Valoración de instrumentos de renta fija: Bonos tasa fija y tasa flotante

Nota metodológica

Departamento de Análisis y Riesgo†

División Gestión de Activos y Pasivos

Marzo, 2018

Versión 1.0

Resumen. Esta nota tiene como objetivo describir algunos aspectos fundamentales sobre la valoración de títulos de renta fija, haciendo énfasis en las herramientas teóricas y prácticas estándar para el cálculo del precio justo de estos instrumentos financieros. Particularmente, la nota se enfoca en la metodología de valoración de títulos tasa fija y tasa flotante, con ejemplos concretos y de utilidad para las emisiones que efectuará el Banco Central durante el 2018.

† Esta nota fue elaborada por el Departamento de Análisis y Riesgos de la División Gestión de Activos y Pasivos. La información y datos mostrados son responsablidad de este departamento.

1. Introducción

Los inversionistas se enfrentan constantemente al reto de asignar sus recursos de manera óptima: deben tomar decisiones correctas para cumplir sus objetivos de retorno, de forma congruente con su nivel de tolerancia al riesgo. Estas decisiones se ven influidas por una serie de factores, entre los que se cuentan las expectativas de evolución macroeconómica, las condiciones de oferta y demanda, y la adecuada valoración de los instrumentos financieros.

En Costa Rica, los bonos de deuda soberana son los instrumentos financieros más frecuentemente negociados. Es por ello que resulta crítico contar con las herramientas necesarias para calcular el precio justo de esta clase de títulos. En las próximas secciones se detalla la metodología estándar que se utiliza para la valoración de bonos, enfocándose en las variedades de tasa fija y tasa flotante, con ejemplos concretos aplicados al mercado local.

2. Definiciones

Un bono cuenta con una serie de características e información que es de gran relevancia para el cálculo de su precio, dentro de lo cual se incluye:

- **Valor facial o principal:** monto nominal por el cual se emite el bono y que el emisor se compromete a pagar en la fecha de vencimiento de este. Cuando el monto se paga por completo hasta el final del período de vigencia, el bono se conoce como tipo *bullet*.
- **Tasa cupón:** es la tasa de interés anual que el emisor se compromete a pagar, de forma periódica, sobre el valor facial del bono. Esta puede ser fija durante la vida del bono (como en el caso de los bonos tasa fija), o puede variar a lo largo de la vida del bono (como en el caso de los bonos tasa flotante). Por lo general, la tasa cupón se define en términos brutos (es decir, sin incluir la deducción de impuestos). En el caso de los bonos tasa flotante, la tasa cupón puede estar compuesta por una tasa de referencia (e.g. la tasa soberana de 6 meses), más un margen adicional (e.g. 100 puntos básicos). Este margen adicional se conoce como margen ofrecido.
- **Rendimiento al vencimiento:** es una estimación del rendimiento, o tasa interna de retorno, que recibe el inversionista si mantiene el bono hasta su vencimiento. Su cálculo supone que los flujos de efectivo recibidos a lo largo de la vigencia del bono serán reinvertidos a la misma tasa del rendimiento inicial pactada en el momento de compra.
- **Fecha de emisión:** es la fecha de creación del bono.
- **Fecha de liquidación:** es cualquier fecha en la cual se realiza una transacción de intercambio del bono y el efectivo; el vendedor transfiere la propiedad del título a cambio del monto pactado.
- **Fecha de vencimiento:** es la fecha en la cual el emisor está comprometido a devolver el valor facial correspondiente al inversionista.
- **Periodicidad:** es la frecuencia de tiempo con la que se realizan los pagos de cupones. Por ejemplo, en el caso de los bonos tasa fija y tasa flotante en Costa Rica, la periodicidad es semestral.

Cabe destacar que además de estas características, los bonos pueden tener otras particularidades y condiciones no contempladas en este documento.

3. Valoración de bonos: instrumentos tasa fija y tasa flotante

El precio de un bono es igual al valor presente de sus flujos de efectivo esperados. Este valor corresponde al monto que un inversionista tendría que invertir en una fecha dada para generar esos flujos futuros. Por ejemplo, este sería el monto que un inversionista requeriría invertir hoy para recibir dentro de un año un monto total de 105, el cual incluye el monto invertido inicialmente y un monto adicional asociado a una tasa de interés por prestar sus recursos.

Si resulta que la tasa de interés que se paga por esa inversión es 0 %, el inversionista deberá invertir 105 para recibir los mismos 105 después de un año. Si por el contrario recibe una tasa de interés de 5 % anual, el inversionista tendría que invertir un monto menor para que al siguiente año reciba un total de 105, compuesto por la inversión inicial de "X" y un monto adicional por intereses de $5\,\% \times X$.

Matemáticamente, esto se puede expresar como $X(1 + 5\,\%) = 105$. Resolviendo esta ecuación, se puede obtener un valor de $X = \frac{105}{(1+5\,\%)} = 100$. De esta forma, si el inversionista espera recibir del mercado una tasa de 5 % durante el período de su inversión, tendrá que destinar hoy un monto de 100 para recibir 105 un año después. Determinar dicho valor "X" es el principio básico de descontar flujos a valor presente, y como consecuencia, de la valoración de bonos.

Siguiendo esta analogía para el caso de un bono, el precio de un título es aquel monto que se debe pagar hoy por los flujos futuros que este ofrecen a través del pago de sus cupones y del valor facial en su fecha de vencimiento, considerando las tasas de interés vigentes en el mercado.

El método estándar de valoración se puede resumir en 3 pasos básicos:

1. Determinar los flujos de efectivo pagados por el bono.
2. Seleccionar las tasas de descuento para traer a valor presente cada flujo.
3. Descontar todos los flujos del bono a valor presente.

Por convención, el precio de un bono se expresa en base 100, es decir, se parte de un valor facial genérico de 100 para estimar su precio. Si el precio resultante es igual al valor facial (precio=100), se dice que el bono se cotiza a par; si es menor (precio<100), se dice que el bono se cotiza con descuento; y si es mayor (precio>100), se cotiza con premio. Un bono valorado a par, tiene una tasa cupón igual a su rendimiento al vencimiento; un bono valorado con descuento, tiene una tasa cupón menor a su rendimiento al vencimiento; y un bono valorado con premio, tiene una tasa cupón mayor a su rendimiento al vencimiento.

Para observar lo anterior, considérese el ejemplo del inversionista que compra un bono con un plazo al vencimiento de un año y una tasa cupón anual de 5 %, por un valor facial de 100. Un año después, el inversionista recibirá el valor facial de 100 y un monto adicional de 5 ($5\,\% \times 100$) por el cupón recibido. El valor presente de este flujo (X) se puede expresar como $X = \frac{100(1+5\,\%)}{(1+y)}$, donde y es el rendimiento al vencimiento. Si y es igual a la tasa cupón de $5\,\%$, el valor presente X es igual a 100, este es el caso de un bono valorado a par. Si y es mayor a la tasa cupón, X es menor que 100, siendo un bono valorado con descuento; si y es menor a la tasa cupón, X es mayor que 100, siendo un bono valorado con premio.

Las afirmaciones anteriores pueden considerarse también de forma intuitiva. Si el bono se cotiza con descuento, es porque los inversionistas consideran que los pagos esperados no son suficientes en comparación con las tasas de interés (rendimientos) vigentes en el mercado, requiriendo un descuento en el precio como compensación. De esta forma, solo estarían dispuestos a comprarlos a un precio menor. Caso contrario cuando se cotiza con premio.

3.1. Valoración de un bono tasa fija

Para facilitar el análisis, primero se considera la valoración de un bono tasa fija, ya que muchas de las herramientas utilizadas para su valoración son la base para obtener el precio de un bono tasa flotante. Para exponer el método estándar, se utilizará un bono emitido por el Banco Central de Costa Rica, con las siguientes características:

Ejemplo 1. Bono tasa fija

Fecha de liquidación	11-set-2017
Fecha de vencimiento	11-set-2019
Tasa cupón neta	9,108 %
Periodicidad	Semestral
Valor facial	100
Moneda	Colones

Para calcular el precio del bono, se siguen los 3 pasos mencionados anteriormente:

1. **Determinar los flujos de efectivo pagados por el bono**

   Este bono tiene una periodicidad semestral, es decir, se realizan 2 pagos de cupón al año. Por tanto, en el momento de la liquidación al bono le restan 4 pagos de cupones y la devolución del principal en el último pago. Para el caso de este bono, los pagos esperados ya son definidos previamente y vienen dados por la tasa cupón establecida; el monto en cada pago sería de 4,554 $(9,108\,\% \div 2) \times 100.$[1] De esta forma, los flujos esperados del bono son los siguientes:

   Cuadro 1
   Flujos de efectivo esperados del bono tasa fija

Períodos (A)	Fechas de pago (B)	Días acumulados* (C)	Cupones (D)	Valor facial (E)
1	11-mar-18	180	4,554	0
2	11-set-18	360	4,554	0
3	11-mar-19	540	4,554	0
4	11-set-19	720	4,554	100

   *Se utiliza la convención de días 30/360.

2. **Seleccionar las tasas de descuento para traer a valor presente cada flujo**

   Una vez calculados los flujos de efectivo esperados en cada período, se procede a descontarlos a valor presente. Para ello, se deben utilizar las tasas de descuento apropiadas para cada flujo, con el fin de calcular los factores de descuento respectivos.

   En la práctica, es común utilizar la tasa de rendimiento al vencimiento de cada bono como la tasa de descuento para todos sus flujos. En términos técnicos, la tasa de rendimiento al vencimiento es la tasa interna de retorno del bono, y es el rendimiento que el inversionista espera recibir del instrumento si el título es mantenido hasta su vencimiento, bajo el supuesto de que todos los flujos que se recibirán en el futuro serán reinvertidos a la misma tasa de rendimiento inicial. Esta tasa es además particular de cada

[1] La práctica común es expresar la tasa cupón en términos brutos (y no neta de impuestos), y de esta forma obtener los precios respectivos en términos brutos. Sin embargo, para los ejemplos mostrados en esta nota, se presentarán de forma neta, debido a que en Costa Rica, los bonos se negocian a precios netos de impuestos (utilizando cupones netos), contrario a las prácticas internacionales, y por tanto, los rendimientos al vencimiento estimados son también netos de impuestos. Esto tiene una implicación muy importante, y es que muchas de las curvas de rendimientos de mercado calculadas y disponibles localmente son netas de impuestos, incluyendo la utilizada en esta nota.

título, incluso para dos instrumentos con mismo plazo al vencimiento. Por ejemplo, dos bonos con mismo plazo al vencimiento y características similares pero diferente tasa cupón, pueden tener un rendimiento al vencimiento distinto. Esto se conoce como el efecto cupón (Fabozzi, 2012).

Al utilizar el rendimiento al vencimiento como tasa de descuento, se considera un bono como un único paquete de flujos que se descuentan a una misma tasa, independientemente de cuándo sean pagados cada uno de estos flujos. Sin embargo, estos deberían considerarse como flujos independientes, cada uno descontado con la tasa de descuento respectiva a su plazo. Este último enfoque, técnicamente conocido como de *no arbitraje* es el más apropiado para descontar los flujos de un bono (Fabozzi y Mann, 2000).[2]

Para entender mejor lo anterior, considérese dos bonos con características similares y mismas fechas de pago de cupón, excepto que uno es a 5 años (rendimiento al vencimiento de 10 %) y otro a 6 años (rendimiento al vencimiento de 15 %). Ambos bonos recibirán sus primeros 10 pagos de cupón (suponiendo pagos semestrales) exactamente en las mismas fechas; por ejemplo, el primer cupón dentro de 6 meses, el segundo dentro de 1 año, y de esta forma hasta el décimo cupón dentro de 5 años. Todos estos flujos, que se pagan en la misma fecha, deberían descontarse uno por uno, de forma independiente, con una única tasa de descuento para cada plazo.

Esto es, el primer flujo de ambos bonos debería descontarse a la tasa de descuento de 6 meses; el segundo flujo de ambos bonos debería descontarse a la tasa de descuento de 1 año, etc. Si por el contrario, se utilizara el rendimiento al vencimiento de cada bono, se tendría que todos los flujos se descontarían a una misma tasa; el rendimiento al vencimiento correspondiente al plazo del bono. Así por ejemplo, el primer flujo (cupón) del bono de 5 años se descontaría a 10 %, mientras que el primer flujo del bono de 6 años se descontaría a 15 %, aunque ambos se descuentan a valor presente por 6 meses.

Es por ello que resulta apropiado ver un bono como un conjunto de instrumentos cero cupón; bonos sin cupón cuyo rendimiento al vencimiento es el retorno obtenido únicamente por la diferencia entre el precio pagado y su valor par. Los rendimientos de los instrumentos cero cupón se conocen como tasas cero cupón, o tasas cero. Al ser un rendimiento que no depende de una tasa cupón, no presenta el componente de reinversión, lo que permite utilizarlas para descontar a valor presente cada flujo de los bonos cuponados por separado. Estas son las tasas de descuento que se utilizarán en esta nota.

Para determinar las tasas cero, es necesario contar con un instrumento cero cupón para múltiples plazos al vencimiento, de forma que se pueda obtener una *curva cero cupón* compuesta por *tasas cero*. El arreglo de estos datos es conocido como estructura temporal de tasas de interés, y permite valorar cada flujo de un bono por separado. En la práctica, sin embargo, esta curva no es observable debido a que no existen instrumentos cero cupón para plazos mayores a un año, por lo que es necesario derivarla en forma teórica de los bonos cuponados existentes. El método común para estimar estas tasas es conocido como *bootstrapping*, el cual se muestra en el recuadro 1.

Esta curva cero, debe estimarse a partir de una curva de rendimientos que sea congruente con el nivel de riesgo, moneda, y otras características del emisor o del bono. Por ejemplo, si es un bono de gobierno, se debe utilizar la curva de ese gobierno en la moneda de la emisión. En este ejemplo, el bono es emitido en colones por el Banco Central de Costa Rica, que junto con el Ministerio de Hacienda, son los emisores soberanos en el mercado doméstico; esto es, los de menor riesgo crediticio. Por tanto, la curva de rendimientos de referencia que se utiliza es la curva soberana en colones de Costa Rica.[3]

[2] En la práctica, se suele utilizar el rendimiento al vencimiento, y los resultados de valoración deberían ser iguales o muy cercanos por un tema de arbitraje.

[3] En general, las curvas de rendimiento de gobiernos se conocen como curvas soberanas, y son la base en los mercados domésticos para valorar otros instrumentos. Así por ejemplo, para valorar un instrumento de algún otro emisor privado se puede usar como base la curva soberana del país más un margen adicional, que incluya otros riesgos propios del emisor (de crédito, de liquidez, de la industria, etc.). Lo importante es que las tasas de descuento estén asociadas correctamente al tipo de emisor y riesgos asociados.

Continuando con el ejemplo 1, supóngase que las tasas cero estimadas para los plazos requeridos son las siguientes:[4]

Cuadro 2
Tasas cero cupón

Plazo en días	Tasas cero (%)
180	5,50
360	6,56
540	7,23
720	7,67

Estas son las tasas de descuento que se utilizarán para traer a valor presente los flujos futuros respectivos del bono. Debido a que la periodicidad del bono es semestral, estas tasas (anualizadas) deben ser divididas entre 2.

3. **Descontar todos los flujos del bono a valor presente**

Una vez calculados los flujos esperados y las tasas de descuento respectivas, es posible calcular el precio del bono. El modelo de valoración para este bono viene dado por la siguiente ecuación:[5]

$$P = \frac{C_1}{(1+z_1/2)^1} + \frac{C_2}{(1+z_2/2)^2} + \frac{C_3}{(1+z_3/2)^3} + \frac{VF + C_4}{(1+z_4/2)^4},$$

donde:
$C_i =$ cupón pagado en el período i.
$z_i =$ tasa cero asociada a cada flujo.
$1/(1+z_i/2)^i =$ factor de descuento asociado al periodo i.
$P =$ precio del bono.
$VF =$ Valor facial.

Con los datos de flujos y tasas cero obtenidas anteriormente, se tiene que:

$$P = \frac{4,554}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{4,554}{(1+0,0656/2)^2} + \frac{4,554}{(1+0,0723/2)^3} + \frac{100+4,554}{(1+0,0767/2)^4}$$
$$\mathbf{P = 102,73}$$

De esta forma, el precio estimado del bono es de 102,73.[6] En este ejemplo, el bono es valorado con un premio ($P > 100$). A partir de dicho precio, y del cupón conocido, es posible estimar el rendimiento al vencimiento propio del bono. Este se determina resolviendo la siguiente ecuación:

$$102,73 = \frac{4,554}{(1+y/2)^1} + \frac{4,554}{(1+y/2)^2} + \frac{4,554}{(1+y/2)^3} + \frac{100+4,554}{(1+y/2)^4}$$

De donde se puede resolver para obtener un rendimiento al vencimiento $y = 7,60\,\%$.

[4]Ver cálculo en Recuadro 1.
[5]En el Recuadro 3, se expone el modelo de valoración de forma más general.
[6] El precio obtenido de 102,73 se conoce como *precio sucio* que es el precio final que se utiliza para comprar o vender el bono. Este precio puede ser distinto al *precio limpio*, el cual se utiliza como referencia para negociar en los mercados y es ajustado por intereses acumulados. En este ejemplo, el bono no tiene intereses acumulados, por lo que el precio sucio es igual al precio limpio (véase el Recuadro 3).

3.2. Valoración de un bono tasa flotante

La valoración de un bono tasa flotante sigue los mismos principios básicos de un tasa fija, sin embargo, requiere de cálculos adicionales para estimar los pagos de cupón futuros, que son desconocidos al momento de la valoración. Un bono tasa flotante paga cupones que se van ajustando en el tiempo con cierta periodicidad, ligados a una tasa de referencia. Por lo tanto, su valoración requiere de la estimación de tasas de interés futuras para determinar los flujos esperados.

Para exponer el método, se utilizará un bono hipotético con las mismas características del bono tasa fija del ejemplo 1, con la excepción de que la tasa cupón será flotante, y se ajustará cada 6 meses de acuerdo al valor de la tasa a 6 meses vigente en la curva soberana en colones de Costa Rica.

Ejemplo 2. Bono tasa flotante

Fecha de liquidación	11-set-2017
Fecha de vencimiento	11-set-2019
Tasa cupón neta	tasa de 180 días de curva soberana de C.R. publicada por el BCCR, vigente en fecha de pago del último cupón.
Periodicidad	Semestral
Valor facial	100
Moneda	Colones

Igual que en el ejemplo 1, se siguen los 3 pasos básicos para determinar el precio del bono.

1. **Determinar los flujos de efectivo pagados por el bono**

   Este bono también tiene una periodicidad semestral. Por tanto, en el momento de la liquidación, al bono le restan 4 pagos de cupones y la devolución del principal en el último pago. Los cupones de este bono se definen cada 6 meses y se ajustan en las fechas de pago de cupón, de la siguiente forma.

   - Cupón 1: el primer cupón a pagar se define en la última fecha de pago de cupón, que en este ejemplo corresponde a la fecha de liquidación. Por tanto, el primer cupón es la tasa a 6 meses de la curva soberana de Costa Rica, publicada por el Banco Central, que estaba vigente al 11-set-2017. En este caso, una tasa neta de 5,50 %.[7]

   - Cupón 2: el segundo cupón es la tasa soberana a 6 meses que se espera que esté vigente dentro de 6 meses. Si la fecha de liquidación fuera distinta a una fecha de pago de cupón, sería la tasa a 6 meses que se espera que esté vigente en la próxima fecha de pago de cupón (e.g. tasa a 6 meses esperada dentro de 3 meses, o tasa de 6 meses esperada dentro de 20 días).

   - Cupón 3: el tercer cupón es la tasa soberana a 6 meses que se espera que esté vigente dentro de 12 meses. Si la fecha de liquidación fuera distinta a una fecha de pago de cupón, sería la tasa a 6 meses que se espera que esté vigente en la próxima fecha de pago de cupón (e.g. tasa a 6 meses esperada dentro de 15 meses, o tasa de 6 meses esperada dentro de 12 meses y 20 días).

   - Cupón 4: el cuarto cupón es la tasa soberana a 6 meses que se espera que esté vigente dentro de 18 meses. Si la fecha de liquidación fuera distinta a una fecha de pago de cupón, sería la tasa a 6 meses que se espera que esté vigente en la próxima fecha de pago de cupón (e.g. tasa a 6 meses esperada dentro de 21 meses, o tasa de 6 meses esperada dentro de 18 meses y 20 días).

[7]En la práctica, el cupón se define algunos días antes de la fecha de pago del último cupón, y no exactamente el día de pago. En este ejemplo se realiza de esta forma por simplicidad.

Como se puede observar, la tasa cupón se establece previamente, quedando fija por 6 meses desde la última fecha de pago de cupón, y se ajusta posteriormente.

Para estimar dichos cupones o tasas futuras, el método de valoración estándar de un tasa flotante como el de este ejemplo, utiliza las *tasas futuras implícitas* derivadas de la curva de referencia del bono; en este caso de la curva soberana en colones de Costa Rica. Para su cálculo se parte de las tasas cero cupón derivadas de esta.[8] Las tasas respectivas se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3
Tasas futuras implícitas a 6 meses plazo

Plazos	Tasas futuras implícitas (%)
Tasa 6m en 6m	7,63
Tasa 6m en 12m	8,58
Tasa 6m en 18m	9,01

Estas tasas se conocen también como tasas de indiferencia, ya que son calculadas a partir de la estructura de tasas vigente en el momento de liquidación del bono. Así por ejemplo, considerando las tasas cero de ese día (mismas del ejemplo 1), se tiene que un inversionista sería indiferente entre (a) invertir a un año a la tasa cero, o (b) invertir a la tasa de 6 meses vigente, y volver a invertir dentro de 6 meses a la tasa esperada de 6 meses. Es por esta razón que se conocen como tasas futuras implícitas, ya que están implícitamente contenidas dentro de las tasas exigidas actualmente por el mercado, dadas las expectativas y contexto del momento.

Con base en los datos anteriores, los flujos esperados semestrales del bono son los siguientes:

Cuadro 4
Flujos de efectivo esperados del bono tasa flotante

Periodos (A)	Fechas de pago (B)	Días acumulados (C)	Cupones (D)	Valor facial (E)
1	11-mar-18	180	2,750	0
2	11-set-18	360	3,816	0
3	11-mar-19	540	4,290	0
4	11-set-19	720	4,503	100

*Se utiliza la convención de días 30/360.

2. **Seleccionar las tasas de descuento para traer a valor presente cada flujo**

   Igual que en el caso del instrumento tasa fija del ejemplo 1, se procede a traer a valor presente cada uno de estos flujos, para lo cual se utilizan las mismas tasas de descuento; las tasas cero mostradas en el cuadro 2.

3. **Descontar todos los flujos del bono a valor presente.**

   Una vez calculados los flujos esperados y las tasas de descuento respectivas, es posible calcular el precio del bono. El modelo de valoración estándar para este bono viene dado por la siguiente ecuación:

[8] En el Recuadro 1 se presenta con mayor detalle el cálculo de los cupones y de la *curva futura implícita* (ver también Bolder (2015) o Fabozzi (2012).

$$P = \frac{C_1}{(1+z_1/2)^1} + \frac{f(6m,6m)^*}{(1+z_2/2)^2} + \frac{f(6m,12m)^*}{(1+z_3/2)^3} + \frac{VF + f(6m,18m)^*}{(1+z_4/2)^4},$$

donde:
$C_1 =$ cupón pagado en el período 1 fijado anteriormente.
$f(6m,x)^* =$ cupón calculado a partir de la tasa futura implícita de 6 meses dentro de x meses.
$z_i =$ tasa cero asociada a cada flujo.
$P =$ precio del bono.
$VF =$ Valor facial.

Con los datos de flujos y tasas cero, se obtiene:

$$P = \frac{2,750}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{3,816}{(1+0,0656/2)^2} + \frac{4,290}{(1+0,0723/2)^3} + \frac{100+4,503}{(1+0,0767/2)^4}$$
$$\mathbf{P = 100}$$

De esta forma el precio del bono es de 100.[9] Dado este precio, es posible determinar el rendimiento al vencimiento:

$$100 = \frac{2,750}{(1+y/2)^1} + \frac{3,816}{(1+y/2)^2} + \frac{4,290}{(1+y/2)^3} + \frac{100+4,503}{(1+y/2)^4}$$

Resolviendo para y, el rendimiento al vencimiento es de 7,60 %. Nótese que este rendimiento es igual al del bono tasa fija del ejemplo 1, el cual tiene las mismas características excepto los cupones a pagar. Este resultado es muy relevante y se detalla en la siguiente sección.

4. Bono tasa fija versus tasa flotante: algunas consideraciones.

En las dos secciones anteriores se calcularon los precios justos para un bono tasa fija y un bono tasa flotante, y los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 5
Comparación de resultados: precio y rendimiento

	Tasa fija	Tasa flotante
Precio	102,73	100
Rendimiento (%)	7,60	7,60

Uno de los resultados más importantes tiene que ver con el rendimiento al vencimiento obtenido. Dada la estructura de tasas de interés vigente al día de la liquidación, el rendimiento al vencimiento de ambos bonos fue el mismo (con un precio distinto).[10] Este resultado tiene mucho sentido, al considerar la definición de las

[9] En este caso el precio sucio y el precio limpio son iguales (ver nota 6). En este tipo de bonos flotantes, en los que no se paga un margen sobre la tasa de referencia, el precio en las fechas de ajuste de cupón por lo general es 100, sin embargo cuando existe un margen sobre la tasa cupón o la fecha de liquidación queda entre fechas de ajuste de cupón, el precio del bono puede diferir de 100.

[10] El rendimiento puede diferir en algunos decimales debido al uso de métodos de interpolación distintos para estimar los valores necesarios para calcular la curva cero, o diferencias inherentes al uso de más o menos decimales en el cálculo.

tasas futuras implícitas, las cuales se derivan como tasas de indiferencia a partir de la curva de rendimientos observada en el mercado.[11]

De lo anterior se deriva la pregunta de cuál bono es preferible para un inversionista. Esto va a depender de diversas razones, como las expectativas de tasas futuras que tenga el comprador o vendedor de los bonos, los riesgos o estrategias de inversión, los premios requeridos por este dependiendo del bono, entre otros. A continuación se profundiza en algunas de estas consideraciones.

4.1. Expectativas de tasas de interés

Al considerar los dos bonos mostrados anteriormente, el precio justo de estos se determina utilizando la curva de referencia soberana vigente al día de la valoración. Esta curva contiene implícitamente las expectativas del mercado y el rendimiento demandado para cada plazo. Un inversionista que considera que las tasas futuras implícitas del mercado reflejan su expectativa de la trayectoria futura de tasas, debería ser indiferente entre invertir en el bono tasa flotante o tasa fija (dejando de lado otros factores que podrían afectar los precios de los instrumentos o sus preferencias). En cualquiera de los dos casos, si se cumplen las tasas esperadas futuras, el rendimiento al vencimiento de los dos bonos es equivalente.

Alternativamente, si el inversionista considera que las tasas esperadas futuras serán mayores que las tasas futuras implícitas del mercado, los flujos esperados del bono tasa flotante serían mayores, y por tanto el precio del bono para el inversionista sería mayor al precio requerido por el mercado; es decir, el inversionista estaría dispuesto a pagar más de lo que el mercado requiere por los flujos de dicho bono. En este caso, para el inversionista el bono tasa flotante está *subvalorado* por el mercado, y por tanto es preferible al tasa fija.

Por el contrario, si el inversionista tiene una expectativa de tasas de interés futuras menores que las tasas futuras implícitas del mercado, los flujos que espera para el bono tasa flotante son menores que los esperados por el mercado, y por tanto, a criterio del inversionista, el precio del bono debería ser menor al requerido por el mercado o precio justo. En este caso, la disposición de pago del inversionista es menor, considerando que el bono tasa flotante está *sobrevalorado* por el mercado. En este escenario sería preferible el tasa fija.

En resumen, el inversionista puede estimar para el bono tasa flotante un rendimiento al vencimiento esperado igual, menor, o mayor que el esperado implícitamente por el mercado, dependiendo de si sus expectativas de tasas de interés son iguales, menores, o mayores a las del mercado, respectivamente (el rendimiento observado posteriormente dependerá de si se materializan dichas expectativas). Por ejemplo, retomando el ejemplo 2, se estimó un precio justo para el bono tasa flotante de:

$$P = \frac{2,750}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{3,816}{(1+0,0656/2)^2} + \frac{4,290}{(1+0,0723/2)^3} + \frac{100+4,503}{(1+0,0767/2)^4} = \mathbf{100}$$

Además, dado ese precio, se obtuvo un rendimiento al vencimiento asociado de $y = 7,60\,\%$.

Por lo tanto, si las expectativas de tasas de interés del inversionista son las mismas tasas futuras implícitas del mercado, el rendimiento al vencimiento esperado sería de $7,60\,\%$, igual que el del bono tasa fija. Ahora, supóngase que el inversionista espera tasas futuras mayores a las tasas futuras implícitas del mercado, estimando las siguientes tasas: $f(6m,6m) = 8,63$, $f(6m,1a) = 9,58$, y $f(6m,1,5a) = 10,01$. Esto deriva en un precio de:

$$P = \frac{2,750}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{4,316}{(1+0,0656/2)^2} + \frac{4,790}{(1+0,0723/2)^3} + \frac{100+5,003}{(1+0,0767/2)^4} = \mathbf{101,35}$$

[11] Ver Recuadro 2.

Esto quiere decir que los flujos ofrecidos por este bono, desde la perspectiva del inversionista, deberían tener un mayor valor presente en comparación con la valoración del mercado. Si el inversionista le compra el instrumento al emisor o a otro vendedor por el precio justo (100*) utilizando sus expectativas, estaría esperando obtener un rendimiento estimado de:

$$100^{*} = \frac{2,750}{(1+y/2)^1} + \frac{4,316}{(1+y/2)^2} + \frac{4,790}{(1+y/2)^3} + \frac{100+5,003}{(1+y/2)^4} \implies \mathbf{y = 8,35\,\%}$$

De esta forma el inversionista con estas mayores expectativas esperaría obtener un rendimiento al vencimiento mayor, pagando un precio más bajo del que estaría dispuesto a pagar, resultándole más atractivo el bono tasa flotante. El caso contrario sería si sus expectativas de tasas fueran menores que las tasas futuras implícitas del mercado. Suponiendo las tasas $f(6m, 6m) = 6,63$, $f(6m, 1a) = 7,58$, y $f(6m, 1,5a) = 8,01$, el precio sería:

$$P = \frac{2,750}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{3,316}{(1+0,0656/2)^2} + \frac{3,790}{(1+0,0723/2)^3} + \frac{100+4,003}{(1+0,0767/2)^4} = \mathbf{98,65}$$

En este caso, para el inversionista los flujos ofrecidos por este bono deberían tener un menor valor presente en comparación con la valoración del mercado. Si el inversionista le compra el instrumento al emisor o a otro vendedor por el precio justo (100*), estimaría obtener un rendimiento de:

$$100^{*} = \frac{2,750}{(1+y/2)^1} + \frac{3,316}{(1+y/2)^2} + \frac{3,790}{(1+y/2)^3} + \frac{100+4,003}{(1+y/2)^4} \implies \mathbf{y = 6,89\,\%}$$

Dado que estaría pagando un precio superior al estimado según sus expectativas, el rendimiento al vencimiento esperado sería menor al invertir en el tasa flotante. En este caso, el inversionista preferiría invertir en el título tasa fija.

En resumen, uno de los factores más relevantes que los inversionistas deben considerar al momento de elegir entre un bono tasa fija o un tasa flotante con las mismas características excepto su cupón, es la divergencia entre sus expectativas de tasas de interés futuras y las tasas esperadas por el mercado, medidas con las tasas futuras implícitas. Entre más altas sean sus expectativas con respecto a lo esperado implícitamente por el mercado, su preferencia debería ser mayor por el tasa flotante (dejando de lado otros factores a considerar). Cabe destacar que con una curva de rendimientos con pendiente positiva, las tasas de mercado ya incorporan expectativas de incremento en las tasas futuras, por lo que el análisis se debe dirigir hacia el cambio esperado en exceso en relación con lo estimado por el mercado. Caso contrario si la curva tuviese pendiente negativa.

4.2. Riesgo de tasa de interés o de mercado

En términos generales, el riesgo de tasa de interés es el riesgo asociado al cambio en el precio de los bonos como consecuencia del cambio de las tasas de interés. Un inversionista que decida mantener el bono hasta su vencimiento (y no valore su instrumento a diario), no se encuentra expuesto a este riesgo. Por el contrario si el inversionista desea mantener la posibilidad de vender el instrumento antes de su vencimiento, sí debe considerarlo. En general, el precio de un bono sube cuando las tasas de interés bajan, y baja cuando las tasas suben. Si se considera por ejemplo un bono tasa fija a 2 años, la tasa cupón es establecida previamente, y el rendimiento al vencimiento se determina al realizar la transacción. Si en meses posteriores las tasas de interés se incrementan, los inversionistas preferirán invertir en los bonos con mayores rendimientos, por lo que para lograr vender el bono de 2 años, el precio de venta deberá ser menor para compensar los mayores rendimientos requeridos en el mercado. El caso contrario se presenta cuando las tasas de interés caen.

Formalmente, este riesgo se mide mediante la *duración* del bono, definida como la sensibilidad del precio de un bono ante un cambio (paralelo) de 100 puntos básicos en las tasas de interés. Entre mayor sea la duración, mayor la sensibilidad. La duración se ve afectada por el plazo al vencimiento del instrumento, la tasa cupón, entre otros.[12] La duración se puede aproximar mediante la siguiente fórmula (ver, por ejemplo, Fabozzi (2001)):

$$D = \frac{\Delta P^- - \Delta P^+}{2 \times P_0 \times 0{,}01}$$

donde:

ΔP^- = precio con un cambio paralelo negativo de 100 pbs en curva de rendimientos al vencimiento.

ΔP^+ = precio con un cambio paralelo positivo de 100 pbs en curva de rendimientos al vencimiento.

P_0 = precio inicial sin cambios en curva de rendimientos al vencimiento.

Esta fórmula indica el cambio porcentual aproximado del precio de un bono (en valor absoluto), cuando la curva de rendimientos varía en 100 puntos básicos. Para calcular la duración de los bonos tasa fija y tasa flotante de los ejemplos anteriores, se procede de la siguiente manera.

Supongamos que la curva de rendimientos al vencimiento se incrementa en 100 puntos básicos. Esto tiene como resultado una modificación en la curva cero estimada, y consecuentemente en la curva futura implícita. Partiendo de estas nuevas curvas para estimar los precios requeridos por la fórmula, se tienen los siguientes resultados:

Estimación de duración de bonos tasa fija y tasa flotante

	Tasa fija	Tasa flotante
ΔP_0	102,73	100
ΔP^-	104,62	100,49
ΔP^+	100,89	99,52
$\frac{\Delta P^- - \Delta P^+}{2 \times P_0 \times 0{,}01}$	$\frac{104{,}62 - 100{,}89}{2 \times 102{,}73 \times 0{,}01}$	$\frac{100{,}49 - 99{,}52}{2 \times 100 \times 0{,}01}$
Duración	1,8	0,5

Ante una subida (caída) de 100 puntos básicos en las tasas de interés, el precio del bono tasa fija caería (subiría) aproximadamente 1,8 %, mientras que para el tasa flotante, caería (subiría) aproximadamente 0,5 %.

De forma intuitiva, el bono tasa fija a 2 años tiene un mayor riesgo de tasa de interés que el tasa flotante, debido a que la tasa cupón ya está fija en el primer caso, mientras que varía (con cierto rezago) en el segundo. Como la tasa se ajusta en el caso del tasa flotante, si las tasas de interés suben o bajan, la tasa del cupón vigente se mantendrá fija por 6 meses a lo sumo, mientras que para el caso del tasa fija se mantendrá fija por 2 años. Esto implica que movimientos en las tasas de interés afectan menos la valoración de los títulos tasa flotante que los de tasa fija, por lo que la variabilidad de sus precios es relativamente menor (menor riesgo de mercado).

En términos de tolerancia al riesgo, expectativas, estrategias, y lineamientos de inversión, este es un factor relevante para decidir en cuál instrumento invertir.

[12] En este caso se utiliza la *duración efectiva*. Matemáticamente, la duración es la primera derivada de la ecuación del precio de un bono, con respecto a su tasa de rendimiento (veáse un enfoque más formal en Bolder (2015)). De forma más precisa, es posible estimar la duración para puntos específicos de la curva, es decir, la sensibilidad del precio a variaciones de tasas en puntos específicos de la curva (GARP, 2014).

4.3. Riesgo de liquidez

El riesgo de liquidez es el riesgo de que el precio de venta de un bono tenga que disminuir significativamente para poder encontrar una contraparte dispuesta a comprar el instrumento. Caso contrario si el inversionista desea comprar el bono; se podría incurrir en mayores precios para lograr encontrar un vendedor dispuesto a ceder el título. Esta situación se debe a la falta de *liquidez* del instrumento, ya que no es negociado con frecuencia. Entre mayor sea la liquidez de un bono, más transaccionalidad tiene y será más fácil de comprar o vender en el mercado sin incurrir en costos elevados explicados por la falta de liquidez.

En este caso, se debe sopesar el riesgo para ambos instrumentos. Si por ejemplo, el inversionista considera que el tasa fija (o el tasa flotante) es muy poco *líquido* en relación con otros bonos similares y que enfrentará dificultades para venderlo posteriormente, solicitará un mayor rendimiento por el bono, que es lo mismo que un precio menor. Entre menor sea la liquidez del instrumento, el inversionista requerirá un mayor descuento en el precio o mayor rendimiento. Por ejemplo, retomando la valoración del bono tasa fija del ejemplo 1, se obtuvo un precio de 102,73 con la ecuación:

$$P = \frac{4,554}{(1+(0,0550+q)/2)^1} + \frac{4,554}{(1+(0,0656+q)/2)^2} + \frac{4,554}{(1+(0,0723+q)/2)^3} + \frac{100+4,554}{(1+(0,0767+q)/2)^4}$$

Considérese la variable q, como la representación del premio por liquidez requerido en exceso para este bono. Si $q > 0$ el premio es positivo y para el inversionista el bono debería tener un precio menor (mayor tasa de descuento, menor precio, mayor rendimiento). El caso contrario sería si $q < 0$. Este premio o margen es propio del instrumento y depende del criterio del inversionista. Al final, este se reflejará en la obtención de un mayor rendimiento al vencimiento si se logra realizar la compra al precio menor, y es un factor a tomar en cuenta al momento de elegir entre diversos bonos. Esta forma de incorporar el premio o margen se puede utilizar para incorporar otros riesgos que el inversionista considere oportunos.[13]

5. Consideraciones finales

En esta nota se mostraron los métodos estándar que se utilizan para la valoración de títulos tasa fija y tasa flotante. Se presentaron dos ejemplos para el caso del mercado local, que a su vez sirven de base para estimar el precio de otros bonos similares bajo diferentes escenarios. Por ejemplo, bonos que se emiten en fechas diferentes a las de pago de cupón, en cuyo caso se aplica la misma metodología para obtener el precio sucio, para posteriormente sustraer los intereses devengados (ver Recuadro 3); o bonos tasa flotante con un premio ofrecido en exceso sobre la tasa cupón ligada a una curva de referencia (e.g. tasa de 6 meses + margen). La metodología de tasas futuras implícitas mostrada en el Recuadro 2, es la base para estimar otras tasas futuras esperadas por el mercado de forma implícita, requeridas para valorar bonos tasa flotante más complejos. Similarmente, esta metodología es una base para valorar instrumentos de otras instituciones, públicas o privadas, con mayores niveles de riesgo que los emisores soberanos.

[13]El método mostrado de incluir el margen q puede ser utilizado también para estimar el premio que está solicitando un comprador o vendedor por otros riesgos. Por ejemplo, cuando se estima el precio con base en una curva de referencia y se compara con el precio que algún inversionista solicita, es posible estimar el premio z que iguala ambos valores. Este premio es conocido como el margen z (*z-spread*), o margen de descuento (Fabozzi, 2012).

Recuadro 1.
Cálculo de las tasas cero cupón

El cálculo de la curva cero cupón requiere contar con diferentes rendimientos de instrumentos cero cupón. Debido a que no existen instrumentos de este tipo para plazos mayores a 1 año, no es posible estimar la *curva cero* únicamente a partir de observaciones de mercado. En lugar de esto, se parte de consideraciones teóricas utilizando los rendimientos observados para bonos del mercado soberano. De esta forma, utilizando el método conocido como *bootstrapping*, se aproxima la *curva cero teórica*.

Para explicar el método, considérese las siguientes tasas soberanas para Costa Rica:

Plazo en años	Rendimientos (%)
0,5	5,50
1,0	6,54
1,5	7,20
2,0	7,62

Bajo el supuesto de que estas tasas provienen de una curva par o cercana a par, se procede a calcular las tasas cero cupón de manera iterativa. La primera tasa cero a estimar sería la de 6 meses (z_{6m}), la cual corresponde a la tasa de 6 meses del cuadro anterior:

$$\mathbf{z_{6m} = 5,50}\,\%$$

Para estimar la siguiente tasa cero, se tiene que el precio de un bono a un año plazo se valora trayendo a valor presente cada uno de sus flujos con la tasa cero correspondiente. Esto es, el precio P, dados los cupones C_i, y las tasas cero z_{ti}:

$$P = \frac{C_1}{(1+z_1/2)^1} + \frac{100+C_2}{(1+z_2)/2)^2},$$

Dado el supuesto de que la tasa viene de la curva par, su precio sería 100, y junto con la tasa de 1 año de la tabla anterior (la cual sería la tasa cupón fija), y la tasa cero de 6 meses calculada, se tiene que:

$$100 = \frac{3,27}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{100+3,27}{(1+z_2)/2)^2} \implies \mathbf{z_2 = 6,56}\,\%$$

De forma similar, se obtiene la tasa cero a 1,5 años, utilizando las dos tasas cero estimadas:

$$100 = \frac{3,60}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{3,60}{(1+0,0656/2)^2} + \frac{100+3,60}{(1+z_3)/2)^3} \implies \mathbf{z_3 = 7,23}\,\%$$

De forma similar, se obtiene la tasa cero a 2 años, utilizando las tres tasas cero estimadas:

$$100 = \frac{3,81}{(1+0,0550/2)^1} + \frac{3,81}{(1+0,0656/2)^2} + \frac{3,81}{(1+0,0723)/2)^3} + \frac{100+3,81}{(1+z_4/2)^4} \implies \mathbf{z_4 = 7,67}\,\%$$

De esta forma se estiman las tasas cero, y una vez que se tengan una mayor cantidad de puntos, es posible construir la curva cero. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Plazo en años	Rendimientos (%)	Tasas cero (%)
0,5	5,50	5,50
1,0	6,54	6,56
1,5	7,20	7,23
2,0	7,62	7,67

Como se puede observar, las tasas cero están por encima de las tasas de rendimiento observadas, y conforme el plazo se incrementa, la diferencia se hace mayor. Siempre que la curva de rendimientos tenga pendiente positiva, la curva cero estará por encima de la de rendimientos.

Continúa. . .

. . . Continuación

En este punto resulta importante tener en cuenta una serie de aspectos y limitaciones. Teóricamente, el método para calcular la curva cero parte de la utilización de una curva par, la cual se deriva de bonos negociados cuya tasa cupón y tasa de rendimiento al vencimiento son iguales; es decir, se negocian a valor par. Considerando que en la práctica estas condiciones no siempre se cumplen, y algunos bonos se negocian a precios distintos (pero cercanos) a su valor par, se supone la curva de rendimientos al vencimiento como la curva par (Bolder, 2015). Para el caso de Costa Rica, algunos de los precios de los bonos soberanos se alejan de su valor par, por lo que esto constituye una limitación a tener en cuenta.

Dado esto, queda también el tema de cuál curva soberana o bonos elegir, para construir la curva de rendimientos que se utilizará como *proxy* de la curva par. En el caso de esta nota y los ejemplos mostrados, se utiliza la curva soberana publicada por el Banco Central de Costa Rica, pero también podrían utilizarse curvas de proveedores de precios, o curvas propias estimadas a partir de observaciones de mercado. Lo importante es tener claro qué supuestos subyacen detrás de cada metodología y sus efectos en la valoración.

Recuadro 2.
Cálculo de las tasas futuras implícitas

Las tasas futuras implícitas son aquellas tasas de interés futuras basadas en las expectativas del mercado, que están "contenidas" dentro de la curva de rendimientos observada en cada momento del tiempo.

Una de las teorías que busca explicar las posibles formas de la curva de rendimientos, argumenta que esta tiene pendiente positiva cuando el mercado espera que las tasas futuras sean mayores que las actuales; por tanto, el mercado incrementa su demanda en el tramo corto esperando las mayores tasas futuras, presionando más sus precios hacia arriba, y los rendimientos hacia abajo. Al mismo tiempo, algunos inversionistas con bonos de mayor plazo tienen el incentivo de vender sus bonos, incrementando la oferta, bajando los precios e incrementando los rendimientos. Esto genera una curva con pendiente positiva. Caso contrario sucede cuando se esperan menores tasas en el futuro, dando como resultado menores rendimientos en los bonos de largo plazo y mayores en los de corto plazo, lo que deriva en una curva invertida o con pendiente negativa (ver Fabozzi (2012) para mayor detalle sobre las diversas teorías existentes).

El cálculo de la curva futura implícita se basa en el principio de que un inversionista debería ser indiferente entre las siguientes dos alternativas:

1. Invertir 1 unidad monetaria en un instrumento cero cupón a 1 año plazo.
2. Invertir 1 unidad monetaria en un instrumento cero cupón a 6 meses plazo, y al vencimiento de este, renovar la inversión comprando otro instrumento cero cupón a 6 meses plazo a la tasa futura.

En el primer caso, el resultado de dicha inversión en un año sería de: $1 \times (1 + z_{1a}/2)^2$, donde z_{1a} es la tasa cero de 1 año. Para el segundo caso, el resultado sería: $1 \times (1 + z_{6m}/2)^1 \times (1 + f_{6m,6m}/2)^1$, donde z_{6m} es la tasa cero de 6 meses y $f_{6m,6m}$ es la tasa futura implícita a 6 meses plazo, esperada dentro de 6 meses. Igualando ambos resultados:

$$(1 + \frac{z_{1a}}{2})^2 = (1 + \frac{z_{6m}}{2})(1 + \frac{f_{6m,6m}}{2})$$

Resolviendo para $f_{6m,6m}$, y sustituyendo las tasas cero con las obtenidas en el Recuadro 1., se obtiene que:

$$f_{6m,6m} = \left[\frac{(1 + \frac{z_{1a}}{2})^2}{(1 + \frac{z_{6m}}{2})^1} - 1\right] \times 2 = \left[\frac{(1 + \frac{0{,}0656}{2})^2}{(1 + \frac{0{,}0550}{2})^1} - 1\right] \times 2 = \mathbf{7{,}63}\,\%$$

De forma similar, es posible obtener la tasa de 6 meses esperada por el mercado dentro de 1 año. Esta viene dada por:

$$f_{6m,1a} = \left[\frac{(1 + \frac{z_{(1,5)a}}{2})^3}{(1 + \frac{z_{1a}}{2})^2} - 1\right] \times 2 = \left[\frac{(1 + \frac{0{,}0723}{2})^3}{(1 + \frac{0{,}0656}{2})^2} - 1\right] \times 2 = \mathbf{8{,}58}\,\%$$

Finalmente, se estima la tasa $f_{6m,1,5a}$. Esta viene dada por:

$$f_{6m,1,5a} = \left[\frac{(1 + \frac{z_{2a}}{2})^4}{(1 + \frac{z_{1,5a}}{2})^3} - 1\right] \times 2 = \left[\frac{(1 + \frac{0{,}0767}{2})^4}{(1 + \frac{0{,}0723}{2})^3} - 1\right] \times 2 = \mathbf{9{,}01}\,\%$$

Por lo tanto, las tasas futuras implícitas de 6 meses derivadas de la curva de rendimientos del mercado son:

Puntos	Tasas futuras implícitas (%)
$f_{6m,0m}$	5,50
$f_{6m,6m}$	7,63
$f_{6m,1a}$	8,58
$f_{6m,1,5a}$	9,01

Este método puede utilizarse para estimar toda una variedad de combinaciones de plazos, por ejemplo, la curva futura implícita esperada dentro de un año (compuesta por las tasas $f_{3m,1a}$, $f_{6m,1a}$, $f_{1a,1a}$, $f_{2a,1a}$, . . ., $f_{10a,1a}$).

Recuadro 3.
Modelos de valoración: generalización

En los ejemplos mostrados en la nota, se estimaron los precios utilizando los modelos de valoración estándar para instrumentos tasa fija y tasa flotante. En ambos casos, se plantearon las ecuaciones aplicadas directamente a las características de los bonos utilizados, sin embargo, no se expusieron los modelos de forma general. Estos se muestran en este recuadro, y adicionalmente, se muestra una manera más simple de obtener el precio de un tasa flotante cuando se cumplen algunas condiciones. Con este método abreviado se pueden notar de manera más directa algunas de las observaciones realizadas a lo largo de la nota.

Fórmula general para calcular el precio de un bono:

- El precio sucio viene dado por:

$$P_{sucio} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{C_i}{m}}{(1+\frac{z_{ti}}{m})^{(t_i-t)/p}} + \frac{VF}{(1+\frac{z_N}{m})^{(t_N-t)/p}}$$

donde:

$C_i =$ cupón pagado en el período i.
$z_{ti} =$ tasa cero asociada a cada flujo.
$m =$ periodicidad del bono.
$t_i - t =$ período en días entre fecha de pago de cupón i y fecha de liquidación.
$p =$ periodicidad en número de días.
$VF =$ valor facial (100).

- Sustrayendo los intereses devengados, se obtiene el precio limpio:

$$P_{limpio} = P_{sucio} - \left[\frac{C_1}{m} \times \frac{p-(t_1-t)}{p}\right]$$

donde:

$P_{limpio} =$ precio limpio.
$P_{sucio} =$ precio sucio.
$\frac{C_1}{m} \times \frac{p-(t_1-t)}{p} =$ intereses devengados.

En el caso de los bonos tasa fija, los cupones son fijos y establecidos previamente. Para el caso de los tasa flotante, los cupones C_i son los obtenidos con las tasas futuras implícitas derivadas de la curva respectiva.

Considérese el modelo de valoración del tasa flotante de forma extendida. Se tiene que el precio viene dado por (por simplicidad, se suponen intereses devengados de cero, periodicidad semestral, tasas ya ajustadas por periodicidad, y valor facial de 1):

$$P = \frac{C_1}{(1+z_{6m})^1} + \frac{f(6m,6m)}{(1+z_{1a})^2} + \frac{f(6m,1a)}{(1+z_{1,5a})^3} + \ldots\ldots + \frac{f(6m,N-2)}{(1+z_{N-1})^{(N-1)}} + \frac{1+f(6m,N-1)}{(1+z_N)^N}$$

Continúa...

. . . Continuación

En el Recuadro 2 se mostró que las tasas futuras implícitas se derivan a partir de las tasas cero. Recíprocamente, las tasas cero se pueden obtener de las tasas futuras implícitas, de forma que:

$$(1+z_N)^N = (1+z_{N-1})^{(N-1)} \times (1+f(6m, N-1))$$

Utilizando esta relación en la ecuación de precio, se tiene que:

$$P = \frac{C_1}{(1+z_{6m})^1} + \frac{f(6m,6m)}{(1+z_{1a})^2} + \frac{f(6m,1a)}{(1+z_{1,5a})^3} + \ldots\ldots + \frac{f(6m,N-2)}{(1+z_{N-1})^{(N-1)}} + \frac{1}{(1+z_{N-1})^{(N-1)}} \implies$$

$$P = \frac{C_1}{(1+z_{6m})^1} + \frac{f(6m,6m)}{(1+z_{1a})^2} + \frac{f(6m,1a)}{(1+z_{1,5a})^3} + \ldots\ldots + \frac{1+f(6m,N-2)}{(1+z_{N-1})^{(N-1)}}$$

Y de forma iterativa con el mismo proceso se llega al resultado:

$$P = \frac{1+C_1}{(1+z_{6m})^1}$$

De esta ecuación se pueden observar varios detalles. Primero, si la fecha de liquidación coincide con la fecha de pago de cupón (es decir, muy cercano a la fecha de ajuste de cupón), la tasa de 6 meses que se fija para los próximos 6 meses equivale a la tasa de 6 meses vigente en ese momento; esta es la tasa cero de 6 meses. Por tanto, el numerador y el denominador del bono es el mismo y el precio equivale a su valor par (Fabozzi y Mann, 2000). En períodos distintos al de pago de cupón, el precio del bono podrá ser mayor, igual, o menor a su valor par, dependiendo del valor de C_1 que fue fijado con anterioridad.

Segundo; este resultado es posible de obtener porque este bono no tiene un margen sobre su tasa cupón. Si tuviera un margen, no sería posible realizar el proceso iterativo de la forma mostrada y el precio no necesariamente sería 100. En efecto, si el margen fuera positivo, el precio justo sería mayor a su valor par (esto asumiendo las expectativas de mercado, ya que si un inversionista incorpora algún premio adicional sobre las tasas de descuento, podría darse el caso de que fuera igual o menor a su valor par). Este caso se presentaría también si, por ejemplo, la referencia del cupón correspondiera a otra curva con mayor riesgo crediticio, suponiendo que el bono fuera de un emisor soberano. Por tanto, el resultado anterior puede variar dependiendo de sus insumos.

Bibliografía

Bolder, David (2015). Fixed-Income Portfolio Analytics. Suiza: Springer.

Fabozzi, Frank (2001). Bond Portfolio Management. Estados Unidos: Wiley.

Fabozzi, Frank (2012). The Handobook of Fixed Income Securities. Nueva York: McGraw-Hill.

Fabozzi, Frank y Steven V. Mann (2000). Floating-Rate Securities. Estados Unidos: Wiley.

GARP (2014). Financial Risk Manager: Valuation and Risk Models. Estados Unidos: Pearson.

Otras referencias

Adams, James y Donald Smith (2018). Introduction to Fixed-Income Valuation. CFA Curriculum, Level I. Estados Unidos: Wiley.

Fabozzi, Frank y Steven V. Mann (2010). Introduction to Fixed Income Analytics: Relative Value Analysis, Risk Measures and Valuation. Estados Unidos: Wiley.

Martellini, Lionell, Phillippe Priaulet y Stephanie Prialuet (2003). Fixed-Income Securities: Valuation, Risk Management and Portfolio Strategy. Estados Unidos: Wiley.

Tuckman, Bruce (2002). Fixed Income Securities. Estados Unidos: Wiley.