

Medidas de riesgo, características y técnicas de medición

Una aplicación del VaR y el ES a la tasa
interbancaria de Colombia

LUIS FERNANDO MELO VELANDIA
ÓSCAR REINALDO BECERRA CAMARGO



MELO VELANDIA, Luis Fernando

Medidas de riesgo, características y técnicas de medición. Una aplicación del VaR y el ES a la tasa interbancaria de Colombia / Luis Fernando Melo Velandia, Óscar Reinaldo Becerra Camargo. Facultad de Administración.— Bogotá: Centro Editorial Rosarista, 2006.

85 p.: cuadros.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN: 958-8225-70-1

Economía / Riesgo (Economía) / Riesgo (Finanzas) / Modelos económicos / Ganancias / I. BECERRA CAMARGO, Óscar Reinaldo / II. Facultad de Administración / III. Título.

338.5 20

**Medidas de riesgo, características y
técnicas de medición
Una aplicación del VaR y el ES
a la tasa interbancaria de Colombia**

LUIS FERNANDO MELO VELANDIA
ÓSCAR REINALDO BECERRA CAMARGO

© Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario
© Centro Editorial Universidad del Rosario
© Luis Fernando Melo Velandia, Óscar Reinaldo Becerra Camargo

ISBN: 958-8225-70-1

Primera edición: enero de 2006
Impresión: Servigraphic

Centro Editorial Universidad del Rosario
Calle 13 N° 5-83 Teléfonos: 336 65 82 /83, 243 23 80
Bogotá, D.C.

E-mail: cedir@claustro.urosario.edu.co

Todos los derechos reservados. Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo por escrito del Centro Editorial Universidad del Rosario

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

CONTENIDO

RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. MANEJO DE LOS DATOS	14
2.1. La distribución de pérdidas y ganancias	15
3. MEDIDAS DE RIESGO	15
3.1. La desviación estándar	15
3.2. El valor en riesgo (VaR)	16
3.2.1. Cálculo del VaR de forma paramétrica	17
3.2.1.1. Estimación	19
3.2.1.1.1. Volatilidad histórica	20
3.2.1.1.2. Método de suavizamiento exponencial (RiskMetrics®)	20
3.2.1.1.3. Modelos ARCH y GARCH	22
3.2.2. Simulación histórica	24
3.2.3. Método de simulación “bootstrap”	25
3.2.4. Métodos de simulación Monte Carlo	27
3.2.5. VaR y horizonte temporal	27
3.2.6. Características y críticas del VaR	28
3.3. <i>Expected Shortfall</i>	29
4. MEDIDAS DE RIESGO Y TEORÍA DEL VALOR EXTREMO	31
4.1. Cómo obtener valores extremos	31
4.2. Modelos de teoría del valor extremo	33
4.2.1. Distribución de los máximos	33
4.2.1.1. Otras medidas de riesgo	38
4.2.2. Distribución de los excesos	40
4.2.2.1. El problema de la selección del umbral	42
4.2.2.1.1. Gráfico de la media de los excesos	42
4.2.2.1.2. El estimador de Hill	43
4.2.2.2. Medidas de riesgo en modelos sobre un umbral: VaR y ES	47

Medidas de riesgo, características y técnicas de medición

4.2.3. Estimación bajo series no <i>i.i.d.</i>	49
4.2.4. <i>Backtesting</i>	51
4.2.4.1. Prueba de proporción de fallas de Kupiec	53
4.2.4.2. Estimador puntual de p	54
4.2.4.3. Estimación directa a partir de la distribución binomial	54
5. ESTIMACIÓN Y RESULTADOS	55
5.1. La TIB y la política monetaria en Colombia	58
5.2. Pruebas de estabilidad	61
5.3. Cálculo de medidas de riesgo	64
5.3.1. Medidas de riesgo sin modelar dependencia: EVT, simulación histórica y normalidad	64
5.3.2. Medidas de riesgo modelando dependencia: ARMA-GARCH, ARMA-GARCH-EVT, RiskMetrics®	68
5.4. <i>Backtesting</i>	71
6. VaR Y RIESGO DE TASA DE INTERÉS	74
7. CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXO 1. MODELOS $AR(120)$ - $GARCH(1,1)$ Y $AR(120)$ - $IGARCH(1,1)$	82

FIGURAS

Figura 1.	VaR de una variable aleatoria normal estándar	17
Figura 2.	VaR para una variable con distribución normal estándar y una variable con distribución <i>t-student</i> ($v=5$)	18
Figura 3.	Variaciones de la TIB (1995-2004)	19
Figura 4.	Volatilidad histórica para la TIB (1995-2004)	21
Figura 5.	Estimaciones de las volatilidades con el método de suavizamiento exponencial para la TIB	22
Figura 6.	Varianza condicional para un modelo IGARCH (1,1), para la TIB de Colombia (1995-2004)	24
Figura 7.	VaR por simulación histórica	25
Figura 8.	VaR por Bootstrapping ($B = 50000$)	26
Figura 9.	VaR y ES	30
Figura 10.	Máximos por bloques para la TIB (1995-1996)	32
Figura 11.	Máximos a través de POT para la TIB (1995-1996)	33
Figura 12.	Funciones de densidad y distribución de las distribuciones de valor extremo. Para las distribuciones Fréchet y Weibull $\alpha=1$	36
Figura 13.	Histograma de los máximos mensuales para la TIB	39
Figura 14.	Funciones de densidad y distribución de la GPD para $\xi = 0$, $\xi = -0.5$ y $\xi = 0.5$, en todos los casos $\beta=1$	41
Figura 15.	Gráfico de la media de los excesos para las variaciones de la TIB	43
Figura 16.	Gráfico de Hill para la TIB	45
Figura 17.	FAC y FACP para los máximos mensuales de la TIB	49
Figura 18.	Gráfico de <i>backtesting</i> para las variaciones de la TIB	52
Figura 19.	Función de probabilidad para una variable aleatoria binomial $X \sim B(n=490, p=0.05)$	55
Figura 20.	Histograma y gráfico Q-Q para las variaciones de la TIB	56
Figura 21.	FAC y FACP para las variaciones de la TIB	57
Figura 22.	Histograma y gráfico Q-Q para los residuales estandarizados del modelo $AR(120)-GARCH(1,1)$ sobre las variaciones de la TIB	58
Figura 23.	TIB y tasas de intervención del Banco de la República	58
Figura 24.	TIB	62
Figura 25.	Gráfico de media de los excesos y Alt Hill para las variaciones de la TIB. Febrero de 2000-diciembre de 2004	65
Figura 26.	Función de distribución de los excesos para la TIB	66

Medidas de riesgo, características y técnicas de medición

Figura 27. Estimaciones del VaR y ES por EVT	67
Figura 28. Gráfico de la media de los excesos, Alt Hill y distribución de los excesos para los residuales de los modelos $AR(120)$ - $GARCH(1,1)$ y $AR(120)$ - $IGARCH(1,1)$	69
Figura 29. Gráficos de <i>backtesting</i>	72

TABLAS

Tabla 1.	Parámetros estimados de la GEV para la TIB	39
Tabla 2.	Las tres zonas del Comité de Basilea	51
Tabla 3.	Pruebas de estabilidad ($DTIB \sim AR(120)$, 1994/04/16–2004/12/30)	62
Tabla 4a.	VaR y ES por EVT, HS y normalidad	67
Tabla 4b.	Parámetros utilizados en la estimación del VaR y ES por normalidad y EVT	67
Tabla 5.	Umbrales y parámetros estimados para las colas de la distribución de los residuales de los modelos $AR(120)$ - $GARCH(1,1)$ y $AR(120)$ - $IGARCH(1,1)$	69
Tabla 6.	VaR y ES por RiskMetrics®, AR-GARCH doble exponencial, EVT-AR-GARCH, AR-IGARCH con normalidad y EVT-AR-IGARCH	71
Tabla 7.	Resultados del <i>backtesting</i> para la cola izquierda	73
Tabla 8.	Resultados del <i>backtesting</i> para la cola derecha	74



Este texto describe en detalle diversas metodologías que permiten calcular dos medidas utilizadas para cuantificar el riesgo de mercado asociado a un activo financiero: el valor en riesgo, *VaR* y *el Expected Shortfall, ES*. Los métodos analizados se basan en técnicas estadísticas apropiadas para el caso de series financieras, como son los modelos ARIMA, GARCH y modelos basados en la teoría del valor extremo. Estas metodologías se aplican a las variaciones diarias de la tasa interbancaria de Colombia para el periodo comprendido entre 1995 y 2004.

Los conceptos utilizados en este texto suponen que el lector esté familiarizado con algunos elementos básicos de estadística, series de tiempo y finanzas. Se trata, por tanto, de un texto escrito para estudiantes de economía y finanzas de últimos cursos de pregrado, maestría y para profesionales interesados en el tema.

