

División de Normativa y Autorizaciones

# Guía metodológica Cálculo de la curva de tipos de interés técnico 2018

Diciembre 2019

---

## Contenido

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| I. Introducción .....                                         | 2  |
| II. Cálculo de la curva de tipos de interés técnico 2018..... | 3  |
| <b>1. Curva de rendimiento soberana</b> .....                 | 3  |
| <b>2. Ultimate forward rate (UFR)</b> .....                   | 4  |
| a. <i>Tasa real esperada</i> .....                            | 4  |
| b. <i>Inflación esperada</i> .....                            | 5  |
| <b>3. Descripción del método Smith-Wilson</b> .....           | 6  |
| III. ANEXOS.....                                              | 10 |

---

## I. Introducción

Las prácticas internacionales que orientan la emisión de normas aplicables al mercado de seguros costarricense, particularmente, la directiva europea Solvencia II, exigen que las provisiones técnicas se estimen a partir de la descomposición de los flujos de salidas, y el descuento de dichos flujos, con la curva de tipos de interés libre de riesgo.

Con la finalidad de lograr un acercamiento a esas prácticas internacionales en materia de estimación de provisiones técnicas, teniendo en cuenta la coyuntura económica del país, entre otros aspectos y considerando que el Banco Central de Costa Rica provee información que facilita el desarrollo de una curva de ese tipo; el Superintendente, mediante Acuerdo SGS-A-0068-2019 del 3 de diciembre de 2019, modificó el Capítulo 4 del *Acuerdo SGS-DES-A-029-2013 Lineamientos generales para la aplicación del reglamento sobre la solvencia de entidades de seguros y reaseguros* para establecer una metodología de estimación de la curva de tipos de interés técnico para el cálculo de la provisión matemática de los seguros personales en colones y empezó a regir a partir de su comunicación.

Por tanto, la implementación de la nueva metodología inicia a partir del cierre de diciembre de 2019<sup>1</sup>, con la curva de tipos de interés técnico al 31 de diciembre de 2018, la cual se encuentra publicada en el sitio web de la Sugese. La presente guía describe el procedimiento y la información utilizada para el cálculo de esta curva.

Si tiene dudas, consultas o comentarios, escríbanos a la dirección electrónica de la Superintendencia [sugese@sugese.fi.cr](mailto:sugese@sugese.fi.cr) o llámenos al teléfono 2243-5108 y con gusto le atenderemos.

---

<sup>1</sup> No obstante, de acuerdo con el segundo por tanto del Acuerdo SGS-A-0068-2019, aquellas entidades que lo consideraron necesario, podían aplicar lo dispuesto en este Acuerdo a partir del cierre de enero de 2020 y utilizar para el cálculo de las provisiones a diciembre de 2019 la tasa de interés única que determinaron conforme el SGS-A-0064-2018.

## II. Cálculo de la curva de tipos de interés técnico 2018

La curva de tipos de interés técnico se establece para el cálculo de la provisión matemática de los seguros personales en colones, conforme con el Acuerdo SGS-DES-A-029-2013 *Lineamientos Generales para la Aplicación del Reglamento sobre la Solvencia de entidades de seguros y reaseguros*.

### 1. Curva de rendimiento soberana

Para estimar la curva de tipos de interés técnico, se parte de los tipos spot de los bonos cero cupón con vencimiento desde un año hasta el último punto líquido de la misma y posteriormente se extrapola para conocer los tipos spot de bonos con vencimientos posteriores. Para esto, se toman como base los datos históricos de la curva de rendimiento soberana en colones que calcula y publica el Banco Central de Costa Rica y mediante el método del VaR Histórico al 99%, se identifica la curva que muestre el valor promedio menor de todos sus nodos. Para identificar los puntos líquidos se extraen los tres nodos que corresponden a los rendimientos a uno, dos y tres años plazo.

Para construir la curva de tipos de interés técnico 2018 se utilizó el histórico de las curvas soberanas en colones de enero del 2015 a diciembre del 2018 (ver detalle en anexo 1) y se obtuvo lo siguiente:

- El valor mínimo y máximo dentro del cual se encuentra el 99% de las observaciones (valores promedio de las tasas de interés) dio como resultado 6,69% y 10,90%, respectivamente.
- La curva que resultó con el promedio más bajo de sus rendimientos corresponde a la curva de la semana del 03 al 09 de agosto del 2016 y se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1**  
Curva Soberana Colones  
Semana del 3 al 9 de agosto del 2016

| 1 año | 2 años | 3 años | 5 años | 7 años | 10 años | 15 años |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 3,83  | 5,20   | 6,00   | 7,00   | 7,63   | 8,19    | 9,07    |

Fuente: BCCR

- c) Para efectos de esta metodología, la tasa a tres años plazo seleccionada, corresponderá al último punto líquido. Significa entonces que el último punto líquido de la curva de tipos de interés técnico del 2018 es 6%.

## 2. Ultimate forward rate (UFR)

La UFR se define como la suma de los tipos de interés reales esperados más la inflación esperada, conforme las siguientes consideraciones:

### a. Tasa real esperada

Para la determinación de los tipos de interés reales esperados se toma como referencia las tasas de interés del Mercado Integrado de Liquidez (MIL), cada valor se debe deflactar con la inflación observada en el mes correspondiente para obtener las tasas reales. Para ello se utiliza la fórmula de Fischer:

$$(1 + r) = \frac{(1 + i)}{(1 + \pi)}$$

Donde

r: corresponde a la tasa real

i: tasa de interés promedio observada en el MIL

$\pi$ : inflación observada en el mes, correspondiente a la variación interanual del IPC.

Una vez que se deflactan las tasas, se calcula por año el promedio simple para obtener la tasa real anual y se aplica un redondeo de cinco puntos bases de la siguiente forma:

- Si la tasa real esperada es menor que la tasa redondeada del periodo anterior, se redondea 5 p.b. hacia arriba.
- Si la tasa real esperada es mayor que la tasa redondeada del periodo anterior, se redondea 5 p.b. hacia abajo.

Para calcular la tasa real esperada al 2018, se utilizó el histórico de promedios mensuales de las tasas de interés del Mercado Integrado de Liquidez (MIL) desde enero 2013 hasta diciembre del 2018 y la variación interanual del Índice de Precios al Consumidor (ver detalle en anexo 2). Con esto se obtuvo los promedios anuales y se efectuó el redondeo según lo establecido en la metodología mencionada. Como

resultado, la tasa real esperada para el periodo 2018 es 1.35%. En el siguiente cuadro se presenta los datos obtenidos para cada periodo.

**Cuadro 2**  
Tasa real esperada 2013 al 2018

| Periodos anuales         | Promedio tasa real esperada | Redondeo    |
|--------------------------|-----------------------------|-------------|
| Ene- Dic 2013            | -0,81                       | -0,81       |
| Ene 2013-Dic 2014        | -0,28                       | -0,30       |
| Ene 2013-Dic 2015        | 0,56                        | 0,55        |
| Ene 2013-Dic 2016        | 0,84                        | 0,80        |
| Ene 2013-Dic 2017        | 1,11                        | 1,10        |
| <b>Ene 2013-Dic 2018</b> | <b>1,39</b>                 | <b>1,35</b> |

*Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR*

#### b. Inflación esperada

La inflación esperada: es determinada por el Banco Central de Costa Rica como parte del programa macroeconómico. Para efectos del cálculo de la UFR, se selecciona la inflación meta correspondiente al cierre del mes anterior a la fecha de cálculo de la ETTI y se fija de acuerdo con los siguientes rangos:

- 1%, si la meta de inflación es menor o igual a 1%
- 2% si la meta de inflación es mayor a 1% y menor que 3%
- 3% si la meta de inflación es mayor o igual a 3% y menor que 4%
- 4% si la meta de inflación es 4% o mayor.

De acuerdo con lo anterior, la inflación esperada para el 2018 es 3%. En el siguiente cuadro se presenta los datos obtenidos para cada periodo.

**Cuadro 3**  
Inflación esperada 2013 al 2018

| Año         | Meta de<br>inflación BCCR | Inflación<br>esperada |
|-------------|---------------------------|-----------------------|
| 2013        | 5                         | 4                     |
| 2014        | 4                         | 4                     |
| 2015        | 4                         | 4                     |
| 2016        | 3                         | 3                     |
| 2017        | 3                         | 3                     |
| <b>2018</b> | <b>3</b>                  | <b>3</b>              |

*Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR*

Una vez que se obtiene los tipos de interés reales esperados más la inflación esperada se suman los valores para obtener el valor de la UFR. Como resultado se obtiene que la UFR para el 2018 es **4.35%**.

Es importante señalar que la metodología establece que el cambio de la UFR de un periodo a otro estará limitado por un crecimiento o decrecimiento máximo de 15 puntos base. Dado que la curva se está calculando por primera vez, este criterio será aplicado a partir del 2019.

### 3. Descripción del método Smith-Wilson

De conformidad con la metodología, para la estimación de la curva se utiliza la siguiente función:

$$P(t) = e^{-UFR \cdot t} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(t, u_i) \quad \text{con } t \geq 0$$

Como se observa la función  $P(t)$  es la suma de dos componentes, el primero, es un término asintótico, que usa como tipo de interés de descuento la UFR que hace que el término se aproxime al valor auténtico de la función precio cuando está próximo el horizonte temporal definido. Mientras que el segundo componente es una combinación lineal de las funciones de Wilson que provienen de los precios de los bonos cero cupón observados con vencimiento  $u_i$ .

La ecuación de la función de Wilson se expresa de la siguiente manera:

$$W(t, u_i) = e^{-UFR(t+u_i)} \{ \alpha \min(t, u_i) - 0,5 e^{-\alpha \max(t, u_i)} (e^{\alpha \min(t, u_i)} - e^{-\alpha \min(t, u_i)}) \}$$

Donde:

N: es el número de bonos cero cupón teóricos conocidos en la función de precios.

$u_i$ : son los vencimientos de los bonos cero cupón teóricos, para  $i=1, 2, \dots, N$ .

$\alpha$ : es un parámetro que representa la velocidad en que los tipos convergen a UFR. El parámetro  $\alpha = 0,1$  proporciona una extrapolación que se ajusta a la mayoría de las curvas de tipos de interés y constituye un estándar internacional.

t: es el vencimiento evaluado en la función P(t).

UFR: es el Ultimate Forward Rate

$\zeta_i$ : son parámetros desconocidos del modelo, para  $i= 1, 2, \dots, N$ .

Para calcular los  $\zeta_i$ , la metodología establece un sistema lineal de N funciones de descuento, una por cada bono cero cupón. Cada ecuación de este sistema representa el precio actual de un bono cero cupón teórico por unidad monetaria. De la siguiente forma:

$$\begin{aligned} m_1 = P(u_1) &= e^{-UFR \cdot u_1} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(u_1, u_i) \\ m_2 = P(u_2) &= e^{-UFR \cdot u_2} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(u_2, u_i) \\ &\dots \dots \dots \\ m_N = P(u_N) &= e^{-UFR \cdot u_N} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(u_N, u_i) \end{aligned}$$

Donde  $m_i$  es el precio de mercado conocido de un bono cero cupón teórico por unidad monetaria.

Este sistema se podría expresar de forma matricial de la siguiente manera:

$$M = P = U + W * \zeta$$

Donde

$$M: (m_1, m_2, \dots, m_N)$$

$$P: (P(u_1), P(u_2), \dots, P(u_N))$$

$$U: (e^{-UFR \cdot u_1}, e^{-UFR \cdot u_2}, \dots, e^{-UFR \cdot u_N})$$

$$\zeta_i: (\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_N)$$

$$W: \begin{bmatrix} W(u_1, u_1) & W(u_1, u_N) \\ W(u_N, u_1) & W(u_N, u_N) \end{bmatrix}$$

Para obtenerla, el vector  $\zeta_i$  se invierte la matriz de funciones simétricas Wilson y se multiplica por la resta del vector de precios y el vector de términos asintóticos, como sigue:

$$\zeta = W^{-1}(M - U)$$

O lo que es lo mismo

$$\zeta = W^{-1}(P - U)$$

Una vez calculado el vector de  $\zeta_i$  se pueden obtener los precios de los bonos zeros cupón para todos los vencimientos deseados utilizando la ecuación previamente mencionada:

$$P(t) = e^{-UFR \cdot t} + \sum_{i=1}^N \zeta_i W(t, u_i) \quad \text{con } t \geq 0$$

Con los precios calculados para un bono cero cupón teórico por unidad monetaria, se procede a determinar los valores de tipo de interés que van a componer la ETTI. Para

obtener el tipo de interés al contado continuo de Smith Wilson se utiliza la siguiente fórmula:

$$\tilde{r}_t = \frac{\ln\left(\frac{1}{P(t)}\right)}{t}$$

Usando el resultado anterior, se puede calcular el tipo de interés contado discreto de la siguiente forma:

$$r_t = e^{\tilde{r}_t} - 1$$

Finalmente se calcula el tipo forward para el plazo  $(i-1, i)$  en el momento  $t=0$ , con la siguiente fórmula:

$$f_{t,i} = \frac{(1 + r_{t,i})^i}{(1 + r_{t,i-1})^{i-1}} - 1$$

Para la realización de los cálculos se utilizó lenguaje R. En el Anexo 3 se muestra los precios obtenidos así como la curva spot y curva forward del periodo, la cual corresponderá a la curva de tipos de interés técnico al 31 de diciembre de 2018 y deberá aplicarse para el cálculo de la provisión matemática de los seguros personales en colones para el cierre de diciembre de 2019<sup>2</sup> hasta el cierre contable de marzo 2020.

---

<sup>2</sup> Aquellas entidades que lo consideren necesario, podrán aplicar lo dispuesto en el Acuerdo SGS-A-0068-2019 a partir del cierre de enero de 2020 y utilizar para el cálculo de las provisiones a diciembre de 2019 la tasa de interés única que determinaron conforme el SGS-A-0064-2018. Lo anterior deberá ser aprobado por la Junta Directiva de la entidad, con base en un estudio técnico y el efecto de tal decisión en las provisiones, deberá ser revelado en las notas de los estados financieros a diciembre de 2019.

### III. ANEXOS

| Anexos                                                                 | Archivo                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anexo 1. Histórico Curvas Soberanas 2015-2018                          | <br>HistóricoCurvasSoberanas_2015-2018.xl  |
| Anexo 2. Histórico Tasas de Interés, Mercado                           | <br>TML.xlsx                               |
| Anexo 3. Precios, Curva Spot, Curva Forward al 31 de diciembre de 2018 | <br>curva de tipos de interés técnico 2018 |

|                                     |                                               |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Elaborado por:                      | Revisado y aprobado por :                     |
| Gina Chacón Argüello                | Celia González Haug                           |
| Analista Normativa y Autorizaciones | Directora División Normativa y Autorizaciones |