

[Los depósitos minoristas en moneda extranjera son depósitos denominados en cualquier moneda distinta de la moneda nacional de la jurisdicción en la que el banco opera. Los supervisores determinarán el factor de cancelación que los bancos en su jurisdicción deben aplicar a los depósitos en moneda extranjera. Éstos se considerarán «menos estables» si existe algún motivo para creer que son más volátiles que los depósitos en moneda nacional. Entre los factores que afectan a la volatilidad de los depósitos en moneda extranjera se incluyen el tipo y sofisticación de los depositantes y la naturaleza de esos depósitos (por ejemplo, si los depósitos están ligados a necesidades del negocio en la misma moneda, o si los depósitos se realizan para conseguir un rendimiento)].

[Como la calidad de los activos de Nivel 2A es menor que la de los activos de Nivel 1, elevar su composición aumentaría el riesgo de precio y, por tanto, la volatilidad del fondo de HQLA del banco. Para mitigar la incertidumbre sobre el desempeño de esta opción, los bancos estarán obligados a demostrar que los valores de los activos son suficientes en situaciones de tensión. Así pues, deberán ser capaces de realizar pruebas de tensión a estos efectos. Si existiera evidencia para sugerir que los parámetros de tensión son más gravosos que los descuentos establecidos por los supervisores bancarios, el banco deberá adoptar los parámetros más prudentes y, en consecuencia, aumentar los HQLA conforme sea necesario.]³³

La norma de Basilea III, recomienda considerar pruebas de tensión a los depósitos o de estrés testing, para fijar requerimientos de liquidez más exigentes, en relación a lo cual, determina la necesidad de que se vaya aumentando paulatinamente la relación de

³² Diario El Comercio del Perú, “Comité de Basilea flexibilizó norma internacional sobre liquidez de bancos”, 2013.

³³ Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, “Basilea III: Coeficiente de cobertura de liquidez y herramientas de seguimiento del riesgo de liquidez”, 2013.

los activos líquidos frente a las fuentes de fondeo, iniciando con un ratio del 60% con aumentos del 10% anual para llegar al año 2019 con una cobertura del 100%.

En resumen, las normas de Perú, Colombia y doctrina de Basilea, son más exigentes que la norma de liquidez estructural aplicada en la actualidad a la banca privada, poniendo en evidencia, aspectos importantes, como la consideración de horizontes temporales extensos para el cálculo de volatilidad, determinación de porcentajes mínimos de liquidez, aplicación de escenarios de estrés e incremento en el ratio de cobertura de las fuentes de fondeo.

CAPÍTULO II

2.1. Elaboración y análisis del VAR de liquidez del sistema de bancos privados en base al procedimiento vigente de la norma de liquidez estructural vigente, con resultados del requerimiento de liquidez pertinente a la volatilidad de primera y segunda línea de liquidez, a final de cada mes que forma parte del período de análisis (enero 2007 a septiembre 2014).

2.1.1. Componentes de liquidez

Previo al análisis de los indicadores de liquidez de 1ra y 2da línea frente al valor en riesgo (VAR) correspondiente, es importante analizar la naturaleza de los componentes de liquidez; la 1ra línea constituida por los fondos disponibles más las inversiones libres para negociar y disponibles para la venta hasta 90 días sobre la sumatoria de las obligaciones a la vista (corriente más ahorros), depósitos a plazo y obligaciones financieras con exigibilidad hasta 90 días, en tal sentido, las inversiones con maduración mayor a los 90 días así como los depósitos a plazo y obligaciones financieras mayores a 90 días, forman parte del cálculo de liquidez de 2da línea, misma que incorpora o acumula la disponibilidad de recursos de la primera línea. Al respecto, cabe precisar que los rubros considerados para el cálculo de los denominadores de liquidez de primera y segunda línea así como para el análisis del valor en riesgo de las fuentes de fondeo, no se han tomado en cuenta a la cuenta 2702 “Obligaciones” y 2903 “Fondos en Administración” en razón de los siguientes argumentos:

- ✓ El rubro de “Obligaciones” que corresponde a la emisión de valores que realiza la banca privada a través de garantía general respaldada con el total de activos que posee, ascendió al mes de septiembre de 2014 al saldo de USD155.982.581, que equivalen al 0,60% del total de fuentes de fondeo que por el monto de USD 26.037.489.192, ascendió a septiembre de 2014. Vista esta relación, no existe efecto

en el monto de las fuentes de fondeo, además de que que la norma de liquidez estructural vigente no contempla su inclusión tanto en el cómputo de las obligaciones que forman parte de los denominadores de liquidez de primera y segunda línea, así como de los rubros que deben incluirse para el cálculo de la volatilidad no diversificada y/o valor en riesgo.

- ✓ El rubro 2903 “Fondos en Administración” no presentó ningún valor durante la serie 2007 a 2014 objeto de análisis, situación que responde al hecho, de que a partir de la crisis financiera (1998 – 2000), ese tipo de producto de fondeo tendió a desaparecer por parte de la banca privada, debido a la mala experiencia que se observó en la administración de fondos y que derivó en julio del año 2012, con la obligatoriedad de venta de las acciones que la banca privada mantenía en entidades del grupo financiero entre las cuales formaban parte las Administradoras de Fondos.

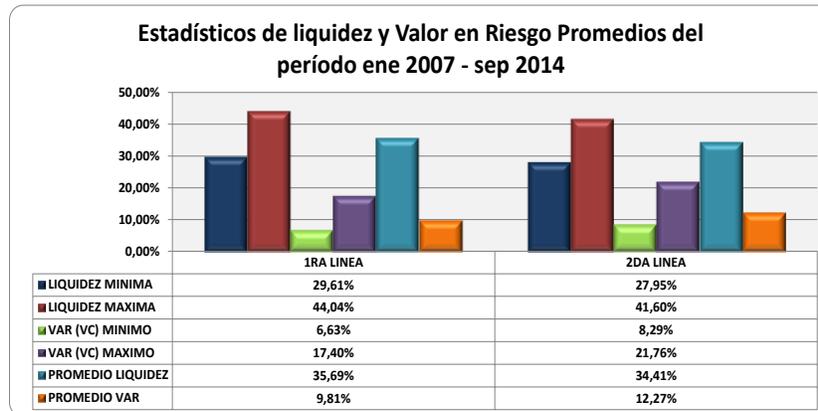
2.1.2. Estadísticos del período 2007 a 2014

Como se observa en el siguiente gráfico, los promedios del período 2007 a 2014, demuestran que el índice de liquidez de 1ra línea se contrae o reduce en el nivel de 2da línea, esto debido a que los bancos, privilegian disponibilidad de los recursos de liquidez inmediata como estrategia de salvaguardar las obligaciones exigibles de corto plazo (hasta de 90 días); en el resumen presentado, el indicador mínimo de liquidez de 1ra línea ubicado en el 29,04% se reduce al 27,94% en la 2da línea; en referencia, al indicador máximo de liquidez situado en el 44,03% se contrae al 41,59% en la 2da línea, finalmente esta tendencia se corrobora con el promedio de liquidez que de la 1ra a la 2da línea se reduce del 35,73% al 34,49%.

En contraste a la tendencia de liquidez, el nivel de máxima pérdida esperada en el período, aumenta de la primera línea hacia la segunda línea, simplemente porque el porcentaje de probabilidad de riesgo crece de 2 a 2,5 desviaciones estándar; en base a lo

comentado, el VAR mínimo del período correspondiente al 6,63% en 1ra línea, aumenta al 8,29% en la 2da línea, mientras que el VAR máximo del período (1ra línea) ubicado en el 17,40% sube al 21,76%; finalmente el promedio de máxima pérdida en el período se ubicó en el 9,81% en la 1ra línea frente al 12,27% de la 2da línea.

Gráfico No.11

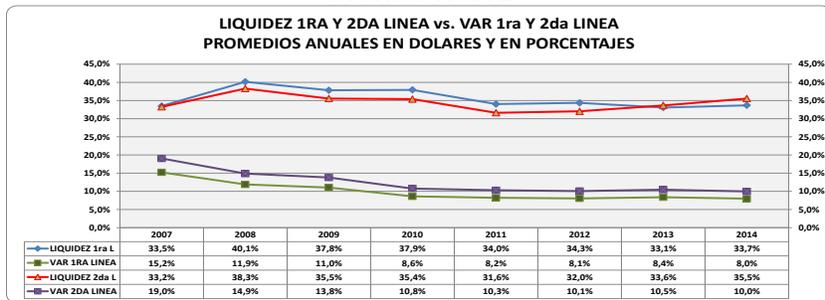


Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.1.3. Comportamiento de los indicadores de liquidez y valor en riesgo (VAR)

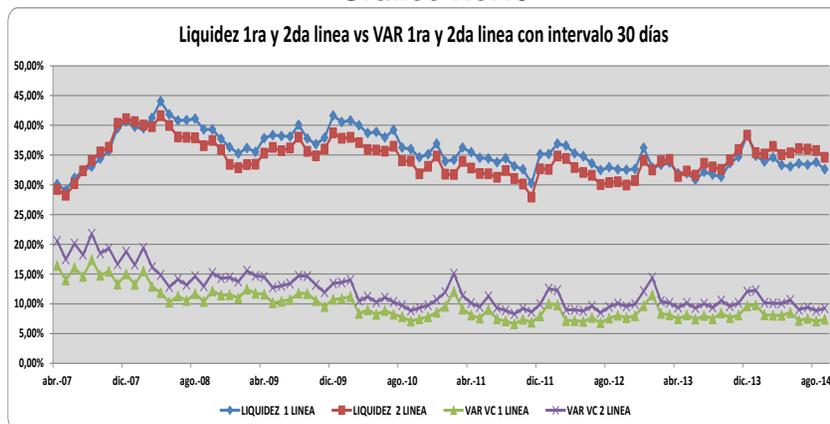
No obstante de que el cómputo de liquidez para la imposición de sanciones para la banca privada se basa en los indicadores de liquidez de 2da línea y a pesar de que los índices del período analizado (enero 2007 a septiembre 2014) se contraen conforme lo analizado en el numeral anterior, la banca privada en función del cálculo de liquidez vigente, presentó durante todo el período (**Anexo 1**), un índice de liquidez de 2da línea que representó entre 1,5 y 3 veces el nivel de máxima pérdida esperada (VAR) construido con el método de varianza covarianza, en base a un comportamiento histórico de 90 días e intervalos de 30 días, y que por este motivo, se reduce a un análisis de corto plazo. Conforme la norma vigente, se aprecia que la banca privada, cubre con total suficiencia el nivel de riesgo de liquidez por volatilidad de las fuentes de fondeo, como se advierte en los siguientes gráficos que presenta la tendencia de promedios anuales y de todo el período, respectivamente.

Gráfico No.12



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.13



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.1.4. Resultados de liquidez (promedios anuales)

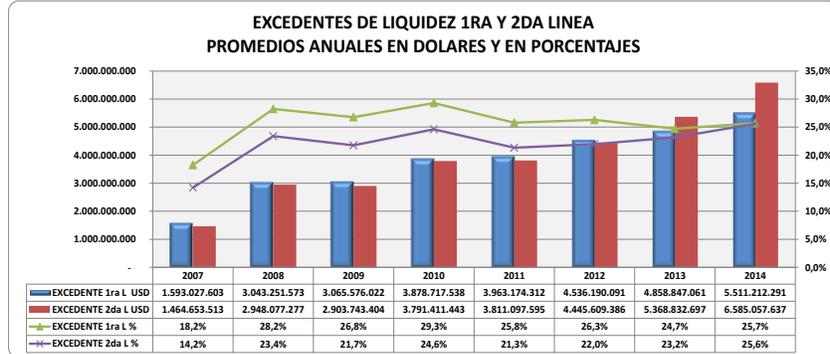
Los 25 bancos privados operativos abiertos que conforman el sistema de bancos privados³⁴, presentaron en el período analizado un excedente de liquidez de 1ra línea en promedio de USD 3.806,2 millones, mismo que con las inversiones liquidables en plazos mayores a los 90 días, crece a USD 3.914,8 millones en el nivel de 2da línea; no obstante lo analizado, en términos relativos los excedentes de liquidez, conforme la explicación del numeral precedente, se reducen del 25,63% al 22,0%. Los promedios en referencia y la tendencia anual de los excedentes se presenta a continuación:

³⁴ Incluye el Banco del Pacífico que es de propiedad de accionista público pero de derecho privado.

Cuadro No.8
Cálculo excedentes de 1ra y 2da línea de liquidez

	EXCEDENTE 1ra L USD	EXCEDENTE 2da L USD	EXCEDENTE 1ra L %	EXCEDENTE 2da L %
PROMEDIO	3.806.249.561	3.914.810.369	25,63%	22,00%

Gráfico No.14



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.1.5. Distribución de frecuencias del numerador y denominador de liquidez

A efecto de evaluar si el método de valor en riesgo de la norma vigente que considera la varianza covarianza (correlación) de las series de las fuentes de fondeo que intervienen en el cálculo es razonable en tanto sigan una distribución normal, se elaboró los histogramas de frecuencia relativa de los numeradores de liquidez (fondos disponibles, fondos interbancarios e inversiones) y de los denominadores (depósitos del público y obligaciones financieras), estos últimos que intervienen en el cálculo de la volatilidad, a partir de la cual se calcula el requerimiento de liquidez por valor en riesgo, en tanto y en cuanto supere al riesgo de concentración del 50% de los 100 mayores depositantes hasta 90 días.

Cuadro No.9
Estadísticos de liquidez 1ra línea

ESTADÍSTICO	Num.1era Lin.	Denom 1era Lin.	Liquidez 1ra Lin.
MEDIA RENDIMIENTOS	0,01261	0,01098	0,00163
VARIANZA	0,00472	0,00255	0,00217
DESV. ESTANDAR	0,0691	0,05075	0,04679
SESGO	0,64886	0,16773	-0,04087
KURTOSIS	4,1309	8,0533	0,7015

Cuadro No.10
Estadísticos de liquidez 2da línea

ESTADÍSTICO	Num.2da Lin.	Denom 2da Lin.	Liquidez 2da Lin.
MEDIA RENDIMIENTOS	0,01341	0,01124	0,00218
VARIANZA	0,00474	0,00258	0,00216
DESV. ESTANDAR	0,06921	0,05109	0,04676
SESGO	0,75464	0,09022	-0,06582
KURTOSIS	5,1972	9,304	0,6463

Elaboración: propia en base a información estadística bancos privados

Los cuadros anteriores y los gráficos que siguen a continuación, permiten demostrar que los componentes del cálculo de liquidez, no siguen una distribución normal, por ello principalmente el componente que nos interesa, que es el denominador (fuentes de fondeo), según los estadísticos presentan una kurtosis de 8,05 y 9,30 correspondientes a los indicadores de 1ra y 2da línea, sesgada hacia la cola izquierda, y con valores extremos, que en conjunto ponen de manifiesto, que los parámetros estadísticos de las fuentes de fondeo, durante el período de análisis, no cumplen a cabalidad con las características, del teorema de límite central, por ello, el cálculo del valor en riesgo a través de la metodología de varianza covarianza, no estaría adecuadamente aplicado, según lo demostrado en el comportamiento de las fuentes de fondeo en el período 2007 a 2014. En lo pertinente al numerador que tiene que ver con los activos líquidos, así mismo los estadísticos de kurtosis, sesgo, y valores extremos, demuestran un comportamiento que no siguen una distribución normal (Anexo 1).

Gráfico No. 15

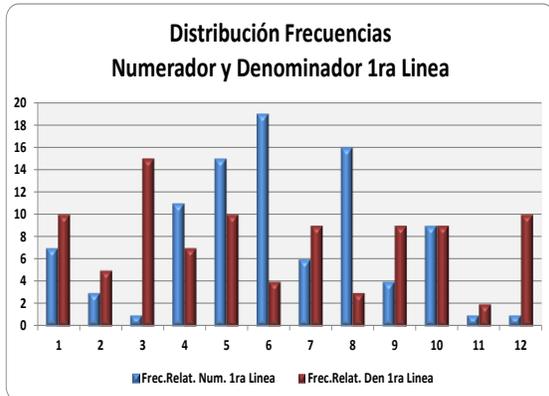
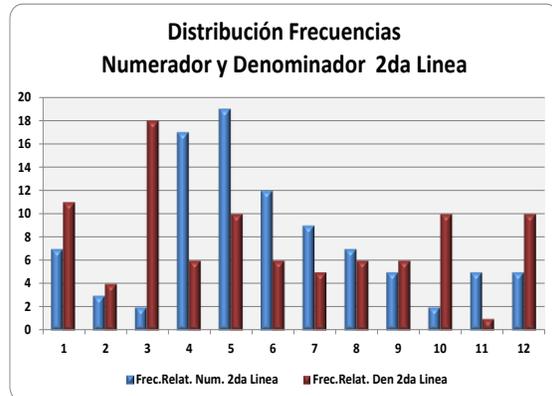


Gráfico No.16



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.2. Prueba de backtesting para calcular los requerimientos de liquidez de primera y segunda línea dentro de un horizonte de siete años, considerando el VAR de varianza – covarianza (norma vigente) aplicado a las fuentes de fondeo, con intervalos de volatilidades de 90, 180 y 360 días.

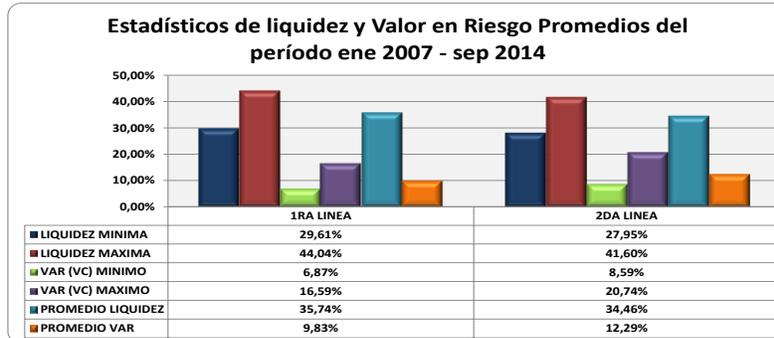
El propósito de efectuar simulaciones de algunos escenarios que consideran diferentes horizontes temporales, partiendo del método aplicado por la banca privado y en general por el sistema financiero, para medir la volatilidad y estimar el valor en riesgo a través de la metodología de la matriz varianza y covarianza, radica en determinar si se genera un impacto que justifique la ampliación del horizonte temporal y el intervalo de tiempo que actualmente considera la norma fijado en 30 días; en esa línea se analizan los resultados que se obtienen con la aplicación de los intervalos de 90, 180 y 360 días. De no existir impactos a consecuencia de que los resultados no sufren mayores cambios en el requerimiento de liquidez, serviría para llegar a una de las conclusiones, de la no pertinencia de proponer un cambio a la normativa de liquidez por efecto de los cambios en los intervalos de tiempo y/o horizontes temporales.

Intervalo 90 días

Los estadísticos en este escenario, demuestran que el requerimiento de liquidez por volatilidad en la primera línea promedian en el período de análisis, el 6,87% que frente a la posición líquida de ese nivel determinan un excedente de liquidez de USD 3.815,2 millones. En la escala de segunda línea el excedente promedio por el VAR de varianza y covarianza de 2da línea aumenta a USD 3.996,7 millones, equivalente a 22% de margen con relación al requerimiento de 2da línea de liquidez. Estos excedentes de liquidez en base del cálculo actual de la normativa, le permiten a la banca, luego de “cubrir” el riesgo por volatilidad de sus fuentes de fondeo, destinar recursos para atender la operatividad de su negocio en concepto de gastos administrativos y colocar recursos mediante operaciones de crédito, aclarando que su cuantificación no forma parte de los objetivos

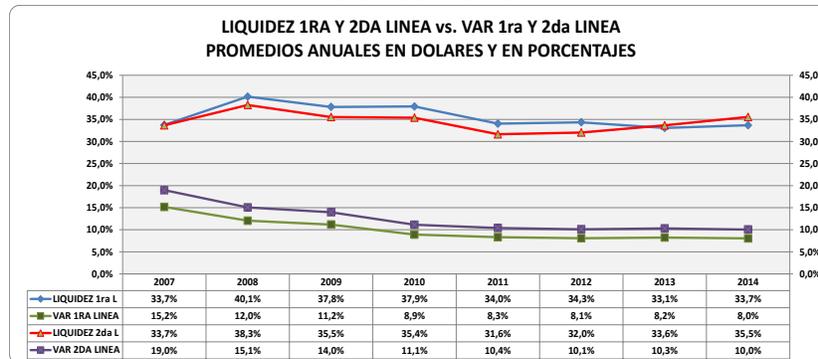
del presente estudio. En términos de tendencia, no existen cambios, por ello las curvas que reflejan los siguientes gráficos son muy similares a la curva que surge del intervalo de 30 días para determinar los rendimientos, y calcular la volatilidad.

Gráfico No. 17



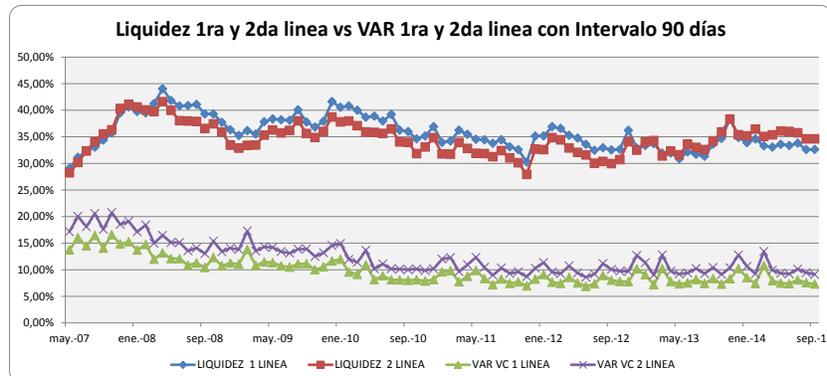
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.18



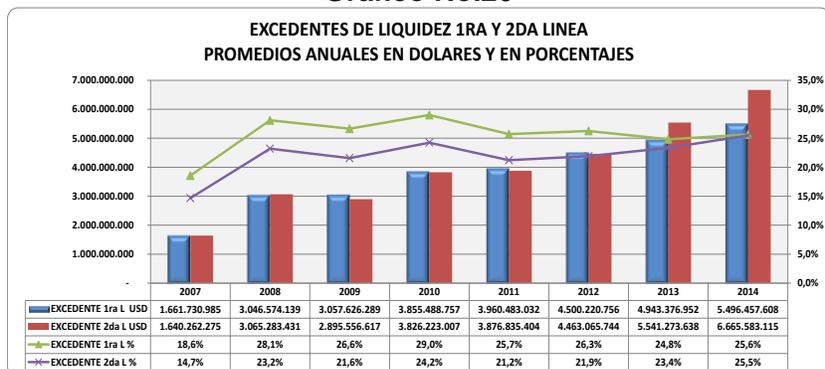
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.19



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.20



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Intervalo 180 días

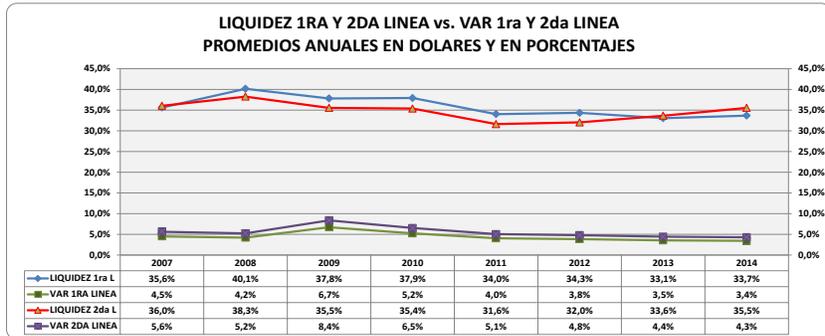
Aplicando el cálculo de este intervalo, los excedentes de liquidez se amplían a márgenes del 31,4% y 29,2% para los niveles de 1ra y 2da línea respectivamente. Este escenario generaría mayor flexibilidad a la banca en cuanto a la disponibilidad de recursos, concerniente a la cobertura del riesgo de liquidez por volatilidad de las fuentes de fondeo; a priori, se determina que este escenario es sensible a cambios, porque el intervalo para cálculo de rendimientos es seis veces mayor al utilizado en la actualidad; no obstante, cabe preguntarse si es apropiado relacionar diferentes épocas o meses para la estimación del requerimiento de liquidez? Ó caso contrario, si procedería relacionar meses distintos en el año, como medio de cuantificar efectos estacionales, lo cual se analizará más adelante.

**Cuadro No.11
Análisis comportamiento excedentes de liquidez**

VARIACION RELATIVA DE CRECIMIENTO						
FECHA	LIQUIDEZ 1ra L	VAR 1RA LINEA	EXCEDENTE	LIQUIDEZ 2da L	VAR 2DA LINEA	EXCEDENTE
2007	-	-	-	-	-	-
2008	34,4%	7,3%	37,8%	26,6%	7,1%	29,8%
2009	0,2%	94,8%	-9,2%	-1,6%	94,1%	-14,4%
2010	16,0%	-18,3%	23,2%	14,9%	-18,5%	25,0%
2011	4,1%	-7,6%	5,7%	3,5%	-8,2%	5,8%
2012	13,4%	11,6%	13,6%	14,9%	12,2%	15,3%
2013	9,8%	0,6%	11,0%	20,3%	1,4%	23,4%
2014	11,0%	8,2%	11,3%	17,5%	9,0%	18,7%
	EXCEDENTE 1ra L USD	EXCEDENTE 2da L USD	EXCEDENTE 1ra L %	EXCEDENTE 2da L %		
PROMEDIO	4.634.314.243	5.128.863.993	31,4%	29,2%		

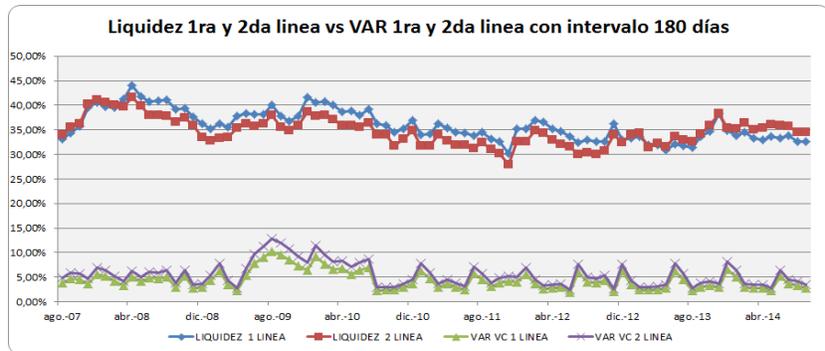
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.21



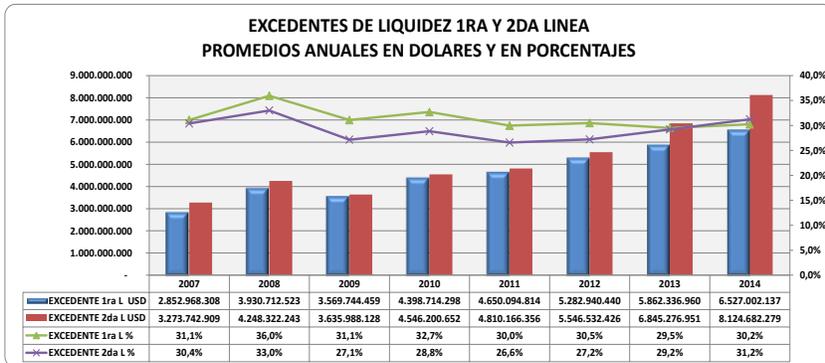
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.22



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.23



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.24



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Intervalo 360 días

En teoría este intervalo para medir los rendimientos o variaciones de las fuentes de fondeo, debería ser el más razonable, puesto que compara fechas que están ubicadas en las mismas épocas del año, entonces demostraría que es consistente comparar las volatilidades del mes de diciembre en el que hay más dinero en circulación frente al mismo mes del año anterior, y así sucesivamente; sin embargo de que podría aparecer como un cálculo más adecuado de los rendimientos, sigue generado una limitación en cuanto a que no considera un mayor horizonte o pasado histórico que permita predecir la cantidad de riesgo por volatilidad con mayor certeza o aproximación.

**Cuadro No.12
Promedio Excedente de Liquidez**

	EXCEDENTE 1ra L USD	EXCEDENTE 2da L USD	EXCEDENTE 1ra L %	EXCEDENTE 2da L %
PROMEDIO	4.859.018.191	4.872.023.318	31,4%	27,9%

Los excedentes de liquidez con intervalo de 360 días son similares a los anteriores escenarios con unos puntos más o puntos menos, entonces cabe objetar si el problema de no encontrar impactos o cambios de relevancia en los resultados, se debe a la aplicación de la metodología del VAR de varianza y covarianza, que según la doctrina debe ser considerado solo para períodos cortos, cuando conocemos que la liquidez del

sistema bancario es altamente sensible a los eventos socio económicos y los mismos para medirlos, al menos deben ser analizados en un mayor espectro de tiempo, interrogante que se lo podrá responder a través de la aplicación de los otros tipos de valor en riesgo (simulación histórica o simulación Montecarlo) que son exitosos en función de que exista una mayor data para la estimación de la máxima pérdida.

Respecto a los resultados y metodología de aplicar un intervalo de 360 días a los rendimientos o variaciones de los saldos de las fuentes de fondeo, los excedentes de 1ra y 2da línea que resultan de la diferencia entre las posiciones de liquidez en esos niveles menos el VAR (V_CV), ascienden a USD 4.859 millones y USD 4.872 millones, que en términos relativos representan el 31,4% y 27,9%, respectivamente.

Referente al comportamiento de los niveles de liquidez de 1ra y 2da línea, a partir del año 2010 hasta septiembre de 2014 denotan una tendencia creciente, que se explica por la confianza existente en el sistema bancario a partir de la época del modelo económico de dolarización, excepto entre los años 2008 y 2009, en los cuales se verifica una disminución del 0,9% en 1ra línea y 2,1% en 2da línea, asociados a la crisis financiera internacional, que tuvo incidencia en un retiro transitorio de los depósitos del público.

Justamente en ese período (año 2009) el aumento del riesgo de liquidez por volatilidad, se presentó a través de un aumento significativo del VAR de 1ra y 2da línea, según se observa en el cuadro No. 13 en el que se aprecia un incremento en el orden del 74,4% y 57,9% respectivamente. Este efecto sistémico generó el mayor VAR de 2da línea en el período observado y cercano al 10%, y que en términos absolutos frente a la liquidez de 2da línea (USD 4.740.660.685) representaría la exposición a una pérdida máxima por volatilidad equivalente a USD 474 millones (Anexo 2).

Salvando dicho período de mayor riesgo, el horizonte desde el año 2010 hasta septiembre de 2014, avizora una época estable y sin nerviosismo que tradujo en la

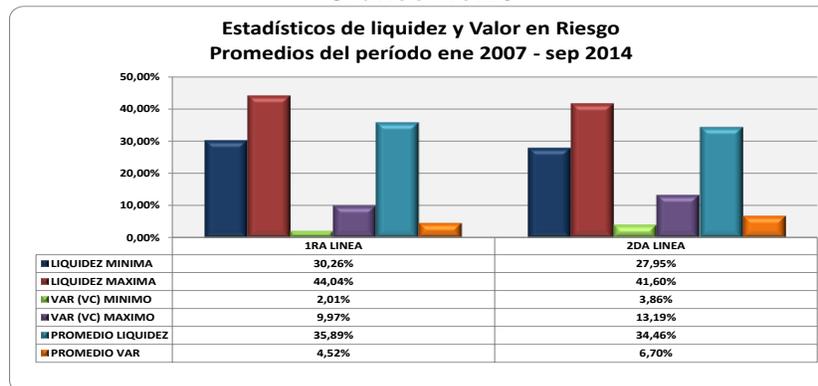
tendencia de crecimiento de liquidez analizada y un comportamiento del VAR con disminuciones y aumentos, que responde a movimientos oscilatorios en el nivel de riesgo, consecuentemente no está correlacionado directamente con el crecimiento de los depósitos, según la trayectoria que siguen los porcentajes de variación expuestos en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 13
Comportamiento Liquidez vs Var 1ra y 2da Línea

VARIACION RELATIVA DE CRECIMIENTO						
FECHA	LIQUIDEZ 1ra L	VAR 1RA LINEA	EXCEDENTE	LIQUIDEZ 2da L	VAR 2DA LINEA	EXCEDENTE
2008	-	-	-	-	-	-
2009	-0,9%	74,4%	-9,9%	-2,1%	57,9%	-18,2%
2010	16,0%	6,1%	18,3%	14,9%	9,1%	17,9%
2011	4,1%	-41,8%	13,6%	3,5%	-31,0%	20,1%
2012	13,4%	23,3%	12,3%	14,9%	13,7%	15,2%
2013	9,8%	-8,6%	12,0%	20,3%	-3,2%	26,7%
2014	11,0%	28,1%	9,4%	17,5%	17,8%	17,5%

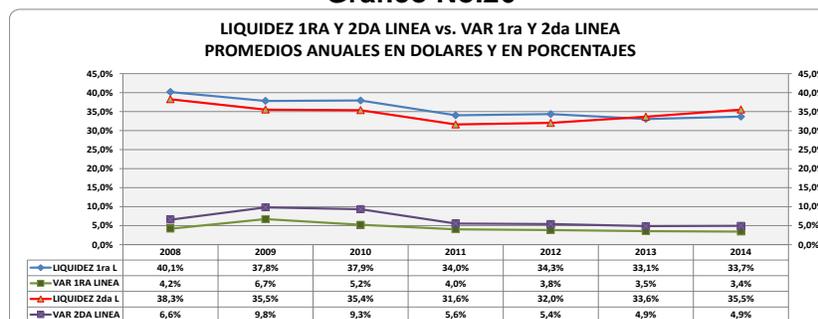
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.25



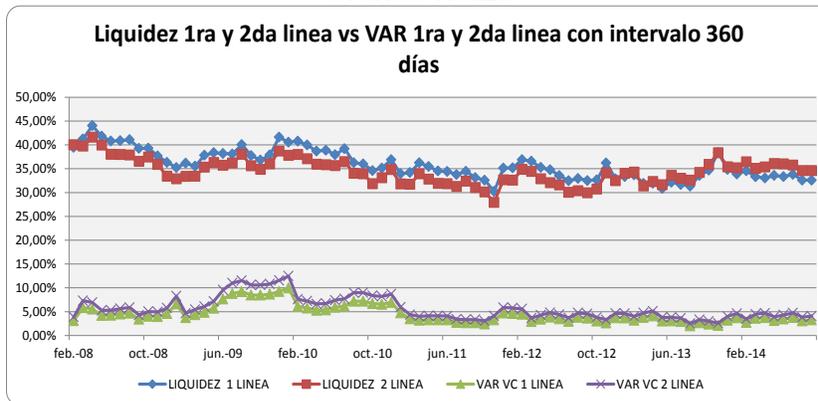
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.26



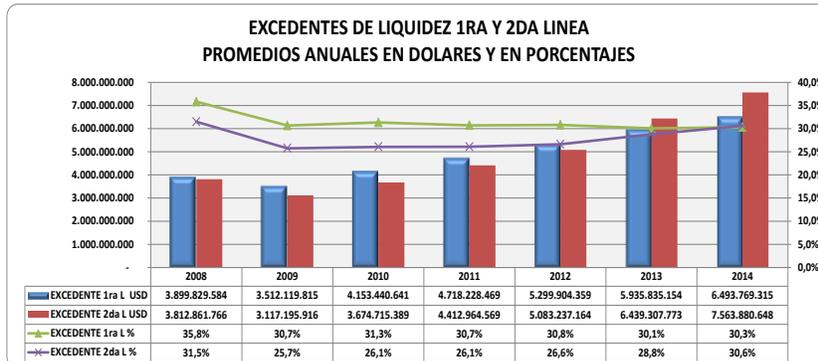
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.27



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.28



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.3. Prueba de backtesting para calcular los requerimientos de liquidez a fin de cada trimestre, de primera y segunda línea dentro de un horizonte temporal de siete años, considerando el VAR de simulación histórica aplicado a las fuentes de fondeo, en base a volatilidades e intervalos de 30, 90, y 360 días, respectivamente

Los resultados demuestran, que a medida que se aumenta el intervalo para el cálculo de los rendimientos disminuye la elasticidad (sensibilidad), lo cual está asociado a que disminuye el número de observaciones históricas. El modelo de valor en riesgo de simulación histórica es más predictivo en tanto se agreguen más rendimientos históricos; en línea, a esta explicación de tendencia, el valor en riesgo a un nivel de significancia del

95% y con intervalo de 30 días reflejó el mayor valor de riesgo equivalente al 10,55% de promedio de pérdida esperada en el período 2007 a 2014; en este mismo horizonte de tiempo, el promedio de valor en riesgo (95% de IC) cuando se calculan rendimientos con un intervalo de 90 días, derivó en una máxima pérdida esperada del 9,74%, mientras que el intervalo de 360 días para el cálculo de rendimientos, determinó un promedio de valor en riesgo al 95% correspondiente al 5,21%

Cuadro No.14

PROMEDIO DE ESTADISTICOS SEGÚN INTERVALO DE RENDIMIENTOS			
Intervalo	30 días	90 días	360 días
LIQUIDEZ MINIMA	30,51%	30,51%	30,51%
LIQUIDEZ MAXIMA	41,11%	41,11%	41,11%
VAR (SH) MINIMO	9,05%	8,17%	0,49%
VAR (SH) MAXIMO	13,48%	11,80%	17,25%
PROMEDIO LIQUIDEZ	34,93%	34,93%	34,93%
PROMEDIO VAR	10,55%	9,74%	5,21%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

De acuerdo a los resultados alcanzados, a medida que se va incrementando el intervalo en el modelo de simulación histórica, el valor en riesgo tiene a arrojar porcentajes diferentes y no consistentes con el pasado, como se observa en el cuadro de promedios anuales, en donde en el período anual 2007 se presentó la mayor volatilidad en los tres intervalos de cálculo, siendo el de 360 días, el mayor valor en riesgo equivalente al 17,3%, frente al 12,3% del intervalo de 30 días y 10,9% del correspondiente a 90 días. Este comportamiento, pone en evidencia que el modelo no consistente si se maneja un período estático o de número de observaciones limitadas, puesto que distorsiona el cálculo mientras se vaya disminuyendo el horizonte temporal.

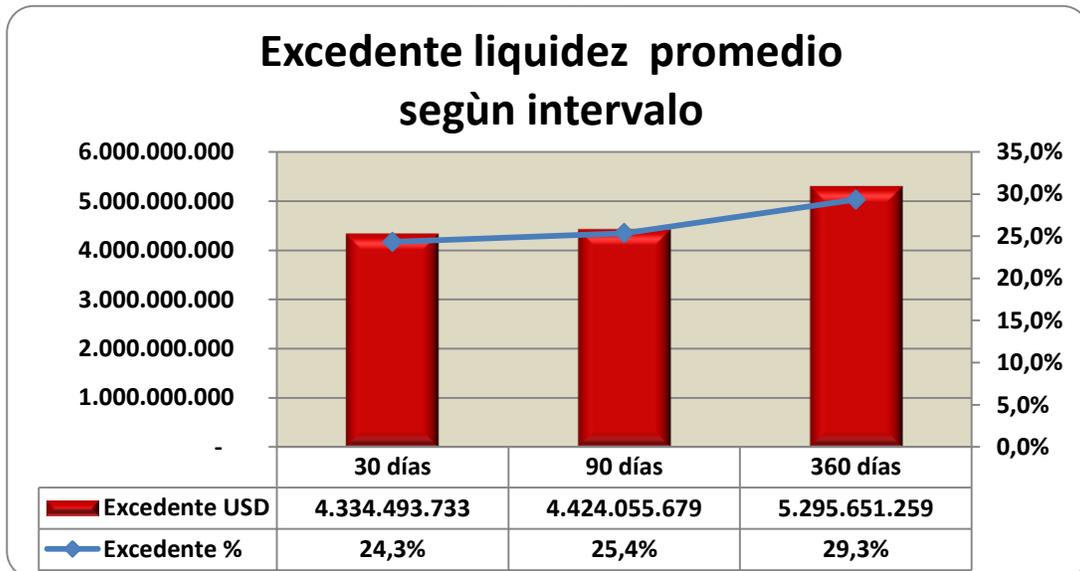
Cuadro No.15

PROMEDIO ANUAL DE VALOR EN RIESGO			
Años/Intervalo	30 días	90 días	360 días
2007	12,3%	10,9%	17,3%
2008	10,9%	9,7%	16,4%
2009	11,0%	10,7%	4,6%
2010	10,6%	10,4%	3,0%
2011	10,1%	9,9%	1,8%
2012	9,8%	9,5%	1,1%
2013	9,4%	8,8%	4,9%
2014	8,8%	8,3%	0,5%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

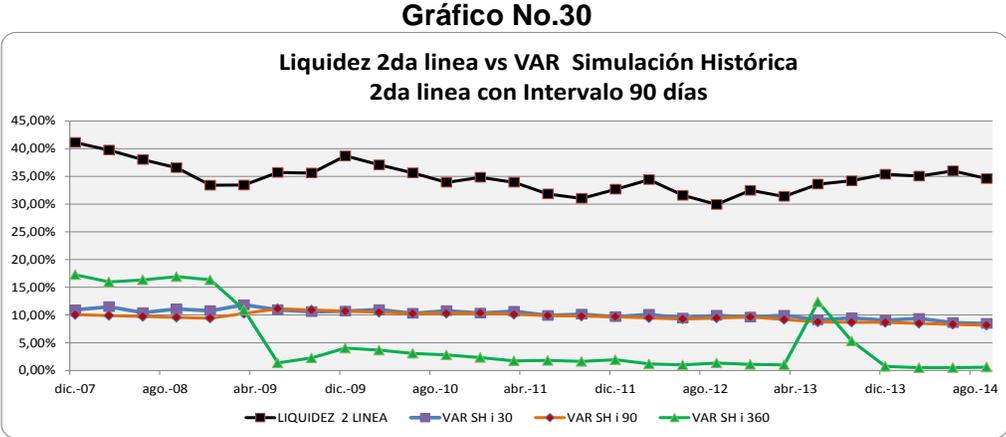
Con estos antecedentes de comportamiento estadístico del valor en riesgo con simulación histórica calculado en base a los tres intervalos de análisis, el siguiente gráfico demuestra que en el intervalo de 30 días se obtendría en el menor excedente de liquidez correspondiente a USD 4.334 millones, con el intervalo de 90 días el valor en riesgo aumentaría a USD 4.424 millones, en tanto que con el intervalo de 360 días el excedente de liquidez promedio crecería a USD 5.295 millones.

Gráfico No.29



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

No obstante de que el intervalo de 360 días para el cálculo de rendimientos pretende comparar saldos de una misma fecha o época de un período anual, para la estimación de la pérdida esperada de las fuentes de fondeo de la banca privada no aporta con valores en riesgo consistentes, por ello el comportamiento de todo el horizonte de tiempo analizado (2007 – 2014) pone de manifiesto una curva (color verde en el gráfico) con movimientos bruscos y oscilatorios de mayor y menor valor en riesgo como se ha demostrado con los cuadros estadísticos arriba analizados (Anexo 3).



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

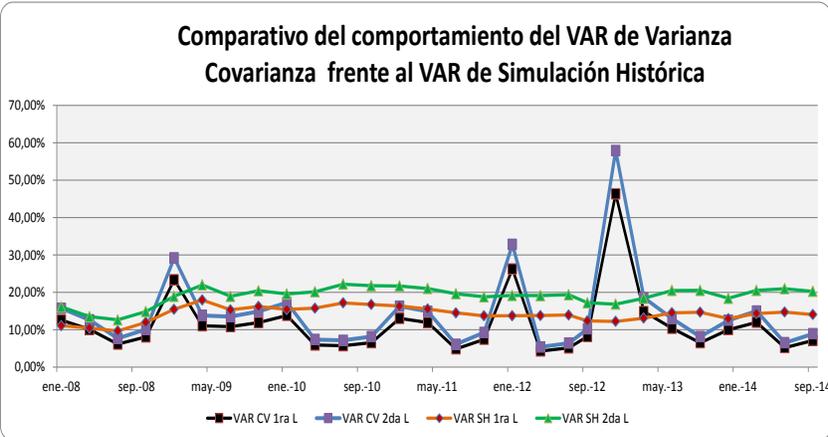
2.4. Construcción y análisis del VAR (varianza – covarianza) y de simulación histórica, de los activos líquidos y determinación de requerimientos de liquidez para primera y segunda línea a fin de cada trimestre dentro del horizonte temporal de siete años.

El propósito de analizar el valor en riesgo de los activos líquidos, radica en demostrar que este rubro tiene mayor sensibilidad al riesgo de liquidez que las fuentes de fondeo, puesto al tener los activos líquidos un saldo significativamente menor al de las fuentes de fondeo, cualquier variación en el rubro de las obligaciones con el público impactará con mayor magnitud a los activos líquidos. A manera de ejemplo, si una entidad tiene en depósitos la suma de USD 1.000.000 y su posición de liquidez es del 35% es decir equivalente a USD

350.000, y tiene una reducción de los depósitos del 10% equivalente a USD 100.000, corresponderá a una disminución de la posición de liquidez equivalente al 28,57%. Por lo expuesto, es importante analizar no solo el impacto que genere un retiro de depósitos en los activos líquidos sino el valor en riesgo o probabilidad de máxima pérdida que podría experimentar este último rubro a consecuencia de su volatilidad. También es necesario, comparar la metodología de valor en riesgo, para verificar cuál de ellas se comporta mejor y predice con mayor potencia eventos inusuales o inesperados.

En esa línea el siguiente gráfico, la metodología de valor en riesgo basado en la varianza covarianza, que se aplica para las fuentes de fondeo según la norma vigente, al considerar para los activos líquidos un intervalo de 30 días y cálculo de los rendimientos para los últimos 90 días previos a la fecha de reporte, refleja que existen fechas en las cuales la volatilidad de los activos líquidos crece significativamente, y que se observa específicamente en los picos de valor en riesgo materializados en enero de 2012 y a fines del 2012 e inicio del año 2013, notándose claramente que esa conducta responde a un movimiento estacional dada la época del año. Similares efectos pero con menor pronunciamiento en la subida de los picos de valor en riesgo, se aprecia a finales de 2008, 2010 y 2014, conforme el siguiente gráfico.

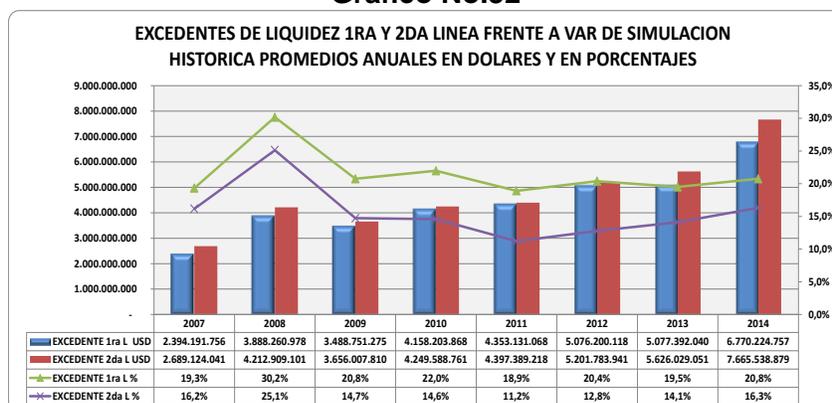
Gráfico No.31



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Por su parte la metodología de simulación histórica, demuestra una tendencia plana en las curvas del valor en riesgo, aun cuando, en la medición de las fechas más actualizadas de la serie y que corresponden al 2007, tiende a denotar una mayor cantidad de riesgo que el método de valor en riesgo tradicional, lo cual se debe a que conforme, el modelo recoge más observaciones del pasado, se torna más sensible para medir el riesgo, a diferencia del Var CV de la norma vigente que considera una ventana temporal de corto plazo. A pesar de ello, los excedentes de liquidez, resultantes de la diferencia entre la posición líquida según el nivel de 1ra y 2da línea, fueron suficientes durante todo el período de análisis al cubrir de manera holgada los requerimientos de fondos por volatilidad, según se aprecia en el siguiente gráfico (Anexo 4):

Gráfico No.32



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

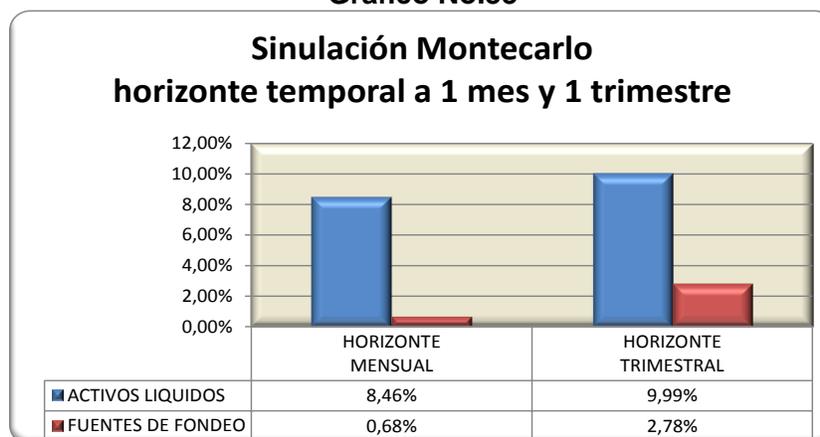
2.5. Construcción de un VAR con simulación de Montecarlo, para el rubro de activos líquidos y por separado, para las cuentas que conforman las fuentes de fondeo, para diferentes ventanas temporales: 30 días, 90 días y 1 año.

2.5.1. Simulación de Montecarlo para horizonte temporal mensual y trimestral

Se realizó esta simulación a fin de evaluar el grado de sensibilidad del valor en riesgo en los activos líquidos y fuentes de fondeo; al respecto, los horizontes temporales

de 1 mes y 1 trimestre para el caso de las fuentes de fondeo, reflejó porcentajes de pérdida del 0,68% y 2,78% respectivamente, mientras que en el caso de los activos líquidos, la máxima pérdida esperada se ubicaría en el 8,46% y 9,99%. Por una parte, se aprecia que el nivel de pérdida esperada por volatilidad en los activos líquidos es significativamente más alto que en las fuentes de fondeo y, por otro lado, se observa, que el grado de sensibilidad del valor en riesgo es bajo, lo cual se explica en que la Simulación de Montecarlo, con escasos rendimientos u horizontes temporales cortos, no tiene mayor rango para interactuar en la probabilidad de eventos aleatorios sea la muestra que se selecciones, por lo analizado esta metodología, aplicando los horizontes temporales de 1 mes y 1 trimestre, para medir el riesgo de liquidez por volatilidad de las fuentes de fondeo y de los activos líquidos, no agrega resultados importantes.

Gráfico No.33



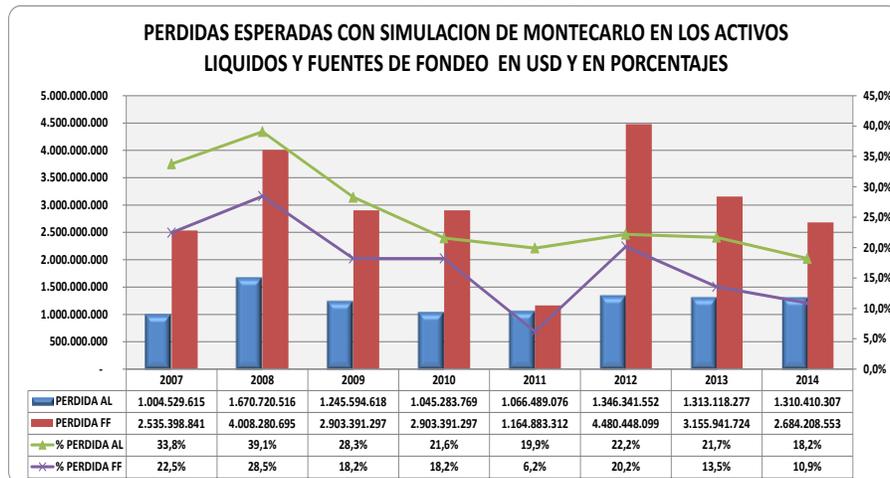
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.5.2. Simulación de Montecarlo para horizonte temporal anual

Se calculó la máxima esperada considerando un horizonte temporal de 1 año e intervalo de rendimientos diarios, para el período enero 2007 a septiembre 2014, determinándose un nivel de pérdida esperada promedio anual de 25,6% correspondiente a los activos líquidos frente al 17,3% de las fuentes de fondeo. Si bien en montos absolutos (representada por barras en el gráfico) el nivel de máxima pérdida esperada en

las fuentes de fondeo ha sido en la generalidad, significativamente mayor al volumen de pérdidas esperada de los activos líquidos, situación que responde a que en la composición de balance de la banca privada, el rubro de activos líquidos representa la tercera parte de las fuentes de fondeo, medida bajo criterio de riesgo y en términos relativos, el componente de activos líquidos (línea verde en el gráfico), presentó durante todos los períodos anuales, un nivel de pérdida significativamente mayor al de las fuentes de fondeo (línea color morado en el gráfico), hecho que no está recogido en la norma de liquidez estructural, puesto que no requiere el cálculo de la volatilidad de los activos líquidos. Debe también destacarse, que la variabilidad que se produce en los saldos diarios de los activos líquidos no solo corresponde al flujo de entradas y salidas de los depósitos y obligaciones financieras, sino que además, considera las variaciones en caja, en concepto de gastos operativos y de necesidades ocasionales de inversión en recursos físicos y tecnológicos que debe realizar la banca privada para la dotación de los servicios y productos financieros que presta al público en general.

Gráfico No.34



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.5.2.1. Tendencia de riesgo de los activos líquidos

Los siguiente cuadros demuestran que dentro de la composición de los activos líquidos, el principal elemento corresponde a los fondos disponibles, que durante el período anual 2007-2014 presentó un saldo promedio anual de USD 3.764 millones, con los cuales, dicho rubro pesó el 73,1% del total de activos líquidos; los otros dos rubros que complementan la liquidez de los bancos privados en porcentajes relativamente importantes, corresponden a las inversiones libres para negociar e inversiones disponibles para la venta del sector privado, con niveles del 9,3% y 6,6%, con los cuales, el riesgo de los activos líquidos está explicada en el 89% por el comportamiento de los fondos disponibles e inversiones mencionadas. Otro hecho a destacar, está en el comportamiento del rubro total de activos líquidos, que de enero 2007 a septiembre 2014 subió de USD 2.974 millones a USD 7.199 millones, con un aumento relativo del 142%.

Cuadro No.16
Comportamiento activos líquidos saldo de balance – Año 2007 a Año 2014

Suma de Saldo Balance									
Años	Fond. Dispon.	Fond. Interb.	CTA 1301	CTA 1302	CTA 1303	CTA 1304	CTA 1305	Total Activos Liq.	Aum.Base 2007
2007	2.172.975.284	8.500.428	113.651.798	287.101.964	238.050.086	41.979.835	112.600.719	2.974.860.113	
2008	3.484.504.236	11.000.000	123.129.868	121.118.795	295.397.766	83.356.125	155.801.516	4.274.308.305	43,7%
2009	3.410.138.631	286.602.494	211.748.465	174.542.569	195.276.779	90.227.495	35.210.755	4.403.747.188	48,0%
2010	3.583.595.680	525.454.117	152.819.633	136.022.399	311.442.394	99.339.863	35.210.755	4.843.884.841	62,8%
2011	4.188.944.043	438.453.061	135.037.020	29.256.598	389.441.048	134.936.640	37.445.146	5.353.513.558	80,0%
2012	4.733.633.479	291.273.185	25.137.242	47.272.200	662.594.377	260.242.769	48.217.640	6.068.370.892	104,0%
2013	3.979.327.164	205.900.000	49.379.567	233.905.494	748.160.374	791.623.556	43.888.318	6.052.184.472	103,4%
2014	4.561.803.971	147.573.717	82.685.544	114.204.573	1.004.569.596	1.234.010.361	54.766.842	7.199.614.605	142,0%
Promedio	3.764.365.311	239.344.625	111.698.642	142.928.074	480.616.553	341.964.580	65.392.711	5.146.310.497	
Peso frente a total	73,1%	4,7%	2,2%	2,8%	9,3%	6,6%	1,3%	100,0%	

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

Así mismo, en lo pertinente a los pronósticos resultantes del modelo de simulación Montecarlo, los resultados se concentraron en los tres rubros indicados, con mayor en el elemento de fondos disponibles que significó el 80,3%, seguido por las inversiones libres para negociar con un 7,6% e inversiones disponibles para la venta con un 4%. En lo pertinente a la tendencia del pronóstico de saldos de la simulación de Montecarlo, el aumento fue mayor al de los registrados en los saldos originales de balance, lo cual

explica que un hubo una tendencia a la disminución del valor en riesgo, como se observó en la anterior gráfico y en el segundo cuadro que sigue a continuación:

Cuadro No.17
Rubros de activos líquidos – estimación pérdidas simulación Montecarlo

Suma de Saldos Simulación Montecarlo									
Años	Fond. Dispon.	Fond. Interb.	CTA 1301	CTA 1302	CTA 1303	CTA 1304	CTA 1305	Total Activos Liq	Aum.Base 2007
2007	1.645.929.429	399.874	88.641.251	83.535.184	96.056.776	31.979.298	23.788.686	1.970.330.498	
2008	2.250.167.516	734.455	105.946.654	55.118.590	96.906.786	10.974.312	83.739.476	2.603.587.789	32,1%
2009	2.785.136.729	8.735.459	102.307.578	17.350.192	175.030.308	27.794.205	41.798.099	3.158.152.569	60,3%
2010	3.239.791.192	237.658.259	105.946.654	83.535.184	96.906.786	10.974.312	23.788.686	3.798.601.072	92,8%
2011	3.428.345.518	321.214.701	129.457.607	29.877.532	284.569.702	58.904.199	34.655.223	4.287.024.482	117,6%
2012	3.782.319.023	381.678.419	15.553.440	22.281.426	375.984.373	124.011.660	20.200.997	4.722.029.340	139,7%
2013	3.757.746.808	154.990.135	22.971.490	50.368.822	509.926.098	205.685.136	37.377.706	4.739.066.195	140,5%
2014	4.142.194.215	109.859.066	33.050.784	43.904.259	726.759.236	791.399.974	42.036.764	5.889.204.298	198,9%
Promedio	3.128.953.804	151.908.796	75.484.432	48.246.399	295.267.508	157.715.387	38.423.205	3.895.999.531	
Peso frente a total	80,3%	3,9%	1,9%	1,2%	7,6%	4,0%	1,0%	100,0%	

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

En término de estructura de las pérdidas esperadas, el mayor nivel de riesgo está localizado en los años 2007, 2008 y 2009, en los cuales, la probabilidad de pérdida de los recursos líquidos llegó al 33,8%; 39,1% y 28,3%; estos mayores niveles de riesgo con respecto al de los años siguientes, estuvieron asociados a la crisis financiera de los Estados Unidos de América, misma que afectó a la estabilidad del sistema financiero, en particular a la banca privada, que sintió un reducción de sus depósitos y de recursos líquidos, entre el segundo semestre del año 2008 y primer semestre del año 2009.

Cuadro No.18
Cuantificación de pérdidas esperadas – activos líquidos

Suma de Pérdida - Activos Líquidos SM									
Años	Fond. Dispon.	Fond. Interb.	CTA 1301	CTA 1302	CTA 1303	CTA 1304	CTA 1305	Total Activos Liq	% Pérdida/Balance
2007	527.045.855	8.100.554	25.010.547	203.566.780	141.993.310	10.000.537	88.812.032	1.004.529.615	33,8%
2008	1.234.336.720	10.265.545	17.183.214	66.000.204	198.490.980	72.381.813	72.062.040	1.670.720.516	39,1%
2009	625.001.902	277.867.035	109.440.887	157.192.378	20.246.472	62.433.289	6.587.344	1.245.594.618	28,3%
2010	343.804.488	287.795.859	46.872.979	52.487.215	214.535.609	88.365.551	11.422.068	1.045.283.769	21,6%
2011	760.598.525	117.238.360	5.579.414	620.934	104.871.346	76.032.441	2.789.923	1.066.489.076	19,9%
2012	951.314.455	90.405.234	9.583.802	24.990.774	286.610.003	136.231.109	28.016.643	1.346.341.552	22,2%
2013	221.580.356	50.909.865	26.408.077	183.536.672	238.234.276	585.938.420	6.510.611	1.313.118.277	21,7%
2014	419.609.757	37.714.651	49.634.760	70.300.313	277.810.361	442.610.387	12.730.078	1.310.410.307	18,2%
Promedio	635.411.507	87.435.829	36.214.210	94.681.675	185.349.045	184.249.193	26.969.507	1.250.310.966	25,6%
Peso frente a total	50,8%	7,0%	2,9%	7,6%	14,8%	14,7%	2,2%	100,0%	

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

2.5.2.2. Tendencia de riesgo de las fuentes de fondeo

En líneas generales las fuentes de fondeo. Han seguido una trayectoria de riesgo similar a los activos líquidos, esto se debe a que las mayoría de sus cuentas están correlacionadas

(no todas como se analiza más adelante). Desde enero 2007 a septiembre 2014, el saldo total de las fuentes de fondeo creció en el 118,9%, con lo cual en términos absolutos creció de USD 11.291 millones a USD 24.717 millones. Otro aspecto a destacar, es que las cuentas depósitos en cuenta corriente con el 44,1%, depósitos de ahorro 26% y depósitos a plazo 27,6% explican en su conjunto el 97,7% de la conformación de saldos originales del total de fuentes de fondeo.

Cuadro No.19
Comportamiento fuentes de fondeo – saldos de balance

Suma de Saldo Balance									
Años	Dep.Cta.Cte.	Ejec. Pres.	Dep.Ahorro	Dep.Plazo	CTA. 2602	CTA. 2603	CTA. 2607	Total general	Aum.Base 2007
2007	5.217.963.226	11.762.563	2.505.093.246	3.031.994.843	30.125.713	412.938.536	81.399.158	11.291.277.286	
2008	6.549.690.905	9.112.543	3.196.386.923	3.871.847.538	13.343.230	315.336.991	125.579.241	14.081.297.369	24,7%
2009	7.467.027.490	8.415.734	4.044.732.380	4.145.020.582	5.289.995	169.639.831	102.151.282	15.942.277.293	41,2%
2010	7.467.027.490	8.415.734	4.044.732.380	4.145.020.582	5.289.995	169.639.831	102.151.282	15.942.277.293	41,2%
2011	8.475.437.645	25.646.914	4.972.088.114	5.065.640.794	41.898.623	158.326.633	162.270.341	18.901.309.064	67,4%
2012	9.857.595.247	36.212.850	5.790.736.061	5.924.978.945	55.530.336	416.356.440	135.463.973	22.216.873.851	96,8%
2013	10.102.947.601	42.696.591	6.288.545.519	6.448.945.524	43.957.065	186.481.447	190.225.514	23.303.799.260	106,4%
2014	9.414.806.472	6.467.086	7.151.208.136	7.751.814.583	30.697.827	240.365.781	122.107.598	24.717.467.484	118,9%
Promedio	8.069.062.010	18.591.252	4.749.190.345	5.048.157.924	28.266.598	258.635.686	127.668.548	18.299.572.363	
Peso frente a total	44,1%	0,1%	26,0%	27,6%	0,2%	1,4%	0,7%	100,0%	

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

En lo que corresponde a los saldos pronosticados a través de la simulación de Montecarlo, la estimación de crecimiento en el mismo período fue del 151,6%, esto quiere decir que el riesgo de volatilidad disminuyó en el período.

Cuadro No.20
Fuentes de fondeo – simulación de Montecarlo

Suma de Saldos Simulación Montecarlo									
Años	Dep.Cta.Cte.	Ejec. Pres.	Dep.Ahorro	Dep.Plazo	CTA. 2602	CTA. 2603	CTA. 2607	Total general	Aum.Base 2007
2007	3.550.013.376	10.780.734	2.262.218.900	2.652.924.719	20.088.080	185.069.218	74.783.417	8.755.878.445	
2008	4.126.873.596	6.532.610	2.567.588.768	3.047.477.738	13.535.643	240.276.265	70.732.054	10.073.016.674	15,0%
2009	5.520.626.194	7.090.050	3.399.454.183	3.826.969.663	832.843	172.317.405	111.595.659	13.038.885.996	48,9%
2010	5.520.626.194	7.090.050	3.399.454.183	3.826.969.663	832.843	172.317.405	111.595.659	13.038.885.996	48,9%
2011	7.527.357.083	13.052.775	4.863.484.866	4.992.697.822	39.229.990	160.037.511	140.565.706	17.736.425.752	102,6%
2012	7.527.357.083	13.052.775	4.863.484.866	4.992.697.822	39.229.990	160.037.511	140.565.706	17.736.425.752	102,6%
2013	8.333.670.704	12.857.778	5.542.355.825	5.912.872.519	39.230.515	156.231.095	150.639.101	20.147.857.536	130,1%
2014	8.914.241.543	6.574.977	6.358.409.047	6.424.534.319	31.186.237	188.325.433	109.987.375	22.033.258.931	151,6%
Promedio	6.377.595.722	9.628.969	4.157.056.330	4.459.643.033	23.020.768	179.326.480	113.808.085	15.320.079.385	
so frente a to	41,6%	0,1%	27,1%	29,1%	0,2%	1,2%	0,7%	100,0%	

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

En referencia a las pérdidas esperadas de las fuentes de fondeo, en el período de análisis el promedio fue del 17,3%, es decir menor en alrededor de 800 puntos básicos con

respecto a la pérdida promedio de los activos líquidos. La mayor cantidad de riesgo, se refleja entre los años 2007 y 2008, este último, en cuyo segundo semestre se suscitó la crisis financiera en los Estados Unidos de América, que impactó en el riesgo de los depósitos de la banca privada. También es evidente que a posterior a esos años, la tendencia del riesgo es a la baja, estimando al año 2014 una pérdida esperada del 10,9%. Así mismo y guardando consistencia con la conformación de saldos originales e balance, los rubros depósitos en cuenta corriente 58,6%, depósitos de ahorro 19,1% y depósitos a plazo 18,9%, en su conjunto explican en un 96,6%, la probabilidad de pérdidas esperadas que se pueden materializar en la totalidad de fuentes de fondeo, conforme se demuestra a continuación:

Cuadro No.21
Contribución de las fuentes de fondeo en la máxima pérdida esperada

Porcentaje fuentes de fondeo - máxima pérdida esperada									
Años	Dep.Cta.Cte.	Ejec. Pres.	Dep.Ahorro	Dep.Plazo	CTA. 2602	CTA. 2603	CTA. 2607	Total	% Pérdida/Balance
2007	65,8%	0,0%	9,6%	15,0%	0,4%	9,0%	0,3%	100,0%	22,5%
2008	60,4%	0,1%	15,7%	20,6%	0,0%	1,9%	1,4%	100,0%	28,5%
2009	67,0%	0,0%	22,2%	11,0%	0,2%	-0,1%	-0,3%	100,0%	18,2%
2010	67,0%	0,0%	22,2%	11,0%	0,2%	-0,1%	-0,3%	100,0%	18,2%
2011	81,4%	1,1%	9,3%	6,3%	0,2%	-0,1%	1,9%	100,0%	6,2%
2012	52,0%	0,5%	20,7%	20,8%	0,4%	5,7%	-0,1%	100,0%	20,2%
2013	56,1%	0,9%	23,6%	17,0%	0,1%	1,0%	1,3%	100,0%	13,5%
2014	18,6%	0,0%	29,5%	49,4%	0,0%	1,9%	0,5%	100,0%	10,9%
Promedio	58,6%	0,3%	19,1%	18,9%	0,2%	2,4%	0,6%	100,0%	17,3%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

2.5.2.3. Matriz de correlación principales cuentas de activos líquidos y fuentes de fondeo

Se realizó la matriz de correlación entre las principales cuentas de los activos líquidos y fuentes de fondeo, con el propósito de identificar si siguen la misma trayectoria de riesgo o en caso contrario explican un comportamiento contrario en sus tendencias.

En términos generales, existe una correlación directa entre la trayectoria de riesgo de los activos líquidos conformados en la matriz de correlación por los rubros de fondos disponibles, e inversiones libres para negociar y disponibles para la venta del sector privado, versus las fuentes de fondeo conformadas en la matriz por los depósitos en

cuenta corriente, depósitos de ahorro y depósitos a plazo. En aquellos casos, que se observan correlaciones negativas (color morado de la matriz de correlación) las mismas no son significativas puesto que son inferiores al 10%; de estas correlaciones negativas, cabe destacar a la existente entre los depósitos en cuenta corriente y depósitos a plazo en donde el -8,23% explica que ante una disminución de un dólar en los depósitos en cuenta corriente los depósitos a plazo se vieron incrementados en 8,23 centavos, y en sentido contrario, ante el aumento de un dólar de los depósitos en cuenta corriente los depósitos a plazo se vieron afectados en 8,23 centavos. También se observó una leve correlación negativa entre los depósitos en cuenta corriente y los depósitos de ahorro, correspondiente al 0,71% que así mismo se replica la misma interpretación efectuada anteriormente.

Las correlaciones negativas observadas, son lógicas y responden a la naturaleza de negocio de la banca, puesto que a medida que se cancelan, por ejemplo las pólizas de acumulación al vencimiento, hay una tendencia temporal a que esos recursos pasen a incrementar los depósitos a la vista, y al contrario, cuando el depositante decide invertir, disminuye su posición a la vista, para incrementar su inversión a plazo; este análisis no recoge la norma de liquidez vigente, siendo importante el análisis de trayectoria de cada rubro y su correlación, para la identificación de las causas de la variación de la cantidad del riesgo de liquidez y definición de estrategias de acuerdo a la época en que ocurra. También, es relevante la correlación directa entre los fondos disponibles frente a la inversiones libres para negociar, disponibles para la venta, depósitos en cuenta corriente, depósitos de ahorro y depósitos a plazo. Al respecto las correlaciones dadas se dan en porcentajes mayores al 10% es decir que la afectación del movimiento de los fondos disponibles respecto al desplazamiento es relevante, siendo importante explicar, que no solo la trayectoria de este último rubro está en función de los otros activos líquidos o fuentes de fondeo, sino que tiene impacto por el reconocimiento de ingresos, erogación

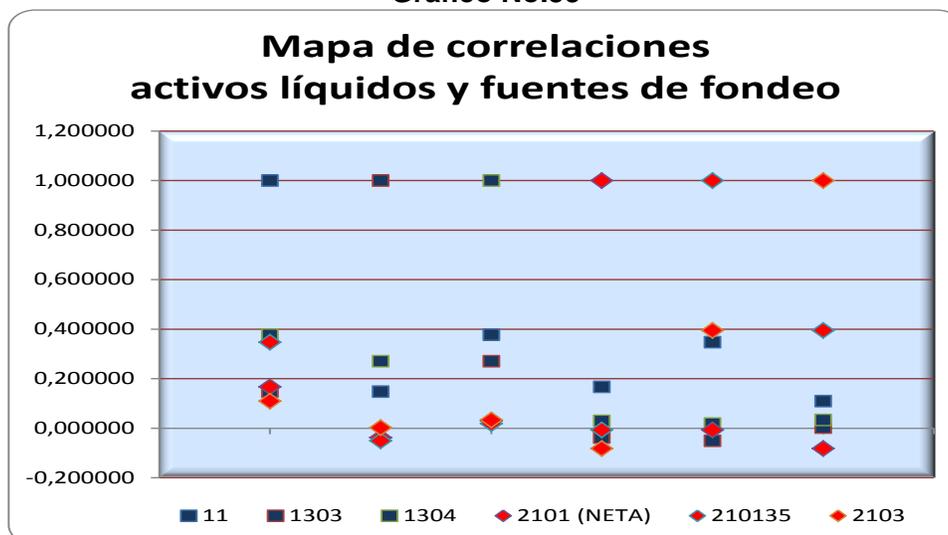
de fondos por gastos operativos, transferencias interbancarias que no afectan a los depósitos pero si a la liquidez de los bancos, entre otros movimientos, que ponen de manifiesto el porqué, los fondos disponibles y en mayor dimensión los activos líquidos, tienen mayor valor en riesgo que las fuentes de fondeo, aspecto que así mismo no recoge la norma de liquidez estructural de la banca privada (Anexo 5).

Cuadro No.22
Matriz de correlación Activo Líquido vs Fuentes de Fondeo

	11	1303	1304	2101 (NETA)	210135	2103
11	1,000000	0,147705	0,377602	0,166943	0,346824	0,108963
1303	0,147705	1,000000	0,269846	-0,038061	-0,051591	0,001976
1304	0,377602	0,269846	1,000000	0,029711	0,018034	0,032800
2101 (NETA)	0,166943	-0,038061	0,029711	1,000000	-0,007196	-0,082323
210135	0,346824	-0,051591	0,018034	-0,007196	1,000000	0,395000
2103	0,108963	0,001976	0,032800	-0,082323	0,395000	1,000000

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.35



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.6. Construcción del Valor en Riesgo que considere los ajustes al cálculo de volatilidad (fuentes de fondeo y activos líquidos) y, que permita elaborar un gráfico para la determinación de umbrales de riesgo, en base a niveles de probabilidad del 95% y 99%.

2.6.1. Metodología y alcance

Se calculó el valor en riesgo a través de la simulación de Montecarlo con ventanas temporales e intervalos anuales, tanto para las fuentes de fondeo como para los activos líquidos con el propósito de generar escenarios de requerimiento de liquidez, construidos en base al nivel de confianza del 95% para el cálculo de la volatilidad de las fuentes de fondeo, frente a un escenario que considera ese requerimiento de liquidez surgido de la volatilidad del 95% de nivel de confianza más el valor en riesgo al 95% de IC calculado para los activos líquidos, supuesto que se fundamenta en el riesgo adicional identificado en el componente de los activos líquidos y que no está recogido en las fuentes de fondeo conforme lo analizado en el numeral anterior. Finalmente, se elaborará los mismos escenarios considerando un nivel de confianza del 99% a fin de estimar el máximo de exigencia en el requerimiento de liquidez y cuantificar que montos adicionales debería destinar la banca privada a la posición de liquidez en respuesta a la probabilidad de pérdida de liquidez asociada no solo a la volatilidad de las fuentes de fondeo sino de los activos líquidos.

Para el cálculo del valor en riesgo de los activos líquidos así como de la liquidez disponible en primera línea y segunda línea, se han considerado a las cuentas 11 “Fondos Disponibles”, 12 “Fondos Interbancarios”, 1301 “Inversiones a valor razonable... sector privado”, 1302 “Inversiones a valor razonable... sector público”, 1303 “Inversiones

disponibles `para la venta... sector privado”, 1303 “Inversiones disponibles `para la venta... sector público” y 1305 “Inversiones mantenidas hasta el vencimiento....sector privado”. En conjunto, estos rubros representan aproximadamente el 99% del saldo total de activos líquidos, por ello explican prácticamente la totalidad del comportamiento y riesgo (volatilidad) durante el horizonte de tiempo analizado (enero 2007 – septiembre 2014). No se ha considerado, dentro del conjunto de activos líquidos, al fondo de liquidez, cuya partida si bien está constituida por valores en efectivo e inversiones líquidas, seguras y rentables, no es de disponibilidad inmediata, puesto que los recursos del fondo operan como prestamista de última instancia³⁵ a través de la modalidad de préstamos que otorga el Fideicomiso que administra el fondo en referencia. Las instituciones financieras evitan acudir a esta fuente de liquidez, debido a la creciente exposición de riesgo reputacional y de negocio en marcha, que es percibida en el sistema financiero y por los organismos de control. Por estas consideraciones, aun cuando el saldo del Fondo de Liquidez de la banca privada que a septiembre del 2014 alcanzó a USD 1.969 millones correspondiente al 21% del total de activos líquidos, no se le considera para el cómputo de los activos analizados, debiendo precisar que la normativa vigente, NO contempla su inclusión; con estos antecedentes, el escenario de ajuste dirigido a estimar un requerimiento extra de liquidez sustentado en la existencia de un riesgo adicional por la volatilidad de los activos líquidos, supondría aplicar un procedimiento más laxo que la normativa vigente, en el evento de que se tome en cuenta al rubro de Fondo de Liquidez, por todas estas consideraciones está fundamentada su exclusión del total de activos líquidos.

³⁵ Libro I “Normas generales para las instituciones del sistema financiero”, Título X “De la Gestión y Administración de Riesgos”, Capítulo VII “Fondo de Liquidez del Sistema Financiero Ecuatoriano”, Codificación de Resoluciones de la Superintendencia de Bancos.

2.6.2. Posición de liquidez de las fuentes de fondeo al 95% de intervalo de confianza

Conforme al siguiente cuadro, se observa que el promedio de liquidez de segunda línea resultante de la relación entre los activos líquidos de segunda línea frente a las fuentes de fondeo de segunda línea se ubicó en un 28,98%, es decir que por cada dólar de recurso captado y adquirido a través de obligaciones financieras, la banca ha mantenido como disponibilidades de caja y de inversiones, el importe aproximada de 29 centavos. Por otra lado, el riesgo de pérdida de liquidez tomando en cuenta el 95% de intervalo de confianza, determino en el período analizado, un requerimiento mínimo de liquidez del 18,1% que se genera a través de la relación del valor en riesgo al 95% con respecto al total de las fuentes de fondeo de segunda línea. Los resultados determinan que el promedio de liquidez mantenido por la banca privada en el período analizado fue superior en más de 10 puntos porcentuales al requerimiento de liquidez; dentro del horizonte de tiempo analizado, el mayor requerimiento de liquidez surge en el año 2008 con el 28,5% y que está asociado al aumento en la exposición al riesgo de liquidez que experimentó la banca privada especialmente al segundo semestre del año 2008, a consecuencia de la crisis financiera suscitada en los Estados Unidos. Se detallan los siguientes cuadros:

Cuadro No.23
PROMEDIOS ANUALES DE POSICION DE LIQUIDEZ 2DA LINEA
EN VALORES ABSOLUTOS Y EN PORCENTAJES

FECHA	LIQUIDEZ 2da L	FUENTES DE FONDEO	% LIQUIDEZ 2DA LINEA
2007	2.974.860.113	11.291.277.286	26,35%
2008	4.274.308.305	14.081.297.369	30,35%
2009	4.403.747.188	14.017.345.146	31,42%
2010	4.843.884.841	15.942.277.293	30,38%
2011	5.353.513.558	18.901.309.064	28,32%
2012	6.068.370.892	22.216.873.851	27,31%
2013	6.052.184.472	23.303.799.260	25,97%
2014	7.199.614.605	24.740.897.774	29,10%
PROMEDIO	5.146.310.497	19.029.114.251	28,98%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Cuadro No.24
REQUERIMIENTO MINIMO IQUIDEZ 2DA LINEA
EN VALORES ABSOLUTOS Y PORCENTAJES

FECHA	FUENTES DE FONDEC	VAR SM 95% FF	REQ. MINIMO
2007	11.291.277.286	2.535.398.841	22,5%
2008	14.081.297.369	4.008.280.695	28,5%
2009	14.017.345.146	1.647.078.857	11,8%
2010	15.942.277.293	2.899.953.654	18,2%
2011	18.901.309.064	3.669.230.416	19,4%
2012	22.216.873.851	4.480.448.099	20,2%
2013	23.303.799.260	3.155.941.724	13,5%
2014	24.740.897.774	2.687.698.161	10,9%
PROMEDIO	18.061.884.630	3.135.503.806	18,1%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.6.3. Cálculo del VAR de Activos Líquidos

Como se observa en el siguiente cuadro, el valor en riesgo de los activos líquidos es mayor que el valor de las fuentes de fondeo, lo que advierte una mayor exposición a la pérdida de recursos líquidos. El promedio del valor en riesgo con un nivel de significancia del 95% fue del 24,9% mientras que los valores mínimo y máximo se ubicaron en el 16,3% y 39,1%, demostrando que existe una amplia elasticidad o sensibilidad en los rubros que forman parte de los activos líquidos, que dan cabida a una permanente volatilidad, cuya tendencia no solo depende de movimientos en las fuentes de fondeo sino de entradas y salidas de caja por gastos imprevistos, ingresos extraordinarios, que son adicionales a los gastos e ingresos programados que también inducen a un comportamiento volátil. Un detalle se presenta a continuación:

Cuadro No.25

PROMEDIOS ANUALES DE ACTIVOS LIQUIDOS VS. VAR			
EN VALORES ABSOLUTOS			
FECHA	ACTIVOS LIQ.	VAR SM 95% AL	% VAR/ACT. LIQ.
2007	2.974.860.113	1.004.529.615	33,8%
2008	4.274.308.305	1.670.720.516	39,1%
2009	4.403.747.188	1.245.594.618	28,3%
2010	4.843.884.841	788.601.412	16,3%
2011	5.353.513.558	1.066.489.076	19,9%
2012	6.068.370.892	1.346.341.552	22,2%
2013	6.052.184.472	1.313.118.277	21,7%
2014	7.199.614.605	1.310.410.307	18,2%
PROMEDIO	5.146.310.497	1.218.225.671	24,9%
VALOR MINIMO	2.974.860.113	788.601.412	16,3%
VALOR MAXIMO	7.199.614.605	1.670.720.516	39,1%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.6.4. Escenarios de ajuste a la pérdida esperada en fuentes de fondeo

Con el propósito de construir escenarios de estrés al requerimiento de liquidez, cuya finalidad puede estar dirigida a constituir reservas de liquidez para mitigar épocas cíclicas o de mayor exposición al riesgo a causa de crisis financieras o eventos externos que sensibilicen la permanencia de los depósitos del público y las obligaciones financieras, y sobre la base de las consideraciones señaladas en torno al riesgo de volatilidad que tienen los activos líquidos, al valor en riesgo de las fuentes de fondeo determinado en base a la simulación de Montecarlo al 95% de intervalo de confianza, se añadió el valor en riesgo de los activos líquidos calculado al 95% de IC, dando un total de pérdida esperada que promedió el 25,3% en el período de análisis; mismo sube al 27,9% en caso de considerar el nivel de probabilidad del 99%, conforme se demuestra a continuación:

Cuadro No.26

ESCENARIO DE AJUSTE DE REQUERIMIENTO DE LIQUIDEZ					
EN VALORES ABSOLUTOS Y PORCENTAJES					
FECHA	FUENTES DE FONDEO	VAR SM 95% FF	VAR SM 95% AL	TOT. PERD. VAR	REQ. MINIMO
2007	11.291.277.286	2.535.398.841	1.004.529.615	3.539.928.456	31,4%
2008	14.081.297.369	4.008.280.695	1.670.720.516	5.679.001.211	40,3%
2009	14.017.345.146	1.647.078.857	1.245.594.618	2.892.673.475	20,6%
2010	15.942.277.293	2.899.953.654	788.601.412	3.688.555.065	23,1%
2011	18.901.309.064	3.669.230.416	1.066.489.076	4.735.719.491	25,1%
2012	22.216.873.851	4.480.448.099	1.346.341.552	5.826.789.651	26,2%
2013	23.303.799.260	3.155.941.724	1.313.118.277	4.469.060.000	19,2%
2014	24.740.897.774	2.687.698.161	1.310.410.307	3.998.108.468	16,2%
PROMEDIO	18.061.884.630	3.135.503.806	1.218.225.671	4.353.729.477	25,3%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

Cuadro No.27

ESCENARIO DE AJUSTE DE REQUERIMIENTO DE LIQUIDEZ AL 99%					
EN VALORES ABSOLUTOS Y PORCENTAJES					
FECHA	FUENTES DE FONDEO	VAR SM 99% FF	VAR SM 99% AL	TOT. PERD. VAR	REQ. MINIMO
2007	11.291.277.286	2.682.913.202	1.076.264.397	3.759.177.599	33,3%
2008	14.081.297.369	4.278.410.536	1.834.140.113	6.112.550.649	43,4%
2009	14.017.345.146	1.749.617.838	1.354.338.275	3.103.956.113	22,1%
2010	15.942.277.293	3.184.282.059	1.022.491.399	4.206.773.458	26,4%
2011	18.901.309.064	3.894.012.547	1.279.683.476	5.173.696.023	27,4%
2012	22.216.873.851	4.744.475.122	1.964.851.661	6.709.326.783	30,2%
2013	23.303.799.260	3.533.395.742	1.528.412.622	5.061.808.364	21,7%
2014	24.740.897.774	2.937.848.705	1.666.118.894	4.603.967.599	18,6%
PROMEDIO	18.061.884.630	3.375.619.469	1.465.787.605	4.841.407.073	27,9%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

Estos niveles de riesgo, que surgen de un análisis probabilístico, reducen drásticamente los excedentes de liquidez; en los años 2007 y 2008 los excedentes se habrían tornado en negativos, lo cual está explicado por la mayor cantidad de riesgo de liquidez que se verificó en esos años, mientras que en el año precedente (2014), el excedente de USD 4.511 millones se restringiría a USD 3.201 millones tomando en cuenta el Var al 95% con el ajuste del Var de activos líquidos, mientras que en el escenario del Var al 99%, el excedente se reduciría al USD 2.595 millones, correspondiente a reducción del 74% con respecto al escenario normal. En promedios, el excedente de USD 2.010 millones, con el IC al 95% se reduce a USD 792 millones, en tanto que con un IC al 99%, el excedente de liquidez baja a USD 304 millones. Estas estimaciones en al aumento de los

requerimientos de liquidez y en consecuencia en las disminuciones de los excedentes de liquidez, ponen en evidencia de que existe una cantidad de riesgo en la posición de liquidez de la banca privada que no está siendo medida y que es necesario cuantificarla para generar resguardos especialmente para épocas cíclicas y/o de aumento del riesgo sistémico por crisis financieras o eventos externos.

Cuadro No.28

COMPARATIVO DE EXCEDENTES DE LIQUIDEZ SEGÚN ESCENARIOS					
EN VALORES ABSOLUTOS					
FECHA	ESCENARIO NORMAL	AJUSTADO CON EL 95%	AJUSTADO CON EL 99%	% Reducción Exc. 95%	% Reducción Exc. 99%
2007	439.461.272	(565.068.343)	(784.317.486)	229%	278%
2008	266.027.610	(1.404.692.906)	(1.838.242.344)	628%	791%
2009	2.756.668.331	1.511.073.713	1.299.791.075	82%	112%
2010	1.943.931.188	1.155.329.776	637.111.383	68%	205%
2011	1.684.283.142	617.794.066	179.817.535	173%	837%
2012	1.587.922.793	241.581.241	(640.955.891)	557%	1479%
2013	2.896.242.748	1.583.124.471	990.376.108	83%	192%
2014	4.511.916.444	3.201.506.137	2.595.647.006	41%	74%
PROMEDIO	2.010.806.691	792.581.019	304.903.423	154%	559%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

2.6.5. Umbrales de riesgo pérdida esperada en fuentes de fondeo

Las diferentes simulaciones practicadas utilizando los métodos de valor en riesgo en primer lugar determinan que el método de Montecarlo, debido a que utiliza un número alto de observaciones estocásticas, es el de mayor poder predictivo y de estimación de pérdidas esperadas, en comparación con los métodos de varianza y covarianza que sirve específicamente para períodos muy cortos y el de simulación histórica, que tiende a ser inconsistente cuando combina horizontes de tiempo de alta variabilidad o varianza. En segundo lugar, y partiendo de la consideración de la utilización del modelo de Montecarlo, el análisis de escenarios normales de liquidez, requerimientos con el 95% de intervalo de confianza y del 99% de IC, permiten delimitar zonas o umbrales de riesgo; por ello, tomando en cuenta, las condiciones del sistema financiero y su grado de exposición al riesgo sistémico, se delimitan claramente tres escenarios que se presentan en los

siguientes cuadros y gráfico de umbrales; el primer escenario normal o zona verde con un requerimiento promedio del 18,1%; un segundo escenario en el cual umbral de riesgo promedio se ubica en el 25,3% y un tercer escenario en el cual umbral de riesgo promedio sube al 27,9%. De esta manera, la norma de liquidez estructural podría activar el escenario según las condiciones sistémicas y definir un porcentaje de liquidez como requerimiento mínimo que deban tener los bancos en la relación de los activos líquidos frente al total de fuentes de fondeo. Durante una década desde que la Superintendencia de Bancos normó la liquidez estructural, el indicador mínimo que debían cumplir los bancos era del 14% no obstante el mismo no respondía a ningún análisis de riesgo, a diferencia del propuesto a través del presente estudio (Anexo 6).

Cuadro No.29

RESUMEN ESCENARIOS - REQUERIMIENTOS DE LIQUIDEZ			
EN PORCENTAJES			
FECHA	NORMAL	AJUSTADO CON EL 95%	AJUSTADO CON EL 99%
2007	22,5%	31,4%	33,3%
2008	28,5%	40,3%	43,4%
2009	11,8%	20,6%	22,1%
2010	18,2%	23,1%	26,4%
2011	19,4%	25,1%	27,4%
2012	20,2%	26,2%	30,2%
2013	13,5%	19,2%	21,7%
2014	10,9%	16,2%	18,6%
PROMEDIO	18,1%	25,3%	27,9%

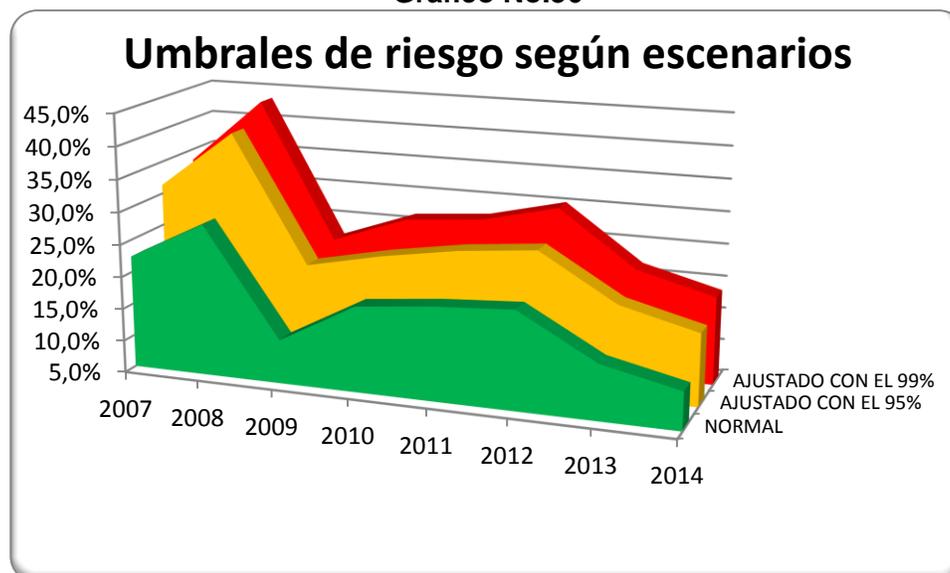
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Cuadro No.30

RESUMEN ESCENARIOS - REQUERIMIENTOS DE LIQUIDEZ			
EN VALORES ABSOLUTOS			
FECHA	NORMAL	AJUSTADO CON EL 95%	AJUSTADO CON EL 99%
2007	2.535.398.841	3.539.928.456	3.759.177.599
2008	4.008.280.695	5.679.001.211	6.112.550.649
2009	1.647.078.857	2.892.673.475	3.103.956.113
2010	2.899.953.654	3.688.555.065	4.206.773.458
2011	3.669.230.416	4.735.719.491	5.173.696.023
2012	4.480.448.099	5.826.789.651	6.709.326.783
2013	3.155.941.724	4.469.060.000	5.061.808.364
2014	2.687.698.161	3.998.108.468	4.603.967.599
PROMEDIO	3.135.503.806	4.353.729.477	4.841.407.073

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.36



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.7. Elaboración y análisis de las distribuciones surgidas de los escenarios de temporalidades analizadas: evaluación de perturbaciones estadísticas (homocedasticidad, heterocedasticidad, sesgos o concentraciones en las colas)

2.7.1. Distribuciones de los Activos Líquidos y Fuentes de Fondeo

2.7.1.1. Distribuciones de los Activos Líquidos

Se refleja la distribución del total de activos líquidos, la misma que sigue una distribución normal y adicionalmente se incluyen la distribución de los fondos disponibles que tiene un peso en el total de activos líquidos equivalente al 67,3% y cuya distribución también es normal con una inclinación de sesgo o mayor concentración de observaciones hacia la izquierda de la cola, presenta leves valores extremos en la cola derecha, no obstante de menor relevancia puesto que corresponden a los percentiles positivos o zona que no repercute en pérdidas. Y adicionalmente se incluyen, las distribuciones de las

inversiones disponibles para la venta e inversiones mantenidas hasta el vencimiento; estos rubros sumados a los fondos disponibles, representan el 96% del total de activos líquidos, consecuentemente predicen el comportamiento general del rubro. Estos dos rubros de inversiones, así mismo siguen una distribución normal sin la presencia de valores extremos que se encuentren dispersos.

Gráfico No.37

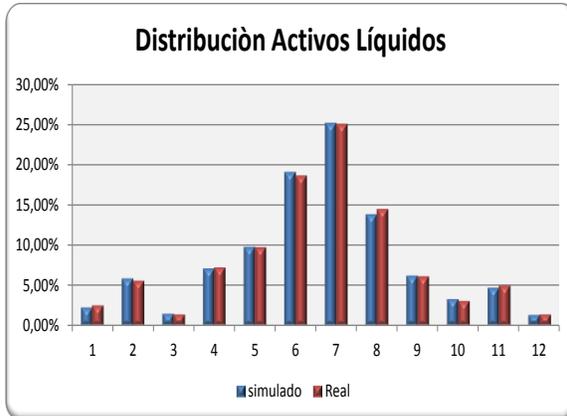
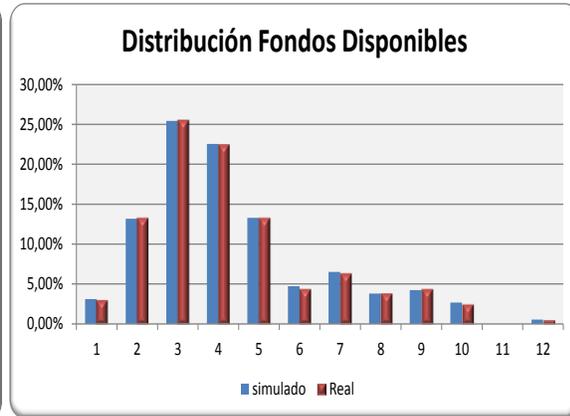


Gráfico No.38



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.39

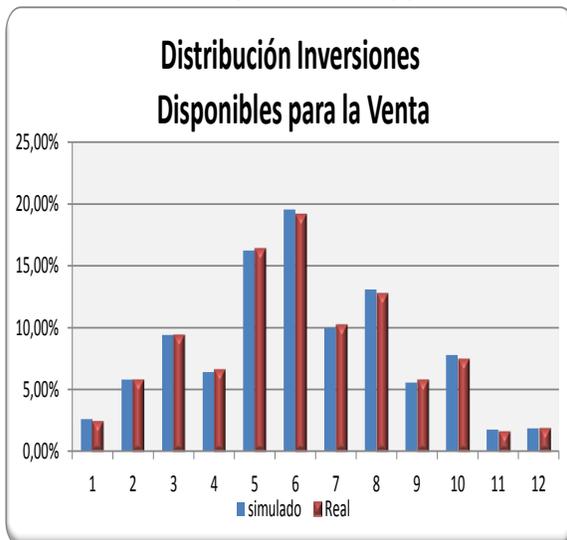
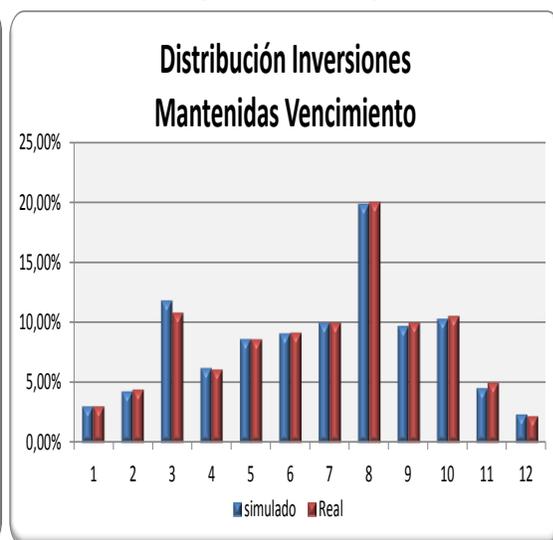


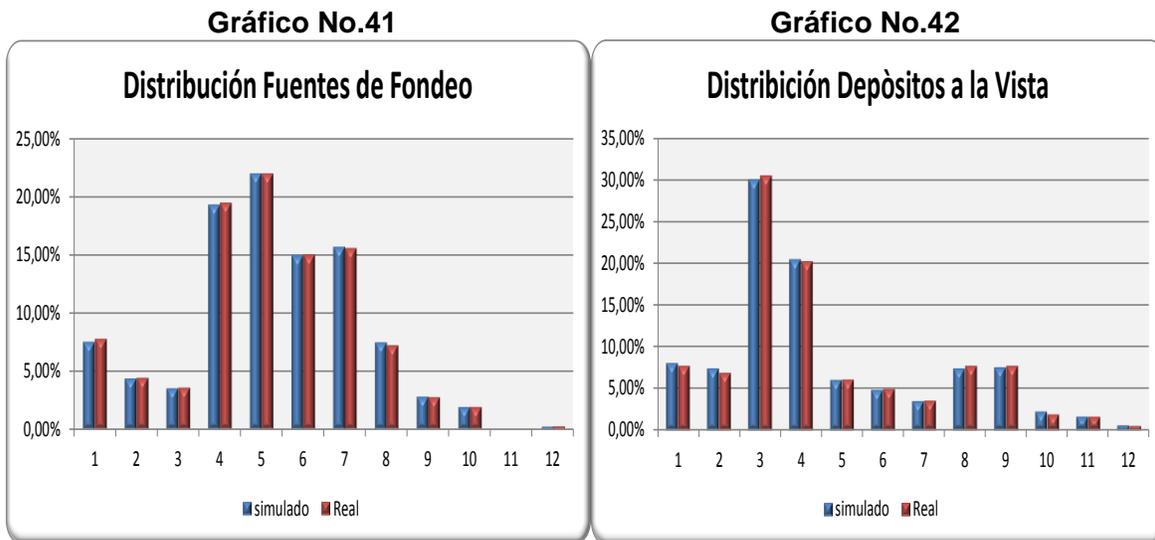
Gráfico No.40



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.7.1.2. Distribuciones de las Fuentes de Fondeo

La distribución del total de fuentes de fondeo sigue una distribución normal con un sesgo o concentración de datos en la cola izquierda que es el horizonte de pérdidas de la distribución, observándose una leve dispersión o valores extremos en la cola derecha; en los correspondiente al análisis de los rubros que conforman el total de fuentes de fondeo, se analizan las distribuciones de los depósitos a la vista, depósitos de ahorro y depósitos a plazo, los mismos que en su conjunto representan el 98% del total de fuentes de fondeo. Al respecto, la distribución de los depósitos a la vista manifiestan una distribución normal sesgada en el cola izquierda, mientras que las distribuciones de los depósitos de ahorro y depósitos a plazo que en conjunto pesan el 60% de la totalidad de fuentes de fondeo, manifiestan una distribución más bien uniforme o plana que genera la necesidad de analizar si existe la presencia de heterocedasticidad y autocorrelación en el siguiente numeral de análisis econométrico.



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Gráfico No.43

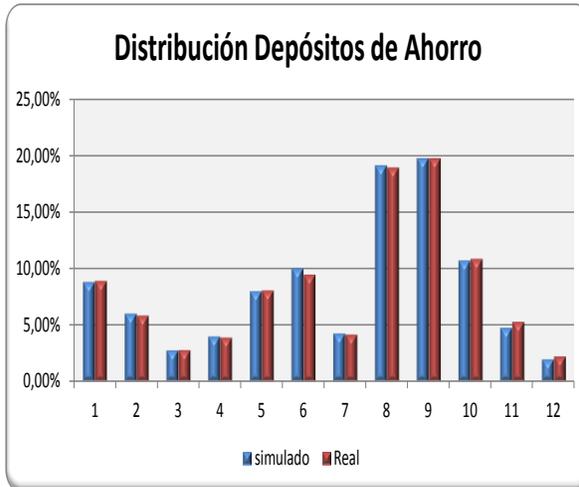
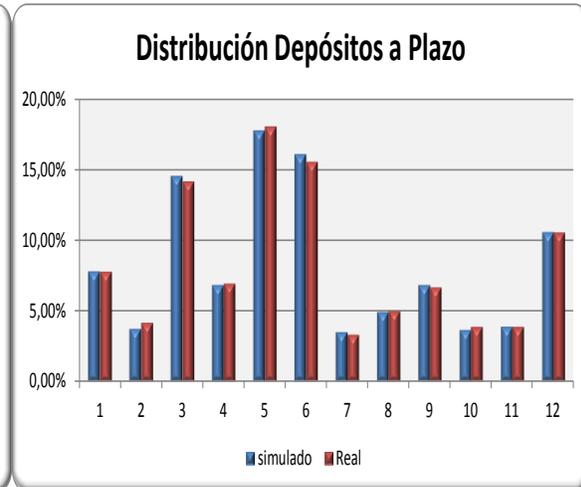


Gráfico No.44



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.7.2. Metodología de construcción

Por efecto de la conformación de las distribuciones que presentaron curvas diferentes a la normal, se procedió a construir los modelos Arima y Garch, sin los cuales, no sería posible analizar, los errores y/o rezagos estadísticos así como los fenómenos econométricos de heterocedasticidad, homocedasticidad y autocorrelaciones, los mismos que se presentan a continuación tanto en el análisis de las series de activos líquidos como en las series de las fuentes de fondeo.

Todos los análisis que se presentan en el siguiente resumen, se realizaron mediante la ayuda del software Stata. Después de un procesamiento previo de los datos, que incluyó la transformación de las variables en los tipos adecuados, se realizó el siguiente proceso de análisis:

Sobre las series de tiempo originales se realiza inicialmente un análisis de estacionalidad mediante una descomposición que sigue el siguiente modelo aditivo:

$$Y[t] = T[t] + S[t] + e[t]$$

El cálculo del componente de tendencia se realiza mediante promedios móviles. Una vez removida la tendencia el componente estacional se calcula promediando para cada unidad de tiempo para todos los períodos. (Stuart, 1983) La información restante en la serie se considera ruido.

El siguiente análisis se calcula sobre las series de retornos calculados como la diferencia entre la serie y un rezago, después de una transformación logarítmica. Esto nos permite tener aproximadamente las variaciones porcentuales entre un período y el siguiente.

Con el fin de probar la estacionalidad de estas series, se utiliza la prueba de Dickey-Fuller para raíces unitarias y evaluaciones de correlación sobre los residuos.

Para cada serie de retornos se ajustaron modelos en el dominio del tiempo, con el fin de analizar su comportamiento. Se escogió la metodología de Box–Jenkins, complementada con el uso de modelos GARCH.

Para escoger el modelo ARIMA que mejor se ajusta al promedio condicionado, se analizó los gráficos de correlación y correlación parcial, así como los resultados de la prueba de correlación alternativa de Durbin. Una vez propuestos algunos modelos, estos se compararon a través de los criterios de información de Akaike y Bayesiano, así como pruebas de correlación sobre las series de residuos (prueba de Ljung-Box para ruido blanco). Los modelos escogidos trataron de mantener un balance entre su complejidad y su capacidad para representar el fenómeno bajo estudio.

Sobre los residuos obtenidos de este primer ajuste se evaluó la presencia de efectos de heterocedasticidad condicionada, utilizando la prueba de Multiplicadores de Lagrange de Egel. El resultado de esta prueba fue acompañada de una revisión de las gráficas de las serie de residuos.

La metodología propuesta conduce a modelos de la forma:

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$Var(\epsilon_t) = \sigma_t^2 = \gamma_0 + \alpha_{1,1}\epsilon_{t-1}^2 + \alpha_{2,1}\sigma_{t-1}^2$$

Donde ϵ_t sigue una distribución Gaussiana.

Donde la prueba y los gráficos fallaron en justificar el uso de un modelo GARCH, se conservó solo la parte ARIMA del modelo, y se consideró la varianza constante.

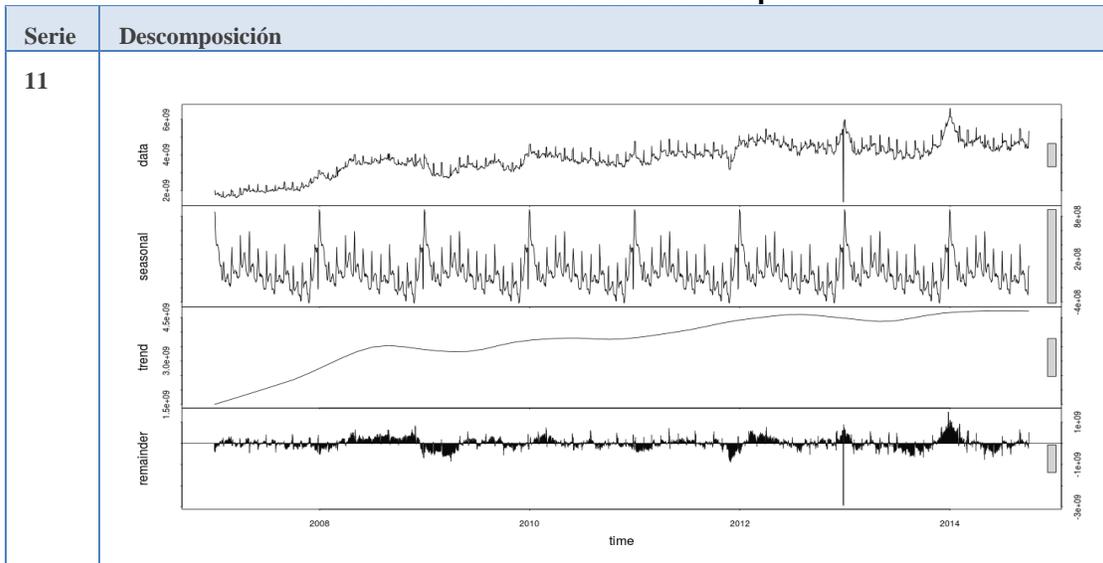
Finalmente como una aproximación de la contribución al riesgo de cada serie, se estimó el VaR, considerando cada serie por separado y una distribución normal de los residuos.

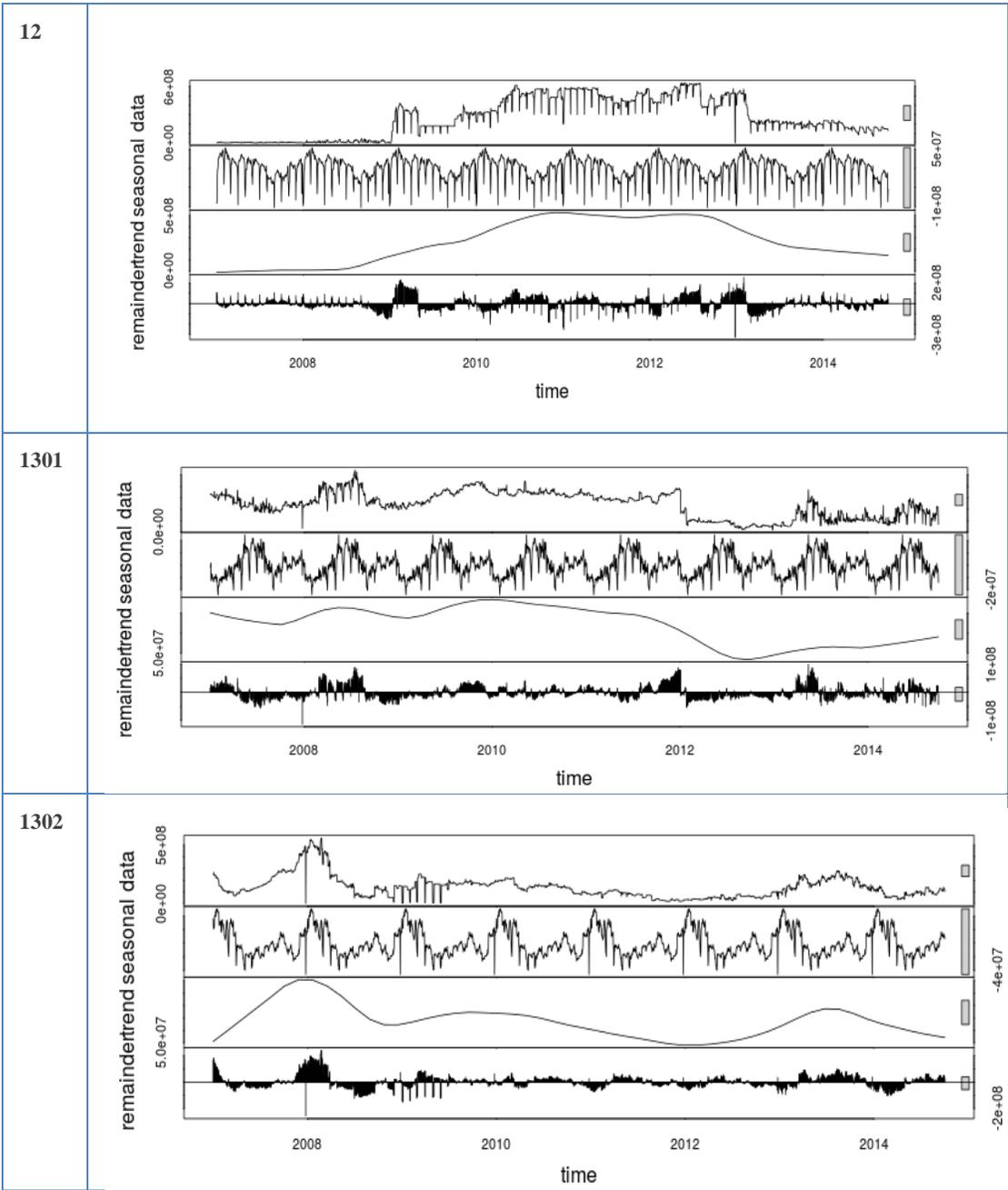
La estimación de la volatilidad, se calculó asumiendo varianzas constantes o utilizando el modelo GARCH de acuerdo a la disponibilidad del modelo para cada serie.

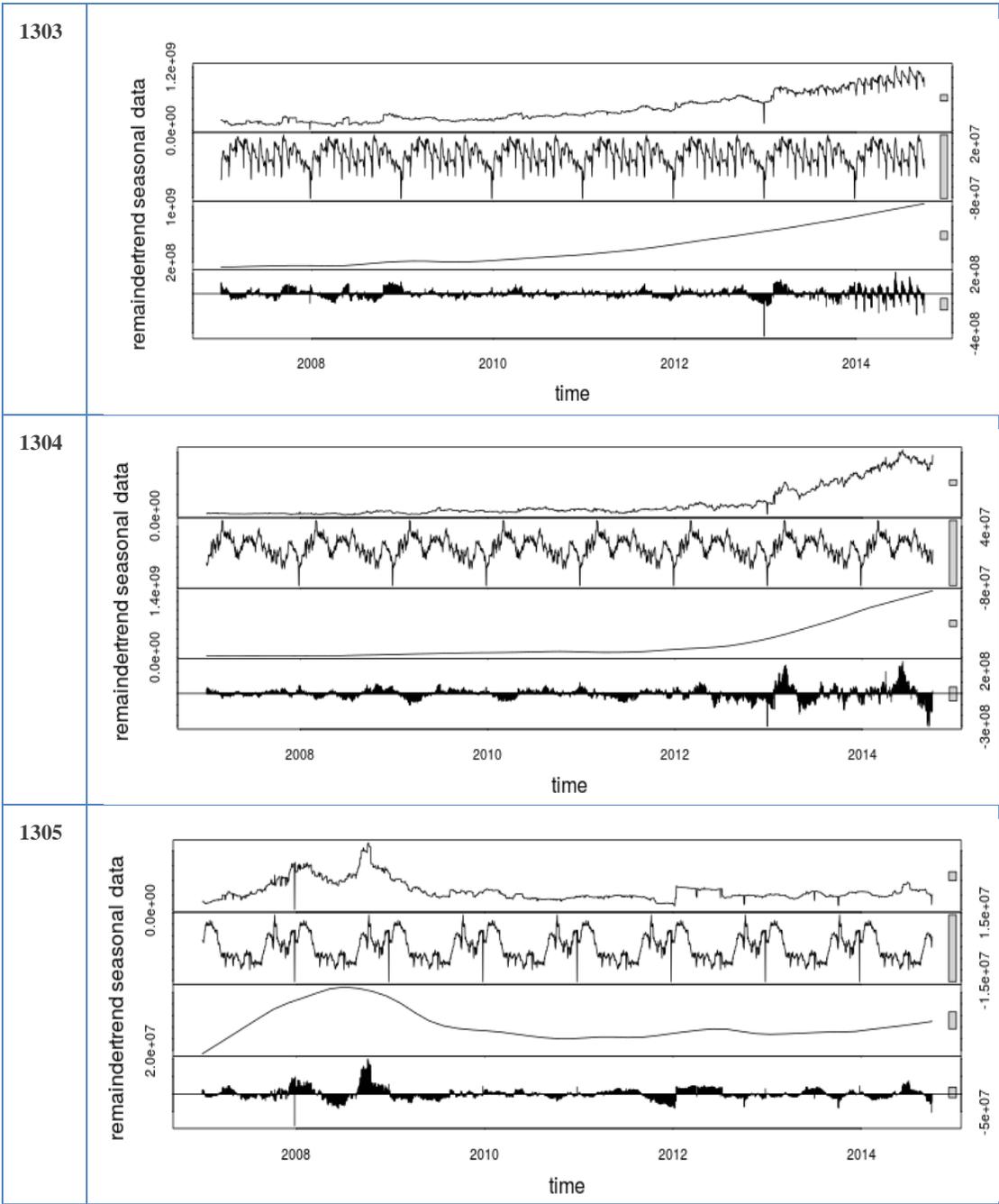
2.7.3. Análisis Activos Líquidos

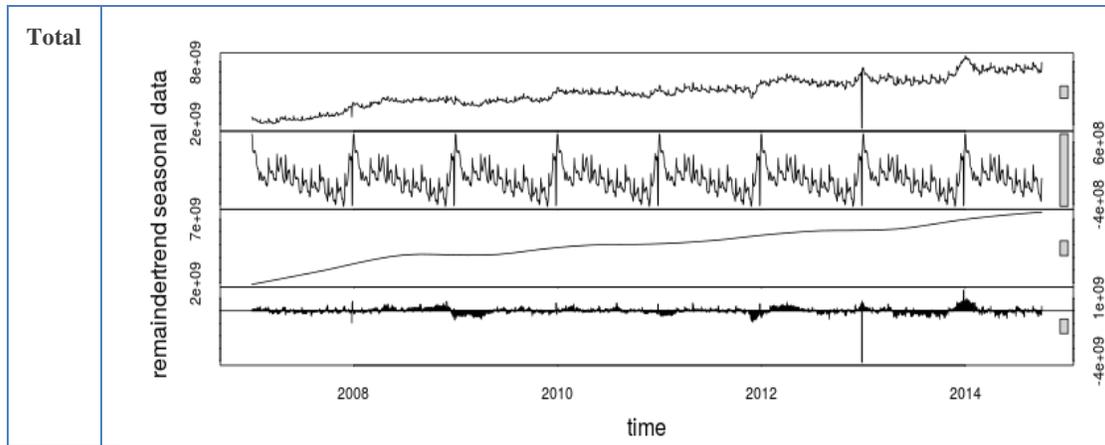
2.7.3.1. Estacionalidad

Gráfico No.45
Análisis Estacionalidad Activos Líquidos









Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
 Fuente: Superintendencia de Bancos

Las series 11, 1303 y total, presentan tendencia creciente y ciclos anuales. En las otras series aun cuando se mantiene el comportamiento en ciclos no se observa una tendencia definida.

Con el fin de trabajar con series estacionarias se calcula las primeras diferencias del logaritmo natural de las series originales, las nuevas series obtenidas se confirman estacionarias mediante la prueba de Dickey-Fuller para raíces unitarias, los resultados se resumen a continuación:

Cuadro No.31
Prueba de Dickey-Fuller para raíces unitarias,

Serie	Estadístico de Prueba	Valor crítico 1%	Valor crítico 5%	Valor crítico 10%
11	-37.542	-3.430	-2.860	-2.570
12	-33.715			
1301	-35.013			
1302	-6.692			
1303	-35.666			
1304	-33.669			
1305	-39.674			
Total	-39.920			

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

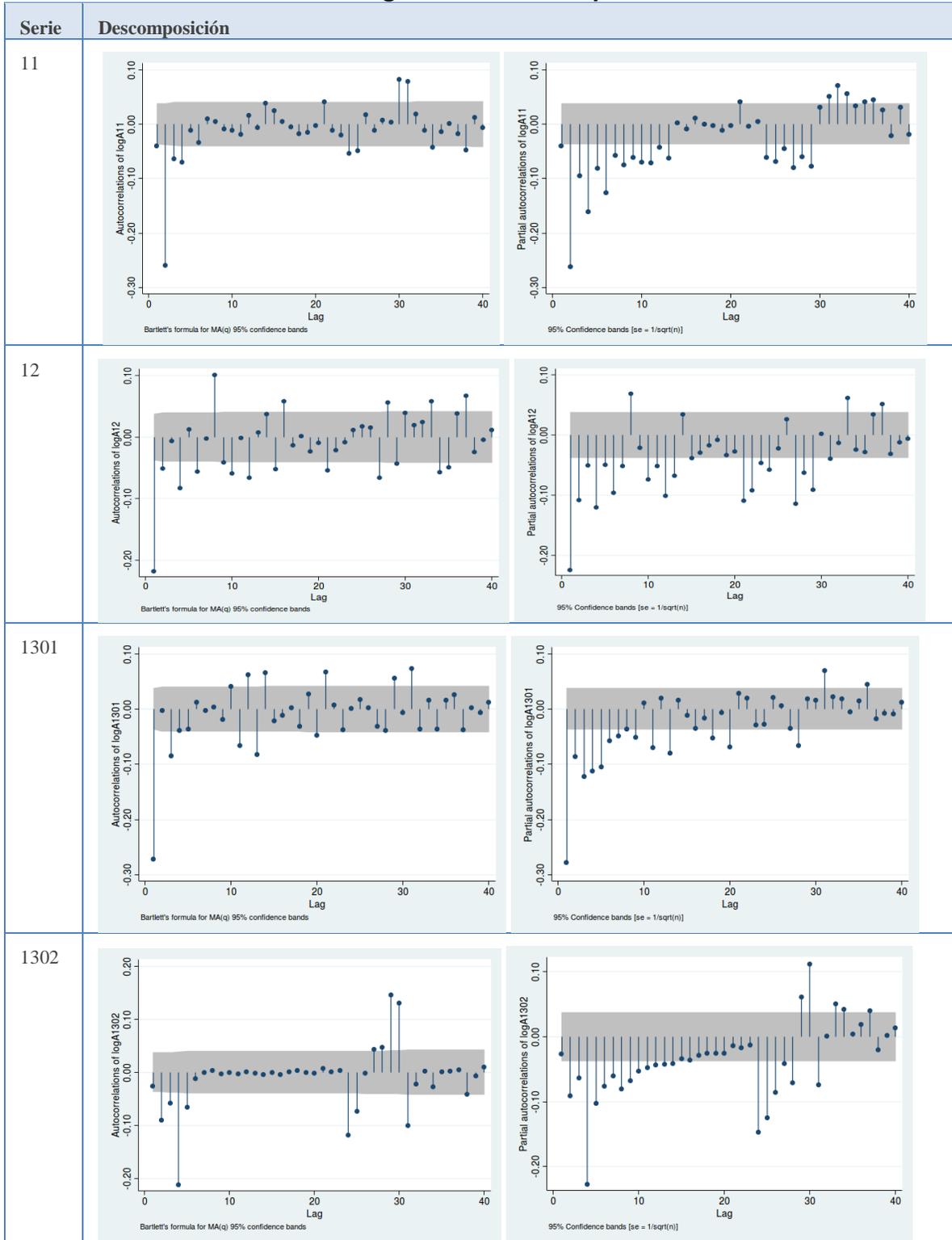
La hipótesis alternativa evalúa si $\beta < 0$, que es equivalente a evaluar $\rho < 1$. La ausencia de una raíz unitaria indica que la serie es estacionaria. (Gujarati D., 2010)

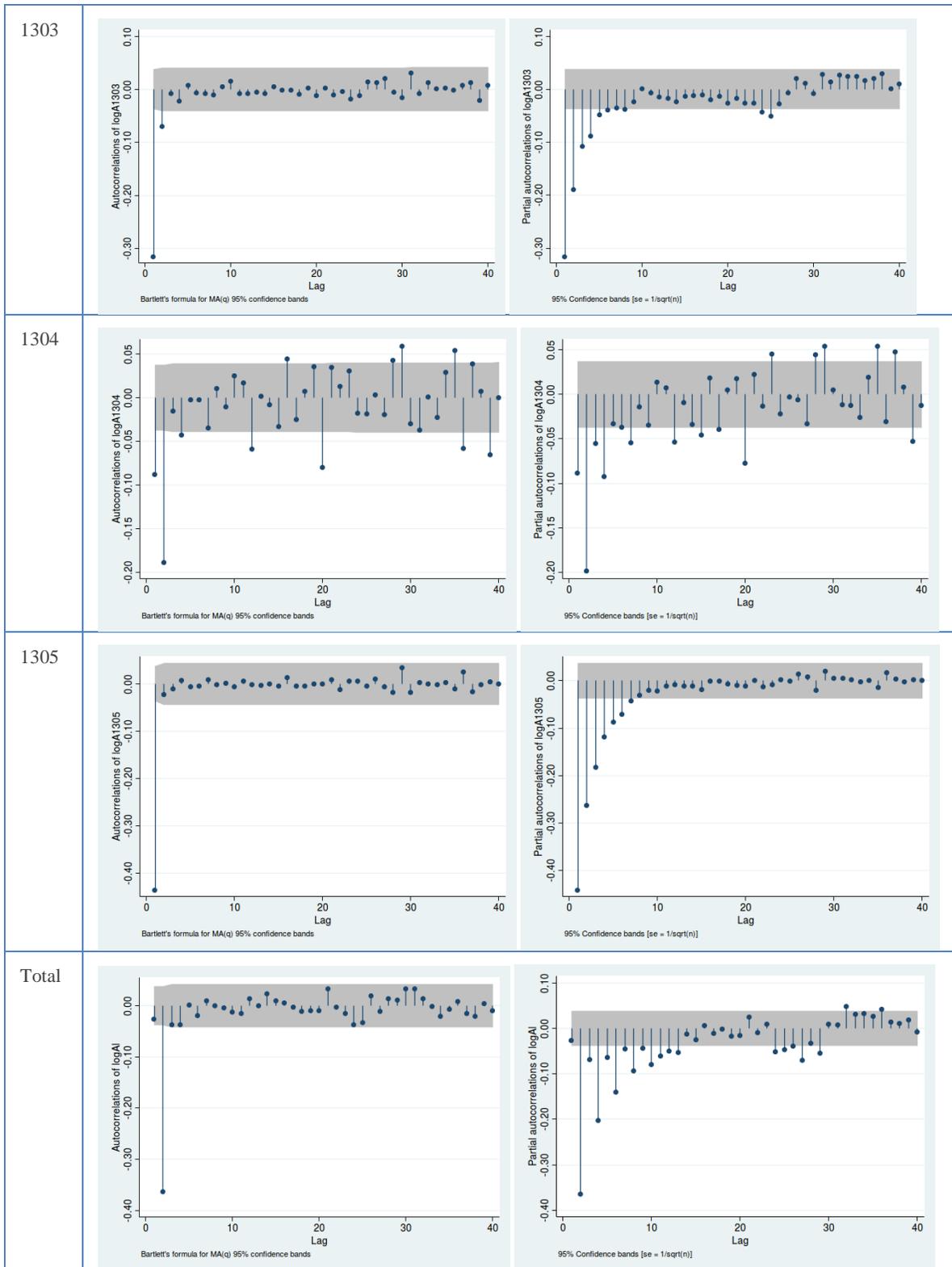
En cada serie la prueba resultó significativa para todos los niveles contrastados, aunque en la serie 1302 hubo un estadístico menos significativo.

Para cada serie se utilizaron modelos en el dominio del tiempo, con el fin de analizar su comportamiento. Se escogió la metodología de Box–Jenkins, complementada con el uso de modelos GARCH.

Para la selección del modelo ARIMA a utilizarse, se comparó varios modelos a través del BIC, luego de analizar los correlogramas:

Gráfico No. 46 Correlogramas Activos Líquidos





Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Y las pruebas de correlación alternativa de Durbin (Ho: no se evidencia correlación serial). Al respecto el estadístico d de la prueba puede tomar valores entre 0 y 4, donde valores menores a 2 sugieren la existencia de correlación. En 1970, Durbin, sugirió una prueba alternativa para modelos con rezagos de variables dependientes y extendida para modelos AR(p) más generales:

$$u_t = \sum_{i=1}^p \rho_i u_{t-i} + \varepsilon_t$$

Donde ε_t se asume independiente y de igual distribución con varianza σ^2 , pero no se requiere que sea normal. Mientras la hipótesis nula de esta prueba asume que no existe correlación de ningún orden, la hipótesis alternativa señala que puede existir correlación en algún rezago. (Durbin, 1970)

Cuadro No.32
Prueba de correlación Durbin

Serie	Valor-p 1 rezago
11	0.9804
12	0.0000
1301	0.0000
1302	0.0000
1303	0.1545
1304	0.0000
1305	0.0000
Total	0.1579

La metodología propuesta conduce a modelos de la forma:

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$Var(\varepsilon_t) = \sigma_t^2 = \gamma_0 + \alpha_{1,1} \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_{2,1} \sigma_{t-1}^2$$

2.7.3.2. Modelo Garch:

1er componente: autoregresiva de los rezagos

2do componente: variabilidad autoregresiva de los rezagos o residuos.

Donde ε_t sigue una distribución Gaussiana.

Se ajustaron los siguientes modelos ARIMA para la media de la serie de retornos, con ayuda del software Stata:

Cuadro:33
Ajuste de Modelo ARIMA

Serie	Modelo	BIC	AIC
11	ARIMA(2,0,3)	-8899.72	-8935.41
12	ARIMA(1,1,1)	-93898.52	-93881.09
1301	ARIMA(2,1,2)	-99779.39	-99749.65
1302	ARIMA(1,1,1)	-91074.71	-91057.28
1303	ARIMA(2,1,2)	-91877.12	-91848.07
1304	ARIMA(3,1,1)	-91077.75	-91048.71
1305	ARIMA(1,1,2)	-95634.58	-95610.79
Total	ARIMA(2,1,2)	-9929.21	-9964.9

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

BIC: estadístico bayesiano para evaluar la bondad de ajuste del modelo

AIC: exactamente igual al BIC, difiere con evaluar la probabilidad de observar el conjunto de datos dado el conjunto de parámetros. Al comparar dos o más modelos se preferirá el que tenga, el menor valor de AIC. Una ventaja del AIC es que resulta útil no sólo para el desempeño de la predicción dentro de la muestra, sino también para el de la predicción fuera de la muestra de un modelo de regresión. Asimismo, es útil para los modelos anidados y no anidados. (Gujarati D, 2010).

El criterio de información bayesiano o de Schwarz, se define como:

$$\ln BIC = k/n \ln n + \ln(SCR/n)$$

Al igual que el AIC el modelo es mejor cuanto más pequeño es el BIC, sin embargo el BIC penaliza más la pérdida de grados de libertad conduciendo a la selección de modelos más simples. (Greene, 2012)

Ambos parámetros, que reemplazan al r cuadrado, se calculan maximizando la verosimilitud, con los siguientes coeficientes:

Cuadro.34
Cálculo coeficientes ARMA

Serie	Constante	Coefficientes AR	Coefficientes MA
11		-0.1283 0.2756*	-0.0153 -0.6526* -0.1008
12	-.0005209	.6730998*	-.9199679*
1301	-.0019713	.2979667	-.3827636
1302			
1303	-.0112541*	-.5893554*	.6336711*
1304			
1305	-.0021963*	-.2674164*	-.1480833*
Total	0.0003818	0.061924* 0.119797*	-0.191528* -0.612418*
* Significativo al 5%			

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Las series de retornos de 1301, 1302, 1304, no tienen componentes ARMA o no son significativos, por tanto su comportamiento es muy cercano a ruido blanco:

Los residuos de las series anteriores u_t se modelan a través de la familia de modelos GARCH:

$$\sigma_t^2 = \gamma_0 + \alpha_{1,1}\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_{2,1}\sigma_{t-1}^2$$

Previamente se realiza una prueba de Lagrange de Engle para efectos de heterocedasticidad condicionada obteniéndose los siguientes resultados (Ho: No efectos GARCH). La hipótesis nula asume ausencia de componentes ARCH sobre el error de una regresión. La hipótesis alternativa establece que en presencia de

componentes ARCH, al menos uno de los coeficientes estimados para estos componentes es diferente de cero. (Engle, 1982)

Cuadro.35
Prueba de Lagrange de Engle

Serie	Chi Sq	Grados de libertad	Valor-p	Efectos GARCH
11	0.001	1	0.9804	No
12	64.903	1	0.0000	Si
1301	396.84	1	0.0000	Si
1302	0.056	1	0.8135	No
1303	612.746	1	0.0000	Si
1304	1.332	1	0.2485	No
1305	701.713	1	0.0000	Si
Total	0.0000	1	0.9936	No

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Para las series donde los efectos son significativos se obtuvieron los siguientes coeficientes:

Cuadro No.36
Cálculo Verosimilitud ARMA

Serie	Constante	Coficiente AR	Coficiente MA	Log Verosimilitud	Varianza no condicionada
12	0.000076*	.0246369*	.9735137*	629.6944	0.041
1301	0.000162	0.127677*	0.915876*	2309.399	
1303	0.002151	4.20185*	0.01391*	3638.759	
1305	0.094452*	0.463859*	0.008918*	1717.637	0.179
Total	0.0007617*	0.0676385*	0.4155088*	5305.126	0.0015
* Significativo al 5%					

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

El modelo GARCH parece no ser apropiado para las series 1301 y 1303 donde no se obtuvo una varianza no condicionada definida. Para las otras series, el parámetro AR ($\alpha_{1,1}$) explica cuán rápido cambia el valor de los retornos (tiempo de reacción a perturbaciones), mientras el coeficiente MA ($\alpha_{2,1}$) explica cuan persistente es la heterocedasticidad condicionada a través del tiempo.

Riesgo para las series 11 y total:

Cuadro No.37
Cálculo Valor en Riesgo Modelo Garch - Activos Líquidos

Serie	Volatilidad	VaR
11	0.1042	557,787,517
Total	0.0839	665,094,187

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

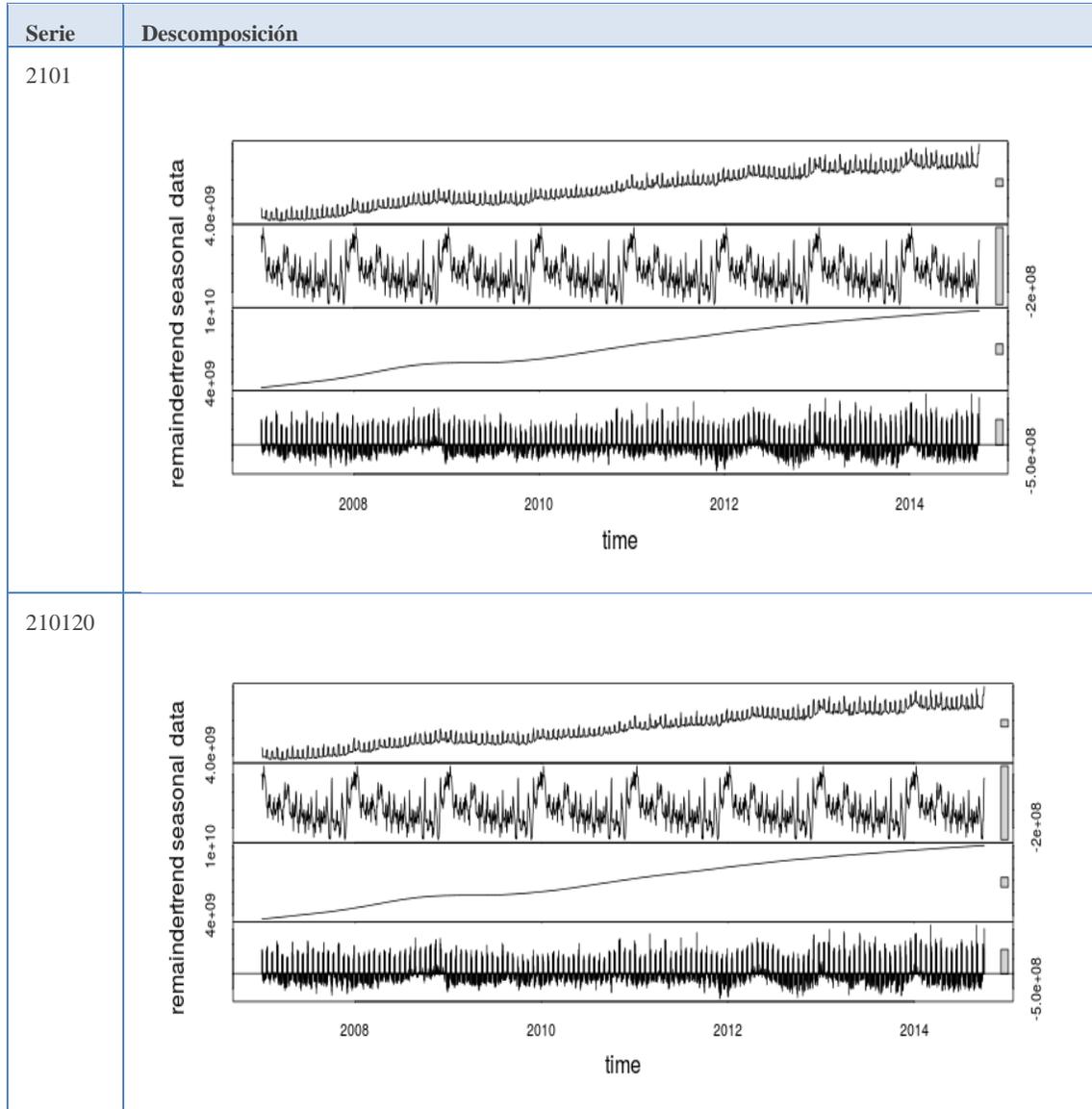
Fuente: Superintendencia de Bancos

Como se puede apreciar la variable 11 tiene un VaR aproximadamente igual al 83,86% del VaR de la serie total.

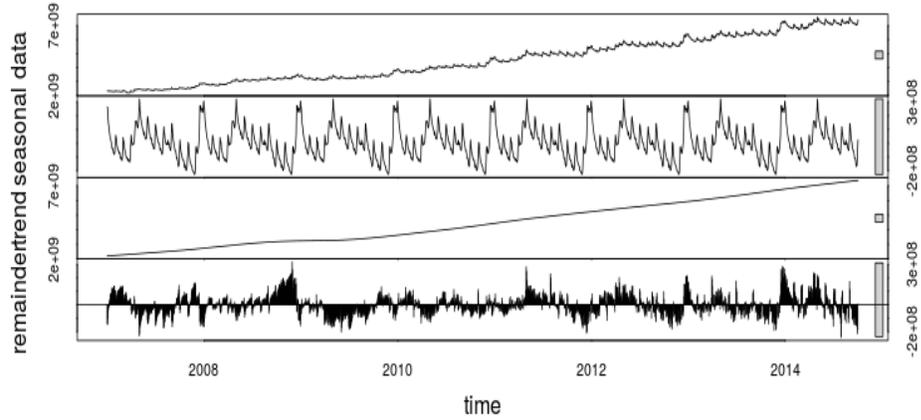
2.7.4. Análisis Fuentes de Fondo

2.7.4.1. Estacionalidad

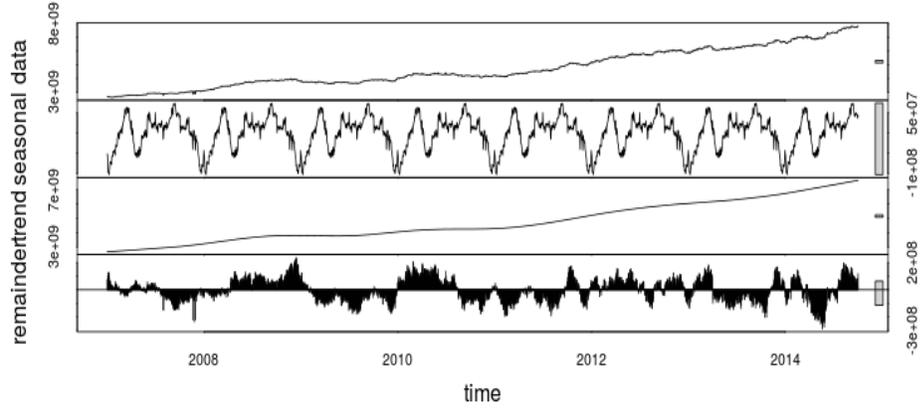
Gráfico No.47
Análisis Estacionalidad Fuentes de Fondo



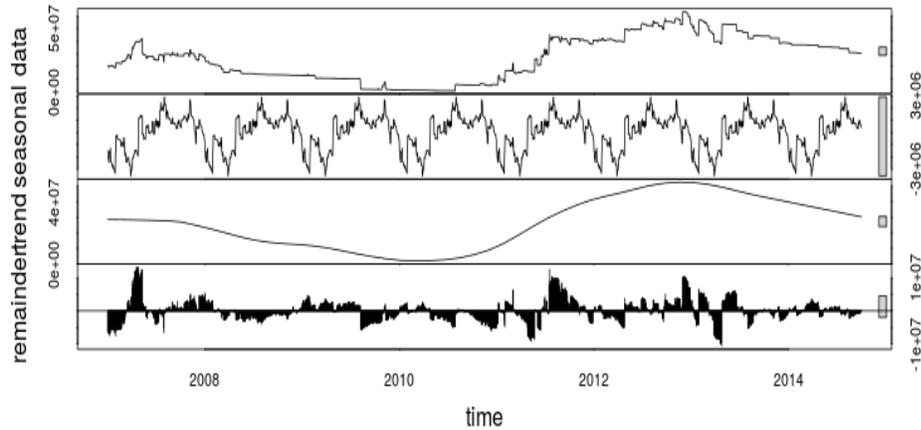
210135

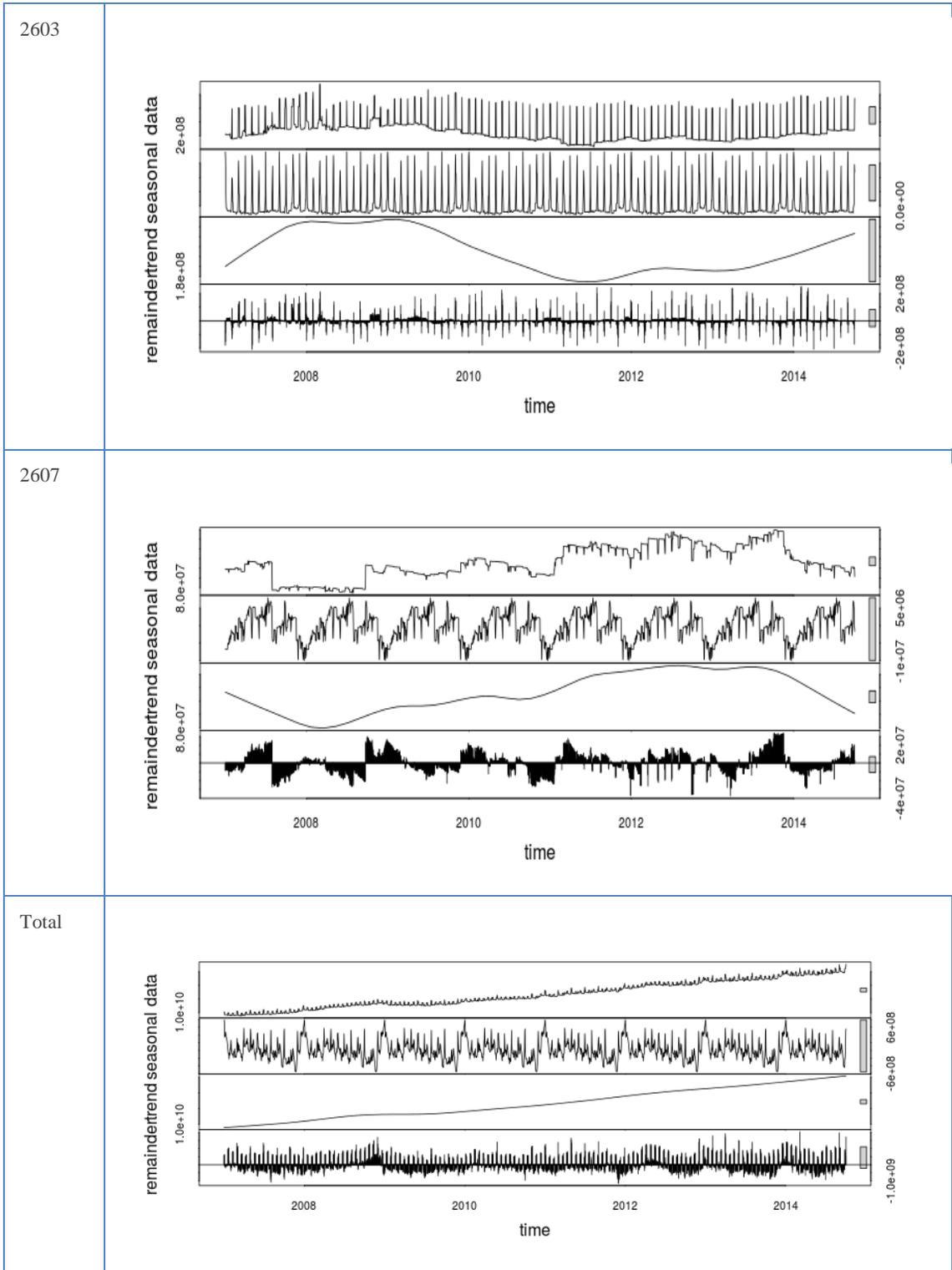


2103



2602





Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Con excepción de las series 2602, 2603 y 2607, las series de tiempo de las fuentes de fondeo muestran una tendencia creciente. Las series presentan ciclos anuales, exceptuando nuevamente la serie 2603 que parece mostrar una mayor estacionalidad.

Con el fin de trabajar con series estacionarias se calcula las primeras diferencias del logaritmo natural de las series originales (retornos), las nuevas series obtenidas se confirman estacionarias mediante la prueba de Dickey-Fuller para raíces unitarias, los resultados se resumen a continuación:

Cuadro No.38
Prueba de Dickey-Fuller Fuentes de Fondeo

Serie	Estadístico de Prueba	Valor crítico 1%	Valor crítico 5%	Valor crítico 10%
2101	-27.247	-3.430	-2.860	-2.570
210120	-38.284			
210135	-30.855			
2103	-36.474			
2602	-27.068			
2603	-37.703			
2607	-29.929			
Total	-27.711			

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

La hipótesis alternativa evalúa si $\beta < 0$, que es equivalente a evaluar $\rho < 1$. La ausencia de una raíz unitaria indica que la serie es estacionaria³⁶.

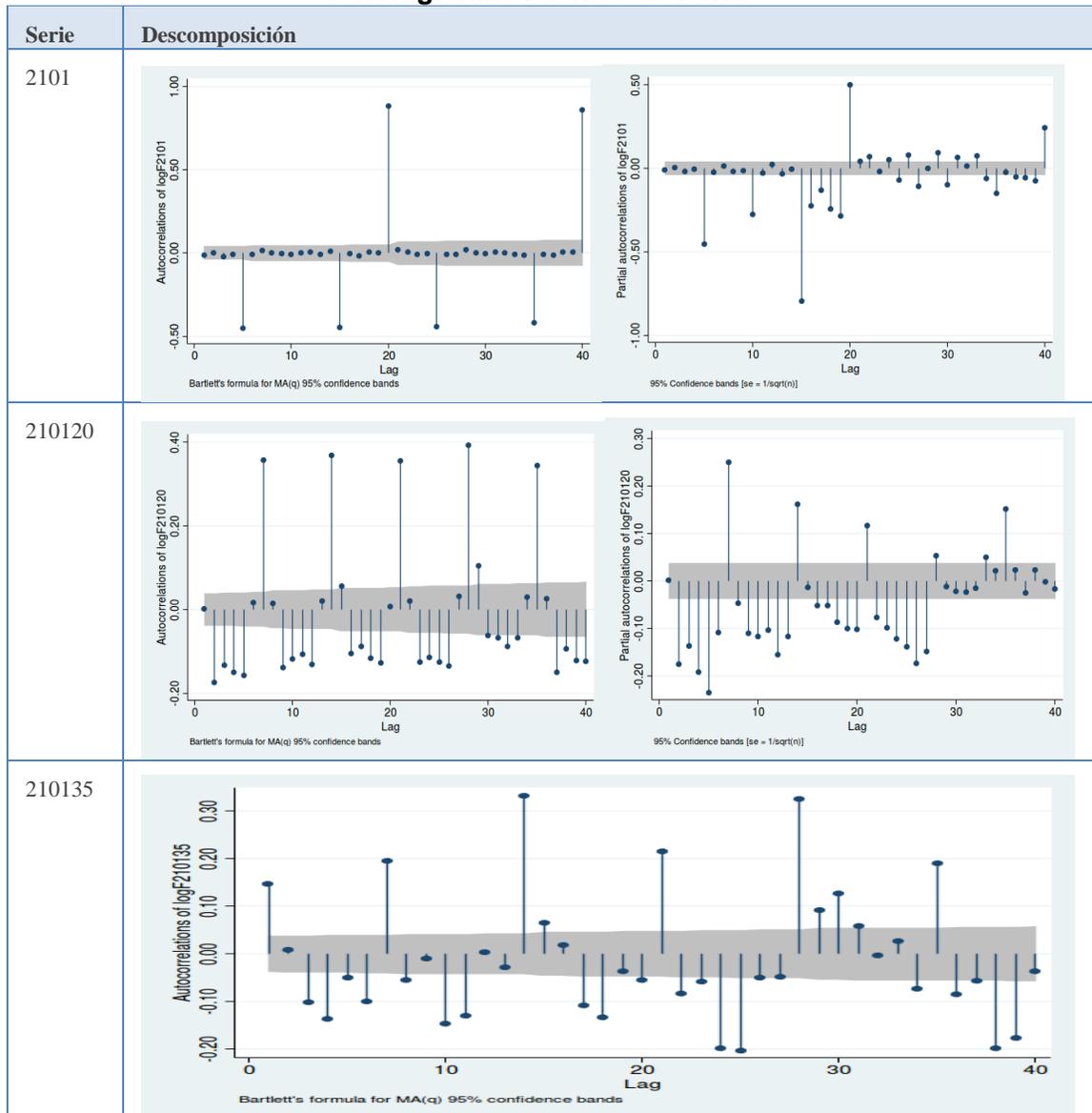
En cada serie la prueba resultó significativa para todos los niveles contrastados.

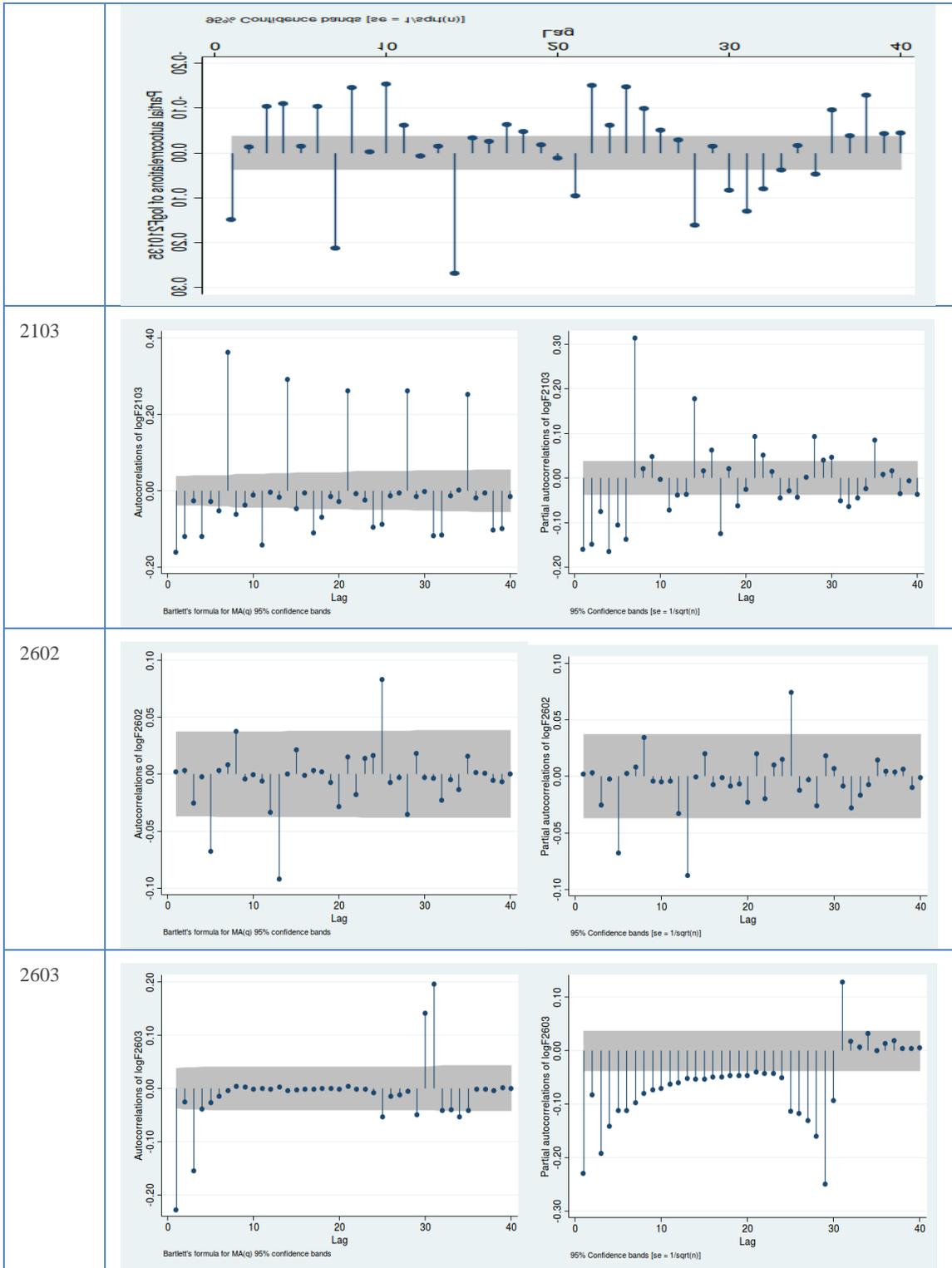
Para cada serie se utilizaron modelos en el dominio del tiempo, con el fin de analizar su comportamiento. Se escogió la metodología de Box–Jenkins, complementada con el uso de modelos GARCH.

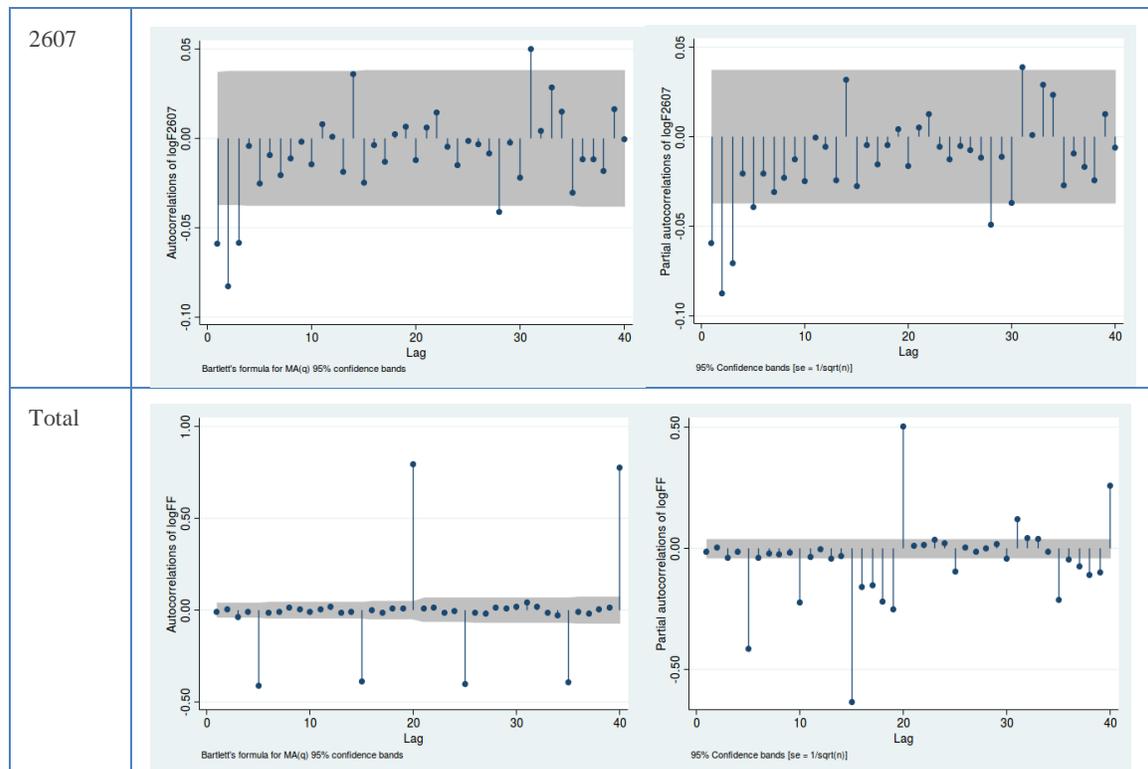
³⁶ Damodar N. Gujarati, “*Econometría*”, USA, West Point, Mc Graw Hill, 2010.

Para la selección del modelo ARIMA a utilizarse, se comparó varios modelos a través del BIC, luego de analizar los correlogramas:

Gráfico No.48
Correlogramas Fuentes de Fondeo







Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Y las prueba de correlación alternativa de Durbin (H_0 : no se evidencia correlación serial). H_0 corresponde a la hipótesis nula de esta prueba, mientras que la hipótesis alternativa señala que puede existir correlación en algún rezago.. El estadístico d de la prueba puede tomar valores entre 0 y 4, donde valores menores a 2 sugieren la existencia de correlación. (Durbin, 1970)

Cuadro No.39
Prueba correlación alternativa de Durbin – Fuentes de Fondo

Serie	Valor-p 1 rezago	Valor-p 2 rezagos	Valor-p 3 rezagos
2101	0.5901	0.8573	0.7975
210120	0.9093	0.0000	0.0000
210135	0.0000	0.0000	0.0000
2103	0.0000	0.0000	0.0000
2602	0.9025	0.9799	0.6031
2603	0.0000	0.0000	0.0000
2607	0.0016	0.0000	0.0000
Total	0.5296	0.8050	0.2464

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

La metodología propuesta conduce a modelos de la forma:

$$y_t = ARMA(p, q) + \epsilon_t$$

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t$$

$$Var(\epsilon_t) = \sigma_t^2 = \gamma_0 + \alpha_{1,1} \epsilon_{t-1}^2 + \alpha_{2,1} \sigma_{t-1}^2$$

Donde ϵ_t sigue una distribución Gaussiana.

Se ajustaron los siguientes modelos ARIMA para la media de la serie de retornos, con ayuda del software Stata:

Cuadro No.40
Ajuste del modelo ARIMA – Fuentes de fondeo

Serie	Modelo	BIC	AIC
2101	ARIMA(0,1,0)	-8790.79	-8802.685
210120	ARIMA(3,1,2)	443.58	485.22
210135	ARIMA(1,1,1)	-18901.77	-18925.56
2103	ARIMA(1,1,1)	-21204.78	-21228.57
2602	ARIMA(0,1,0)	-7228.79	-7234.73
2603	ARIMA(3,1,1)	-1663.89	-1693.6
2607	ARIMA(1,1,1)	-11855.5	-11873.34
Total	ARIMA(1,1,0)	-13502.9	-13525.88

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

De las series modeladas, los comportamientos de las series 2101(neta) “Depósitos en cuenta corriente”, 210135 “Depósitos de ahorro” y 2103 “Depósitos a Plazo”, son los que presentan mayor ajuste debido a que los parámetros AIC son los más bajos o de menor valor. En el mismo sentido, se observa los valores de BIC, que así mismo son los de menor valor, demostrando mayor ajuste respecto a las otras series de las fuentes de fondeo, lo que se corrobora adicionalmente, al evaluar los coeficientes ARMA:

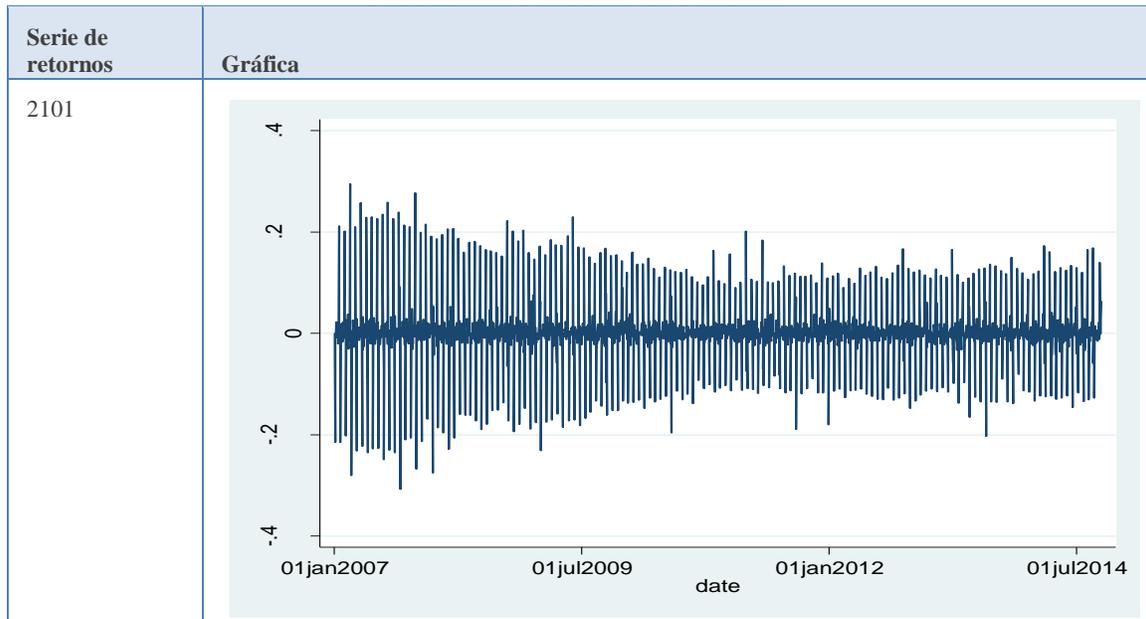
**Cuadro No.41
Cálculo coeficientes ARMA**

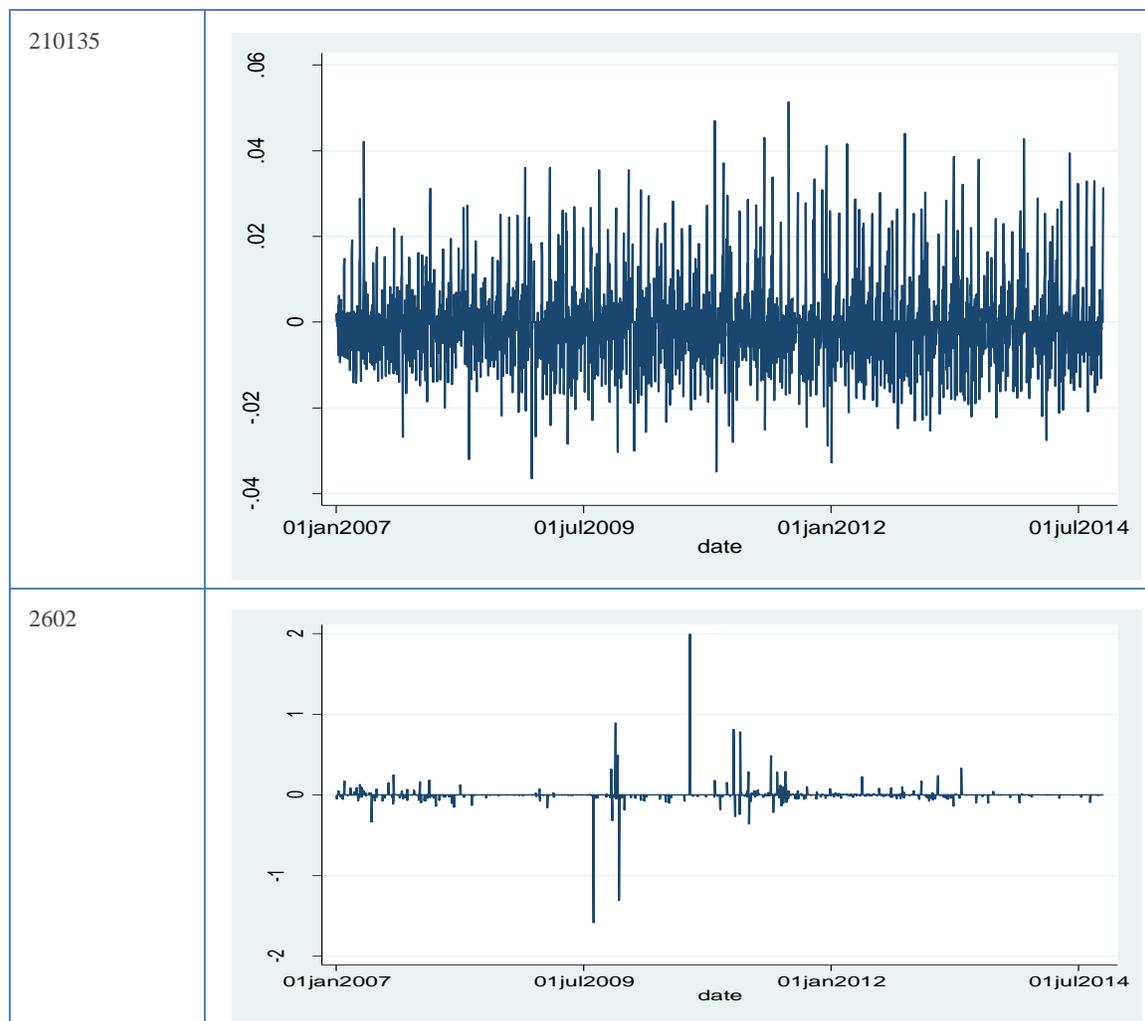
Serie	Constante	Coefficientes AR	Coefficientes MA
2101	0.00386*		
210120	0.2610*	-0.0710 0.5601* -0.1287*	-0.0560 -0.8783
210135	0.0004*	0.1106	0.038
2103	0.0003*	0.5990*	-0.7365*
2602	0.0001		
2603	0.0023	-0.1764*	-0.4755*
2607	0.0296*	0.7513*	-0.8429*
Total	0.0003*	0.7721*	-0.9753*
* Significativo al 5%			

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Las series de retornos 2101, 210135, 2602, no tienen componentes ARMA o no son significativos, por tanto su comportamiento es muy cercano a ruido blanco:

**Gráfico No.49
Volatilidad Fuentes de Fondeo**





Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Los residuos de las series anteriores u_t se modelan a través de la familia de modelos GARCH:

$$\sigma_t^2 = \gamma_0 + \alpha_{1,1}\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_{2,1}\sigma_{t-1}^2$$

Previamente se realiza una prueba de Lagrange de Engle para efectos de heterocedasticidad condicionada obteniéndose los siguientes resultados (Ho: No efectos GARCH). La hipótesis nula asume ausencia de componentes ARCH sobre el error de una regresión. La hipótesis alternativa establece que en presencia de

componentes ARCH, al menos uno de los coeficientes estimados para estos componentes es diferente de cero. (Engle, 1982)

Cuadro No.42
Prueba de Lagrange de Engle – Fuentes de Fondeo

Serie	Chi Sq	Grados de libertad	Valor-p	Efectos GARCH
2101	10.799	1	0.0010	SI
210120	0.013	1	0.9093	No
210135	6.147	1	0.0132	Si
2103	2824.376	1	0.0000	Si
2602	0.012	1	0.9143	No
2603	124.238	1	0.0000	Si
2607	0.067	1	0.7952	No
Total	1.688	1	0.1938	No

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Para las series donde los efectos son significativos se obtuvieron los siguientes coeficientes:

Cuadro No.43
Cálculo Verosimilitud – Fuentes de Fondeo

Serie	Constante	Coefficiente AR	Coefficiente MA	Log Likelihood	Varianza no condicionada
2101	0.0043*	0.0367*	-0.9787*	4668.56	0.002200
210135					
2103	4.44e-6*	0.0356*	0.8062*	10836.93	0.000028
2603	0.0172*	0.1637*	0.3608*	835.9794	0.036172
Total	0.0020*	0.0281*	-0.9882*	6843.49	0.001020
* Significativo al 5%					

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

En todos los casos la suma de los coeficientes GARCH del modelo es menor a 1 por tanto, la varianza de los errores se encuentra definida. El parámetro AR ($\alpha_{1,1}$) explica cuán rápido cambia el valor de los retornos (tiempo de reacción a perturbaciones), mientras el coeficiente MA ($\alpha_{2,1}$) explica cuan persistente es la heterocedasticidad condicionada a través del tiempo.

Riesgo para las series 2101, 210135, 2103 y total, asumiendo varianza constante

Cuadro No.44
Cálculo volatilidad varianza constante

Serie	Volatilidad	VaR	% del Total
2101	0.1018	1,211,864,986	94,3
210135	0.0172	127,678,778	9,9
2103	0.0118	91,772,906	7,1
Total	0.0461	1,289,518,016	

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Riesgo para las series 2101 y Total según modelo GARCH:

Cuadro No.45
Cálculo Var modelo GARCH

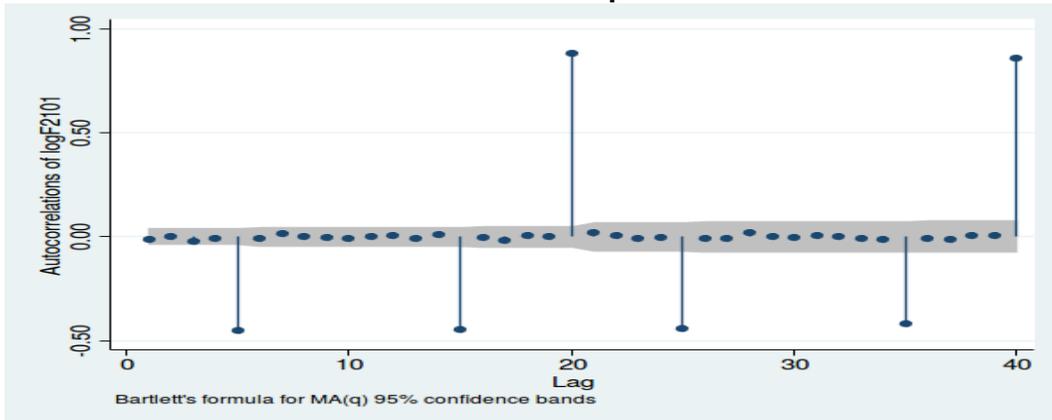
Serie	Volatilidad	VaR	% del Total
2101	0.1042	1,241,022,000	91,0
Total	0.0490	1,363,051,572	

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

2.7.4.2. Consideraciones sobre la estacionalidad

La periodicidad observada en la descomposición, es más evidente en las fuentes de fondeo que en los activos líquidos, como se observa en el gráfico de correlaciones de la serie 2101

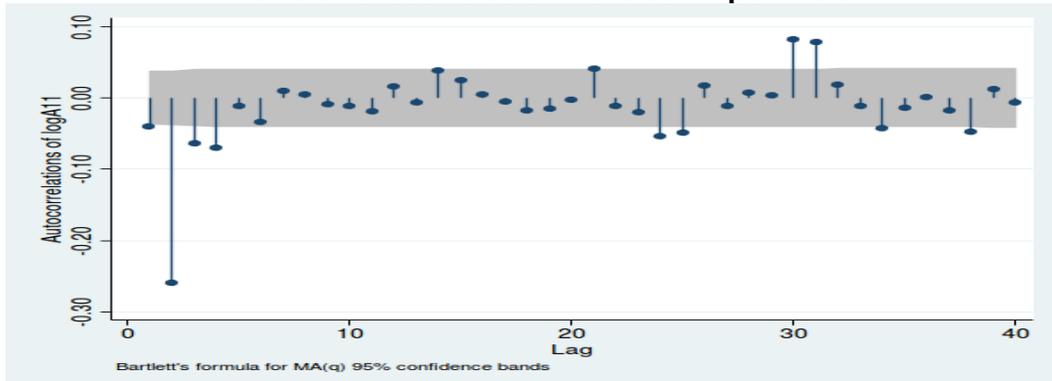
Gráfico No.50
Análisis Autocorrelación Depósitos a la Vista



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
 Fuente: Superintendencia de Bancos

Se puede ver un pico de correlación en intervalos periódicos. Dado su espaciamiento se puede presumir que además de los ciclos anuales, tenemos ciclos de 10 días, que están casi ausentes en las series de activos líquidos:

Gráfico No.51
Análisis Autocorrelación Fondos Disponibles

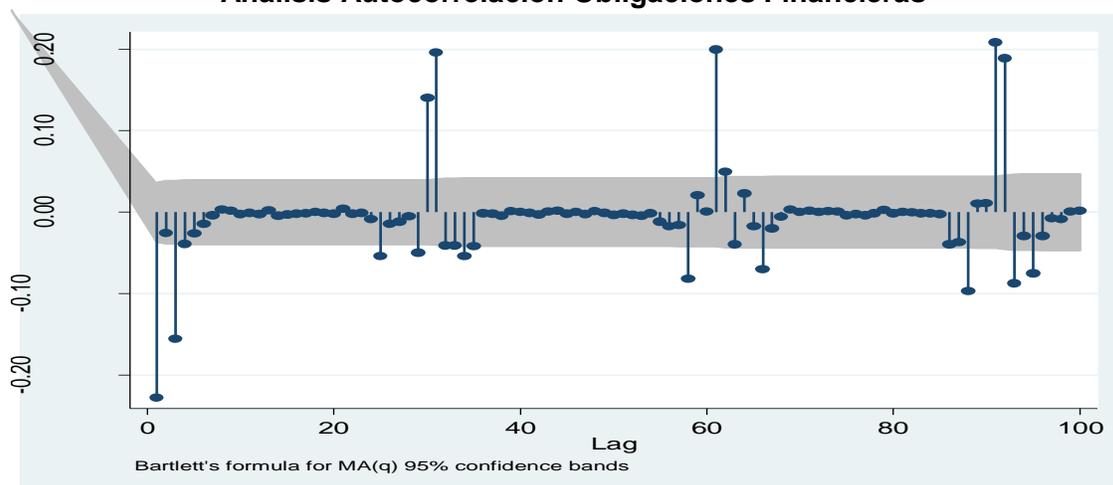


Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
 Fuente: Superintendencia de Bancos

Las series 11, 1303 y total de activos líquidos presentan tendencia creciente y ciclos anuales. En las otras series aun cuando se mantiene el comportamiento en ciclos anuales no se observa una tendencia definida.

Para las fuentes de fondeo, con excepción de las series 2602, 2603 y 2607, las series de tiempo muestran una clara tendencia creciente. De igual forma todas las series presentan claros ciclos anuales, exceptuando nuevamente la serie 2603 donde la estacionalidad es menos clara.

Gráfico No. 52
Análisis Autocorrelación Obligaciones Financieras



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Un análisis del gráfico de correlaciones extendido a 100 rezagos, en esta última serie demuestra una estacionalidad en ciclos mensuales, además de la estacionalidad anual. El mismo tipo de análisis muestra que la serie de fuentes de fondeo totales, hereda la estacionalidad en períodos de 10 días de la serie F2101.

2.7.4.3. Consideraciones sobre la Correlación

De acuerdo a las pruebas de hipótesis para efectos de heterocedasticidad condicionada, se puede considerar que existe evidencia de estos efectos solo en la serie 21. La evidencia no es suficiente para justificar modelos GARCH en las series 11, y totales tanto de Activos líquidos como fuentes de fondeo.

Pruebas de correlación:

Cuadro No.46
Auto correlación rezagos Fuentes de Fondeo

Serie	Valor-p 1 rezago	Valor-p 2 rezagos	Valor-p 3 rezagos
21	0.5901	0.8573	0.6975
Total FF	0.5296	0.8050	0.2464
11	0.0354	0.0000	0.0000
Total AL	0.1579	0.0000	0.0000

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

La aparente correlación sobre todos los rezagos evaluados para los residuos de la serie 21 puede deberse principalmente a los efectos GARCH. La correlación de la serie total de Fuentes de Fondeo, se explica por el componente autoregresivo del modelo ARIMA y por el componente GARCH (a pesar de que falla la prueba para efectos GARCH, los gráficos de residuos sugieren un comportamiento muy similar al de la serie 21).

La serie 11, no presenta autocorrelación significativa, y la serie total de activos líquidos solo una correlación de primer orden, que explica en parte la selección de un modelo ARIMA(2,1,2) para esta serie.

Del análisis efectuado se concluye que de acuerdo a la prueba LM de Engle, las series correspondientes a las sumas totales, no presentan evidencia de un comportamiento GARCH de la varianza. El cálculo preliminar del VaR para estas series, tampoco parece mostrar una diferencia importante entre la predicción del modelo GARCH y el valor obtenido asumiendo varianza constante.

No es necesaria la aplicación de un modelo GARCH para estimar el valor en riesgo.

ARIMA es útil para definir si es necesario aplicar un GARCH o no, posterior a ello es indiferente.

Por lo mencionado el modelo GARCH no tiene impacto significativo.

CAPÍTULO III

3.1. Comparativo de VAR de la norma vigente (VAR de varianza - covarianza), versus el VAR de simulación histórica, y VAR de simulación de Montecarlo, contruidos en diferentes ventanas temporales.

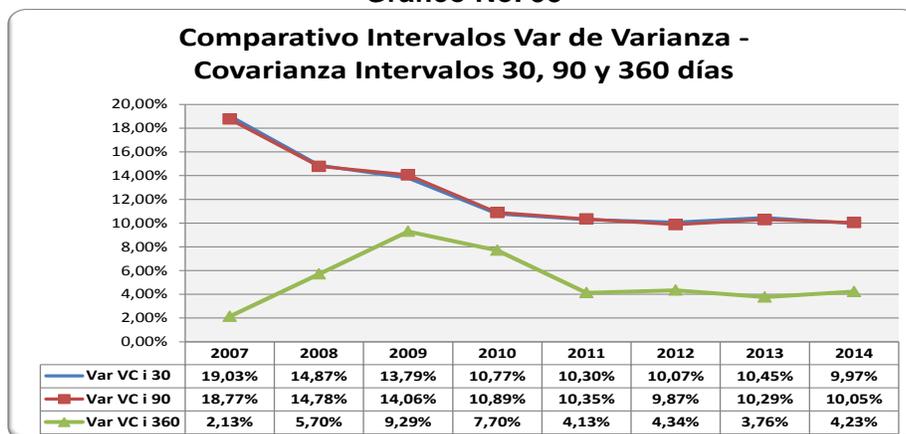
Todos los cálculos de valor en riesgo basado en los tres métodos tradicionalmente utilizados y que consideran que los fuentes de fondeo en su conglomerado total sigue una distribución normal conforme se demostró en el análisis econométrico de las series (Capítulo 2, Numeral 2.26), se efectuaron a un nivel de significancia del 95%, y con diferentes horizontes temporales, a fin de comparar con los resultados de la metodología de Var (varianza covarianza) utilizada por la banca privada para el cálculo de volatilidad de las fuentes de fondeo.

3.1.1. VAR de varianza – covarianza de 30, 90 y 360 de intervalo de rendimientos

El propósito de análisis se dirigió a evaluar si el cambio en el cálculo de los intervalos del Var de varianza – covarianza aplicado en la norma de liquidez ecuatoriana provoca una mayor elasticidad en la curva de riesgo o sensibilidad, considerado el mismo horizonte temporal de 90 días para el cálculo de los rendimientos. Los resultados demostraron que el intervalo de 90 días arrojó prácticamente el nivel de riesgo que los intervalos de 30 días; no así en el caso del intervalo de 360 días utilizado en el cálculo de este tipo de Var, denotando que el nivel de riesgo disminuye en promedio a menos de la mitad respecto a los intervalos de 30 y 90 días. La simulación del intervalo de 360 días, tuvo como propósito relacionar datos de días similares, es decir que sucede con la serie de rendimientos si se compara el saldo de los depósitos del público del 2 de enero del año 2014 frente al saldo del 2 de enero del año 2013; los niveles de riesgo son evidentemente menores, puesto que con este tipo de intervalo, se está minimizando la estacionalidad, debido a que se compara períodos similares en cantidad de liquidez que varían dentro de

1 año en base al hábito del consumo y fechas estacionales por ingreso a clases, navidad, etc. Técnicamente es acertado el cálculo del intervalo de 360 días, sin embargo con este tipo de Var (varianza – covarianza) no es recomendable, debido al efecto de disminución de riesgo que provoca en desmedro de las medidas prudenciales de resguardo de liquidez que se debe exigir a la banca privada.

Gráfico No. 53

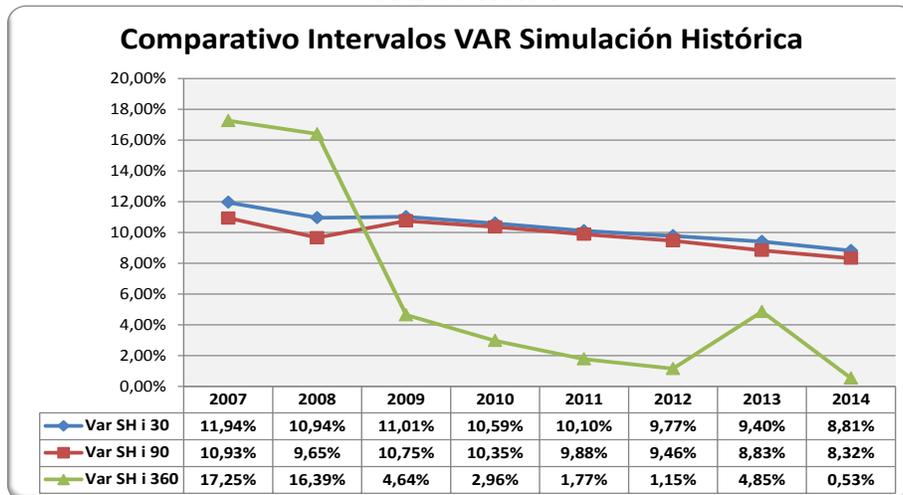


Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

3.1.2. VAR de Simulación Histórica de 30, 90 y 360 de intervalo de rendimientos

El objetivo apuntó a buscar mayores niveles de riesgo por aplicación de un método de a que a diferencia del método anterior, considera un amplio horizonte de tiempo; los resultados demostraron, niveles de riesgo en promedio cercanos al 10% con un rango de un punto y medio arriba y un punto y medio por debajo, denotando niveles de riesgo un poco inferiores a los determinados con el Var de varianza y covarianza sobre intervalos de 30 y 90 días. Mientras que en el intervalo de 360 días, es drástica la disminución en los niveles de riesgo, puesto que el Var de simulación histórica al contar con un menor espectro de rendimientos por el hecho de considerar intervalos anuales para el cálculo de rendimientos, pierde predictibilidad y subestima el nivel de riesgo de liquidez, conforme se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico No.54



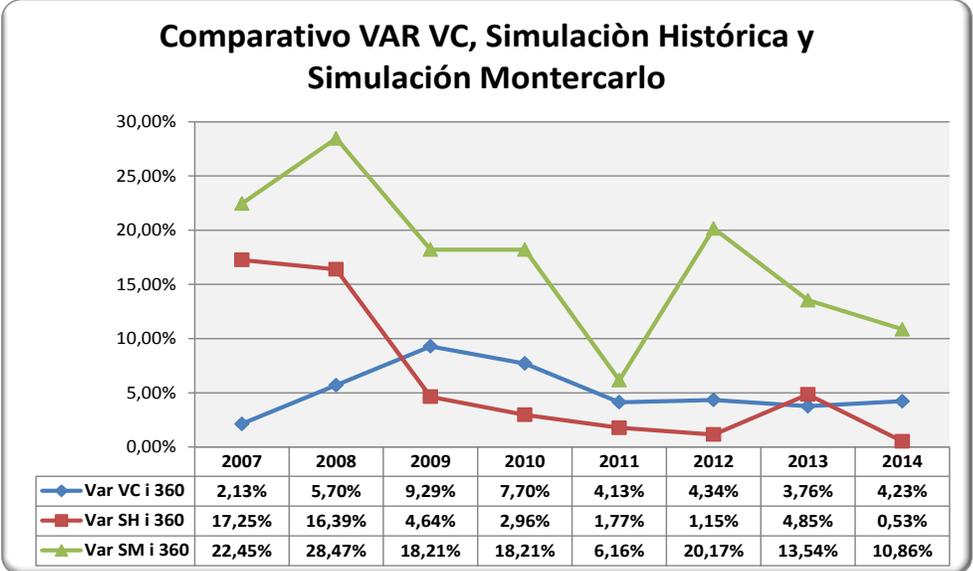
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
 Fuente: Superintendencia de Bancos

3.1.3. VAR de Varianza – Covarianza Vs. Simulación Histórica Vs. Simulación Montecarlo

Como demuestra el siguiente gráfico los niveles de riesgo promedio, de la simulación de Montecarlo son significativamente mayores que los métodos de Var de varianza y covarianza y Simulación Histórica calculados con intervalos de 360 días, lo cual responde al múltiple número de eventos estocásticos que considera la metodología (en el caso de las simulaciones realizadas se utilizó 10.932 valores aleatorios). Esta situación ocasiona una mayor sensibilidad o elasticidad equivalente a un mayor número de percentiles y rendimientos. En el siguiente gráfico, se demuestra que los niveles de riesgo, determinados a través de la simulación de Montecarlo, no son estables, puesto que demuestran una alta variabilidad, lo que se demuestra en el siguiente gráfico, en el cual, durante el período 2007 a 2010, al 95% de IC, los niveles de riesgos fueron cercanos al 20% (por arriba y por debajo de ese nivel), mientras que en el año 2011 cae drásticamente al 6,16%, y en los años posteriores sube nuevamente al 20%, demostrando una movimiento oscilatorio en el riesgo asociado a la ciclicidad y épocas de riesgo acontecidas en el sistema, conforme demuestra el nivel de riesgo del año 2008, que

superó el 28% asociado a la sensibilidad que experimentaron ese año los depósitos de la banca privada a consecuencia de la crisis financiera de los Estados Unidos. Del análisis realizado, es la metodología más recomendable para estimar el riesgo de liquidez y más que todo con fines prudenciales, determinar reservas cíclicas que actualmente no considera la norma de liquidez en la banca privada.

Gráfico No.55



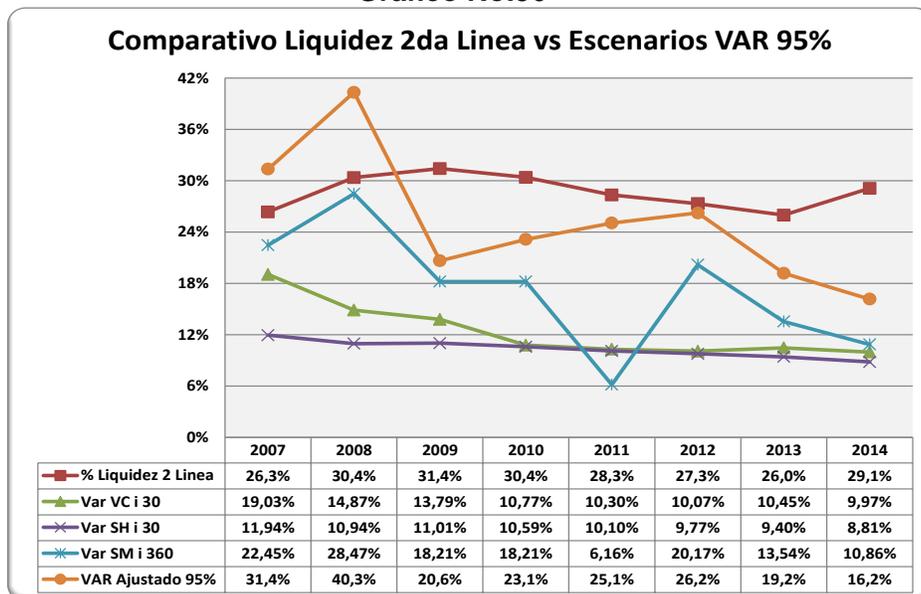
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

3.2. Comparativo de los requerimientos de liquidez del numeral 3.1. frente a los resultados surgidos del cálculo del VAR (varianza – covarianza), VAR de simulación histórica y VAR de simulación de Montecarlo, aplicados a los activos líquidos, utilizando diferentes ventanas temporales.

Se destacan las simulaciones con resultados relevantes realizadas en todos los casos sobre un horizonte temporal de un año y al 95% de nivel de significancia, por ello se hace una comparación de los resultados del Var de varianza y covarianza con intervalo de 60 días, que corresponde al procedimiento de cálculo de volatilidad de la norma vigente, versus la norma vigente, versus los resultados de la simulación histórica con intervalo de 30 días, frente a la simulación histórica medida con intervalos anuales. A estos

escenarios, se añade el ajustado, que se calculó utilizando el método de Montecarlo, en base al valor en riesgo de las fuentes de fondeo más un componente de riesgo adicional identificado en los activos líquidos, esto como criterio de realizar una prueba de estrés testing, al indicador de liquidez de 2da línea, y de esa forma identificar, que escenario le afecta en mayor proporción a dicha posición de liquidez, en relación a lo cual, se observa durante el período enero 2007 a septiembre 2014, que la liquidez de 2da línea en todos los años – excepto el año 2008 - cubre la exigencia de riesgo inclusive del escenario ajustado, es decir del valor en riesgo de las fuentes de fondeo sumado al valor en riesgo de los propios activos líquidos, bajo la consideración de que estos últimos tienen mayor volatilidad son más volátiles que las obligaciones del público. No obstante de que existe cobertura de las pérdidas esperadas en el escenario más extremo (ajustado), si se demuestra que exista un riesgo adicional que en primer lugar la norma de liquidez vigente no la considera y en segundo lugar, de que el margen del indicador de liquidez se ve disminuido, como se presenta en el siguiente gráfico:

Gráfico No.56

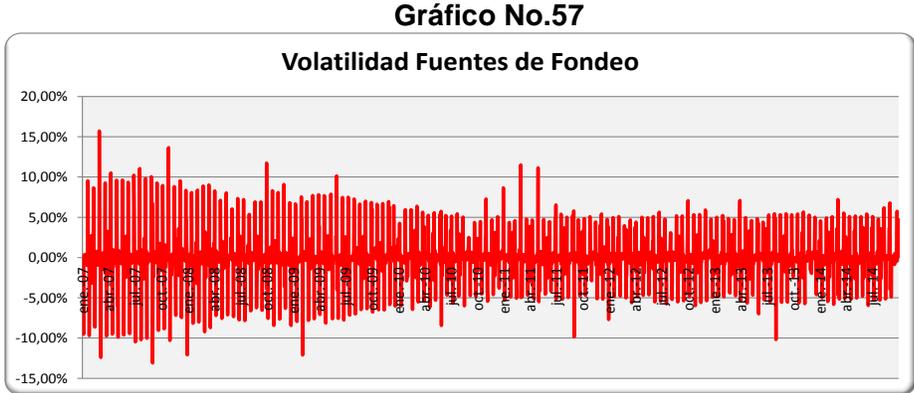


Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

3.3. Análisis de requerimientos de liquidez surgidos de los diferentes escenarios, que correspondan a épocas estacionales.

Conforme se pudo evidenciar en el estudio econométrico efectuado en el numeral 2,7 del Capítulo 2 de la presente Tesis, las fuentes de fondeo conformadas por las obligaciones de público y las obligaciones financieras que contraen los bancos privados con otras instituciones, presenta un comportamiento volátil con picos estacionales que responden a fechas determinadas en un ciclo anual, y que están influenciadas en unos casos por los hábitos de los consumidores como por ejemplo la temporada de navidad, y en otros, por la expansión de liquidez que ocurre con el pago del décimo tercer sueldo en el mes de diciembre de cada año y a la contracción de liquidez que se ocasiona, a mes seguido, esto es en enero de cada año, a consecuencia de los pagos (débitos a cuentas bancarias, abonos a tarjetas de crédito, etc) que deben realizar los depositantes (clientes) de los bancos privados, para honrar el consumo excesivo que efectuaron en el mes de

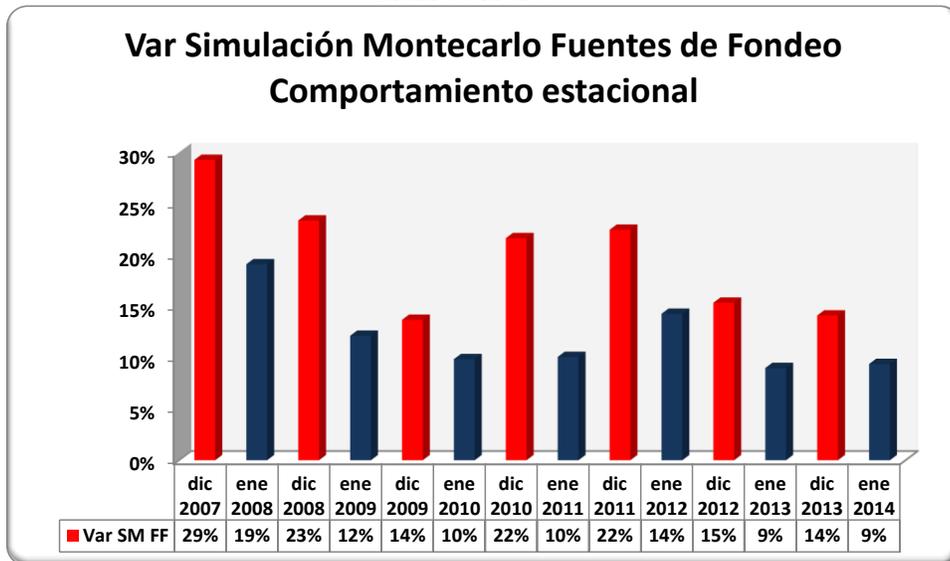
diciembre. Por ello, el gráfico de volatilidad que se ilustra a continuación refleja dicho comportamiento estacional, con mayor presencia de mayor volatilidad comprendida entre los años 2007 y 2011, y una tendencia a la baja del nivel de riesgo a partir del año 2012 en adelante.



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Al analizar en términos de riesgo el comportamiento estacional de las fuentes de fondeo, se calculó el nivel de pérdidas esperadas a través de la simulación de Montecarlo al 95% del nivel de significancia, intervalo anual de rendimientos y horizonte temporal de ciclos anuales, observando que en efecto, en los meses de diciembre representados en el gráfico con el color rojo, sube la cantidad de riesgo por el aumento del consumo y en consecuencia de la liquidez, mientras que en los meses de enero de cada año, representados en el gráfico con el color azul, disminuye la cantidad de riesgo debido a la contracción en el gasto de los consumidores y por ende en un movimiento menos volátil de los depósitos respecto al mes de diciembre de cada año, como se demuestra a continuación:

Gráfico No.58



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Frente al riesgo de iliquidez por volatilidad la banca privada – conforme al estudio realizado – ha adoptado los recaudos para mantener en todo momento una posición líquida total, en promedio del 32%, correspondiente a los años analizados. Si bien no se ha observado disminuciones significativas en la posición de liquidez, dada por la relación de los activos líquidos sobre las fuentes de fondeo de los bancos, privados por efectos de calcular enero versus el mes precedente de diciembre para cada año de enero de cada año dentro de la serie analizada (2007 – 2014), si se observan disminuciones leves de hasta cuatro puntos porcentuales, que corroboran el comportamiento estacional al identificado (Anexo 7).

Gráfico No.59



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

3.4. Análisis de umbrales y criterios estadísticos para el control del riesgo de liquidez por volatilidad de los fondos disponibles y fuentes de fondeo.

Para este estudio, la aplicación de estadísticos descriptivos sirven para definir políticas y límites de riesgo; de las simulaciones de riesgo efectuadas a las fuentes de fondeo durante el período analizado (enero 2007 – septiembre 2014), se establecieron los valores mínimos, valores promedio y valores máximos, correspondientes a los escenarios de cálculo: Var normal que corresponde al cálculo de la volatilidad de las fuentes de fondeo a un nivel de significancia del 95%, Ajustado con el 95% de nivel de significancia que corresponde al cálculo de volatilidad al mismo nivel de significancia del 95% más el valor en riesgo de los activos líquidos y el tercer escenario de cálculo, correspondiente al Ajustado con el 99% de nivel de significancia, que considera el criterio de cálculo del valor en riesgo de las fuentes de fondeo más el de los activos líquidos. A partir de los resultados alcanzados, y en función del desenvolvimiento del entorno económico y

específicamente de la liquidez en el sistema, se pueden arbitrar tres escenarios; bajo este contexto, en el escenario de exceso de liquidez con una referencia del crecimiento del PIB mayor al 5% anual, la política de control del riesgo de liquidez del sistema, podría basarse en los indicadores mínimos obtenidos durante el ciclo de análisis (2007 a 2014); un segundo escenario del sistema, que consideraría un entorno de Liquidez Normal, tomando como referencia un crecimiento del PIB entre el 2% y el 5% y; un tercer escenario, basada en una Liquidez crítica del sistema, en circunstancias de que el crecimiento económico sea menor al 2% y que se restrinja la capacidad de compra de los consumidores. A estos escenarios, se determina un semáforo verde para el requerimiento de liquidez más bajo, un semáforo amarillo para un requerimiento intermedio de liquidez y un semáforo rojo para la mayor exigencia de liquidez.

Cuadro No.47

UMBRALES DE RIESGO SIMULACION MONTECARLO				
ESCENARIO SISTEMA	ESTADISTICO	NORMAL	AJUSTADO CON EL 95% IC	AJUSTADO CON EL 99% IC
EXCESO LIQUIDEZ - CRECIMIENTO PIB > 5%	MINIMO	10,9%	16,2%	18,6%
LIQUIDEZ NORMAL - CRECIMIENTO PIB 2% AL 5%	PROMEDIO	18,1%	25,3%	27,9%
LIQUIDEZ CRITICA - CRECIMIENTO PIB < 2%	MAXIMO	28,5%	40,3%	43,4%

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

A estos umbrales de riesgo, se agregan indicadores de liquidez, que relacionan en todo momento, a los recursos líquidos frente al conjunto de las fuentes de fondeo y a sus rubros que lo conforman de manera individual. Los indicadores obtenidos, se han calculado en la serie histórica de enero 2007 a septiembre 2014, y se han ubicado en tres niveles de percentiles; el más alto, correspondiente al percentil 99% que ubicaría a los indicadores de la banca privada con semáforo verde; un segundo nivel de indicadores correspondientes al percentil 95% que ubicarían a los indicadores en un escenario de alerta con semáforo amarillo, y; un tercer escenario, de situación crítica, cuando los indicadores sean equivalentes al percentil del 90%, con semáforo rojo. El análisis y

políticas de control también se puede complementar, con umbrales a los valores máximos, promedio y valores mínimos, de tal forma que estos niveles también estén semaforizados y puedan establecer rangos diferenciados de cantidad de riesgo, que ayuden a la adopción de medidas preventivas en la administración del riesgo de liquidez (Anexo 8).

Cuadro No.48

INDICADORES PARA DEFINICION DE UMBRALES Y LIMITES DE RIESGO							
PERCENTIL	INDICADOR	%	SEMAFORO	ESTADISTICO	INDICADOR	%	SEMAFORO
99%	Act.Liquidos/Fuentes Fondeo	36,7%	Verde	MAXIMO	Act.Liquidos/Fuentes Fondeo	38,1%	Verde
95%		35,3%	Amarillo	PROMEDIO		30,5%	Amarillo
90%		34,2%	Rojo	MINIMO		21,1%	Rojo
99%	Fondos Disp/Activos Liquidos	87,6%	Verde	MAXIMO	Fondos Disp/Activos Liquidos	98,3%	Verde
95%		85,0%	Amarillo	PROMEDIO		75,4%	Amarillo
90%		82,2%	Rojo	MINIMO		57,5%	Rojo
99%	Fond Disponibles/Fuentes Fondeo	31,0%	Verde	MAXIMO	Fond Disponibles/Fuentes Fondeo	33,0%	Verde
95%		29,0%	Amarillo	PROMEDIO		23,1%	Amarillo
90%		27,7%	Rojo	MINIMO		16,4%	Rojo
99%	Fond.Disponibles/Dep.Cta.Cte.	74,5%	Verde	MAXIMO	Fond.Disponibles/Dep.Cta.Cte.	82,0%	Verde
95%		69,7%	Amarillo	PROMEDIO		54,6%	Amarillo
90%		65,5%	Rojo	MINIMO		36,5%	Rojo
99%	Fond.Disponibles/Dep.Ahorro	121,5%	Verde	MAXIMO	Fond.Disponibles/Dep.Ahorro	128,2%	Verde
95%		115,9%	Amarillo	PROMEDIO		87,5%	Amarillo
90%		111,2%	Rojo	MINIMO		57,6%	Rojo
99%	Fond.Disponibles/Dep.Plazo	107,0%	Verde	MAXIMO	Fond.Disponibles/Dep.Plazo	113,9%	Verde
95%		100,1%	Amarillo	PROMEDIO		81,7%	Amarillo
90%		96,5%	Rojo	MINIMO		56,3%	Rojo
99%	Fond.Disponibles/Oblig.Finan.	96,8%	Verde	MAXIMO	Fond.Disponibles/Oblig.Finan.	99,4%	Verde
95%		90,7%	Amarillo	PROMEDIO		75,0%	Amarillo
90%		88,4%	Rojo	MINIMO		51,3%	Rojo

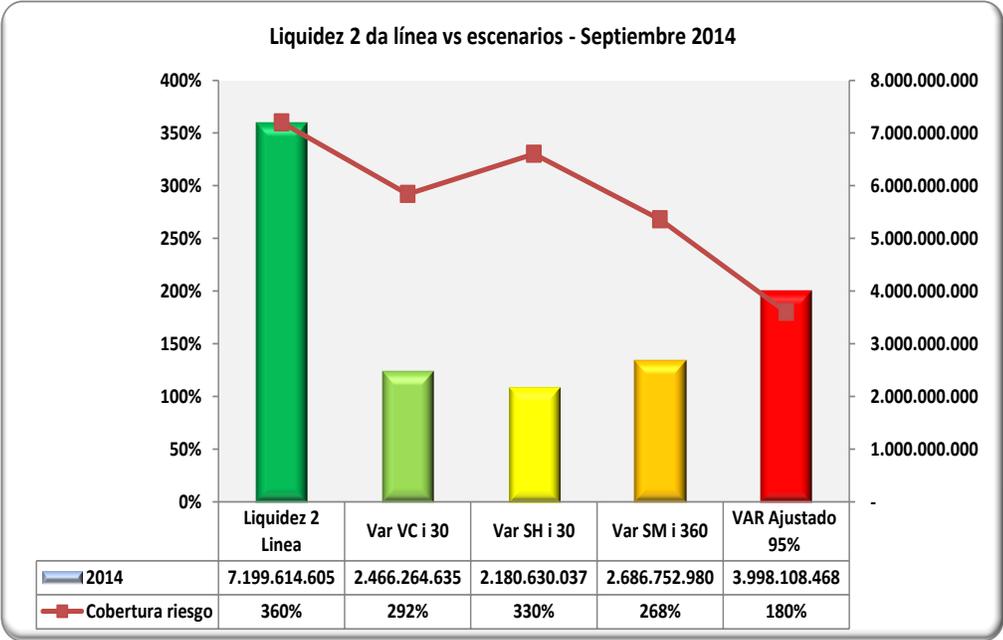
Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

3.5. Resumen y análisis de resultados, a efecto de recomendar el procedimiento de cálculo y metodología de valor en riesgo, que sean más adecuados y que proporcionen una mayor predictibilidad del monto de pérdida esperada de la posición de liquidez de los bancos privados.

Al 30 de septiembre de 2014, tal como se presenta en el siguiente gráfico, el indicador de segunda línea alcanza en el caso del total de bancos privados, el monto de USD 7.199 millones, los mismos que frente al valor en riesgo de la norma vigente (USD 2.466 millones) demuestran una cobertura de 292%; frente al modelo Var de simulación

histórica (USD 2.180 millones) la cobertura subiría al 330%, mientras que frente a Montecarlo (USD 2.686 millones), representaría 268%, y contra el escenario ajustado (USD 3.998 millones de valor en riesgo) significaría 180% veces de cobertura de riesgo, como se demuestra a continuación (Anexo 9):

Gráfico No. 60

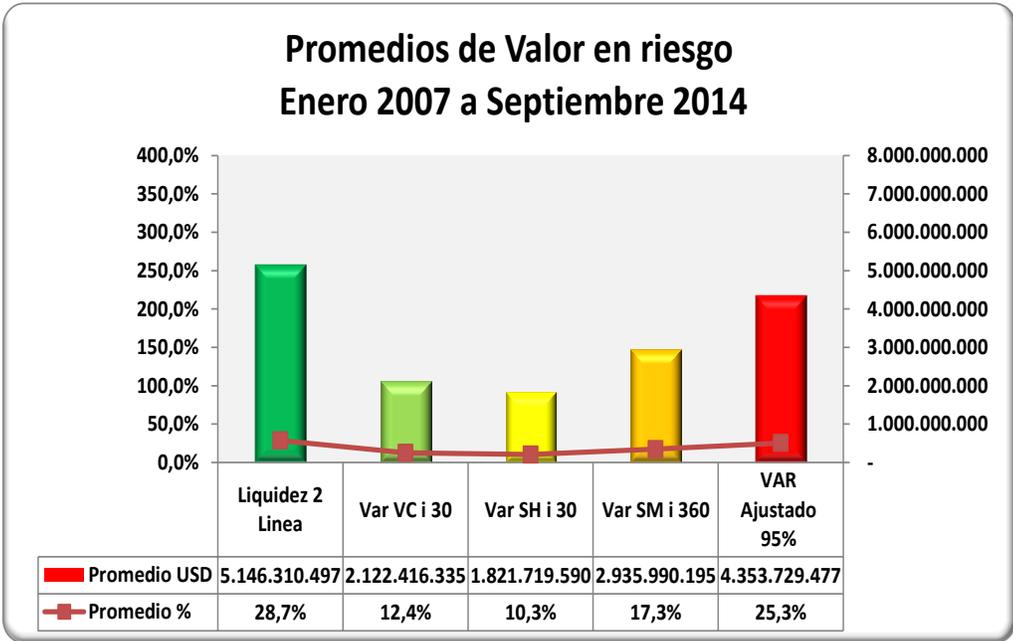


Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Adicionalmente, los resultados del análisis a diferentes simulaciones realizadas en todo el período analizado, determinaron promedios de comportamiento, evidenciando que la liquidez de 2da línea con una media de disponibilidad del 28,7% y un monto promedio de USD 5.146 millones, cubrió en todo momento el riesgo de las diferentes simulaciones realizadas; en este sentido, el modelo de Montecarlo ajustado con el valor en riesgo de los activos líquidos, promedió en el período el 25,3% correspondientes a USD 4.353 millones; este requerimiento de riesgo supera en más del 100% al requerimiento de riesgo del Valor en Riesgo con el método de varianza covarianza aplicado en la normativa vigente y que estimó una pérdida esperada de USD 2.122 millones con un promedio relativo del 12,4%. Las otras estimaciones de riesgo realizadas, relativas a Montecarlo

aplicado solo a las fuentes de fondeo, que promedió el monto de USD 2.935 millones equivalente al 17,3% determina una mayor requerimiento que el método de Var de varianza covarianza en alrededor de cinco puntos porcentuales que significan un incremento de más de USD 800 millones en la estimación de riesgo; finalmente, el modelo de simulación histórica que en el período promedió un riesgo de pérdida esperada por el monto de USD 1.821 millones, demuestra más bien un método más laxo que los anteriores siendo por este motivo no conveniente considerarlo para las estimación de riesgo de los componentes de la liquidez estructural de la banca privada. El siguiente gráfico resume los resultados del análisis realizado:

Gráfico No. 61



Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados
Fuente: Superintendencia de Bancos

Los resultados de las múltiples simulaciones efectuadas, han determinado que el modelo de Montecarlo, predice un mayor cantidad de riesgo de pérdida esperada de los recursos líquidos que dispone la banca privada, en tal circunstancia, corresponde a la metodología más recomendable de aplicarse, para medir la volatilidad de las fuentes de fondeo para horizontes temporales de al menos de un año, en este contexto, tomando en cuenta que

los depósitos del público que administra la banca privada son muy sensibles a eventos externos tales como las crisis financieras internacionales, puede servir para la constitución de reservas cíclicas o para épocas en que las condiciones económicas del país, en función de sus principales agregados como la reserva monetaria internacional, balanza comercial y saldo en cuenta corriente de las finanzas públicas, presente un deterioro de sus indicadores con respecto a los años anteriores. Para la determinación de umbrales de riesgo o porcentajes mínimos de liquidez que debe cumplir la banca privada, justamente para esas épocas de aumento de riesgo país o shocks externos, el modelo de Montecarlo ajustado con el valor en riesgo de las fuentes de fondeo y de los activos líquidos, si es razonable de ser aplicado debido a que estima una mayor cantidad de riesgo que exigiría a los bancos privados al aumento de las reservas de liquidez. Y en lo pertinente a la liquidez inmediata, así mismo el modelo de Montecarlo aplicado solo a las fuentes de fondeo, es el más conveniente porque también predice una mayor cantidad de riesgo con respecto al modelo Var de varianza y covarianza; en este contexto, la norma de liquidez debería exigir a la banca privada la consideración de un modelo adicional de valor en riesgo que contraste con los resultados del Var de varianza covarianza tomando en cuenta un horizonte temporal de un año e intervalos de 360 días tal como es el caso de los resultados obtenidos con la Simulación e Montecarlo del presente estudio.

3.6. Impacto final en el requerimiento de liquidez del sistema de bancos privados

Las simulaciones realizadas en el capítulo 2 del presente estudio, no determinaron un impacto adverso en la actual situación de liquidez de los bancos privados, mismos que mantienen un promedio de liquidez superior al 29% del saldo de las fuentes de fondeo. No obstante, como se demuestra en el siguiente cuadro, el requerimiento de la norma vigente correspondiente en promedio al 12,41% se ve incrementado al 26,8%, lo que genera un impacto en el aumento de requerimiento por USD 2.719 millones.

Cuadro No. 49

PROMEDIOS ANUALES DE REQUERIMIENTO DE LIQUIDEZ NORMA ACTUAL VS. SIMULACION DE MONTECARLO EN VALORES ABSOLUTOS Y PORCENTAJES						
AÑO	FUENTES DE FONDEO	VAR VC 2 LINEA	REQ. NORMA VIGENTE	% VAR / FUENTES FON	REQ. SIM. MONTEC	IMPACTO
2007	11.291.277.286	19,03%	2.149.151.451	33,3%	3.759.177.599,3	1.610.026.148
2008	14.081.297.369	14,87%	2.094.588.699	43,4%	6.112.550.649,0	4.017.961.950
2009	14.017.345.146	13,79%	1.932.932.501	22,1%	3.103.956.113,0	1.171.023.612
2010	15.942.277.293	10,77%	1.717.037.728	26,4%	4.206.773.457,8	2.489.735.730
2011	18.901.309.064	10,30%	1.945.949.367	27,4%	5.173.696.022,9	3.227.746.656
2012	22.216.873.851	10,06%	2.234.741.816	30,2%	6.709.326.782,8	4.474.584.967
2013	23.303.799.260	10,45%	2.436.266.304	21,7%	5.061.808.363,7	2.625.542.059
2014	24.740.897.774	9,97%	2.466.264.635	18,6%	4.603.967.599,2	2.137.702.964
PROMEDIO	18.061.884.630	12,41%	2.240.699.594	26,8%	4.841.407.073	2.719.290.511

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

Finalmente comparando la posición de liquidez de segunda línea de la banca privada frente al requerimiento de liquidez basado en el modelo de simulación de Montecarlo con un nivel de significancia del 99%, el excedente promedio se reduce a USD 303 millones; en algunos años, se determinan brechas negativas, lo que demuestra que frente a un escenario de estrés, los excedentes de liquidez que mantiene la banca privada se pueden tornar vulnerables

Cuadro No.50

PROMEDIOS ANUALES DE POSICION DE LIQUIDEZ 2DA LINEA EN VALORES ABSOLUTOS Y PORCENTAJES			
AÑO	LIQUIDEZ 2da L	REQ. SIM. MONTEC	EXCDENTE LIQUIDEZ
2007	2.974.860.113	3.759.177.599	- 784.317.486
2008	4.274.308.305	6.112.550.649	- 1.838.242.344
2009	4.403.747.188	3.103.956.113	1.299.791.075
2010	4.843.884.841	4.206.773.458	637.111.383
2011	5.353.513.558	5.173.696.023	179.817.535
2012	6.068.370.892	6.709.326.783	- 640.955.891
2013	6.052.184.472	5.061.808.364	990.376.108
2014	7.199.614.605	4.603.967.599	2.595.647.006
PROMEDIO	5.146.310.497	4.841.407.073	304.903.423

Elaboración: propia en base a información saldos diarios bancos privados

Fuente: Superintendencia de Bancos

CAPÍTULO IV

4.1. Conclusiones

Como resultado del análisis a la volatilidad de los fuentes de fondeo, y activos líquidos de la banca privada dentro del período enero 2007 a septiembre 2014, revisión de normativa internacional, estudio econométrico de las rubros que conforman la liquidez de los bancos privados, se determinan las siguientes conclusiones que dan respuesta a la formulación de hipótesis realizadas en el plan de tesis:

4.1.1. Horizonte de tiempo e intervalos para el cálculo de rendimientos

La aplicación de horizontes temporales que consideren al menos 1 año de serie histórica, permiten estimar con mayor aproximación y exigencia la cantidad de riesgo por pérdida esperada en las fuentes de fondeo de la banca privada. Así mismo, la aplicación de ventanas o intervalos más extensos que los 30 días que considera la norma actual de liquidez, permiten en el caso de considerar intervalos anuales, la comparación de fechas similares, dado el factor estacional que existe en el comportamiento de los depósitos conforme se demostró con el análisis econométrico realizado a los activos líquidos y fuentes de fondeo. De esta forma, **la primera hipótesis** dirigida a conocer si ¿Es suficiente el espacio o ventana temporal de treinta días para determinar los logaritmos naturales de las variaciones de los saldos de las fuentes de fondeo, y estimar la volatilidad para un horizonte de tiempo de 90 días? **se acepta** al demostrarse con los resultados obtenidos en el capítulo 2, que dieron cuenta de un importante incremento del requerimiento de liquidez por efecto de aplicar el modelo de simulación de Montecarlo en lugar del modelo de varianza y covarianza que se aplica con la norma vigente para el cálculo de volatilidad.

4.1.2. Umbrales o límites de volatilidad

El estudio ha puesto al descubierto de que la norma de liquidez de la banca privada en el Ecuador, carece de límites prudenciales que complementen el control y establezcan umbrales de riesgo en función de un análisis sistémico de las fuentes de fondeo. En este sentido, se ha demostrado que sobre la base de un análisis estadístico de 8 años, se pueden determinar indicadores de liquidez que determinen niveles mínimos de exigencia de liquidez, así como umbrales de riesgo a partir de los cuales, el organismo de control debería disponer medidas prudenciales, apoyado en un método de semaforización de niveles de riesgo que le ayuden a diferenciar, situaciones normales en el entorno económico, de aquellas que requieren un tratamiento de alerta y de escenarios críticos, en circunstancias de que existe un aumento de riesgo país, o desaceleración del PIB, en los cuales, la norma debe considerar medidas más exigentes, por ello **se acepta la segunda hipótesis**, dirigida a sí ¿es conveniente que se establezcan umbrales o límites de volatilidad, en la norma de liquidez estructural del sistema financiero, independientemente de que un banco privado disponga de activos líquidos para cubrir el riesgo de liquidez por aumento de la volatilidad de los depósitos del público?

4.1.3. Volatilidad de las fuentes de fondeo y de activos líquidos

Las simulaciones realizadas a las fuentes de fondeo y a los activos líquidos, demostraron que estos últimos, tienen un mayor valor en riesgo que las fuentes de fondeo, puesto que incorporar no solo las variaciones de las obligaciones con el público, sino de cambios de caja que ocurren por gastos imprevistos, ingresos extraordinarios y del conglomerado total de gastos e ingresos, que ocasionan un mayor riesgo, que puede ser incorporado en la estimación total de pérdida esperada y determinación de requerimientos mínimos de liquidez para la banca privada. El estudio realizado demostró que la cantidad de riesgo estimada a través de la Simulación de Montecarlo, sube a niveles del 24,9% al considerar

el valor al quedar demostrado en riesgo de las fuentes de fondeo y de los activos líquidos; dicho porcentaje es significativamente mayor a la estimación de riesgo con el método aplicado por la banca privada, cuyo promedio del 12,27% es menos de la mitad del requerimiento de liquidez determinado con el modelo de Montecarlo. En base al estudio realizado, **se acepta la tercera hipótesis** al quedar demostrada que la volatilidad de las fuentes de fondeo no es suficiente para estimar el riesgo de pérdida de liquidez, puesto que no recoge el riesgo de volatilidad de los activos líquidos, razón por la cual, es necesario considerar un análisis del comportamiento de riesgo de los activos líquidos, escenario que puede aplicarse para estudios de estrés de la liquidez bancaria en orden a las estrategias y políticas de control que se apliquen en función del desenvolvimiento de la economía.

4.1.4. Distribuciones de los activos líquidos y/o fuentes de fondeo

El análisis de distribuciones, demostró que las fuentes de fondeo, en particular los depósitos a plazo y los depósitos de ahorro, tienen una tendencia a la distribución uniforme o plana, en cuyo caso, se concluye que la simulación de Montecarlo es la más apropiada para estimar la cantidad de riesgo puesto que simula una cantidad significativamente mayor de eventos respecto a las otras metodologías de valor en riesgo; en el caso de los activos líquidos, visto que sus distribuciones son normales, así también la aplicación del valor en riesgo con simulación Montecarlo, aporta una mayor exigencia de requerimiento de liquidez a través de un mayor volumen de pérdidas esperadas, lo cual cumple con una de las hipótesis y objetivos del estudio, en establecer una metodología de valor riesgo que justifique la necesidad de que los bancos privados mantengan reservas adicionales de liquidez, debido a que la volatilidad de sus depósitos basada en el método del Var de varianza covarianza, subestima en la actualidad la cantidad de riesgo de liquidez como se demostró en el capítulo 2 del presente estudio.

Con estos antecedentes, **se acepta la cuarta hipótesis, puesto que si** es conveniente que se realicen simulaciones con series históricas y/o con valores aleatorios, con la finalidad de que la pérdida estimada, provenga de múltiples pronósticos estocásticos, que predigan con mayor exactitud, el valor en riesgo de la posición de liquidez de una institución financiera.

4.1.5. Estudio de heterocedasticidad y/o datos sesgados en las colas de distribución

Evidenciada la distribución de los rubros que conforman de manera individual las fuentes de fondeo, se concluye en la necesidad de que la norma de liquidez estructural de la banca privada, requiera no de manera permanente, pero si una vez cada determinado horizonte de tiempo, el análisis econométrico de las variables que la conforman, con el fin de evaluar si se justifica requerir la aplicación de modelos de series de tiempo o de valores extremos, para la estimación de las pérdidas esperadas por volatilidad de las fuentes de fondeo. Por lo expuesto, **se acepta la quinta hipótesis**, debido a que si es necesario que la norma de liquidez estructural, requiera el estudio del fenómeno de heterocedasticidad y/o sesgos en las colas de las distribuciones que no sigan una curva normal de los rubros que conforman los activos líquidos y/o fuentes de fondeo, utilizando para ello, los modelos de valor en riesgo condicionales, de valores extremos y/o modelos de series de tiempo.

4.2. Recomendaciones de ajustes a la norma de liquidez estructural

En base a las conclusiones del presente estudio, se advierten algunas sugerencias que debería considerar la norma de liquidez estructural de la banca privada, y sé que fundamentan a continuación:

4.2.1. Método para calcular la volatilidad de los depósitos

Establecer la exigencia de aplicar la Simulación de Montecarlo adicional a la metodología de Valor en riesgo de varianza covarianza, dirigida a contrastar el valor en riesgo calculado por los bancos privados y, conformar una reserva de liquidez en circunstancias de que el valor en riesgo determinado sea mayor al requerimiento surgido a través del método tradicional.

4.2.2. Horizonte de tiempo para análisis de volatilidad de las fuentes de fondeo y activos líquidos

La normativa debe exigir el análisis de saldos diarios de al menos ocho años que corresponde al horizonte de un ciclo económico en el Ecuador, para en función del análisis cíclico de liquidez, determinar si justifica la dotación de una reserva de liquidez por efectos sistémicos o asociada a riesgo sistémico que permitan medidas prudenciales, como en el caso actual, por ejemplo de caída drástica en los precios del barril de petróleo. En lo correspondiente al cálculo del requerimiento normal de liquidez, la norma debería considerar al menos un horizonte de tiempo de un año, en lugar del horizonte de 90 días que se aplica en la actualidad.

4.2.3. Factor de estacionalidad para ciclos anuales

Determinar la exigencia de calcular la estacionalidad en determinadas épocas del año como en la navidad o entrada a clases y su contraste con épocas normales, de tal manera de que se justifique la aplicación de un mayor requerimiento de liquidez en resguardo de esas épocas con mayor crecimiento en la volatilidad de los depósitos.

4.2.4. Pruebas de estrés en el valor en riesgo de las fuentes de fondeo y activos líquidos

La norma debería incorporar la obligación de pruebas de estrés a través del cálculo del valor en riesgo de los activos líquidos como componente adicional de requerimiento de liquidez al requerido actualmente en base únicamente a las fuentes de fondeo; de esta manera, se aplicaría una metodología que permita mitigar el riesgo de liquidez en situaciones que el sistema de bancos privados, se encuentre vulnerable a un ambiente de mayor incertidumbre como ocurre en la actualidad, con la caída de los precios del petróleo, disminución de los ingresos fiscales y afectación a la liquidez sistémica.

4.2.5. Análisis de correlación entre activos líquidos y fuentes de fondeo

Este procedimiento estadístico, se sugiere sea aplicado, con frecuencia anual, dirigido a identificar trayectorias de las cuentas correlacionadas y establecer estrategias prudenciales, de mantenimiento de activos en el corto plazo.

4.2.6. Establecimiento de umbrales y semaforización del riesgo

La normativa de liquidez estructural debería considerar algunos indicadores de liquidez surgidos del estudio de tendencia con un horizonte de un ciclo anual (8 años), a fin de establecer umbrales de riesgo y semaforizar sus niveles, a través de riesgo normal con color verde, aumento o alerta de riesgo con color amarillo y riesgo crítico con color rojo; los tres niveles de riesgo darán cabida a un incremento en el requerimiento de liquidez. A partir del umbral intermedio o color amarillo, debería exigirse la activación de un plan de contingencia que mitigue el riesgo de liquidez; de esta forma se complementa la actual exigencia de la norma, en circunstancias de que un banco registra un déficit de liquidez surgido entre la liquidez de segunda línea y el requerimiento de liquidez.

4.2.7. Aplicación de modelos de series de tiempo

Se recomienda que la norma requiera un estudio con frecuencia bi anual, del comportamiento de series mediante análisis de series de tiempo o cuando se cambie la estrategia de negocio por nuevos productos y cambie la trayectoria o distribución los rubros que conforman las fuentes de fondeo y activos líquidos.

BIBLIOGRAFIA

Gustavo Neffa, *“La volatilidad de los mercados y la importancia de comprenderla”* Sala de Inversión América.

Julio César Alonso C, *“Introducción al cálculo VaR”*, Apuntes de Economía No. 7, Departamento de Economía, Universidad ICESI - Calí, Julio del 2005.

Ana Patricia Morera Martinelli, *“Var: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones”*, Departamento de Estudios Especiales y Valoración de Riesgo, Nota técnica N°2, NT-2002-02, Agosto del 2002

J. David Cabedo Semper • Ismael Moya Clemente, *“El valor en riesgo en el ámbito de la supervisión bancaria”*, Universidad de Jaume - España.

Javier Faulín y Andel A. Juan, *“Simulación Montecarlo”*, http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/monte_carlo/monte_carlo.htm.

Amancio Betzuen Zalvidegoitia y Aitor Barañano Abasolo: *“Simulación estocástica en la determinación del valor en riesgo de los activos financieros Stochastic simulation in determining the value at risk of financial assets”*. Análisis Financiero n° 117. 2011. Págs.: 50-57.

María Auxiliadora Vergara Cogollo / Cecilia Maya Ochoa, PhD, *“Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia (Structured Monte Carlo. Estimated value at risk in a stock portfolio in Colombia)”*, Octubre de 2009.

Damodar N. Gujarati, *“Econometría”*, West Point .- USA. Quinta edición. 2007.

Rafael de Arce - Ramón Mahía, *“Modelos ARIMA”*, Departamento de Economía Aplicada, U.D.I, Econometría e Informática.

Allen L. Webster, *“Estadística aplicada a los negocios y la economía”*, Bradley University, Irwin Mc Graw Hill, Bogotá-Colombia, 2000.

Superintendencia de Bancos, y ex Junta Bancaria, *“Normativa de Liquidez Estructural,”* Libro I, Título X, Capítulo VI; Administración del Riesgo de Liquidez, contenida en Libro I.

Título X, Capítulo IV, Codificación de Resoluciones de la SB; y Nota Técnica a las normas de Administración de Riesgos de Liquidez y Mercado.

Superintendencia Financiera de Colombia, *“Anexo I - Metodología para la medición y reporte estándar del riesgo de liquidez de los establecimientos de crédito, organismos cooperativos de grado superior e instituciones oficiales especiales (IOEs)”* Capítulo VI - Reglas relativas al sistema de administración del riesgo de liquidez, de la Circular Externa 017 de 2014

Superintendencia de Banca y Seguros del Perú, *“Notas metodológicas del Anexo N° 16-b”* Resolución SBS N° 5760-2013, del 19/09/2013.

Diario El Comercio del Perú, *“Comité de Basilea flexibilizó norma internacional sobre liquidez de bancos”*, 7 de enero de 2013.

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, *“Basilea III: Coeficiente de cobertura de liquidez y herramientas de seguimiento del riesgo de liquidez”*, Enero de 2013