

# **EL VAR HISTÓRICO: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA MEDICIÓN DE PÉRDIDAS ESPERADAS EN PESOS DE DEUDORES HIPOTECARIOS CON CRÉDITOS EN UNIDADES DE VALOR REAL (UVR)<sup>1</sup>**

**EDGARDO CAYÓN FALLÓN\***

MBA, McGill University, Canadá.  
Profesor Asociado en Finanzas, Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA), Colombia.  
Grupo de investigación "Gestión e Innovación Empresarial", afiliado a CESA, clasificación B de Colciencias.  
Dirigir correspondencia a: Calle 35 No. 6-16, Bogotá, Colombia.  
ecayon@cesa.edu.co

**JULIO SARMIENTO SABOGAL**

Ph.D. Candidate, Macquarie University, Australia.  
Profesor, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.  
Grupo de investigación "Riesgos financieros y métodos de valoración de empresas (RISVAL)",  
afiliado a la Pontificia Universidad Javeriana.  
sarmien@javeriana.edu.co

Fecha de recepción: 20-05-2009

Fecha de corrección: 20-05-2009

Fecha de aceptación: 23-07-2010

## **RESUMEN**

El objetivo principal de esta propuesta es enriquecer la información que se presenta al futuro deudor hipotecario, desde una perspectiva de riesgos financieros, en el momento de tomar la decisión con respecto a la financiación de su vivienda en créditos denominados en UVR. Para este propósito se utilizó el VaR Histórico como medida de riesgo para créditos indexados por inflación. Por medio de los resultados obtenidos y utilizando esta metodología, se puede concluir que existe la necesidad de una mayor regulación, por parte de las entidades competentes, con relación a la calidad de información que actualmente los establecimientos de crédito proveen al deudor hipotecario en su proceso de decisión con respecto a su opción de financiación de vivienda en créditos denominados en UVR.

## **PALABRAS CLAVE**

Finanzas, UVR, riesgo, crédito hipotecario.

**Clasificación JEL:** G21

<sup>1</sup> Este documento hace parte de los resultados de proyectos de investigación registrados en el CESA y la Pontificia Universidad Javeriana.

\* Autor para correspondencia.

## ABSTRACT

*Historical VaR: a methodological approach for measuring expected losses in pesos in the Colombian indexed inflation mortgage market*

The objective of this proposal is to provide useful information to the clients of the Colombian mortgage market from the perspective of financial risk. This is done for the purpose of giving the client a complete understanding of the implied financial risks in inflation adjusted mortgages. Our proposal suggests that it is possible to measure and quantify the risk incurred by the users of the Colombian mortgage market based on historical VaR.

## KEYWORDS

Finance, UVR, risk, mortgage.

## RESUMO

*O var histórico: uma proposta metodológica para a medição de perdas esperadas em pesos de devedores hipotecários com créditos em unidades de valor real (UVR)*

O objetivo principal desta proposta é de enriquecer a informação que se apresenta ao futuro devedor hipotecário, partindo de uma perspectiva de riscos financeiros, no momento de tomar a decisão no que diz respeito ao financiamento de sua habitação em créditos denominados em UVR. Para este propósito se utilizou o VaR Histórico como medida de risco para créditos indexados pela inflação. Por meio dos resultados obtidos utilizando esta metodologia podemos concluir que existe a necessidade de uma maior regulação por parte das entidades competentes, em relação a qualidade de informação que atualmente os estabelecimentos de crédito fornecem ao devedor hipotecário em seu processo de decisão relativamente a sua opção de financiamento de habitação em créditos denominados de UVR.

## PALAVRAS CHAVE

Finanças, UVR, risco, crédito hipotecário.

## INTRODUCCIÓN

Al final de la década de los años noventa, Colombia sufrió una de las peores crisis económicas de su historia. Uno de los sectores de la economía que más se vio afectado fue el de los establecimientos de crédito y, en especial, aquellos con alta concentración de cartera en créditos hipotecarios (Romero, 2003). Esta crisis conllevó al gobierno nacional a emitir la Ley 546 de 1999, o más comúnmente denominada como la Ley de Vivienda. Uno de los cambios más radicales que supuso esta ley fue la transición del sistema de financiación de vivienda a largo plazo, basado hasta ese momento en unidades UPAC,<sup>2</sup> al que existe actualmente, que se basa en las denominadas Unidades de Valor Real (UVR). Es con relación a los supuestos inherentes en la fórmula para el cálculo de la equivalencia de UVRs en pesos que se basa la propuesta metodológica de este artículo para la medición de pérdidas en pesos desde la perspectiva del deudor hipotecario.

En Latinoamérica, y especialmente en el caso de Colombia, la inestabilidad económica hace que la captación de recursos a largo plazo tenga una naturaleza impredecible, dado que el costo de una vivienda generalmente equivale a los ingresos del deudor durante muchos años; esto hace que los créditos hipotecarios conlleven una naturaleza de largo plazo que se acomode a la capacidad de pago del deudor (Galindo y Lora, 2005).

Esta disparidad que existe entre la captación y la colocación, hace que los establecimientos de crédito que ofrecen préstamos a largo plazo se vean afectados por problemas de liquidez y pérdidas en el capital invertido por causa de la inflación. Es en este contexto y como solución a estos problemas, que países como Colombia optaron por sistemas de financiación indexados a la inflación con el propósito de proteger el valor del capital invertido por los establecimientos de crédito en préstamos hipotecarios (Galindo y Lora, 2005).

Esto trae el problema de que los riesgos que se originan por causa de las variaciones en la inflación sean trasladados de manera directa al deudor hipotecario, lo que en un escenario de alzas continuas de la inflación puede poner en peligro la capacidad de pago del deudor en cuanto a los desembolsos que este debe hacer en moneda corriente para cubrir el incremento de la equivalencia de las obligaciones originadas del crédito en unidades indexadas (Galindo y Lora, 2005). Es con relación a este problema que se genera la necesidad de una metodología que permita cuantificar de alguna manera el impacto económico al que se puede ver sometido el deudor con respecto a cambios inesperados en la inflación.

## 1. LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA UVR

El Documento Conpes 3066 del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 1999) establece que:

2 Dada la incertidumbre económica con respecto a la pérdida de poder adquisitivo de la moneda local que existe en Colombia, la mayoría de los sistemas de financiación a largo plazo se basan en unidades indexadas a algún indicador de tipo macroeconómico. Para el caso específico de la Unidad de Poder Adquisitivo Constante (UPAC) se utilizó las tasa de interés a corto plazo (DTF), y en el caso de la Unidad de Valor Real (UVR) la variación mensual del índice de precios al consumidor (IPC).

En el Artículo 3 de la Ley marco para la Financiación de Vivienda Individual se establece que la Unidad de Valor Real –UVR–, es una unidad de cuenta que refleja el poder adquisitivo de la moneda, con base exclusivamente en la variación del Índice de Precios al Consumidor, IPC, certificada por el DANE. La misma ley faculta al Consejo de Política Económica y Social para establecer la metodología de cálculo del valor de la UVR. El valor en moneda legal colombiana de la UVR cambiará diariamente durante el período de cálculo, de acuerdo con la siguiente fórmula. (p.2)

A continuación se muestra en detalle la fórmula para determinar el valor de la UVR y sus principales componentes:

$$UVR_t = UVR_{15} (1 + i)^{t/d} \quad (1)$$

*i* Variación mensual del índice de precios al consumidor.

*UVR<sub>t</sub>* La UVR para el periodo deseado.

*t* El número de días comprendido desde *UVR<sub>15</sub>* hasta *UVR<sub>t</sub>* (este periodo puede oscilar entre 1 y 31 dependiendo del mes).

*d* Los días calendario a los que corresponde el respectivo mes de la *UVR<sub>t</sub>*.

## 2. EL RIESGO REAL DEL DEUDOR HIPOTECARIO: UN PROBLEMA DE INFORMACIÓN

A manera de ejemplo asuma que la UVR al 15 de febrero del 2008 es de 169,7099 pesos y que la variación

mensual del IPC reportada para el mes anterior<sup>3</sup> (enero) es de 1,06% y se desea saber cuál es el valor de la unidad para el 14 de marzo del 2008. La formula sería:

$$UVR_{15} = 169,7099 * (1 + 0,0106)^{(28/29)}$$

$$UVR_{15} = 171,4465$$

Lo cual arrojaría un valor de 171,4465 para el 14 de marzo del 2008. Lo más importante de este ejemplo es ver que el valor de la unidad se determina por medio de una variable que puede presentar grandes variaciones como es el caso del IPC (inflación), ya que el valor futuro que puede tomar esta variable está sujeto al comportamiento del nivel general de precios de las diferentes canastas de bienes y servicios que se emplean en el cálculo del IPC. Dichos precios en condiciones macroeconómicas de exceso de demanda o por cambios de la oferta interna tienden a ser extremadamente volátiles.

En estas condiciones de incertidumbre, el problema que enfrenta el deudor hipotecario es que rara vez cuenta con una información confiable en cuanto al riesgo financiero al que está expuesto por las obligaciones crediticias contraídas en un crédito UVR. Esto ocurre porque generalmente los bancos hipotecarios subestiman el impacto de estas variables en la información financiera que entregan a sus clientes, ya que al hacer proyecciones con base en la inflación anualizada y utilizar la equivalencia de esta en nominal mensual como tasa base para la proyección de los valores de la UVR

3 Dado que el DANE reporta la variación del IPC del mes anterior durante los cinco días hábiles del mes posterior, el punto de corte para la proyección de la UVR se hace con corte el día 15 de cada mes. Esto quiere decir que en el caso de este ejemplo, la UVR del día 14 de marzo todavía depende de la variación reportada en enero, y la del 16 de marzo en adelante, se calcularía con la variación reportada de febrero que el DANE publica los primeros cinco días hábiles de marzo.

a futuro, se puede estar subestimando el impacto de la variabilidad futura del IPC. Generalmente, los valores proyectados que la entidad financiera entrega de manera informativa a sus clientes son muchas veces menores a aquellos que realmente el cliente deberá pagar, ya que los valores reales se calculan con las variaciones del IPC mensual que publica el DANE mes a mes y no de la inflación anualizada, como es la práctica común de las entidades financieras para hacer las proyecciones de pago de las cuotas que deberán pagar sus clientes.

A continuación se muestra un ejemplo entre lo que arroja un simulador de un banco hipotecario<sup>4</sup> suponiendo un préstamo que se solicita el primero de enero del 2007 (la UVR real al primero de enero es de \$160,0284) y se liquida la cuota que debe pagar en pesos al 30 de cada mes; para esto la entidad asume la inflación anualizada del 2006 que fue de 4,48% (ver Tabla

1). Adicionalmente, se hace la salvedad que esto solo debe usarse para fines informativos sin que acarree ninguna responsabilidad de tipo legal que comprometa a la entidad, esto significa que todas las proyecciones del valor futuro de la UVR se basan en una variación mensual aproximada del IPC del 0,366%. A continuación puede apreciarse cómo esta proyección difiere con lo que el deudor realmente debe pagar durante los cinco primeros meses de vida del préstamo hipotecario.

Como se puede apreciar de la Tabla 1, desde el primer mes existe una pequeña diferencia entre lo proyectado y lo real, lo más relevante es que esta diferencia tiende a aumentar a medida que pasa el tiempo, lo que quiere decir que para una cuota mensual de 6.000 UVRs en el quinto mes el deudor hipotecario pagaría aproximadamente \$26.669,03<sup>5</sup> más de lo proyectado originalmente, siendo el

**Tabla 1.** UVR real vs. UVR proyectada

Mes	Variación IPC real	Variación IPC banco	Fecha	UVR real	UVR proyectada
Diciembre	0,23%	0,366%	31/01/2007	160,39	160,61
Enero	0,77%	0,366%	28/02/2007	161,14	161,20
Febrero	1,17%	0,366%	31/03/2007	162,78	161,79
Marzo	1,21%	0,366%	30/04/2007	164,69	162,38
Abril	0,90%	0,366%	31/05/2007	167,42	162,98

**Nota:** Dado que al primero de enero no se cuenta con el dato de inflación de diciembre, la UVR al 31/01/2007 se calcula una vez se obtiene el dato después del 1 de enero y así para los meses posteriores. La tabla se redondea a dos decimales pero los cálculos se hacen con cuatro decimales.

**Fuente:** Elaboración propia, basado en datos suministrados por el DANE<sup>6</sup> y el Banco de la República<sup>7</sup>.

4 Aunque los simuladores son de uso público, para no mencionar una entidad específica ya que esto es práctica comercial común, se aplica la reserva del sumario con respecto al origen del simulador para no crear prejuicios hacia una entidad en particular. Adicionalmente, para mayor claridad del ejercicio académico, no se toma en cuenta el spread de colocación de la entidad sobre el préstamo en UVR.

5 La cuota con la proyectada sería  $\$162.975 \times 6.000 = \$977.864,77$  y con la real  $\$167,4223 \times 6.000 = \$1.004.533,80$ , la diferencia entre la real y la proyectada es de \$26.669,03

6 Disponible en: [http://www.dane.gov.co/index.php?Itemid=140&id=28&option=com\\_content&sectionid=32&task=category](http://www.dane.gov.co/index.php?Itemid=140&id=28&option=com_content&sectionid=32&task=category).

7 Disponible en: [http://www.banrep.gov.co/series-estadisticas/see\\_upac.htm](http://www.banrep.gov.co/series-estadisticas/see_upac.htm)

deudor el que asume en un 100% el riesgo financiero del aumento de la cuota por concepto de inflación. Si esta tendencia al alza en la inflación se mantiene en el largo plazo, la capacidad de pago del deudor se verá afectada de manera negativa.

Esto ocurre porque mientras el deudor absorbe el impacto del alza de la inflación de manera mensual en lo corrido del año, su salario en la mayoría de las veces solo se reajusta doce meses después. Esto conlleva que el deudor vea un detrimento de su poder adquisitivo por causa de las condiciones macroeconómicas que afectan el valor de las cuotas de su préstamo hipotecario en el mediano y largo plazo.

### **3. EL VALOR EN RIESGO HISTÓRICO: UNA METODOLOGÍA ADECUADA DE MEDICIÓN DE RIESGO DESDE LA PERSPECTIVA DEL DEUDOR HIPOTECARIO**

#### **3.1. Marco teórico**

La mayoría de las metodologías de medición de riesgo financiero asumen que el comportamiento de los títulos de valor presentan un comportamiento aproximado al de la distribución normal, aunque ciertos estudios<sup>8</sup> advierten que todas las condiciones necesarias para adoptar las propiedades de la distribución normal como modelo no se cumplen en su totalidad, en la práctica se opta por obviar esas pequeñas viola-

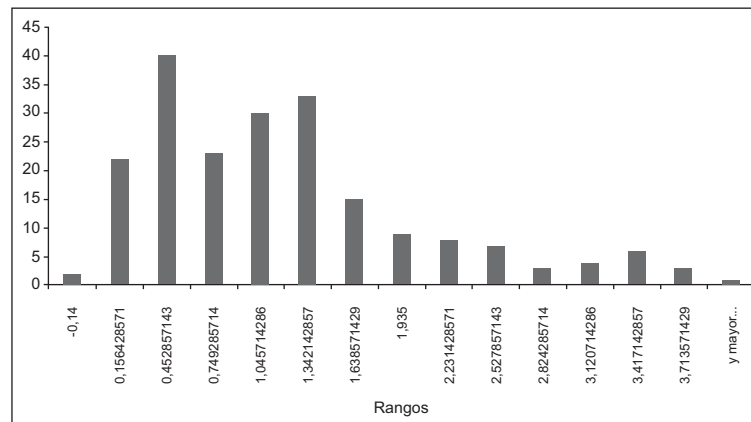
ciones por cuestiones de simplicidad (RiskmetricsGroup, 1996). En el caso específico del comportamiento de la variación mensual del IPC, se efectuaron tres pruebas de Goodness-of-Fit, en donde para Kolgomorov-Smirnov la hipótesis nula es que el IPC se ajusta a la distribución normal y la hipótesis alternativa es que el IPC no se ajusta a la distribución normal. En el caso de la prueba Anderson-Darling se utiliza la hipótesis que los datos provienen de una distribución normal; y para la prueba CHI con un grado de libertad, se empleó la hipótesis nula que los datos se ajustan a la distribución normal y la hipótesis alternativa de que el IPC no se ajusta a la distribución normal. En todos los casos se rechazaron las hipótesis nulas y se aceptaron las hipótesis alternativas de que el IPC no se ajusta a una distribución normal<sup>9</sup> (ver en el Gráfico 1 el IPC y el resumen de los resultados de las pruebas estadísticas en la Tabla 2).

La causa de que el IPC en Colombia no presente un comportamiento que se aproxime a la distribución normal se puede atribuir a dos razones: 1) a la volatilidad extrema que presentan algunas de las variaciones mensuales históricas del IPC en el corto plazo, y 2) a variaciones súbitas en el precio de alguno de los componentes con los que se calcula el índice (Jaramillo, 1998). Adicionalmente, se debe aclarar que este hecho no se presenta solamente

<sup>8</sup> Engle y Bollerslev (1986) demostraron que al existir diferentes *clusters de volatilidad* en el tiempo se viola una de las condiciones de la normalidad que es una varianza constante; este hecho fue también demostrado por Richardson y Smith (1993) para diferentes horizontes de tiempo.

<sup>9</sup> Para comprobar la hipótesis de normalidad se condujeron los test mencionados anteriormente utilizando *Crystal ball* con un total de 206 variaciones mensuales comprendidas entre enero de 1991 y febrero de 2008.

**Gráfico 1. Histograma IPC 1991-2008**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2. Histograma IPC**

Pruebas	Test estadístico	Valor crítico-alpha 99%
Kolmogorov-Smirnov	0,1206	0,0516
Anderson-Darling	5,7534	1,0920
Chi-Square	68,3689	6,6349

Fuente: Elaboración propia.

en Colombia, ya que existen otros estudios empíricos<sup>10</sup> de otros países que demuestran que las variaciones mensuales de sus respectivos índices inflacionarios no presentan un comportamiento que se ajuste al de la distribución normal. Este hecho tiene fuertes implicaciones con relación a cuál debe ser la metodología de riesgo más adecuada para la medición de la variabilidad mensual del IPC. Esto ocurre porque la mayoría de las metodologías comúnmente aceptadas<sup>11</sup> para este tipo de análisis asumen que las series de las variables con las que se efectúa la medición presentan un

comportamiento normal (Alexander, 2002). Por consiguiente, al aplicar estas metodologías de medición de riesgo a variables que no se comportan normalmente, se pueden presentar los siguientes problemas:

- Se pueden generar errores en cuanto a la confiabilidad de las mediciones obtenidas con estos métodos, ya que es posible que por la no normalidad que presenta la variable objeto de la medición las variabilidades extremas queden excluidas de la medición (Brooks y Persand, 2000).

<sup>10</sup> Algunos de los estudios más relevantes en este tema son: Nueva Zelanda (Rae, 1993), Reino Unido (Minzon, 1990) y los Estados Unidos (Ball y Gregory, 1995).

<sup>11</sup> Para los propósitos de este artículo la metodología a la que se hace referencia es el VaR Paramétrico.



- Asumen que la volatilidad (medida por la desviación estándar) captura de manera efectiva todas las correlaciones que existen entre diferentes variables y/o factores de riesgo, cuando en realidad estas relaciones entre las variables pueden ocurrir por causas mucho más complejas de las que quedan reflejadas en la volatilidad estimada. Esto presenta el problema que, en el caso de que algunas variables (en especial las no normales), el resultado final de la medición de riesgo subvalore el impacto real de las relaciones que ocurren entre los factores objeto de esta medición (Alexander, 2002).

Por los argumentos planteados anteriormente, se puede decir que las metodologías de medición de riesgo basadas en la aproximación normal no son las más adecuadas en la medición del riesgo de la variabilidad del IPC. Por consiguiente, para el caso específico del IPC se debe utilizar una metodología que tome en cuenta el comportamiento no normal que presenta la variable. Es con base en esta restricción que al emplear el método de Valor en Riesgo histórico se pueda hacer una medición que arroje una mejor confiabilidad en relación con la variabilidad mensual del IPC. Este método puede ser el más adecuado para la medición del riesgo financiero que presenta el comportamiento no normal del IPC porque no basa su resultado en la distribución estadística específica que presentan las variables objeto de la medición (RiskmetricsGroup, 1996). Una ventaja que ofrece esta metodología es que puede cuantificarse la pérdida máxima esperada (por variaciones inesperadas en el IPC) a un nivel de

confianza específico y esto permite estimar cuál puede ser el máximo incremento esperado en la cuota del deudor hipotecario.

Sin embargo, cabe anotar que el método de simulación histórica también puede presentar desventajas. Chong (2004) observó que cuando se utilizaba la simulación histórica para estimar la volatilidad implícita en opciones de moneda extranjera, el método tendía a sobreestimar la volatilidad en tiempos de estabilidad económica y a subestimar la misma en tiempos de turbulencia, para lo cual sugería que los modelos de varianza condicional (GARCH) obtenían un mejor pronóstico de riesgo para estos periodos. Yong, Tae-Hwy y Burak (2006) demostraron que para predecir las pérdidas de los mercados accionarios de cinco economías emergentes asiáticas, el método paramétrico de Riskmetrics tenía un excelente poder predictivo en épocas de estabilidad económica y que algunos modelos basados en la teoría de valores extremos funcionaban mejor en épocas de turbulencia económica.

Dado que el propósito del presente estudio es demostrar la confiabilidad del método histórico por su fácil implementación, se contrastarán los resultados obtenidos por este método contra los obtenidos con el método paramétrico estándar para probar cuál de los dos tiene mayor confiabilidad por medio de un back test de los resultados. Cabe anotar que estudios recientes como los de Gençay y Selçuk (2004) han demostrado que en los mercados emergentes los modelos basados en la teoría de valores extremos, que utilizan la Distribución Generalizada de Pareto, se ajustan



adecuadamente a la realidad de estos mercados. Dada la complejidad inherente en este tipo de modelos, se considera que deben ser objeto de estudios posteriores que van más allá del alcance de la presente investigación. Para propósitos prácticos, el presente estudio se centra en los resultados obtenidos con el modelo histórico y el paramétrico, que son lo que utilizan con más frecuencia los entes reguladores como es el caso específico de la Superintendencia Bancaria de Colombia.

### 3.2. Pasos a seguir para aplicar la metodología del Valor en Riesgo Histórico al caso específico del IPC

Con la finalidad de medir el Valor en Riesgo Histórico desde la perspectiva de posibles variaciones mensuales en el IPC y su impacto en la cuota del deudor hipotecario se siguen los siguientes pasos:

1. Se obtiene una serie histórica con las variaciones mensuales del IPC (en este ejemplo la base contiene 206 datos, desde enero de 1991 a febrero de 2008).
2. Esta serie histórica se organiza de manera descendente, ya que como no ocurre con otros títulos de valor, a mayor variación en el IPC, mayor pérdida para el deudor hipotecario.
3. Para determinar qué punto específico en la serie corresponde al Valor en Riesgo a un nivel de confianza predeterminado, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Punto específico en la serie histórica} = n_x X_n \quad (2)$$

Donde:

- $\alpha$  El nivel de confianza deseado (i.e. 95%).
- $n_x$  El porcentaje excluido de un nivel de confianza específico (e.g. 5%).
- $n$  Número total de observaciones que contiene la serie (i.e. 206).
- 4. Una vez se encuentra el punto específico en la serie, se utiliza la fórmula de la UVR para proyectar el valor en pesos correspondiente a la variación obtenida y se alcanza el valor teórico del máximo incremento posible en la UVR. Una vez conseguido este valor se multiplica por la cuota correspondiente en UVRs que tiene que pagar el deudor hipotecario, a este resultado se le resta el valor de la cuota proyectada por el banco en pesos y ese sería el Valor en Riesgo al que está expuesto el deudor hipotecario por el incremento en su cuota mensual en pesos para un nivel determinado de confianza.<sup>12</sup>

Para contrastar los resultados obtenidos se utiliza el siguiente modelo paramétrico estándar donde:

$$VaR = Fx\sigma\sqrt{t} \quad (3)$$

- $F$  Nivel de confianza para el cálculo donde el 95% es igual a 1,65 y el 99% es igual a 2,33.
- $\sigma$  Desviación estándar de la muestra asumiendo normalidad y media cero.
- $\sqrt{t}$  Horizonte del VaR que para este caso específico es 1.

<sup>12</sup> Recuerde que el VaR siempre debe ser expresado como una pérdida monetaria por parte del pagador de la cuota. i.e. -\$58.000 por mes.

Dado que el método histórico se basa en el quantil exacto de la muestra de 206 observaciones al nivel de confianza del 99%, su backtest muestra el 1% de excepciones al nivel de confianza deseado. En el caso del método paramétrico, la inflación proyectada con un 99% de confianza sería de  $0,9121\% \times 2,3263 = 2,122\%$ . Al aplicar el backtest, a la muestra utilizada, este arroja 29 excepciones, lo que representa una confiabilidad del 85,9%; valor muy inferior al 99% de confianza deseado del método paramétrico. Lo que confirma que para datos no lineales como el de IPC, este método específico puede llevar a subestimar los resultados. Por consiguiente, de acuerdo con el resultado obtenido del backtest, se demuestra que en este caso específico el método histórico tiene mayor solidez en cuanto a su confiabilidad. Haciendo la misma comprobación de manera extra muestral con los primeros cien datos, la inflación proyectada con el método paramétrico a un 99% de confianza sería de  $0,4648\% \times 2,3263 = 1,081\%$ , lo que aplicado al backtest da trece excepciones con una confiabilidad del 93%, que muestra una mejora substancial con respecto al backtest

anterior, pero aun así sigue mostrando una confiabilidad mucho menor a la obtenida con el método histórico.

A manera de ejemplo, suponga que un deudor solicita el 15 de marzo de 2008 un préstamo de \$100.000.000 y este monto se liquida con la UVR real de ese día que es de \$171,5088 por UVR. Lo que implica que el banco le presta al deudor 583.060,43<sup>13</sup> UVRs a un interés del 7,99% E.A. que equivale a una tasa nominal mensual fija de 0,643%. Por consiguiente las cuotas fijas en UVR para 60 meses (5 años), 120 meses (10 años) y 180 meses (15 años) quedan como en la Tabla 3:

**Tabla 3.** Cuotas fijas UVR para diferentes plazos<sup>14</sup>

Duración del préstamo	Valor de la cuota (en UVRs)
5 años	11.742,03
10 años	6.985,57
15 años	5.475,36

Fuente: Elaboración propia.

La proyección que le entrega el banco, como la calculan los simuladores con un IPC anualizado del 4,48% y una variación mensual del 0,366%, le dice que la primera cuota en pesos para el 15 de abril del 2008 es como en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Monto en pesos primera cuota según proyección bancos<sup>15</sup>

Duración del préstamo	UVR primera cuota	Cuota (\$)
5 años	172,14	2.021.229,57
10 años	172,14	1.202.469,82
15 años	172,14	942.508,66

Fuente: Elaboración propia.

13 El valor en UVRs que se le presta finalmente al cliente es el resultado de dividir los \$100.000.000 entre el valor de 1 UVR en el día del desembolso que en este caso específico es de \$171,5088 ( $\$100.000.000 / 171,5088 = 583.060,43$  UVRs).

14 Las cuotas se obtienen aplicando la fórmula de conversión de valor presente a series de cuotas uniformes. A manera de ejemplo, la cuota mensual para el caso de los cinco años sería:  
 $583.060,43 \times ((0,643\% \times (1 + 0,643\%)^{(60)}) / (((1 + 0,643\%)^{(60)}) - 1)) = 11.742,03$  UVRs

15 El resultado se obtiene de multiplicar las cuotas en UVRs de la Tabla 3 por la UVR proyectada de la Tabla 4.

Según la serie histórica de este documento y para un nivel de confianza del 99%, la variación mensual máxima posible que puede ocurrir en uno de cada 100 meses es de 3,6704%; lo que dice que bajo un escenario extremadamente adverso la primera cuota real puede ser como en la Tabla 5.

Por consiguiente, la pérdida máxima esperada para el deudor por concepto de cuota máxima vs. proyectada (se

obtiene restando las cuotas mensuales de la Tabla 5 menos las cuotas mensuales de la Tabla 4) es como en la Tabla 6.

Suponga que se presenta una espiral inflacionaria durante todo el año con la variación mensual máxima reportada anteriormente, lo que implica que el deudor puede asumir una cuota en el periodo 12<sup>16</sup> como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 5.** Monto en pesos primera cuota según probabilidad histórica de variación mensual máxima del IPC a un nivel de confianza del 99%

Duración del préstamo	UVR primera cuota <sup>17</sup>	Cuota (\$)
5 años	177,80	2.087.778,00
10 años	177,80	1.242.061,00
15 años	177,80	973.541,00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6.** Pérdida máxima esperada por concepto de incremento en la variación mensual del IPC

Duración del préstamo	Pérdida máxima (\$)	Nómina anual (\$)
5 años	-66.548,00	792.581,36
10 años	-39.591,00	475.092,00
15 años	-31.032,00	372.382,17

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7.** Pérdida efectiva anual en una espiral inflacionaria del 3,67% mensual

Duración del préstamo	UVR mes 12	Cuota máxima 12 (\$)
5 años	274,03	3.217.671,00
10 años	274,03	1.914.257,00
15 años	274,03	1.500.415,00

Fuente: Elaboración propia.

14 Se obtiene de multiplicar la UVR inicial del préstamo por la tasa máxima variación esperada mensual de inflación según el VaR histórico  $171,5088 \times (1 + 3,6704\%) = 177,80$

15 En el caso de otros instrumentos financieros cuyos precios dependen directamente de precios spot de tasa de mercado (ejemplo: TES) o un spread sobre una unidad atada a la inflación (ejemplo: TES UVR) el VaR se mide sobre la variabilidad de esa tasa y por ende es posible medir el impacto en periodos posteriores utilizando formulas recursivas (ejemplo:  $VaR_{t+2} = VaR_{t+1} \sqrt{t}$ ), en el caso del prestatario hipotecario, la única variable que determina el monto de lo que él debe pagar es el comportamiento del IPC mensual, que es el que determina el valor de la UVR para el siguiente mes con corte el 15 de cada mes; por eso la proyección para meses posteriores se hace asumiendo el peor escenario de un mes específico y manteniendo ese IPC constante por un año, como es el caso del ejemplo que aquí se presenta.

**Tabla 8.** Saldo final máximo en pesos primera cuota por variación máxima IPC<sup>18</sup>

Duración del préstamo	UVR proyectada	Interés (\$)	Capital (\$)	Saldo final (\$)	Saldo final UVR máximo (\$)
5 años	177,80	3.746,90	7.995,13	575.065,33	102.248.835,36
10 años	177,80	3.746,90	3.238,67	579.821,79	103.094.552,54
15 años	177,80	3.746,90	1.728,46	581.332,00	103.363.072,87

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9.** Saldo final máximo en pesos cuota 12 por variación máxima IPC

Duración del préstamo	UVR proyectada	Interés (\$)	Capital (\$)	Saldo final (\$)	Saldo final UVR máximo (\$)
5 años	274,03	4.955,87	9.327,20	558.057,23	152.924.550,33
10 años	274,03	5.489,89	3.473,78	625.048,91	171.282.295,72
15 años	274,03	5.652,77	1.688,36	645.482,49	176.881.714,32

Fuente: Elaboración propia.

Esto sin contar el incremento que ocurre en el saldo en pesos en UVR, que solamente en la primera cuota quedaría como en la Tabla 8.

Si se hace el mismo ejercicio bajo una espiral inflacionaria del 3,67% mensual constante hasta la cuota 12, el saldo en pesos durante el primer año del préstamo quedaría como en la Tabla 9.

Esto sin lugar a dudas conlleva que en el caso de una espiral inflacionaria, el deudor vaya perdiendo exponencialmente su capacidad de pago con relación a su ingreso, ya que este al ser constante y al ser ajustado anualmente, no alcanza a absorber completamente el impacto que genera el costo mensual adicional por causa de la inflación. Como consecuencia, el deudor está expuesto a un efecto exponencial de pérdida del poder

adquisitivo en cuanto a sus ingresos, lo que finalmente puede llevarlo al no cumplimiento de su obligación financiera con la entidad que otorgó el crédito. Para la entidad este riesgo puede acarrear el detrimento de su cartera hipotecaria en el mediano y largo plazo.

#### 4. CONCLUSIONES

Por medio de la metodología expuesta en el presente artículo se puede presentar una mejor información al deudor hipotecario con respecto a los riesgos inherentes en relación con su préstamo en UVRs. Usando un ejemplo sencillo, el deudor puede observar de una manera simple los riesgos a los que está expuesto por cambios súbitos en la inflación. El deudor puede conocer de antemano su exposición al riesgo y él mismo puede optar por una estrategia de

<sup>18</sup> El saldo final en pesos de las Tablas 7 y 8 se obtiene de multiplicar la UVR proyectada por el saldo final en UVRs.

financiamiento acorde con su capacidad máxima de pago, teniendo presente posibles eventualidades en lo relacionado con una probable espiral inflacionaria.

Igualmente, esta metodología provee un marco de información más sólido del que existe actualmente con relación a los posibles riesgos a los que se ven expuestas las entidades financieras en el negocio de la banca hipotecaria. Esto permite que estas generen políticas de cobertura en cuanto a una posible morosidad por parte del deudor hipotecario, por concepto de riesgo inflacionario.

Finalmente, el conocimiento de los riesgos implícitos con respecto a las obligaciones, sienta las bases para crear un marco de transparencia en la información financiera con la que se debe asistir al deudor hipotecario en la toma de decisiones en relación con la conveniencia de esta opción específica de financiamiento. Cabe anotar que para investigaciones futuras sería interesante aplicar metodologías de estimación de valores extremos en combinación con modelos econométricos que permitan predecir el comportamiento de la inflación en el corto plazo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alexander, C. (2002). *Market Models: A Guide to Financial Data Analysis*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
2. Ball, L. y Gregory, M.N. (1995). Relative Price Changes as Aggregate Supply Shocks. *Quarterly Journal of Economics*, 110(1), 161-193.
3. Brooks, C. y Persaud, G. (2000). The pitfalls of VaR estimates. *RISK*, 13(5) 63-66.
4. Chong, J. (2004). Value at risk from econometric models and implied form of currency options. *Journal of Forecasting*, 23(8), 603-620.
5. Departamento Nacional de Planeación -DNP-. (1999). *Documento Compes 3066*. Bogotá: Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
6. Engle, R. y Bollerslev, T. (1986). Modeling the persistence of Conditional Variances. *Econometric reviews*, 5(1), 1-50.
7. Galindo, A. y Lora, E. (2005). *Desencadenar el crédito: Cómo ampliar y estabilizar la banca*. Washington, DC: BID.
8. Gençay, R. y Selçuk, F. (2004). Extreme value theory and Value at Risk relative performance in emerging markets. *International Journal of Forecasting*, 20(2), 287-303.
9. Jaramillo, C. F. (1998). *Improving the Measurement of Core Inflation in Colombia Using Asymmetric Trimmed Means*. Bogotá: Banco de la República.
10. Ley de Vivienda No. 546 del Congreso de la República de Colombia (1999).
11. Minzon, E.A. (1990). The Distribution of Consumer Price Changes in the UK. *Economica*, 57(226), 249-62.
12. Rae, D. (1993). *Are retailers normal? The Distribution of Consumer Price Changes in New Zealand*. Auckland: Reserve Bank of New Zealand.
13. Richardson, M. y Smith, T. (1993). A Test of Multivariate Normality in Stock Returns. *Journal of Business*, 66(2), 295-321.
14. RiskmetricsGroup. (1996). *Risk metrics - Technical Document*. New York, NY: JP Morgan/Reuters.

15. Romero, O. (2003). *Banca Hipotecaria en Colombia: Los aportes de la crisis reciente*. Bogotá: Superintendencia Bancaria.
16. Yong, B., Tae-Hwy, L. y Burak, S. (2006). Evaluating predictive performance of value-at-risk models in emerging markets: A reality check. *Journal of Forecasting*, 25(2), 101-128. ☼