



METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL VALOR EN RIESGO

Y

CÁLCULO DEL SALDO ABIERTO A PLAZO AJUSTADO POR RIESGO (SAAR)

División de Supervisión de Mercados e Intermediarios

Julio, 2009

ÍNDICE

I. Introducción	3
II. Metodología y parámetros del modelo	4
III. Cálculo del Valor en Riesgo (VeR).....	6
3.1 Procedimiento para completar las series de precios	6
3.1.1 Aproximación mediante el método de interpolación lineal.....	6
3.1.2 Aproximación utilizando la curva de rendimiento CMT (Constant Maturity Treasury) más el spread de Merrill Lynch.....	9
3.1.3 Aproximación mediante extrapolación polinomial cuadrática	13
3.1.4 Aproximación utilizando el índice accionario de la BNV.....	16
3.1.5 Aproximación utilizando índices accionarios internacionales	17
3.1.6 Aproximación utilizando un índice internacional de referencia para fondos de inversión extranjeros	19
3.1.7 Aproximación utilizando el índice de precios para fondos de inversión locales ..	20
3.1.8 Aproximación de precios cuando se trate de títulos de reciente emisión y de corto plazo	22
3.2 Procedimiento para calcular el VeR.....	27
IV. Cálculo del saldo abierto a plazo ajustado por riesgo (SAAR)	30
4.1 Operaciones que conforman el saldo abierto a plazo	30
4.2 Determinación del valor total de la cartera.....	31
4.3 Cálculo del factor de ajuste por riesgo de renovación (FA_{RE}).....	31
4.4 Cálculo del factor de ajuste por riesgo de concentración (FA_{CO}).....	32
4.5 Cálculo del factor de ajuste por riesgo de subyacente (FA_S).....	33
4.6 Cálculo del saldo abierto ajustado por riesgo (SAAR).....	33
Anexo I: Spread de Merrill Lynch de Bloomberg	35
Anexo II: Curvas de rendimiento e índices del sistema Bloomberg	39
Referencias bibliográficas	41

CÁLCULO DEL VALOR EN RIESGO (VER) PARA LAS CARTERAS DE INVERSIONES PROPIAS DE LOS PUESTOS DE BOLSA Y SAFI'S ASÍ COMO DE LAS CARTERAS DE INVERSIONES MANCOMUNADAS DE LOS FONDOS DE INVERSIÓN FINANCIEROS¹

I. INTRODUCCIÓN

El Valor en Riesgo (en adelante VeR), es definido como la pérdida potencial máxima de un activo (o conjunto de activos) como consecuencia de movimientos adversos en los precios del mercado, para un nivel de confianza dado y sobre un intervalo de tiempo determinado, suponiendo condiciones normales del mercado. En término sencillos, el VeR responde a la pregunta: ¿cuál es la pérdida máxima que se podría tener con una probabilidad determinada y en un período previamente definido?, de tal manera que resume en un único indicador –y en términos monetarios- el riesgo de los activos en estudio.

El protagonismo adquirido por este indicador en los últimos años está estrechamente vinculado a la transformación experimentada por los mercados financieros en la era de la globalización, a saber: mayor movilidad de capitales, incremento en la volatilidad de los precios de los activos, creciente diversificación de instrumentos financieros y mercados cada vez más interconectados. Este fenómeno ha traído consigo un incremento en los riesgos del mercado por lo que medirlos y controlarlos se ha vuelto una tarea cada vez más necesaria para los participantes del sector financiero, dando como resultado el creciente desarrollo de metodologías para el análisis y gestión del riesgo, siendo el VeR una de ellas.

La posición activa por parte de las entidades reguladoras y bancos centrales en favor de la implementación de esta medida, ha contribuido a darle popularidad al concepto de VeR en los últimos años. Cuando en abril de 1995 el Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria otorgó su visto bueno a la utilización del VeR como base para el cálculo de los requerimientos de capital por riesgo de mercado para el sector bancario², la metodología recibió un fuerte impulso y a partir de ese momento ha llegado a ser una herramienta internacionalmente aceptada para controlar la exposición al riesgo de mercado³.

Precisamente en respuesta a las exigencias cada vez mayores de los mercados financieros modernos; y a la mayor exposición al riesgo que suponen, recientemente la SUGEVAL ha iniciado un proceso tendiente a lograr que las entidades que supervisa cuenten con políticas y procedimientos para identificar, medir, controlar y divulgar los riesgos a los que se exponen los participantes del mercado, con el propósito de contribuir a desarrollar una cultura de manejo del riesgo en el sector bursátil costarricense. Como parte de esta iniciativa, el *Reglamento de gestión de riesgos* propuesto por la SUGEVAL (y recientemente aprobado por el CONASSIF)

¹ De conformidad con el *Reglamento de gestión de riesgos* aprobado por el CONASSIF el 13 de febrero de 2009 y publicado en el diario oficial La Gaceta No. 41 del 27 de febrero de 2009, el Superintendente define, mediante acuerdo de alcance general, la metodología de Valor en Riesgo (VeR) que formará parte del cálculo del requerimiento de capital para la cobertura del riesgo de precio. El Acuerdo mencionado es el que se refiere a las *Instrucciones para el Reglamento de gestión de riesgos*.

² En junio del mismo año la Reserva Federal de Estados Unidos adoptó una medida similar y en diciembre la *Securities and Exchange Commission* (SEC) inició la discusión de emplear medidas de riesgo corporativo, dentro de las que se incluía el VeR. Por su parte, los reguladores de la Unión Europea empezaron a utilizarlo a partir de 1996.

³ Aunque es una metodología tradicionalmente conocida por su amplia utilización en la industria bancaria, con el tiempo ha ido ganando aceptación entre las instituciones de inversión, precisamente por su utilidad para estimar el riesgo de múltiples clases de activos expuestos a distintos factores de riesgo.

ha introducido la metodología de Valor en Riesgo como insumo para el cálculo del requerimiento de capital para la cobertura del riesgo de precio de las entidades reguladas.

II. METODOLOGÍA Y PARÁMETROS DEL MODELO

La metodología propuesta por la SUGEVAL es la de Valor en Riesgo por simulación histórica, un método no paramétrico que estima el impacto de los factores de riesgo del mercado a partir del comportamiento histórico de los activos financieros. En esencia, este método consiste en usar los cambios históricos en los precios del mercado para construir una distribución de las futuras pérdidas y ganancias potenciales de los activos en consideración y luego determinar el VeR como la pérdida que únicamente es superada en un determinado porcentaje de las veces.

Dentro de las ventajas del método de simulación histórica pueden mencionarse:

- a) es conceptualmente simple de entender,
- b) no requiere un soporte computacional sofisticado para su aplicación,
- c) al no asumir ninguna distribución para las series históricas puede capturar efectos de asimetría y distintos grados de “kurtosis” presentes en los datos, y
- d) elimina la necesidad de estimar correlaciones y volatilidades (como sucede en metodologías paramétricas, por ejemplo).

Aunque no está exenta de presentar algunas desventajas (algo de por sí inherente a todos los modelos de este tipo), lo intuitivo de la metodología favorece su rápida asimilación y manejo entre los participantes de la industria, coadyuvando con ello al objetivo de ir alcanzando paulatinamente un determinado estándar de manejo del riesgo en el mercado de valores costarricense.

Asimismo, la elección de este método guarda consistencia con las metodologías de Valor en Riesgo propuestas -y actualmente utilizadas- por la Superintendencia General de Entidades Financieras (SUGEFIN) y la Superintendencia de Pensiones (SUPEN), haciendo posible con ello la existencia en el mercado financiero local de un relativo grado de estandarización en esta materia⁴. Los parámetros más relevantes de la metodología propuesta son los siguientes:

- 1) **Horizonte temporal de un mes (21 días hábiles):** esto se refiere al periodo sobre el cual se va a medir la posible pérdida producida por movimientos adversos en los precios de los activos.

La elección del horizonte temporal (*holding period*) depende de varios factores, entre ellos: el tiempo necesario para realizar una corrección en los activos (período para anular el riesgo sin alterar el mercado), la liquidez del mercado en que se opera, frecuencia con que se transan los activos, y cuando se trata de portafolios de inversión, del nivel de rotación de la composición de las carteras.

⁴ Es importante indicar que, si bien es cierto las tres Superintendencias utilizan la metodología de Valor en Riesgo por simulación histórica, los procedimientos de cálculo no son exactamente los mismos en las tres propuestas, existen diferencias en algunos parámetros del modelo así como en los mecanismos para completar las series de precios. La flexibilidad de la herramienta permite la existencia de estas diferencias, sin que se vea afectada la naturaleza y esencia del cálculo.

El Comité de Basilea ha recomendado un período mínimo de 10 días como horizonte temporal para el cálculo del VeR, no obstante, tal sugerencia está dirigida principalmente a mercados de valores profundos y relativamente desarrollados. En la propuesta de la SUGEVAL se ha elegido un horizonte temporal de 21 días hábiles, que se estima consistente con la realidad de nuestro mercado de valores y constituye un período razonable para estimar la pérdida potencial máxima que tendrían los portafolios de inversión de las entidades reguladas bajo la metodología sugerida.

- 2) **Ventana histórica de 252 observaciones (un año bursátil):** consiste en el período de observación cuyo comportamiento se pretende reconstruir. La metodología de simulación histórica asume que la volatilidad de los precios observada durante el período seleccionado es la misma que mostrarán los activos mantenidos al momento del cálculo, lo que determinará el efecto teórico de los factores de riesgo del mercado sobre el portafolio en estudio.
- 3) **Nivel de confianza del 95%:** constituye la probabilidad de pérdida asociada a la medida del VeR, en otras palabras, representa la probabilidad de ocurrencia del nivel de pérdidas calculado por la metodología de Valor en Riesgo utilizada.

Si bien es un nivel de confianza no tan restrictivo como el que utilizan algunas entidades reguladoras, los resultados empíricos demuestran que funciona satisfactoriamente para observaciones que no se distribuyen normalmente, además de que permite mantener la homogeneidad respecto a las metodologías de VeR empleadas por las otras Superintendencias (SUGEF y SUPEN).

III. CÁLCULO DEL VALOR EN RIESGO (VeR)

Para efectos de describir el procedimiento que debe seguirse para calcular el Valor en Riesgo de conformidad con la metodología propuesta por la SUGEVAL, se han establecido dos supuestos importantes con el fin de simplificar y hacer más didáctico el proceso de descripción: 1) el portafolio estará conformado por 6 instrumentos⁵ y 2) para explicar el procedimiento de aproximación de precios se asumirá que a cada título le hace falta sólo un dato (en la práctica podría ser más de uno).

Así las cosas, el primer paso será completar la serie de datos de cada instrumento utilizando para ello las técnicas para completar las series de precios, y una vez logrado esto, se procederá a estimar el Valor en Riesgo según la metodología definida.

3.1 PROCEDIMIENTO PARA COMPLETAR LAS SERIES DE PRECIOS⁶

3.1.1 Aproximación mediante el método de interpolación lineal

El método de aproximación denominado *interpolación lineal* se emplea en títulos valores de renta fija⁷, particularmente en el caso de que el plazo al vencimiento del instrumento que tenga la serie de precios incompleta se ubique entre 2 *puntos de la curva* de rendimientos respectiva⁸. El procedimiento se describe a continuación:

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración, en este caso un bono de deuda soberana de El Salvador.

Figura 1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Emisor:	República de El Salvador				
3		Instrumento:	Bono de deuda (soberano)				
4		Fecha de vencimiento:	15/06/2035				
5		Moneda:	Dólar				
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

	A	B	C	D	E	F	G
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

Precio que requiere ser aproximado

⁵ Estos títulos corresponderán a los instrumentos empleados en los ejercicios de aproximación de precios, con excepción del título del Gobierno de Barbados y del título cero cupón del BCCR, los cuales se utilizaron únicamente como ilustración del procedimiento de aproximación mediante curva CMT + *spread* y del tratamiento que se le dará a los títulos de reciente emisión y corto plazo, respectivamente.

⁶ Es importante indicar que los títulos a tasa ajustable, títulos amortizables y títulos con opción call reciben el mismo tratamiento aquí descrito para efectos de aproximar los precios.

⁷ Títulos del Gobierno, Banco Central, Corporativos y Agencias gubernamentales.

⁸ Cuando se habla de "*puntos de la curva*" se está haciendo referencia a los distintos plazos (días al vencimiento) que forman parte de las curvas de rendimiento. Si el plazo al vencimiento del título que requiere aproximación de precios se ubica entre los plazos que conforman la curva de referencia, se aplica el método interpolación lineal para aproximar el dato faltante.

Paso 4:

Con la información obtenida en el paso anterior, se aplica el procedimiento de interpolación lineal⁹ de la siguiente manera:

Figura 4

	A	B	C	D	E	F
1	Fórmula para interpolación lineal:					
2						
3						
4	$z_i = \frac{(d_2 - d_i) * z_1 + (d_1 - d_i) * z_2}{(d_2 - d_1)}$					
5						
6	<i>Donde:</i>					
7						
8	z_i: Rendimiento a calcular					
9	d_i: Días al vencimiento del título					
10	d₁: Primer punto de la curva					
11	d₂: Segundo punto de la curva					
12	z₁: Rendimiento asociado al primer punto de la curva					
13	z₂: Rendimiento asociado al segundo punto de la curva					
14						
15	En nuestro ejemplo el cálculo sería de la siguiente manera:					
16	$z_i = \frac{(10.800 - 9.791) * 0,0707 + (9.791 - 8.280) * 0,0713}{(10.800 - 8.280)}$					
17						
18						
19						
20	$z_i = \frac{71,336 + 107,734}{2520}$					
21						
22	$z_i = 0,0710$					
23						
24	$z_i = 7,10\% \text{ Rendimiento interpolado}$					
25						

⁹ La interpolación lineal es un método matemático que consiste en hallar un dato dentro de un intervalo en el que conocemos los valores extremos, en otras palabras, consiste en obtener la ecuación de la recta que pasa por dichos valores. Para el caso que nos ocupa, el procedimiento lo que busca es aproximar el valor del dato que hace falta en la serie y que se ubica entre dos puntos de la curva de rendimiento del instrumento en análisis, para lo cual se utiliza la información que dicha curva ofrece (específicamente, los puntos de la curva y los rendimientos asociados a esos puntos). El problema a resolver por la ecuación será calcular -para una fecha (d_i) determinada- el valor de z_i dados los valores d_1 y d_2 y los valores z_1 y z_2 , tal que $d_1 < d_i < d_2$ (es decir, que el valor calculado con la ecuación se ubique dentro de los dos puntos de la curva conocidos). El resultado de esta ecuación (z_i) es un rendimiento que después tendrá que transformarse a precio para completar el ejercicio..

Paso 5:

Como el resultado obtenido es un rendimiento, se debe transformar a precio utilizando la fórmula para precios de bonos¹⁰:

Figura 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Información del título								
3		Fecha a aproximar:	04/04/2008							
4		Fecha de vencimiento:	15/06/2035							
5		Rendimiento título (cupón):	7,65%							
6		Rendimiento interpolado:	7,10%							
7		Periodicidad	2							
8		Nocional:	100							
9										
10		Con la información anterior se aplica la fórmula de precio de los bonos para aproximar el precio:								
11										
12										
13										
14										
15		+PRICE= (fecha a aproximar; vencimiento;rendimiento título (%); rendimiento interpolado (%); nocional;frecuencia;base)								
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

↓

Precio: 106,57

(Precio que completa la serie)

3.1.2 Aproximación utilizando la curva de rendimiento CMT (Constant Maturity Treasury) más el Spread de Merrill Lynch.

La aproximación de precios utilizando la curva CMT + *spread* se realiza para títulos de países emergentes que no cuenten con curva soberana. Se utiliza el *spread* de Merrill Lynch debido a que ofrece el *spread* para una amplia lista de países emergentes. Los pasos a seguir se describen a continuación:

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración. Para este ejemplo emplearemos un título del Gobierno de Barbados. Como se observa en la figura 1 el precio que hace falta, y que por lo tanto debe ser aproximado, es el correspondiente al 19 de noviembre de 2008.

¹⁰ Para este ejemplo se utilizó la fórmula para precios de los bonos que ofrece la hoja de cálculo de Excel, en caso de que el instrumento sea una Letra del Tesoro o un instrumento negociado a descuento (cero cupón), se deberá usar la fórmula específica para ese tipo de instrumento.

Figura 1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Emisor:	Gobierno de Barbados				
3		Instrumento:	Bono				
4		Fecha de vencimiento:	15/06/2010				
5		Moneda:	Dólar				
6							
7							
8			Fecha	Precio			
9			17/11/2008	103,18			
10			18/11/2008	103,59			
11			19/11/2008				
12			20/11/2008	103,80			
13			21/11/2008	103,85			
14							

Precio que requiere ser aproximado

Paso 2:

Conociendo la fecha de vencimiento del título y la fecha cuyo precio debe ser aproximado, se calculan los días al vencimiento del instrumento empleando la función de Excel "DAYS360" como se muestra a continuación:

Figura 2

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Título:	Bono del Gobierno de Barbados				
3		Vencimiento:	15/06/2010				
4		Fecha para aproximación:	19/11/2008				
5		Días al vencimiento:	566				
6			(1,57 años)				
7							

fx =+DAYS360(C4,C3)

Paso 3:

Utilizando el *Spread* de Merrill Lynch¹¹ y la curva CMT¹² obtenemos los puntos de la curva a utilizar (y los rendimientos asociados), así como el *spread* respectivo para la fecha cuyo precio debemos aproximar.

¹¹ En el Anexo I se describe detalladamente la forma de obtener el *spread* de Merrill Lynch del sistema Bloomberg.

¹² Ver en Anexo II un listado de las curvas y cómo obtenerlas.

Figura 3

	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1											
2		Spread de Merrill Lynch (Barbados)						Constant Maturity Treasury (CMT)			
3									Plazos		
4		<i>Periodo</i>		<i>Spread (puntos base)</i>				Periodo	1 año	2 años	
5									(360 días)	(720 días)	
6		17/11/2008		490				17/11/2008	1,08	1,22	
7		18/11/2008		492				18/11/2008	1,05	1,15	
8		19/11/2008		490				19/11/2008	0,97	1,09	
9		20/11/2008		486				20/11/2008	0,87	1,00	
10		21/11/2008		486				21/11/2008	0,83	1,09	
11											
12											
13											
14		En resumen:									
16		Spread Merrill Lynch :		4,90 (en términos porcentuales)							
17		(al 19/11/2008)									
18		Puntos de la curva:									
19				360				Dado que al título le restan 1,57 años para vencer, se utilizan las curvas CMT a 1 y 2 años (que expresadas en días serían 360 y 720, respectivamente).			
20				720							
21											
22											
23		Rendimientos de la curva:									
24				0,97				Se refiere a los rendimientos mostrados por la curva CMT a 1 y 2 años, respectivamente, para la fecha correspondiente al dato que se debe aproximar (19/11/2008).			
25				1,09							

Paso 4:

Con la información obtenida en el paso anterior, se lleva a cabo la interpolación lineal de la siguiente manera:

Figura 4**Fórmula para interpolación lineal:**

$$z_i = \frac{(d_2 - d_i) * z_1 + (d_i - d_1) * z_2}{(d_2 - d_1)}$$

Donde:

z_i : Rendimiento a calcular

d_i : Días al vencimiento del título

d_1 : Primer punto de la curva

d_2 : Segundo punto de la curva

z_1 : Rendimiento asociado al primer punto de la curva

z_2 : Rendimiento asociado al segundo punto de la curva

En nuestro ejemplo el cálculo sería de la siguiente manera:

$$z_i = \frac{(720 - 360) * 0,0097 + (466 - 360) * 0,0109}{(720 - 360)}$$

$$z_i = \frac{3,492 + 1,155}{360}$$

$$z_i = 0,00129$$

$$z_i = \boxed{1,29\%} \text{ Rendimiento interpolado}$$

Paso 5:

Al rendimiento calculado mediante interpolación lineal en el punto anterior se le debe sumar el *spread* de Merrill Lynch:

Figura 5

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Rendimiento interpolado:	1,29			
3		Spread de Merrill Lynch:	+ 4,90			
4			6,19	(rendimiento aproximado)		
5						

Paso 6:

Como el resultado obtenido es un rendimiento, se debe transformar a precio utilizando la fórmula para precios de bonos:

Figura 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Información del título								
3		Fecha a aproximar:	19/11/2008							
4		Fecha de vencimiento:	15/06/2010							
5		Rendimiento título (cupón):	8,750%							
6		Rendimiento aproximado	6,19%							
7		Periodicidad	2							
8		Nocional:	100							
9										
10		Con la información anterior se aplica la fórmula de precio de los bonos para aproximar el precio:								
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										

Precio: 103,77

 (Precio que completa la serie)

3.1.3 Aproximación mediante extrapolación polinomial cuadrática¹³.

Se utiliza la extrapolación polinomial cuadrática cuando el plazo al vencimiento del título de deuda cuyo precio se debe aproximar está fuera de los puntos de la curva de rendimiento respectiva.

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración, en este caso un bono de deuda soberana de Uruguay. Como se observa en la figura 1 el precio que hace falta, y que por lo tanto debe ser aproximado, es el correspondiente al 30 de enero de 2009.

¹³ Matemáticamente la extrapolación es el proceso de construir nuevos puntos de datos a partir de un conjunto discreto de puntos conocidos, basándose en el supuesto de que el curso de los acontecimientos se mantiene en el tiempo. La extrapolación más frecuente es la de tendencia, que se utiliza cuando la evolución de una magnitud determinada puede ser definida matemáticamente mediante una función lineal, cuadrática, exponencial, o de otro tipo, alargando la curva observada (dada por la misma función) hacia el futuro o "hacia atrás" si así se requiere. En nuestro caso, tal y como será descrito, el procedimiento consistirá en utilizar una ecuación polinomial cuadrática para estimar los valores que hagan falta en la serie de datos del instrumento que así lo requiera, considerando la información histórica disponible sobre dicho instrumento y asumiendo que la tendencia mostrada se mantiene en el tiempo.

Figura 1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Emisor:	República de Uruguay				
3		Instrumento:	Bono de deuda (soberano)				
4		Fecha de vencimiento:	30/03/2009				
5		Moneda:	Euro				
6		Rendimiento (cupón):	6,875%				
7							
8			Fecha	Precio			
9							
10			23/01/2009	88,42			
11			26/01/2009	88,42			
12			27/01/2009	88,50			
13			28/01/2009	89,60			
14			29/01/2009	90,17			
15			30/01/2009				
16							
17							

Precio que requiere ser aproximado

Paso 2:

Conociendo la fecha de vencimiento del título y la fecha cuyo precio debe ser aproximado, se calculan los días al vencimiento del instrumento empleando la función de Excel "DAYS360" como se muestra a continuación:

Figura 2

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Título:	Soberano de Uruguay				
3		Vencimiento:	30/03/2009				
4		Fecha para aproximación:	30/01/2009				
5		Días al vencimiento:	60				
6			(2 meses)				
7							

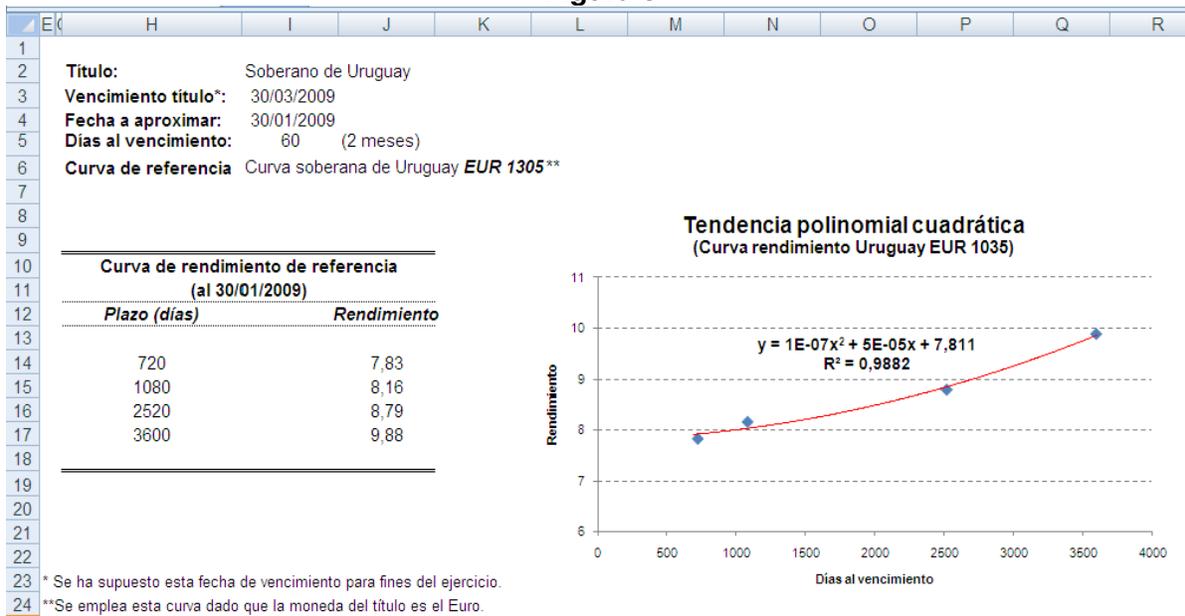
fx = +DAYS360(C4,C3)

Paso 3:

Obtenemos la curva de rendimiento del país respectivo (en este caso Uruguay) para la fecha que nos interesa y la graficamos utilizando una línea de tendencia de tipo polinomial grado 2, de la siguiente manera¹⁴:

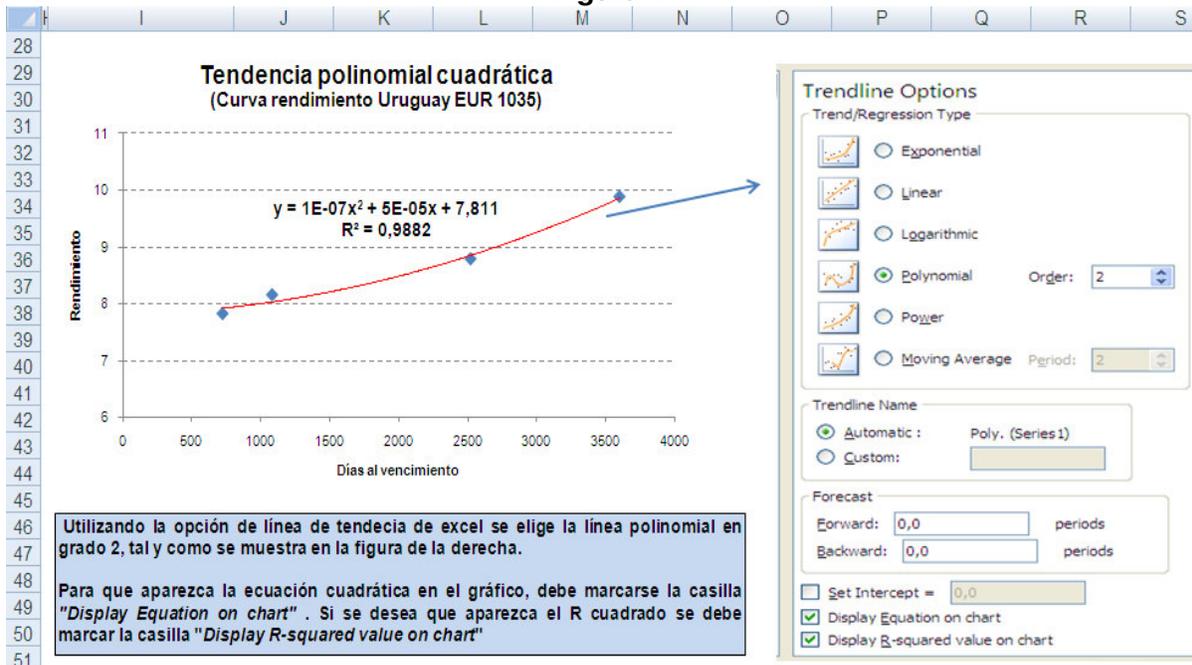
¹⁴ Nótese que la curva de referencia para el título de Uruguay utilizado en este ejemplo empieza a partir de los 720 días (2 años) mientras que al título le restan 60 días por vencer, es decir, el plazo al vencimiento del instrumento se encuentra fuera de los puntos de la curva de rendimiento de referencia. Esta es la particularidad que da pie al uso de la técnica de extrapolación polinomial para aproximar el precio que hace falta.

Figura 3



La línea de tendencia y la ecuación polinomial cuadrática anterior se obtienen así:

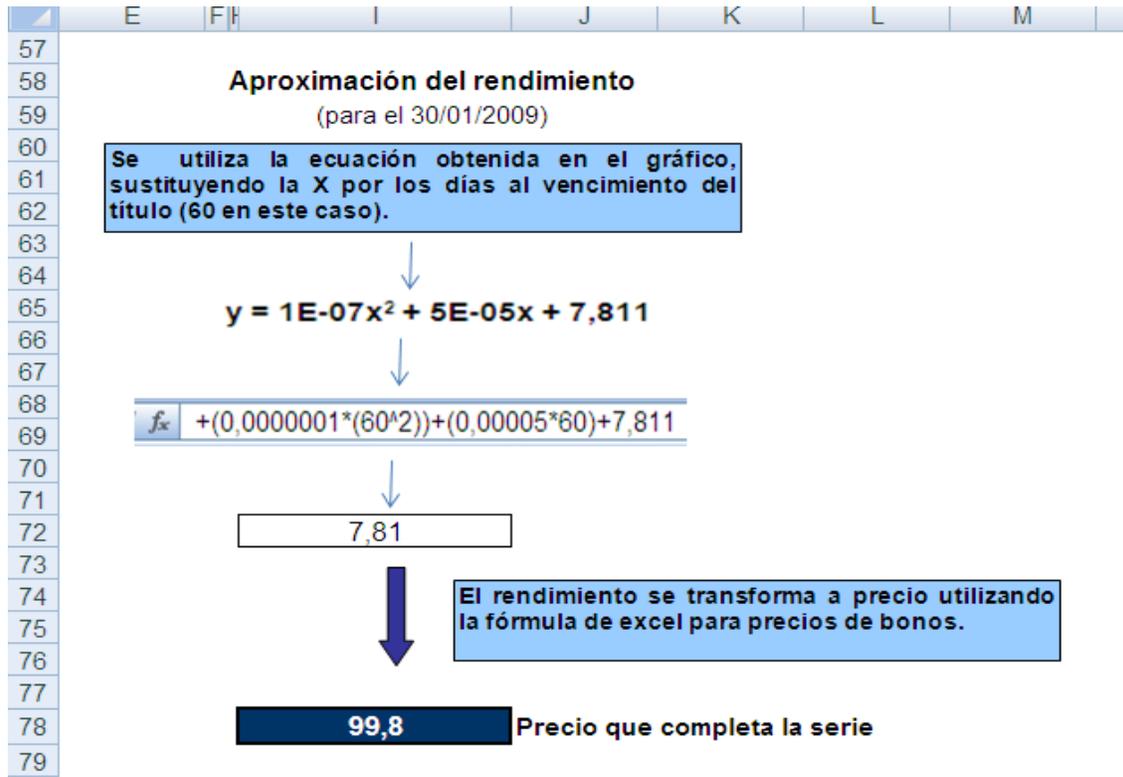
Figura 4



Paso 4:

Finalmente se completa el procedimiento de extrapolación polinomial utilizando la ecuación cuadrática obtenida en el punto anterior:

Figura 5



3.1.4 Aproximación utilizando el índice accionario de la Bolsa Nacional de Valores

Este procedimiento se sigue para el caso en que se requiera aproximar el precio (s) de títulos accionarios locales. A continuación la descripción del proceso:

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración, en este caso un título accionario local. Como se observa en la figura 1 el precio que hace falta, y que por lo tanto debe ser aproximado, es el correspondiente al 16 de enero de 2007.

Figura 1



Paso 2:

Se calcula la variación logarítmica del índice accionario de la Bolsa Nacional de Valores (BNV) para la fecha a aproximar¹⁵:

Figura 2

	F	G	H	I	J	K	L
1							
2		ÍNDICE BNV					
3		<i>Período</i>	<i>Índice</i>			<i>Variación (Log)</i>	
4							
5		18/06/2008	9.052,64				
6		19/06/2008	9.051,99		-0,01%		$f_x = +LN(H6/H5)$
7							
8							

Paso 3:

Se aplica la variación calculada en el paso 2 al valor inmediatamente anterior al dato a aproximar:

Figura 3

	F	G	H	I	J	K
26						
27						
28		Período	Precio			
29		13/06/2008	72,00			
30		16/06/2008	72,00			
31		17/06/2008	72,00			
32		18/06/2008	72,00			
33		19/06/2008	Valor a aproximar			
34						
35						
36						
37						

$72 \times -0,01\%$
 \downarrow
 72
 \downarrow
Precio que completa la serie

3.1.5 Aproximación utilizando índices accionarios internacionales.

Este procedimiento se sigue para el caso en que se requiera aproximar el precio (s) de títulos accionarios internacionales¹⁶. A continuación la descripción del proceso:

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración, en este caso un título accionario local.

¹⁵ La información referente al índice accionario de la Bolsa Nacional de Valores (BNV) se puede acceder en su página Web en la siguiente dirección: www.bolsacr.com

¹⁶ Ver índices accionarios internacionales en el Anexo II

Figura 1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Emisor:	J.P. Morgan Chase & Co.				
3		Instrumento:	Título accionario internacional				
4							
5		Fecha	Precio				
6		08/12/2008	36,49				
7		09/12/2008	33,96				
8		10/12/2008					
9		11/12/2008	29,94				
10		12/12/2008	30,94				
11							
12							

Precio que requiere ser aproximado

Paso 2:

Se calcula la variación logarítmica del índice accionario internacional que corresponde (S&P 500 en este caso) para la fecha en la que corresponde aproximar:

Figura 2

	F	G	H	I	J	K	L
1							
2		ÍNDICE S&P 500					
3		<i>Periodo</i>	<i>Precio</i>		<i>Variación (Log)</i>		
4							
5		09/12/2008	888,67				
6		10/12/2008	899,24		1,18%		
7							
8							

f_x =+LN(H6/H5)

Paso 3:

Se aplica la variación calculada en el paso 2 al valor inmediatamente anterior al dato a aproximar:

Figura 3

	F	G	H	I	J	K
26						
27						
28		Periodo	Precio			
29		04/12/2008	31,08			
30		05/12/2008	33,35			
31		08/12/2008	36,49			
32		09/12/2008	33,96			
33		10/12/2008	Valor a aproximar			
34						
35						
36						

33,96 x 1,18%

↓

34,36

↓

Precio que completa la serie

3.1.6 Aproximación utilizando un índice internacional de referencia para fondos de inversión extranjeros.

Esta metodología de aproximación aplica para el caso de Fondos de Inversión extranjeros, utilizando un índice internacional que refleje el comportamiento del precio de este tipo de instrumentos.

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración, en este caso un fondo de inversión ETF de los Estados Unidos¹⁷. Como se observa en la figura 1 el precio que hace falta, y que por lo tanto debe ser aproximado, es el correspondiente al 17 de enero de 2007.

Figura 1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Emisor:	Barclays Global Fund Advisors				
3		Instrumento:	Fondo de Inversión XJNHUA CHINA 25 (EEUU)				
4							
5		Fecha	Precio				
6		11/03/2008	48,82				
7		12/03/2008	46,71				
8		13/03/2008					
9		14/03/2008	42,96				
10		17/03/2008	42,21				
11							
12							

Precio que requiere ser aproximado

Paso 2:

Se calcula la variación logarítmica del índice de referencia que se va a emplear para la fecha a aproximar:

Figura 2

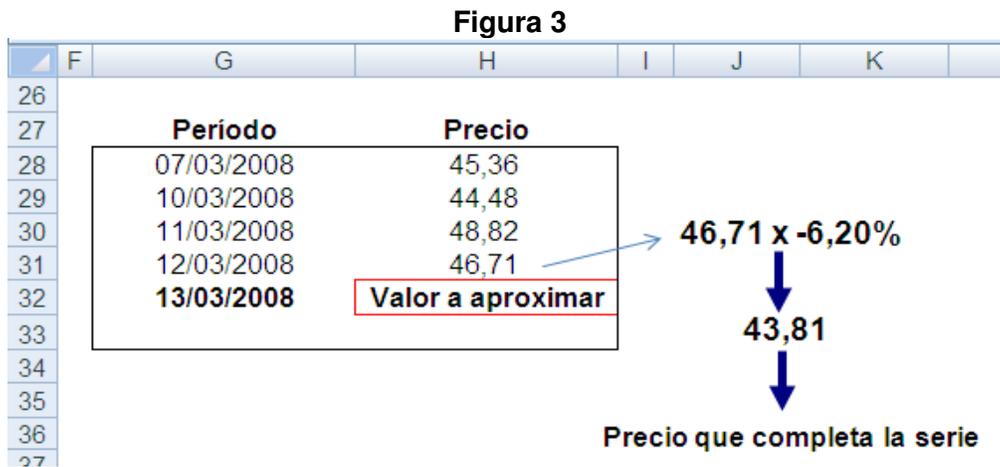
	F	G	H	I	J	K	L
1							
2		Instrumento:	Fondo de Inversión XJNHUA CHINA 25 (EEUU)				
3		Fecha a aproximar:	13/03/2008				
4							
5							
6							
7		XINOI FTSE/ Xinhua China 25 index					
8		<i>Período</i>	<i>Índice</i>		<i>Variación (Log)</i>		
9							
10		12/03/2009	20.983,41				
11		13/03/2009	19.722,78		-6,20%		
12							

fx =+LN(H11/H10)

¹⁷ Los ETF's (*Exchange Traded Funds*) son Fondos de Inversión que replican el comportamiento de un índice determinado. En este ejemplo se utiliza el Fondo Internacional **XJNHUA CHINA 25**, un ETF estadounidense cuyo objetivo es replicar el comportamiento del índice accionario chino *XINOI FTSE/ Xinhua China 25 index*, el cual agrupa las acciones de las 25 empresas de mayor capitalización bursátil de China.

Paso 3:

Se aplica la variación calculada en el paso 2 al valor inmediatamente anterior al dato a aproximar:



3.1.7 Aproximación utilizando el índice de precios para fondos de inversión locales.

En el caso de participaciones de fondos de inversión locales, el precio de la participación debe ser aproximado utilizando un índice de precios para fondos de inversión locales debidamente inscrito en la SUGEVAL¹⁸.

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración, en este caso un fondo de inversión local. Como se observa en la figura 1 el dato que hace falta, y que por lo tanto debe ser aproximado, es el correspondiente al 19 de enero de 2009.

Figura 1

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Emisor:	BAC SAFI			
3		Instrumento:	Fondo de Inversión Plan Anual Colones No Diversificado			
4						
5		Fecha	Valor de participación			
6		15/01/2009	2,68			
7		16/01/2009	2,69			
8		19/01/2009				
9		20/01/2009	2,69			
10		21/01/2009	2,69			
11						
12						

Dato que requiere ser aproximado

¹⁸ Al momento de la realización de este documento no se cuenta con un índice debidamente inscrito en la SUGEVAL. No obstante, y únicamente para efectos de explicar esta metodología de aproximación, utilizaremos valores ficticios de dicho índice.

Paso 2:

Se calcula la variación logarítmica del índice de fondos locales para la fecha a aproximar:

Figura 2

	F	G	H	I	J	K	L
6							
7		ÍNDICE DE FONDOS LOCALES					
8		<i>Período</i>	<i>Índice</i>		<i>Variación (Log)</i>		
9							
10		16/01/2009	1.152,20				
11		19/01/2009	1.160,75		0,74%		
12						$f_x = +LN(H11/H10)$	

Paso 3:

Se aplica la variación calculada en el paso 2 al valor inmediatamente anterior al dato a aproximar:

Figura 3

	F	G	H	I	J	K
26						
27		Período	Valor de participación			
28		13/01/2009	2,68			
29		14/01/2009	2,68			
30		15/01/2009	2,68			
31		16/01/2009	2,69			
32		19/01/2009	Valor a aproximar			
33						
34						
35						
36						
37						

$2,69 \times 0,74\%$
 \downarrow
2,70
 \downarrow
Dato que completa la serie

3.1.8 Aproximación de precios cuando se trate de títulos de reciente emisión y de corto plazo¹⁹.

Para el caso de instrumentos de emisión reciente y de corto plazo el procedimiento de aproximación de precios consistirá de igual forma en una aproximación con curva (con la opción de aplicar las técnicas de interpolación y extrapolación si fuese necesario), únicamente con una variante respecto a la forma de aplicar el cálculo, tal y como veremos a continuación.

Para efectos de este ejercicio, utilizaremos un título cero cupón del Banco Central de Costa Rica y emplearemos la técnica de interpolación lineal.

Paso 1:

Identificar el dato (o datos) que haga falta dentro de la serie de precios del instrumento en consideración.

Figura 1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Emisor:	Banco Central de Costa Rica				
3		Instrumento:	Bono cero cupón				
4		Fecha de emisión:	07/01/2009				
5		Fecha de vencimiento:	06/01/2010				
6		Moneda:	Colón (CR)				
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

	Fecha	Precio
	06/01/2009	
	07/01/2009	89,34
	08/01/2009	89,34
	09/01/2009	89,34
	12/01/2009	89,87

Precio que requiere ser

Suponiendo que la fecha para la cual se calculará el VeR es el 30 de enero de 2009; nótese que para este caso en particular (por tratarse de un instrumento de reciente emisión y de corto plazo) el número de observaciones que se deben aproximar es de 234²⁰. Es decir, se deben aproximar los precios desde el 6 de enero de 2009 hacia atrás hasta completar las 252 observaciones.

Paso 2:

Utilizando la fecha de vencimiento del título y la fecha en la cual estamos realizando el cálculo, se determinan los días al vencimiento del instrumento empleando la función de Excel “*DAYS360*” como se muestra a continuación:

¹⁹ Entiéndase por títulos de corto plazo aquellos cuyo plazo al vencimiento sea menor a 360 días.

²⁰ Entre el 7 de enero de 2009 (fecha de emisión del título) y el 30 de enero de 2009 (fecha en la que se calculará el VeR), disponemos de un total de 18 datos de historia, por lo que nos faltarían 234 datos para completar las 252 observaciones de precios que requerimos para estimar el VeR.

Figura 2

	B	C	D	E	F	G
1						
2	Título:	Bono cero cupón del BCCR				
3	Vencimiento:	06/01/2010				
4	Fecha para el cálculo:	30/01/2009				
5	Días al vencimiento:	336				
6		(11,2 meses)				
7						

f_x	=+DAYS360(C4;C3)
----------------------	-------------------------

Como puede notarse, aquí hay una diferencia respecto al procedimiento que realizamos en el punto 3.1.1 de este apartado, ya que para calcular los días al vencimiento utilizamos como referencia el día para el cual vamos a estimar el VeR (en este caso se supuso el 30 de enero de 2009) y no la fecha correspondiente al dato que hace falta como hicimos en dicho ejemplo.

Otro aspecto importante que debe tenerse presente es que la “*fecha de cálculo*” utilizada para estimar los días al vencimiento (30/1/2009), se mantendrá fija para efectos de la aproximación de los precios en los siguientes días que haga falta (en este caso: 5 de enero, 4 de enero, 3 de enero y así sucesivamente hasta completar las 252 observaciones)²¹.

Paso 3:

Utilizando la curva de rendimiento respectiva, en este caso la Curva soberana de Costa Rica en colones²², se determinan los puntos de la curva a utilizar (y los rendimientos asociados) para la fecha cuyo precio debemos aproximar:

²¹ La premisa que hay detrás de este procedimiento es que nos interesa saber cuál sería la rentabilidad que se hubiera obtenido si un título con ese plazo de vencimiento se hubiera comprado en una fecha determinada anterior a su emisión. En esencia, se trata de visualizar el escenario que hubiéramos encontrado (mostrado por la curva de rendimiento) en las fechas previas a la emisión del instrumento, obteniendo de esa manera una referencia para estimar los precios respectivos.

²² Las curvas soberanas las proporciona el proveedor de precios registrado.

Figura 3

	G	H	I	J	K	L	M
10							
11		Curva de referencia:	Curva soberana de Costa Rica en colones				
12							
13			Rendimientos curva soberana de Costa Rica				
14			Fecha	271 días	437 días		
15							
16			06/01/2009	11,15	12,11		
17							
18							
19							
20		A partir del cuadro anterior se obtiene la siguiente información:					
21							
22							
23		Puntos de la curva:	271	}	Dado que al título le restan 336 días para vencer, se utilizan los puntos de la curva soberana para la fecha del cálculo (6/01/2009), que en este caso corresponderían a 271 y 437 días.		
24		437					
25							
26							
27							
28							
29		Rendimientos curva:	11,15	}	Se refiere a los rendimientos mostrados por la curva soberana a 271 y 437 días, respectivamente, para la fecha correspondiente al dato que se debe aproximar (6/01/2009).		
30		12,11					
31							
32							

Dado que la “*fecha de cálculo*” permanece constante, como se indicó en el paso anterior, esto implica que el dato referente a los días al vencimiento (366 días) tampoco variará. Lo que sí cambiará serán los puntos de la curva (y los rendimientos asociados) en función del comportamiento que refleje la curva de rendimiento.

Paso 4:

Con la información obtenida en el paso anterior, se aplica el procedimiento de interpolación lineal de la siguiente manera:

Figura 4**Fórmula para interpolación lineal:**

$$z_i = \frac{(d_2 - d_i) * z_1 + (d_i - d_1) * z_2}{(d_2 - d_1)}$$

Donde:

z_i : Rendimiento a calcular

d_i : Días al vencimiento del título

d_1 : Primer punto de la curva

d_2 : Segundo punto de la curva

z_1 : Rendimiento asociado al primer punto de la curva

z_2 : Rendimiento asociado al segundo punto de la curva

En nuestro ejemplo el cálculo sería de la siguiente manera:

$$z_i = \frac{(437 - 336) * 0,1115 + (336 - 271) * 0,1211}{(437 - 271)}$$

$$z_i = \frac{11,261 + 7,871}{166}$$

$$z_i = 0,1152$$

$z_i =$	11,52%	Rendimiento interpolado
---------	---------------	--------------------------------

Paso 5:

Como el resultado obtenido es un rendimiento, se debe transformar a precio utilizando la fórmula para precios para títulos negociados a descuento:

Figura 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Información del título								
3		Fecha de cálculo:	30/01/2009							
4		Fecha de vencimiento:	06/01/2010							
5		Rendimiento aproximado	11,52%							
6		Nocional:	100,00							
7		Base:	1							
8										
9		Con la información anterior se aplica la fórmula de precio de los bonos cero cupón para aproximar el precio:								
10										
11		<i>f_x</i> =PRICEDISC(C3;C4;C6;C8;C7)								
12										
13		+PRICEDISC= (fecha de cálculo; fecha de vencimiento del título; rendimiento interpolado (%); nocional;base)								
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										

Precio: 89,24
(Precio que completa la serie)

De nuevo, recuérdese que para realizar la transformación a precio, la “fecha de cálculo” permanecerá constante para los restantes cálculos que se deban hacer. El único dato que cambiará será el rendimiento aproximado (el cual dependerá de los puntos de la curva y sus respectivos rendimientos).

El procedimiento aquí descrito debe repetirse para las 234 observaciones que requieren ser aproximadas (para el caso de este ejemplo), obteniendo de la curva soberana los puntos de la curva (y los rendimientos asociados) para cada día en el que no haya precio.

3.2 PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL VeR

Antes de proceder a detallar el procedimiento de cálculo del VeR según la metodología propuesta, es conveniente tener presente los siguientes aspectos:

- Se ha supuesto que se han invertido ₡100.000 en los instrumentos denominados en colones y \$100.000 en los instrumentos denominados en dólares que componen la cartera utilizada para este ejercicio.
- La fecha para la cual se calculará el VeR a dicha cartera será el 30 de enero de 2009.
- El valor de mercado de esta cartera para el 30 de enero de 2009 es de ₡2.932,39 millones.

Teniendo claro lo anterior, el procedimiento a seguir se describe a continuación:

3.2.1 Después de haber efectuado los ejercicios de aproximación de precios necesarios para completar los datos que hacen falta, disponemos ahora sí de las 252 observaciones de precios para los 6 instrumentos que forman parte de nuestra cartera de valores simulada. La cartera de nuestro ejercicio se vería de la siguiente manera²³:

Cuadro 1

	A	B	C	D	E	F	G
2	Serie de precios completa de los instrumentos de la cartera						
3							
4	#	XJNHUA CHINA 25	JPM Equity	Atlas	BAC SAFI	El Salvador	Uruguay
5	Observación	FONDO INTERNACIONAL	ACCIÓN INTERNAC.	ACCIÓN COMÚN C.R.	FONDO INVERSIÓN C.R.	SOBERANO INTERC.	SOBERANO INTERC.
6							
7	1	49,61	43,64	72,00	2,60	112,70	102,31
8	2	50,21	45,57	72,00	2,60	113,88	102,35
9	3	49,77	47,45	72,00	2,60	112,87	102,37
10	4	47,45	47,35	72,00	2,60	114,38	102,24
11	5	48,02	47,40	72,00	2,61	111,67	102,29
12	6	50,23	48,25	72,00	2,62	111,67	102,29
13	7	51,52	46,22	72,00	2,63	111,65	102,39
14	8	47,96	43,89	72,00	2,63	111,63	102,34
15	9	46,22	43,72	72,00	2,63	111,15	102,23
16	10	48,03	45,11	72,00	2,63	110,48	101,89
255	.	.	.	.	.	.	.
256	.	.	.	.	.	.	.
257	.	.	.	.	.	.	.
258	252	25,11	25,51	82,48	2,70	76,34	99,80
259							

²³ Un aspecto importante a tener en cuenta es que las observaciones de precios que se deben obtener para los instrumentos del portafolio deben corresponder con el calendario bursátil de la Bolsa Nacional de Valores. Es decir, aquellas series de precios que se obtengan de un proveedor que no sea el local, deberán ser ajustadas para que los precios obtenidos correspondan a las fechas que contiene el calendario bursátil costarricense (esto con la intención de que haya estandarización en la información).

3.2.2 Tomamos la cartera con la serie de precios completa y calculamos, para el horizonte temporal establecido (21 días hábiles), las variaciones porcentuales de los precios observados durante el período utilizado. Para ello se utiliza la siguiente aproximación logarítmica:

$$R_t^i = \ln \left(\frac{P_t^i}{P_{t-21}^i} \right)$$

En nuestro ejemplo el resultado obtenido sería el siguiente:

Cuadro 2

	A	B	C	D	E	F	G
1	Matriz de rendimientos (variaciones logarítmicas)						
2							
4							
5	#	XJNHUA CHINA 25	JPM Equity	Atlas	BAC SAFI	El Salvador	Uruguay
6	Observación	FONDO INTERNACIONAL	ACCIÓN INTERNAC.	ACCIÓN COMÚN C.R.	FONDO INVERSIÓN C.	SOBERANO INTERC.	SOBERANO INTERC.
7	22	-0,50%	0,89%	0,00%	1,15%	-3,79%	-0,76%
8	23	-0,77%	-4,14%	0,00%	1,15%	-4,40%	-1,02%
9	24	3,35%	-6,62%	0,00%	0,77%	-3,77%	-0,81%
10	25	5,56%	-10,95%	0,00%	0,77%	-5,26%	-0,94%
11	26	0,80%	-15,36%	0,00%	0,38%	-2,89%	-1,06%
12	27	-2,86%	-19,20%	0,00%	0,00%	-3,23%	-1,05%
13	28	-9,58%	-16,50%	0,00%	0,00%	-3,09%	-1,12%
14	29	-0,55%	-12,48%	0,00%	0,00%	-3,01%	-1,06%
15	30	-1,56%	-15,69%	0,00%	0,00%	-2,72%	-0,91%
16	31	-5,73%	-18,32%	0,00%	0,00%	-2,34%	-0,65%
255	.	.	.	.	.	.	.
256	.	.	.	.	.	.	.
257	.	.	.	.	.	.	.
258	252	-9,49%	-13,20%	0,00%	1,12%	17,49%	15,56%
259							

3.2.3 Cada una de las variaciones calculadas en el punto anterior se multiplica por el valor de mercado de cada instrumento en la fecha del cálculo del VeR²⁴. Esto nos permitirá obtener las pérdidas y ganancias de cada instrumento de nuestra cartera durante el período analizado.

La sumatoria de estas pérdidas y ganancias individuales, nos proporcionará el vector de pérdidas y ganancias de la cartera en su conjunto durante período considerado (ver última columna a la derecha del cuadro 3).

²⁴ El valor de mercado es el resultado de multiplicar el valor facial del instrumento por su precio a la fecha de cálculo del VeR (en nuestro caso al 30 de enero de 2009). Recuérdese que estos valores deben estar expresados en colones, por lo que de ser necesario se deberá emplear el tipo de cambio de compra que corresponda para la fecha del cálculo.

El resultado obtenido se muestra a continuación:

Cuadro 3

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Matriz de pérdidas y ganancias							
4	#	XJNHUA CHINA 25	JPM Equity	Atlas	BAC SAFI	El Salvador	Uruguay	Vector de
5	Observ.	FONDO INTERNACIONAL	ACCIÓN INTERNAC.	ACCIÓN COMÚN	FONDO INVERSIÓN C.R.	SOBERANO INTERC.	SOBERANO INTERC.	Pérdidas y ganancias
6								
7	22	-6.949.393,02	12.600.131,76	0,00	3.097,55	-1.604.607,85	-543.879,29	3.505.349,16
8	23	-10.686.090,35	-58.693.456,02	0,00	3.097,55	-1.863.911,63	-728.579,75	-71.968.940,20
9	24	46.731.074,78	-93.770.101,46	0,00	2.068,98	-1.596.260,27	-574.109,81	-49.207.327,78
10	25	77.516.754,96	-155.040.652,13	0,00	2.068,98	-2.228.176,65	-669.555,69	-80.419.560,53
11	26	11.180.065,47	-217.563.470,44	0,00	1.032,51	-1.225.673,14	-755.109,47	-208.363.155,07
12	27	-39.876.519,61	-271.950.497,65	0,00	0,00	-1.367.124,18	-746.774,72	-313.940.916,16
13	28	-133.558.632,93	-233.662.415,05	0,00	0,00	-1.310.569,85	-798.953,59	-369.330.571,42
14	29	-7.636.703,37	-176.711.832,17	0,00	0,00	-1.275.640,90	-753.181,85	-186.377.358,30
15	30	-21.786.762,53	-222.256.839,23	0,00	0,00	-1.153.651,65	-651.777,57	-245.849.030,98
16	31	-79.831.853,99	-259.399.687,97	0,00	0,00	-992.903,59	-462.080,27	-340.686.525,81
255	.	.	.	.	.	.	.	.
256	.	.	.	.	.	.	.	.
257	.	.	.	.	.	.	.	.
258	252	-132.307.764,37	-186.956.034,97	0,00	3.016,79	7.413.959,96	11.090.020,20	-300.756.802,39
259								
260								
261	**El vector de pérdidas y ganancias corresponde a la sumatoria horizontal de las pérdidas y ganancias de cada instrumento							

3.2.4 Finalmente, al vector de pérdidas y ganancias obtenido en el punto anterior se le aplica la fórmula de percentil al 5% que facilita Excel, de la siguiente manera²⁵:

$$\text{VeR} = \text{PERCENTIL} (\$H\$7:\$H\$258; 0,05)$$

Para el caso de la cartera utilizada en este ejercicio, el Valor en Riesgo obtenido es de ¢707,03 millones, representando la pérdida potencial máxima de la cartera para un horizonte de un mes y con un nivel de confianza del 95%.

En términos relativos el VeR adquiere un valor de 24,1%, es decir, la pérdida potencial estimada representa el 24,1% del valor de mercado del portafolio al 30 de enero de 2009 (fecha para la que se realizó el cálculo).

²⁵ La aplicación del Percentil al 5% al vector de pérdidas y ganancias potenciales estimadas permite obtener el dato que deja por debajo de sí al 5% de las observaciones, es decir, aquellos valores que superan la pérdida estimada por el VeR. Así, el valor capturado representa la pérdida máxima que se obtendría (en caso de que hubiera) con una probabilidad del 95%, la cual únicamente sería superada en un 5% de las veces.

IV. CÁLCULO DEL SALDO ABIERTO A PLAZO AJUSTADO POR RIESGO (SAAR)

Además del establecimiento de requerimientos de capital para cobertura de riesgos, donde la novedad ha sido el cálculo del Valor en Riesgo como insumo para determinar el requerimiento por riesgo de precio, el *Reglamento de gestión de riesgos* establece también el procedimiento a seguir para ajustar -en función del riesgo- el saldo abierto a plazo de los Puestos de bolsa del mercado, lo cual se enmarca dentro de las regulaciones prudenciales aplicadas por la SUGEVAL y cuyo propósito es velar por la solvencia de dichas entidades y proteger la estabilidad económica del sistema.

El saldo abierto de los Puestos de bolsa se refiere a las operaciones de reporto tripartito, operaciones a plazo (por cuenta propia o de terceros), operaciones de préstamo de valores, operaciones del mercado de liquidez, reportos en mercados internacionales²⁶ y cualquier otra que constituya una obligación a plazo para el puesto de bolsa. Según el artículo 21 del *Reglamento de gestión de riesgos* el saldo de estas operaciones es ajustado en función de los riesgos de renovación, de contraparte y de subyacente.

En esta sección se presenta una descripción detallada de la forma de cálculo del saldo abierto a plazo ajustado por riesgo a partir de los lineamientos establecidos en el *Reglamento de gestión de riesgos*.

4.1 Operaciones que conforman el saldo abierto a plazo

El primer paso es determinar la composición de la cartera de valores que conforman el saldo abierto a plazo de la entidad. Estos instrumentos deben corresponder a operaciones de reporto tripartito, operaciones a plazo (por cuenta propia o de terceros), operaciones de préstamo de valores, operaciones del mercado de liquidez, reportos en mercados internacionales y cualquier otra que constituya una obligación a plazo para el puesto de bolsa.

Supondremos que un puesto desea calcular el SAAR y que su cartera está compuesta por los siguientes instrumentos:

Cuadro 1:

Instrumentos de la cartera				
Emisor	BCCR	FIFCO	INTSF	BNCR
Instrumento	bemv	acom	inm1\$	bfb12
Moneda Liquidación	Colones	Colones	Dólares	Colones
Fecha de Liquidación	28-4-2009	6-4-2009	14-4-2009	15-6-2009
Valor Transado	¢504.222.222	¢16.777.580	\$12.687	¢262.207.265

*Fecha de cálculo: 27 de marzo de 2009.

**Tipo de cambio compra: 561,45

²⁶ Respecto a las operaciones en los mercados internacionales se deberá considerar aquellas operaciones en las que el Puesto de bolsa sea responsable por la liquidación final o por los aportes de margen provocados por variaciones en el precio de los colaterales.

4.2 Determinación del valor total de la cartera.

El siguiente paso es calcular el valor total de la cartera transformada a colones, para esto se suman cada uno de los valores transados de las operaciones (aquellas operaciones cuya liquidación es en una moneda diferente a colones se transforman por el tipo de cambio de compra correspondiente). En nuestro ejemplo, el cálculo se realiza así:

Cuadro 2:

Valor total de la cartera				
Emisor	Instrumento	Moneda de liquidación	Valor Transado	Valor transado (millones de colones)
BCCR	bemv	Colones	504.222.222	504,22
FIFCO	acom	Colones	16.777.580	16,78
INTSF	inm1\$	Dólares	12.687	7,12
BNCR	bfb12	Colones	262.207.265	262,21
Saldo abierto al 27 de marzo de 2009				790,33

*Tipo de cambio compra: 561,45.

4.3 Cálculo del factor de ajuste por riesgo de renovación (FA_{RE})

Este factor ajusta el monto de cada operación que conforma el saldo abierto de acuerdo a los días al vencimiento desde la fecha de cálculo hasta la fecha de liquidación. La fórmula que se utiliza para el cálculo en Excel es la siguiente: $DAYS360$ (Fecha de cálculo, Fecha de liquidación).

Según la categoría de clasificación en la que se ubiquen los días al vencimiento, así será el factor de ajuste asignado. Dichas categorías están definidas en el siguiente cuadro:

Cuadro 3:

Plazo al vencimiento (días naturales)	Factor de ajuste
Mayor o igual a 61 días	1
De 31 a 60 días	2
De 16 a 30 días	3
Menor a 15 días	4

Una vez que se obtiene el factor de ajuste respectivo, se multiplica por el cociente entre el valor transado (transformado a colones) y el saldo abierto obtenido en el **Cuadro 2**. La sumatoria de los FA_{RE} de cada instrumento constituirá el FA_{RE} de la cartera. En nuestro ejemplo, el cálculo se realiza de la siguiente manera:

Cuadro 4:

Cálculo del FA_{RE}						
1	Emisor	BCCR	FIFCO	INTSF	BNCR	
2	Instrumento	bemv	acom	inm1\$	bfb12	
3	Fecha de cálculo	27-03-09	27-03-09	27-03-09	27-03-09	
4	Fecha de Liquidación	28-04-09	06-04-09	14-04-09	15-06-09	
5	Días al vencimiento (4 – 3)	31	9	17	78	
6	Factor de ajuste	2	4	3	1	
7	Valor transado (millones de ¢)	504,22	16,78	7,12	262,21	
8	Saldo abierto	790,33	790,33	790,33	790,33	FA_{RE}
9	$FA_{RE} = 6 * (7 / 8)$	1,275979	0,084914	0,027039	0,331769	1,719700

4.4 Cálculo del factor de ajuste por riesgo de concentración (FA_{CO})

Para el cálculo del factor de riesgo por concentración los puestos de bolsa deben agrupar el saldo abierto por cliente. Se debe recordar que aquellas cuentas que correspondan a un mismo grupo financiero se consideran como un solo cliente.

Al valor transado total por cada grupo de cuentas que se conforme dividido entre el saldo abierto total del puesto se le asignará un factor de ajuste de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cuadro 5:

Concentración	Factor de ajuste
Menos de 10% en un cliente	1
Más de 10% y hasta 20% en un cliente	2
Más de 20% y hasta 40% en un cliente	3
Más de 40% en un cliente	4

En el ejemplo que se ha desarrollado se ha supuesto que cada operación que conforma el saldo abierto corresponde a un solo cliente. Por lo tanto, el cálculo de este factor se realiza de la siguiente manera:

Cuadro 6:

Cálculo del FA_{CO}						
1	Emisor	BCCR	FIFCO	INTSF	BNCR	
2	Instrumento	bemv	acom	inm1\$	bfb12	
3	Cuenta del cliente	000000	000001	000002	000003	
4	Valor transado (millones de ¢)	504,22	16,78	7,12	262,21	
5	Saldo abierto	790,33	790,33	790,33	790,33	
6	Participación % (4 / 5)	64%	2%	1%	33%	
7	Factor de ajuste	4	1	1	3	FA_{CO}
8	$FA_{CO} = 7 * (4 / 5)$	2,551957	0,021229	0,009012	0,995307	3,577507

Como se observa en el Cuadro 6, una vez que se obtiene el factor de ajuste respectivo, se multiplica por el cociente entre el valor transado (transformado a colones) y el saldo abierto. La sumatoria de los FA_{CO} de cada instrumento constituirá el FA_{CO} de la cartera.

4.5 Cálculo del factor de ajuste por riesgo de subyacente (FA_S)

El factor de ajuste se establece en función del tipo de subyacente, de acuerdo a su clasificación dentro de las siguientes categorías:

Cuadro 7:

Categoría de subyacente	Factor de ajuste
Emisiones del Banco Central y Gobierno de Costa Rica.	1
Bancos estatales, Emisiones de gobiernos de países miembros de la OCDE, y Bancos Multilaterales.	1,5
Emisiones de entes supervisados por la SUGEF con calificación A o superior, Emisiones de Bancos Centrales y gobiernos de países <u>no</u> miembros de la OCDE.	2
Emisiones de deuda de entes no supervisados por la SUGEF con calificación A o superior.	2,5
Participaciones de fondos financieros y acciones.	3
Participaciones de fondos inmobiliarios.	3,5
Otros.	4

Una vez asignados los factores de ajuste por emisión, el cálculo del FA_S se detalla a continuación:

Cuadro 8:

Cálculo del FA_S						
1	Emisor	BCCR	FIFCO	INTSF	BNCR	
2	Instrumento	bemv	acom	inm1\$	bfb12	
3	Valor transado (millones de ₡)	504,22	16,78	7,12	262,21	
4	Saldo abierto	790,33	790,33	790,33	790,33	
5	Factor de ajuste	1	3	3.5	1.5	
6	$FA_S = 5 * (3/4)$	0,637989	0,063686	0,031544	0,497653	1,230873

Nuevamente, el factor de ajuste respectivo se multiplica por el cociente entre el valor transado (transformado a colones) y el saldo abierto, tal y como se muestra el Cuadro 8. La sumatoria de los FA_S de cada instrumento constituirá el FA_S de la cartera.

4.6 Cálculo del saldo abierto ajustado por riesgo (SAAR)

Después de haber calculado los factores de riesgo para cada uno de los instrumentos que conforman la cartera, se procede a calcular el SAAR utilizando la siguiente fórmula general:

$$SAAR = SA * [(40\% * FA_{RE}) + (20\% * FA_{CO}) + (40\% * FA_S)]$$

El SAAR para la cartera que hemos utilizado en este ejercicio se obtendría de la siguiente manera:

Cuadro 9:

Cálculo del SAAR					
	Instrumento	FA_{RE}	FA_{CO}	FA_S	
1	bemv	1,2760	2,5520	0,6380	
2	acom	0,0849	0,0212	0,0637	
3	inm1\$	0,0270	0,0090	0,0315	
4	bfb12	0,3318	0,9953	0,4977	
5	Factores de riesgo (1 + 2 + 3 + 4)	1,720	3,578	1,231	
6	Porcentaje de ponderación	40%	20%	40%	
7	5 * 6	0,688	0,716	0,492	
8	Saldo Abierto	790,33	790,33	790,33	SAAR
9	7 * 8	543,74	565,87	388,84	1.498,45

Veamos entonces que la sumatoria de cada uno de los componentes de la fórmula (aquí representados en la última fila del Cuadro 9) nos da el SAAR para nuestra cartera, el cual fue de ¢1.498,45 millones. Este dato debe compararse con el capital base del mes anterior del Puesto de bolsa, a fin de verificar que el SAAR no sea superior a 25 veces el capital base de la entidad, tal y como lo establece el *Reglamento de gestión de riesgos*.

ANEXO I

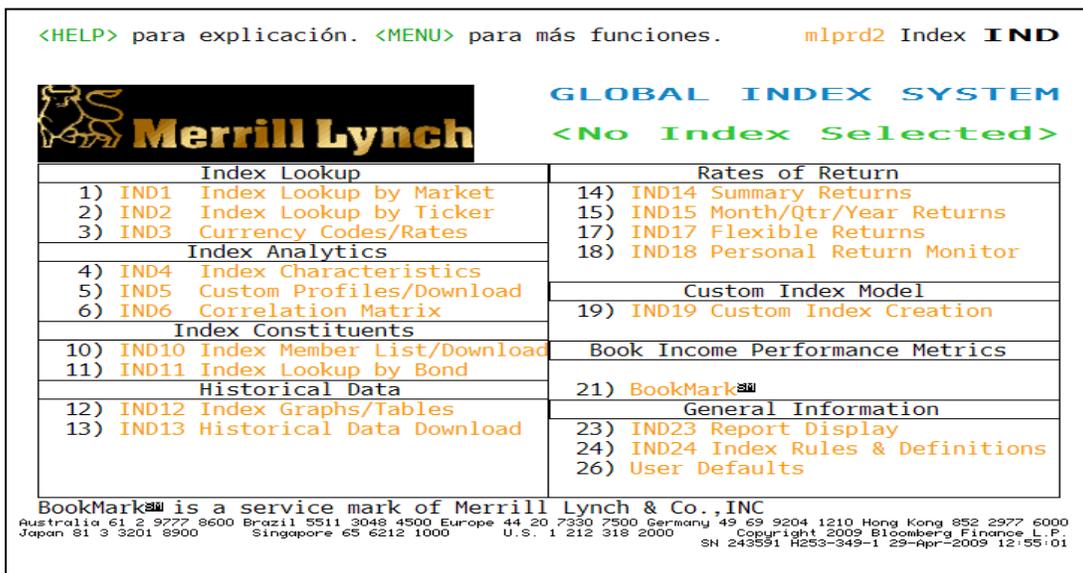
Spread de Merrill Lynch del Sistema Bloomberg

Los pasos a seguir son los siguientes:

A) En la pantalla principal del sistema Bloomberg se digita la palabra *MER* y se presiona la tecla <GO>. El sistema nos mostrará la siguiente pantalla:



B) En la pantalla anterior elegimos la opción **6) IND ML Índices** y enseguida se nos desplegará la siguiente pantalla:



- C) De la pantalla anterior elegimos la opción **1) IND1 Index Lookup by Market**. A continuación el sistema nos mostrará la siguiente pantalla:

<HELP> para explicación mlprd2 Govt **IND**



Global Bond Indices

<p>Global Investment Grade</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Global Broad Market 2) Global Large Cap 3) Global Broad Mkt Plus 4) Global Sovereign 	<ol style="list-style-type: none"> 7) EMU/Europe/U.K. 8) Australian Dollar Markets 9) Japanese Yen Markets 10) Global And Regional High Yield & Emerging Markets 11) Currency / Money Markets 12) Swaps
---	---

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000
 Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2009 Bloomberg Finance L.P.
 SN 243591 H253-349-1 30-Jun-2009 14:07:16

- D) De la pantalla anterior elegimos la opción **10) Global and Regional High Yield & Emerging Markets**. Seguidamente veremos esta pantalla:

<HELP> para explicación mlprd2 Index **IND**

Global And Regional High Yield & Emerging Markets

High Yield & Emerging Markets

- 1) Global High Yield & Emerging Mkts
- 2) USD High Yield & Emerging Mkts

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Global High Yield</div> <p>U.S. High Yield</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) All High Yield 6) Cash Pay Only 7) Canada 8) Europe 9) Global 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Global Emerging Markets</div> <ol style="list-style-type: none"> 15) Sovereign BBB & lower 16) Sovereign BB & lower 17) Sovereign BBB-B 18) Sovereign BBB 19) Sovereign by Country 20) Corporates 21) Sovereign & Corporates
---	---

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000
 Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2009 Bloomberg Finance L.P.
 SN 243591 H253-349-2 29-Apr-2009 12:58:17

E) En la pantalla anterior elegimos la opción **19) Sovereign by country**. El sistema nos desplegará la siguiente pantalla con el listado de países para los que ofrece el *spread*:

```

<HELP> para explicación                                mlprd2 Govt  IND
Enter # <GO> to select
SOVEREIGN BY COUNTRY                                     Page 3 of 5
Index Incept Description
1) GDPH 12/91 USD Emerging Market Sovereigns, Philippines
2) GDPK 12/99 USD Emerging Market Sovereigns, Pakistan
3) GDPL 10/94 USD Emerging Market Sovereigns, Poland
4) GDQA 05/99 USD Emerging Market Sovereigns, Qatar
5) GDRU 11/96 USD Emerging Market Sovereigns, Russia
6) GDSK 12/98 USD Emerging Market Sovereigns, Slovakia
7) GDSV 04/ 2 USD Emerging Market Sovereigns, El Salvador
8) GDTH 12/96 USD Emerging Market Sovereigns, Thailand
9) GDTN 04/ 2 USD Emerging Market Sovereigns, Tunisia
10) GDTR 08/97 USD Emerging Market Sovereigns, Turkey
11) GDTT 12/ 4 USD Emerging Market Sovereigns, Trinidad & Tobago
12) GDUU 03/ 0 USD Emerging Market Sovereigns, Ukraine
13) GDUY 07/97 USD Emerging Market Sovereigns, Uruguay
14) GDVE 12/91 USD Emerging Market Sovereigns, Venezuela
15) GDVN 12/ 4 USD Emerging Market Sovereigns, Vietnam
16) GDZA 10/96 USD Emerging Market Sovereigns, South Africa
17) GEAR 12/98 EUR Emerging Markets Sovereigns, Argentina
18) GEBG 04/ 2 EUR Emerging Markets Sovereigns, Bulgaria

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2009 Bloomberg Finance L.P.
SN 243591 H253-349-1 30-Jun-2009 14:08:36
    
```

F) En la pantalla antes mostrada se elige el país para el cual buscamos el *spread*. Aparecerá la siguiente pantalla:

```

<HELP> para explicación. <MENU> para más funciones.    mlprd2 Govt  IND
Merrill Lynch GLOBAL INDEX SYSTEM
GDSV <Index>
Index Lookup Rates of Return
1) IND1 Index Lookup by Market 14) IND14 Summary Returns
2) IND2 Index Lookup by Ticker 15) IND15 Month/Qtr/Year Returns
3) IND3 Currency Codes/Rates 17) IND17 Flexible Returns
Index Analytics 18) IND18 Personal Return Monitor
4) IND4 Index Characteristics
5) IND5 Custom Profiles/Download
6) IND6 Correlation Matrix Custom Index Model
19) IND19 Custom Index Creation
Index Constituents Book Income Performance Metrics
10) IND10 Index Member List/Download
11) IND11 Index Lookup by Bond
Historical Data 21) BookMark
12) IND12 Index Graphs/Tables General Information
13) IND13 Historical Data Download 23) IND23 Report Display
24) IND24 Index Rules & Definitions
26) User Defaults
BookMark is a service mark of Merrill Lynch & Co., INC
Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2009 Bloomberg Finance L.P.
SN 243591 H253-349-1 30-Jun-2009 14:09:16
    
```

- G) Seleccionamos en la pantalla anterior la opción **13) IND Historical Data Download**. A continuación el sistema nos mostrará lo siguiente:

<HELP> para explicación mlprd2 Index **IND**

MERRILL LYNCH INDEX DOWNLOAD

Freq: **M** From: **3/31/08** To: **3/31/09** File to download: **INDEX** Group By: **I**

Index:

ME Source:

Currency: **LOC** **LOC** **LOC** **LOC** **LOC** **LOC** **LOC** **LOC** **LOC**

Enter numbers (1,2,3...) indicating selections and desired column order:

<input type="checkbox"/> Total Return Index	<input type="checkbox"/> Final Maturity/WAL	<input type="checkbox"/> # of Issues
<input type="checkbox"/> Total Return %	<input type="checkbox"/> Years To Workout/WAL	<input type="checkbox"/> Face Value
<input type="checkbox"/> Total Rtn Index Hedged	<input type="checkbox"/> Macaulay Dur (Conv)	<input type="checkbox"/> Market Value ex Cash
<input type="checkbox"/> Total Return % Hedged	<input type="checkbox"/> ModDur To Mat (Conv)	<input type="checkbox"/> Market Value with Cash
<input type="checkbox"/> Price Return Index	<input type="checkbox"/> ModDur To Mat (s.a.)	<input type="checkbox"/> Cash Value
<input type="checkbox"/> Price Return %	<input type="checkbox"/> ModDur To Worst (Conv)	<input type="checkbox"/> Par Wtd Price
<input type="checkbox"/> Price Rtn Index Hedged	<input type="checkbox"/> ModDur To Worst (s.a.)	<input type="checkbox"/> Accrued Interest
<input type="checkbox"/> Price Return % Hedged	<input type="checkbox"/> Effective Duration	<input type="checkbox"/> Par Wtd Coupon
<input type="checkbox"/> Paydown Return %	<input type="checkbox"/> Effective Convexity	<input type="checkbox"/> Mkt Wtd Coupon
<input type="checkbox"/> Excess Rtn % vs Govts	<input type="checkbox"/> Effective Risk	<input type="checkbox"/> Stripped Yield
<input type="checkbox"/> Excess Rtn % vs Swaps	<input type="checkbox"/> Yield To Mat (Conv)	<input type="checkbox"/> Stripped Spread
<input type="checkbox"/> Option Adjusted Spread	<input type="checkbox"/> Yield To Mat (s.a.)	<input type="checkbox"/> Blended Spread
<input type="checkbox"/> Asset Swap Spread	<input type="checkbox"/> Yield To Worst (Conv)	<input type="checkbox"/> Stripped Sprd Duration
<input type="checkbox"/> Spread To Worst	<input type="checkbox"/> Yield To Worst (s.a.)	<input type="checkbox"/> Mortgage WAC
<input type="checkbox"/> Yield Ratio	<input type="checkbox"/> Effective Yield	<input type="checkbox"/> Mortgage WAM
		<input type="checkbox"/> Mortgage WALA

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2009 Bloomberg Finance L.P.
SN 243591 H253-349-2 29-Apr-2009 12:59:08

- H) En esta última pantalla elegimos la opción **Stripped spread²⁷** y completamos la información solicitada en la parte superior de dicha pantalla referente al rango de fechas y la frecuencia con la que quiero la información (diaria, semanal, mensual, etc).

Una vez completada esa información presionamos la tecla <GO>, luego de lo cual nos aparecerá la siguiente pregunta: **Start download? Y/N** a la que responderemos digitando la letra **Y** (Yes). Seguidamente digitamos **FTR** y presionamos la tecla <GO>; y luego de unos segundos se abrirá una hoja de Excel con la información que solicitamos.

²⁷ El *Stripped spread* es el diferencial de rendimientos del instrumento en análisis respecto a la tasa libre de riesgo (generalmente un bono del Tesoro de los Estados Unidos de igual plazo). En la práctica suele considerarse como una aproximación a la tasa de riesgo país.

ANEXO II

Curvas de rendimiento e índices del sistema Bloomberg

El procedimiento a seguir para obtener del sistema Bloomberg las curvas de rendimiento de diferentes países es el siguiente:

Tecla Govt → opción 4) *Curvas de rendimiento (YCRV)* → Curvas por región → se elige el *país de interés* → se elige la *curva correspondiente*

Por su parte, para acceder al listado de índices que ofrece Bloomberg únicamente se digita la palabra INDEX y se presiona la tecla <GO>. El siguiente paso será elegir el índice que se requiere²⁸.

A continuación se presenta una lista (no exhaustiva) de curvas de rendimiento de países desarrollados y emergentes, así como la lista de índices accionarios que deben utilizarse como referencia para las aproximaciones de precios para emisiones extranjeras según el Acuerdo sobre las *Instrucciones para el Reglamento de gestión de riesgos*:

<u>Países desarrollados</u>	<u>Ticker²⁹</u>
Canadá	I7
Francia	I14
Alemania	I16
Italia	I40
Japón	I14
Gran Bretaña	I22
EE.UU. (Constant Maturity Treasury, CMT)	H15TiM y H15TiY
EE.UU Swap	USSWAPi y US000im

Países emergentes

Argentina	I459
Brasil	I211
Chile	I257
Panamá	I302
México	I213
El Salvador	I339
Uruguay	I306
Perú	I303
Turquía	I249
Bélgica	I6
España	I61
Rusia	I214

²⁸ El sistema Bloomberg permite exportar los datos de las curvas e índices a una hoja de cálculo de Excel para facilitar su manejo y análisis.

²⁹ El Ticker es un código de identificación utilizado por el sistema Bloomberg para facilitar la localización y captura de datos.

Índices Accionarios

S&P 500
S&P Europe 350
S&P Asia 50
S&P Latin America 40

SPX Index
SPEURO Index
SPA 50 Index
SPLAC Index

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jorion, Philippe. **Valor en Riesgo**. Editorial, LIMUSA, S.A. México, D.F., 2000.
2. Jorion, Philippe. **Financial Risk Manager**. Second Edition. Hoboken, New Jersey, 2003.
3. Knop, Roberto (et al). **Medición de riesgos de mercado y crédito**. Editorial Ariel, S.A. Primera edición, febrero de 2004.
4. Soler Ramos, José A. (et al). **Financial Risk Management. A practical approach for emerging markets**. Inter-American Development Bank. Washington, D.C., october 2000.