UNIVERSIDAD TORCUATO DI TELLA

MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA

TESIS DE MAESTRÍA

"VALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DERIVADOS. LOS SWAPS DE TASA DE INTERÉS EN ARGENTINA"

Tutor: Hernan Ruffo

Alumno: Pablo Manuel Vizcaíno (Legajo 14Y1416)

1. INTRODUCCIÓN

Durante la última década, crisis financiera internacional mediante, los derivados han adquirido muy mala fama. Se los ha acusado de generar comportamientos perversos entre los agentes económicos participantes en los mercados financieros, en incrementar los niveles de apalancamiento, así como también los niveles de riesgo potencial de contraparte, hasta el punto de transformarse en *instrumentos de destrucción masiva*. Amados u odiados es innegable su popularidad, constituyendo un mercado varias veces más grande que el de los activos subyacentes sobre los cuales están denominados, así como también su utilidad, siendo capaces de transformar portafolios –o los objetivos del mismo-.

Ante todo, vamos a esgrimir una definición para los derivados. Estos son instrumentos financieros cuyo valor depende del valor de otro activo, el activo subyacente. Los mismos pueden comercializarse en mercados organizados o en mercados denominados *over-the-counter* (OTC). También se puede reconocer que existen derivados sobre las más variadas clases de activos subyacentes: acciones, bonos, índices y la lista continúa.

En esta tesis haremos foco a un tipo de derivado en especial y los problemas de valuación con los que nos encontramos en el mercado financiero argentino. Nos referimos en particular a los *swaps* de tasas de interés, haciendo foco en las metodologías de valuación de los mismos, para un mercado incompleto como lo es el argentino.

La organización del presente trabajo continuará con una segunda sección que hable sobre las características de los *swaps* de tasa de interés y las formas de valuación; la tercer sección desarrolla el modelo de tasas de interés propuesto por Vasicek tanto a nivel teórico como en términos de calibración; la cuarta sección ahonda en las características del mercado financiero argentino en lo que respecta a dichos instrumentos; una quinta sección realiza una implementación a nivel práctico en Argentina y por último, concluiremos con propuestas para futuros desarrollos.

2. LOS *SWAPS* DE TASA DE INTERÉS

Un contrato de permuta, comúnmente conocido como *swap*, consiste en un intercambio de flujos entre partes, en una cierta cantidad de períodos. Este acuerdo entre partes puede ser tan simple como un único intercambio de tasa de interés fija por una tasa variable, sobre un monto especifico. También puede complejizarse al punto de involucrar numerosos intercambios, sobre distintos principales nominados en distintas monedas, por ejemplo. Estos intercambios quedan definidos por fechas de liquidación periódicas, durante un tiempo determinado. En cada fecha de liquidación, las partes involucradas observan las condiciones de mercado para que únicamente haya un pago (neto). La parte con la mayor responsabilidad efectúa un pago a su contraparte. Yendo a cuestiones de especificidad contractual, la longitud de la permuta se denomina “tenor”, mientras que el momento de finalización del contrato toma el nombre de “fecha de terminación”. Una forma alternativa de pensar a un *swap* es descomponerlo en una serie de contratos denominados *forward rate agreements* o FRAs, que vencen en las distintas fechas de liquidación.

En muchos aspectos, los *swaps* comparten características similares con los *forwards*:

- Un *swap* normalmente no requieren el pago por cualquiera de las partes en la iniciación. Son inicializados a cero.
- Ambos son instrumentos personalizados.
- Un *swap* no se negocia en un mercado secundario organizado. Se operan *over the counter* (OTC).
- Estos derivados son, en gran parte, no regulados.
- El riesgo de contraparte (de incumplimiento) es un aspecto importante de los contratos.
- La mayoría de los participantes en el mercado de *swaps* son grandes instituciones.

En cuanto a los motivos, dentro de las razones por las cuales se quiera tomar posición en un *swap*, puede ser tanto para transformar flujos de pasivos como de activos. En términos simples, se intercambian flujos de obligaciones (derechos), de un tipo de tasa a la otra. De acuerdo a los datos del BIS sobre la actividad en los mercados de derivados extrabursátiles (OTC), los *swaps* de tasa de interés son los instrumentos más negociados, seguidos de los contratos a plazo sobre tasas de interés. En el segundo semestre de 2015, en montos nocionales, los contratos *swaps* de tasa de interés superaban los 288 trillones de dólares mientras que el valor bruto de mercado alcanzaba cerca de 8 trillones de dólares[1], representado casi el 60% de las operaciones de derivados.

Definición de swap de tasas

Un *swap* de tasas o *interest rate swap*, es una permuta entre dos agentes que intercambian flujos de caja con diferentes tasas de rendimiento, sin que exista –usualmente- una transferencia del principal y operando en la misma moneda (o en diferentes divisas). El contrato más común es el *plain vanilla swap*, donde se intercambia un flujo de caja a tipo de interés fijo por un flujo de caja a tipo variable, aunque también es posible, como suele suceder en monedas como el dólar, el intercambio de flujos a interés variable con diferentes tasas de referencia. La tasa flotante de referencia que se emplea usualmente es la tasa LIBOR correspondiente al periodo entre pagos (aunque esto no tiene por qué ser necesariamente así).

[1] *BIS - Semiannual OTC derivatives statistics* http://www.bis.org/statistics/d5_1.pdf

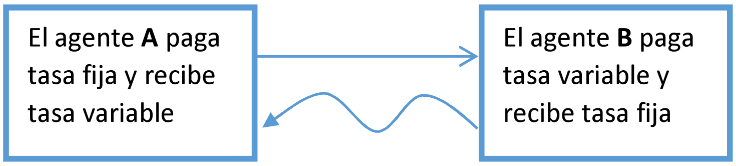

Gráfico 1. Diagrama de intercambio de flujos en un *swap*

Por lo tanto, un acuerdo swaps entre dos contrapartes existirá cuando ambas partes decidan gestionar, diversificar o cubrir su riesgo de tasa de interés. Si un agente tiene una deuda a tasa variable y presupone que las tasas van a subir, puede efectuar una operación swap con la intención de fijar su costo, siendo la contrapartida otro agente económico en una situación diferente, esto es, con una deuda a tasa fija y expectativas a la baja, deseando cambiar su compromiso para aprovecharse de dicha situación.

También es necesario que cada una de las partes acceda a un determinado mercado (el de tasa fija o tasa variable) en mejores condiciones comparativas que la contraparte, normalmente determinadas por la diferente calificación crediticia de los agentes que intervienen, siempre que esa ventaja comparativa sea susceptible de repartirse y obtener como consecuencia un ahorro de costos para ambos.

Por último, dado que swaps son contratos de gran flexibilidad, resultan ideales cuando se desea establecer una operación de las características anteriores pero con términos no usuales, digamos que necesitan un contrato “a medida” o personalizado. La multiplicidad de situaciones en las que se hace interesante entrar en un contrato swap de tipos de interés es enorme. De ahí precisamente la gran diversidad de operaciones swap que existen dependiendo del objetivo perseguido por los agentes.

Valuación de swaps de tasas de interés

Conceptualmente, existen dos formas alternativas de valuar un *swap*. O bien considerándolo un portafolio de bonos, o como un portafolio de FRAs. Comenzando por la primera alternativa, es posible hallar el valor de un *swap* en el intercambio de bonos que generen el mismo *payoff* que las partes. Por lo tanto, los contratos *swaps* de tasa de interés pueden valuarse como la diferencia entre un bono a tasa fija y un bono a tasa flotante. El signo del *payoff* dependerá de qué lado uno se encuentra (esto es, si recibe/paga tasa fija y paga/recibe tasa flotante).

El bono con cupones fijos se valúa en forma usual, descontando cada uno de los cupones al costo de oportunidad a dicho plazo, y finalmente el principal a vencimiento. Así tenemos que el precio del bono a tasa fija queda definido como:

$$B_{fijo} = \sum_{i=}^{n-1} c \exp(-r_i t_i) + [c + L]\exp(-r_n t_n)$$

Donde,

L: Principal

c: Cupones

t_i: Fecha de pago de los flujos

Para valuar el bono a tasa flotante puede argumentarse que, inmediatamente después de cada pago el bono cotiza a la par (su precio iguala al principal, o sea 100). Por lo tanto, el valor presente del bono será:

$$B_{flotante} = [k^*]\exp(-r_1 t_1)$$

Donde,

L: Principal

k^*: pago a realizar en el periodo corriente ($k^* = r\ .\ L$)

r_i: Tasa *spot* para el periodo t_i (costo de oportunidad a dicho período)

t_i: Fecha de pago de los flujos

Es así como el valor presente del *swap* no es más que la diferencia, $V_{swap} = B_{fijo} - B_{flotante}$. Vamos a destacar en este punto que asumimos que el cupón del bono a tasa fija queda definido por la *swap rate*, mientras que la tasa del bono variable ya está observada al momento de valuación. Entonces nuestros insumos críticos son el costo de oportunidad a cada período, o tasas *spot*.

Alternativamente, encarar el problema de la valuación mediante una sucesión de FRAs conlleva la generación de otros insumos relevantes. Para cada intercambio de flujos, la valuación de un FRA será:

$$FRA_i = L * \Delta t * [r_K - r_{forward}] * \exp(-r_i(t_i - t_0))$$

Donde,

L: Principal

Δt: Tiempo entre intercambios

r_K: Tasa fija del *swap*, o *swap rate*

$r_{forward}$: Tasa *forward* implícita en la estructura de tasas de interés

r_i: Tasa *spot* para el periodo t_i (costo de oportunidad a dicho período)

t_i: Fecha de pago de los flujos

t_0: Fecha de valuación del instrumento

Una vez calculados todos los *forward rate agreements*, el valor del *swap* no es más que la agregación de los mismos. En esta alternativa, necesitamos estimar las tasas *forward* implícitas, además de las tasas *spot* para cada período.

Uno puede vislumbrar en este punto que, independientemente de cómo encarar el problema de valuación, resulta necesario disponer del costo de oportunidad a cada uno de los plazos. Los mismos darán pie a la Estructural Temporal de Tasas de Interés (ETTI).

Tasas spot y forwards

La tasa spot (o *zero rate*), para un plazo T, no es más que la tasa de interés que se obtiene por una inversión que posee un único flujo de dinero -positivo y cierto- al dicho vencimiento T. Un bono descuento o *zero-coupon* es un instrumento de renta fija que realiza un único pago a su vencimiento (usualmente por un nocional de $100). La relación entre el precio del bono en el momento t, denominado $P(t,T)$, y la tasa de interés spot, denomiada $r_c(t,T)$, queda definida por

$$P(t,T) = \exp[-r_c(t,T)(T-t)]$$

$$r_c(t,T) = -\frac{1}{(T-t)}\ln[P(t,T)]$$

La concatenación de los rendimientos a cada uno de los plazos forma la estructura intertemporal de tasas, insumo necesario en nuestro proceso de valuación. Una de las formas más simples de determinar dicha curva de tasas es mediante la técnica de *bootstrapping*, un método de interpolación para encontrar de manera iterativa las tasas cupón cero.

Una vez definida la ETTI, podemos calcular de la misma las tasas *forward* implícitas entre dos plazos determinados. Dichas tasas nos hacen indiferentes entre invertir sucesivamente a corto plazo, o invertir directamente a largo plazo. Entonces,

$$r_1 \times (T_1 - t_0) + r_f \times (T_2 - T_1) = r_2 \times (T_2 - t_0)$$

$$r_f = \frac{r_2 \times (T_2 - t_0) - r_1 \times (T_1 - t_0)}{(T_2 - T_1)}$$

Establecidos estos "insumos", el proceso de valuación de un *swap* de tasa de interés resulta un proceso simple. Sin embargo, construir dicha estructura temporal involucra mercados completos, donde se disponen de instrumentos a todos los plazos, como para aplicar las mencionadas técnicas de bootstrapping. Una manera alternativa es plantear un modelo que describa la evolución de las tasas de interés cupón cero. Eso es lo que abordaremos en la siguiente sección.

3. EL MODELO VASICEK

Para desarrollar un modelo de tasas de interés es necesario desandar cierto camino inicial. La tasa instantánea libre de riesgo, *r*, es aquella de la que dependen el precio tanto de bonos como de derivados, en un mundo neutral al riesgo. Entonces, el valor en *t* de un derivado cuyo *payoff* en *T* es f_T será

$$\hat{\mathbb{E}}\left(exp\left(-\bar{r}(T-t)\right) \times f_T\right)$$

Donde $\bar{r}$ es el valor promedio de *r* entre *t* y *T*, mientras que $\hat{\mathbb{E}}$ denota el valor esperado en dicho mundo neutral al riesgo.

Como denotamos antes, el precio en *t* de un bono libre de riesgo, cupón cero, que paga $1 en *T* será:

$$P(t,T) = \hat{\mathbb{E}}\left(exp\left(-\bar{r}(T-t)\right)\right)$$

Y teniendo en cuenta también que

$$P(t,T) = exp\left(-r(t,T) \times (T-t)\right)$$

Entonces,

$$r(t,T) = \frac{1}{T-t} ln\left[\hat{\mathbb{E}}\left(exp\left(-\bar{r}(T-t)\right)\right)\right]$$

Permitiendo así encontrar la estructura de tasas de interés, en cualquier momento, del valor de *r* obtenido en dicho momento y el proceso que define a *r* en un mundo neutral al riesgo. Una vez que definimos dicho proceso, todo acerca de la curva cupón cero inicial y su evolución a lo largo del tiempo puede ser determinado.

En modelos de equilibrio de un factor, como el que procedemos a definir, el proceso para *r* involucra una única fuente de incertidumbre. El proceso neutral al riesgo para la tasa de interés instantánea queda descripto por un proceso de Itô de la forma,

$$dr = m(r)dt + s(r)dz$$

Donde el término de deriva, *m*, y el desvío estándar, *s*, se asumen funciones de *r* pero independientes del tiempo. Estos modelos unifactoriales asumen que todas las tasas se mueven en la misma dirección sobre cualquier intervalo de tiempo, pero no asumen movimientos de idéntica cuantía. Por lo tanto, la forma de la curva *spot* puede cambiar con el paso del tiempo.

El modelo Vasicek

En este modelo, el proceso neutral al riesgo para *r* es

$$dr_t = \alpha(\theta - r_t)dt + \sigma dW_t$$

donde α, θ y σ son constantes no negativas. Interpretando esta ecuación podemos apreciar que las tasas de interés tienen una reversión a su media, θ, con un mayor o menor grado de velocidad, α. Por otro lado, dicho sendero de convergencia a su media de largo plazo, se verá *shockeado* en el camino por un término aleatorio con distribución gaussiana e intensidad fija, σdW_t.

Siendo $0 \leq s \leq t \leq T$, entonces la tasa corta en el modelo de Vasicek vendrá dada por

$$r(s) = r(t)e^{-\alpha(s-t)} + \theta\left(1 - e^{-\alpha(s-t)}\right) + \sigma \int_t^s e^{-\alpha(s-u)} dW(u)$$

Mientras que el precio de un bono cupón cero con vencimiento en *T* está dado por

$$P^{Vasicek}(t;T) = A(t,T)exp\left(-r(t)B(t,T)\right)$$

Donde

$$B(t,T) = \frac{1 - e^{-\alpha(t-T)}}{\alpha}$$

Y

$$A(t,T) = \left(\theta - \frac{\sigma^2}{2\alpha^2}\right)(B(t,T) - T + t) - \frac{\sigma^2}{4\alpha}B(t,T)^2$$

Aquí *A(t,T)* representa el *risk premium* del mercado.

Estimación y calibración

Para poder estimar los parámetros utilizamos un el método de máxima verosimulitud, buscando los coeficientes que maximicen el valor de dicha función. En primer lugar tenemos que definir la función de verosimilitud, para posteriormente maximizarla. La misma queda planteada como,

$$L = \prod_{i=1}^{N-1} \left(2\pi \frac{\sigma^2}{2\alpha} \left(1 - e^{-2\alpha \Delta t_i}\right) \right)^{-\frac{1}{2}} exp\left(-\frac{1}{2} v^2 (r_{ti}, r_{ti+1}, t_i) \right)$$

Donde,

$$v(r_{ti}, r_{ri+1}, \Delta t) = \frac{r_{ti+1} - \left(\gamma + (r_{ti} - \gamma)\right) e^{-\alpha \Delta t_i}}{\sqrt{var_{ti}}}$$

y

$$var_\alpha = \frac{\sigma^2}{2\alpha}(1 - e^{-2\alpha \Delta t_i})$$

Sin embargo podemos simplificar la fórmula ligeramente dado que las observaciones son incrementos de tiempo iguales, por lo tanto $\Delta t_i = \Delta t$. L se reduce a

$$L = \left(2\pi \frac{\sigma^2}{2\alpha} (1 - e^{-\alpha \Delta t}) \right)^{-\frac{N-1}{2}} exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-1} v^2 (r_{ti}, r_{ti+1}, \Delta t) \right)$$

Es más fácil para maximizar la función de probabilidad logarítmica en lugar de la propia función de verosimilitud. Tomamos logaritmos naturales de ambos lados y obtenemos

$$\ln L = -\frac{N-1}{2} \ln 2\pi - \frac{N-1}{2} \ln \left(\frac{\sigma^2}{2\alpha} \left(1 - e^{-\alpha \Delta t}\right) \right) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-1} v^2 (r_{ti}, r_{ti+1}, \Delta t)$$

Entonces, el conjunto de parámetros de máxima verosimilitud $\hat{\theta}$ se puede encontrar utilizando el siguiente argumento

$$\hat{\theta} = \arg\max_{\theta} \ln L(\theta)$$

4. MERCADO DE SWAPS DE TASA DE INTERES EN LA ARGENTINA

Con el propósito de fomentar el crédito a largo plazo, el Banco Central dispuso hace aproximadamente 7 años la creación de un mercado de *swaps* de tasa de interés. Tenía como finalidad la generación de una estructura temporal de tasas de interés fija por plazos de hasta cinco años, hasta entontes inexistente en el mercado argentino.

A través de la Comunicación “A” 4776, el Directorio del Banco Central dispuso autorizar la realización de contratos de compra-venta de *swaps* de tasa BADLAR por tasa de interés fija en pesos en Mercado

Abierto Electrónico (MAE). Asimismo, se establecieron los mecanismos para que esta Institución participe en la operatoria.

Las principales condiciones de negociación de *swaps* de Tasa BADLAR por Tasa Fija son las siguientes[2]:

Subyacente	Tasa de interés BADLAR Bancos Privados para depósitos de más de 1 millón de pesos por un plazo de 30 a 35 días contra tasa fija en pesos
Valor del contrato	$ 100.000.-
Cotización	Tasa fija en pesos nominal anual base Actual/365 con hasta 2 decimales
Plazo Total	Entre 3 meses y 5 años
Reseteo	Mensual (último día de cada mes). Si el último día de cada mes es inhábil, el pago se realizará el primer día hábil siguiente utilizando los índices del último día del mes correspondiente. El primer mes puede ser irregular.
Liquidación de fondos	La liquidación de fondos se hará de acuerdo a lo consignado en el punto relacionado con el Reseteo y de acuerdo a las siguientes fórmulas: $Flujo_{Fijo} = (Q \times VC) \times \frac{\frac{Tasa_{Fija}}{100} \times d}{base}$ $Flujo_{Variable} = (Q \times VC) \times \frac{\frac{Tasa_{Badlar}}{100} \times d}{base}$ $Tasa_{Badlar} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Badlar_1}{n}$ Donde *Q*: cantidad de contratos *VC*: valor del contrato *Tasa_Fija*: tasa a la que se concertó la operación *d*: cantidad de días reales existentes entre la fecha de concertación (o fecha de reseteo anterior, lo último sucedido) y la nueva fecha de reseteo. Base: es la base de cálculo para la tasa, en este caso es 365 *Badlar*: es la tasa Badlar informada por el BCRA *i*: es cada uno de los días en los que la tasa Badlar fue publicada por el BCRA desde dos días antes de la fecha de concertación o la fecha de reseteo anterior, lo último sucedido y hasta dos días antes de la fecha del nuevo reseteo.

[2] http://www.mae.com.ar/old.aspx?p=mercados/oct/swaps/badlarfija.aspx

5. VALUACIÓN DE UN SWAP EN ARGENTINA MEDIANTE EL AJUSTE DEL MODELO VASICEK

En esta última sección llevaremos al plano de la implementación práctica todos los conceptos que se profundizaron con anterioridad. Para ello tomaremos como base un contrato *swap* con las características de aquellos que cotizan en el MAE, buscando calibrar los parámetros del modelo Vasicek en base a datos históricos de la tasa BADLAR Bancos Privados, para luego estimar la curva *spot* y las *forward* implícitas, que nos permitirán finalmente *pricear* al instrumento derivado.

Calibración de los parámetros del modelo

El período muestral que utilizaremos como fuente de estimación para el algoritmo de maximización de la función de verosimilitud consta de 120 observaciones mensuales, que van desde Julio de 2006 a Junio de 2016. El gráfico 2 muestra la evolución de dicha tasa:

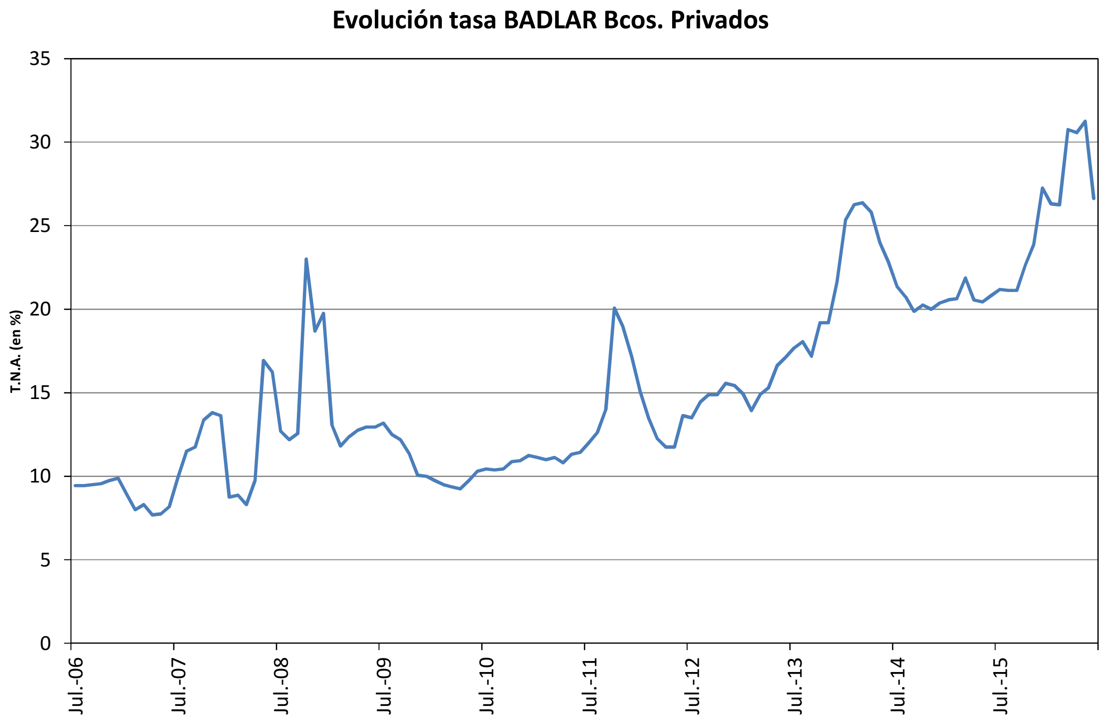

Gráfico 2. Tasa BADLAR Bancos Privados

Procediendo con la calibración del modelo, llegamos a un valor máximo para el logaritmo de la función de máxima verosimilitud de 302,703. El parámetro de velocidad de reversión a la media (α), es 0,5531 mientras que la tasa de equilibrio a largo plazo (θ) es 18,58%. Por último, la volatilidad se sitúa en 6,738% -congruente con dicho término observado en la muestra-.

Construcción de la curva cupón cero en base al modelo estimado

Como próximo paso resulta indispensable estimar la estructura temporal de tasas de interés implícita por el modelo previamente calibrado (los parámetros antes estimados). Calculamos los factores de descuento de bonos con diferentes vencimientos y obtenemos de estos los rendimientos correspondientes, para completar la estructura temporal, con observaciones mensuales, hasta completar por lo menos 5 años.

El precio en el tiempo *t* de un bono cupón cero pago de $ 1 en el tiempo *T* se puede calcular a partir de la ecuación planteada en el punto 3.

$$P(t,T) = A(t,T)e^{-B(t,T)r(t)}$$

Donde,

$$A(t,T) = exp\left[\left(B(t,T) - T + t\left(\frac{\alpha^2\theta - \frac{\sigma^2}{2}}{\alpha^2}\right) - \frac{\sigma^2 B(t,T)^2}{4\alpha}\right)\right]$$

y,

$$B(t,T) = \frac{1 - e^{-\alpha(T-t)}}{\alpha}$$

Los rendimientos se pueden calcular con facilidad en todos los plazos utilizando el precio de los bonos cupón cero correspondientes

$$r(T) = \frac{\ln(\frac{1}{P(T)})}{T}$$

derivado de,

$$P(T) = e^{-r(T)T}$$

donde r(t) representa el rendimiento de un bono con vencimiento en el tiempo *T*. Si bien estamos en el proceso de construcción de la curva de rendimiento actual, *t* es igual a 0. Las ecuaciones anteriores permiten sin embargo calcular el precio de los bonos en el tiempo *t* en el futuro. En el siguiente gráfico podemos observar la curva *spot* proyectada hasta 3 años para adelante.

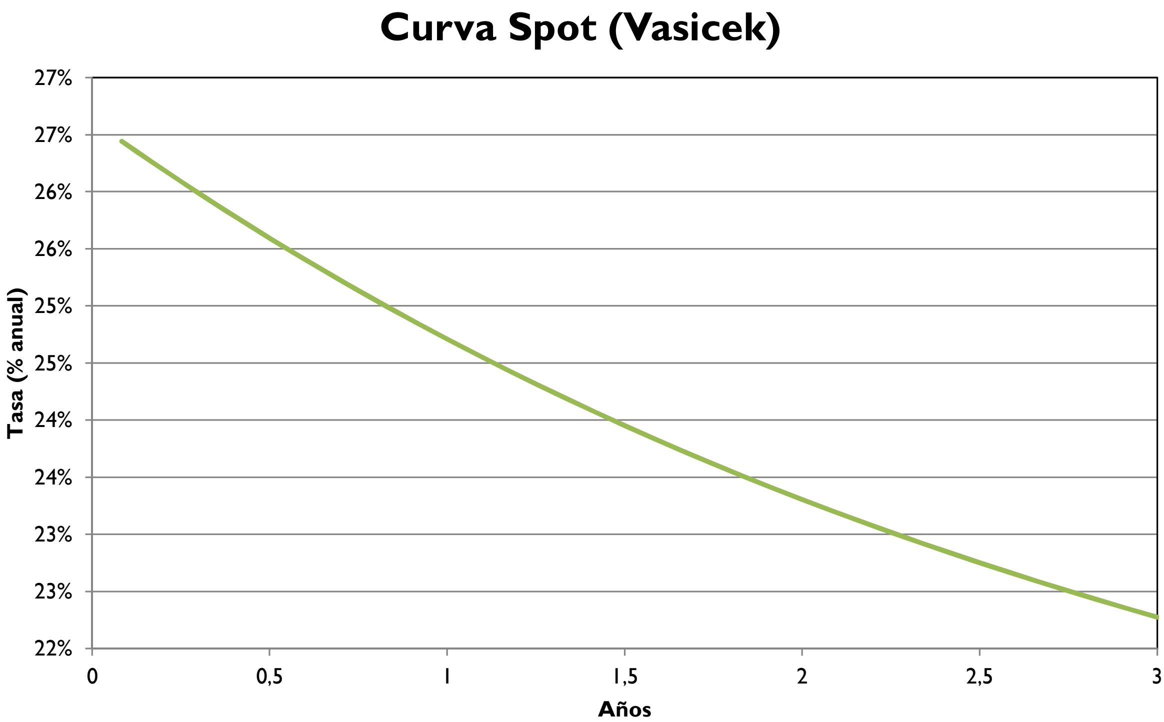

Gráfico 3. Estructura temporal de tasas de interés

Valuación de un swap de tasa de interés

Finalmente, habiendo construido la estructura temporal de tasas de interés, podemos proceder a valuar un *swap* de similares características con aquellos que cotizan en el MAE. Definiremos ciertos parámetros a tener en cuenta:

- La cantidad de intercambios anuales serán 12 (mensuales);
- La extensión del contrato serán 3 años;
- La tasa BADLAR Bancos Privados inicial queda fijada en la última observación, para Junio de 2016 (26,625%).

En base a estas definiciones, optamos por valuar el contrato derivado en base al enfoque de intercambio de bonos (a tasa fija versus a tasa variable), con el objetivo de definir la *swap rate* que inicialice el contrato en un valor de 0 para cada una de las partes.

A continuación puede apreciarse la tabla con los flujos de fondos tanto para el bono a tasa fija como para el bono a tasa variable, y el factor de descuento a cada *t* respectivo (medido en meses).

t	CF(Fijo)	CF(Var)	Factor Desc.	VP(Fijo)	VP(Variable)
1	1.905,72	102.218,75	0,978205997	1.864,18	99.990,99
2	1.905,72		0,9571716	1.824,10	
3	1.905,72		0,936857641	1.785,39	
4	1.905,72		0,917227368	1.747,98	
5	1.905,72		0,898246281	1.711,80	
6	1.905,72		0,879881992	1.676,81	
7	1.905,72		0,862104077	1.642,93	
8	1.905,72		0,844883956	1.610,11	
9	1.905,72		0,828194766	1.578,30	
10	1.905,72		0,81201125	1.547,46	
11	1.905,72		0,796309655	1.517,54	
12	1.905,72		0,78106763	1.488,49	
13	1.905,72		0,766264138	1.460,28	
14	1.905,72		0,751879371	1.432,87	
15	1.905,72		0,737894667	1.406,22	
16	1.905,72		0,724292441	1.380,30	
17	1.905,72		0,711056113	1.355,07	
18	1.905,72		0,698170046	1.330,51	
19	1.905,72		0,685619485	1.306,60	
20	1.905,72		0,673390498	1.283,29	
21	1.905,72		0,661469931	1.260,57	
22	1.905,72		0,649845354	1.238,42	
23	1.905,72		0,638505015	1.216,81	
24	1.905,72		0,627437803	1.195,72	
25	1.905,72		0,616633203	1.175,13	
26	1.905,72		0,606081262	1.155,02	
27	1.905,72		0,595772552	1.135,37	
28	1.905,72		0,585698143	1.116,17	
29	1.905,72		0,575849566	1.097,41	
30	1.905,72		0,56621879	1.079,05	
31	1.905,72		0,556798192	1.061,10	
32	1.905,72		0,547580538	1.043,53	
33	1.905,72		0,538558953	1.026,34	
34	1.905,72		0,529726904	1.009,51	
35	1.905,72		0,521078177	993,03	
36	101.905,72		0,512606863	52.237,57	
				99.990,99	**99.990,99**
			Valor Swap	- **0,00**	

Entonces, la tasa *swap* que inicializa el valor del contrato en cero para ambas partes queda definida en aproximadamente 22,8686%.

6. CONCLUSIÓN

El presente trabajo ha mostrado una alternativa práctica y simple para sortear un problema intrínsicamente necesario a la hora de obtener un precio justo para un instrumento derivado altamente utilizado en el mundo, pero desaprovechado en Argentina.

La justificación respecto a la baja popularidad de estos instrumentos puede encontrarse en razones tales como la falta de profundidad, liquidez y disponibilidad de activos de renta fija útiles para la construcción de estructuras temporales de tasas de interés. También puede argumentarse en contra de la falta de promoción en términos de innovaciones financieras por parte de los reguladores de mercado. El Banco Central, por omisión o excesiva regulación, suele desincentivar todo aquello que entiende como un potencial generador de riesgos sistémicos. La ausencia de *market makers* que provean puntas (*bid* y *ask*) suele ahuyentar aún más a los inversores.

De todas formas, ninguna de estas razones es una excusa suficiente como para impedir el desafío intelectual de encarar una valuación de nuevos instrumentos con marcos regulados, que permitan expandir la frontera de alternativas a la hora de invertir, ya sea bien para cubrirse de riesgos no deseados, así como también para especular y direccionar el foco de la inversión en base a visiones contrapuestas con las del mercado.

En términos de futuras investigaciones, sería necesario contrastar la calidad de esta clase de modelos contra alternativas más modernas, vigentes en países (y plazas) más desarrolladas. También resultaría buen ejercicio *backtestear* rutinariamente este procedimiento de pricing, para tener una magnitud acabada de los riesgos potenciales a los que se exponen las partes.

Como conclusión final quiero esgrimir mi propia argumentación en función de la baja penetración de esta clase de instrumentos: la volatilidad macroeconómica. En tanto y en cuanto no haya certidumbre, tanto a nivel de instituciones así como también en el manejo de la política monetaria –en este caso, pero aplica para la política económica en general- será imposible lograr que los agentes económicos tracciones en instrumentos complejos cuyo margen de error puede ser enorme en economías tan inestables como la nuestra.

Bibliografía

- Banco de la República Argentina (2008), "Participación del Banco Central de la República Argentina en el mercado de Operaciones Compensadas a Término del Mercado Abierto Electrónico (OCT-MAE) en Operaciones de Swap de Tasas de Interés en peso", Comuncación "A" 4776.
- Banco de la República Argentina (2016), "Fraccionamiento del Riesgo Crediticio (última comunicación incorporada: "A" 5983".
- BIS (2005), "Zero-Coupon Yield Curves: Technical Documentation", BIS Paper 25.
- Breccia Adriana (2012), "Interest Rate Models I: Short Rate Models", Birkbeck College.
- Chan, K., Karolyi, G., Longstaff, F. y Saunders, A. (1992), "An empirical comparison of alternative models of the short-term interest rate". Journal of Finance, 41, 1209-1227.
- Filipovic, D. (2005): "Interest Rate Models". University of Munich.
- Hull, John C. (2014), "Options, Futures, and Other Derivatives (9th Edition)", Prentice Hall.
- Mc Culloch, J.H. (1971), "Measuring the Terms Structure of Interest Rates", Journal of Business 44, 19-31.
- Vasicek, O.A. (1977), "An Equilibrium Characterization of the Term Structure". Journal of Financial Economics 5 (2), 177-188