

CÓMPUTO DEL PREMIO POR PLAZO DEL BONO NOMINAL A 10 AÑOS EN CHILE¹

Autor: Luis Ceballos
Diciembre 2014

I. INTRODUCCION

En esta nota se presenta la metodología empleada por Adrian et al. (2013) para el computo del premio por plazo en Chile de la tasa nominal a diez años.

En la sección II se presenta una breve revisión de la estimación de modelos *affine* de tasas de interés y el modelo de Adrian et al. (2013). Luego, en la sección III se presenta los resultados para Chile y una comparación con los premios por plazo de EE.UU.

II. METODOLOGIA

En esta sección se revisa los fundamentos de la metodología de modelos *affine* de tasas de interés así como el enfoque de estimación propuesto por Adrian et al. (2013).

II.1 Expectativas de tasas cortas

La política monetaria convencional influye en las tasas cortas, afectando las expectativas de movimientos futuros de ésta, y por ende, precios de activos, decisiones de consumo/inversión, actividad y precios. De acuerdo a la hipótesis de expectativas de tasas (HE), las tasas largas corresponden a un promedio de las tasas cortas, por lo que, movimientos en las tasas largas corresponden a cambios en la trayectoria de tasas esperadas de acuerdo a:

$$y_t^n \approx \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} r_i$$

No obstante, tasas largas podrían estar afectadas por otros factores (Bernanke 2013), en particular, el componente de premios. Con esto, se ha evidenciado que las tasas de interés observadas tienen un componente de tasa corta esperada así como un premio por plazo de la siguiente forma $y_t^n \approx \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} r_i + p^n$,

donde p^n corresponde al premio por plazo al periodo n. Una correcta identificación del premio en las tasas largas permite conocer las expectativas del curso futuro de la política monetaria contenidas en los precios de los activos financieros.

II.2 Metodología modelos *affine* de tasas de interés

La metodología estándar de modelos *affine* de tasas de interés (véase Ang y Piazzesi 2003) asume la existencia de factores de riesgo denotados por X los cuales siguen un VAR (1) de acuerdo a:

$$X_{t+1} = \mu + \phi X_t + v_{t+1} \quad (1)$$

¹ Se agradecen los comentarios y sugerencias de Alberto Naudon, Migue Fuentes, Elías Albagli y Damian Romero. Asimismo se agradece especialmente a Tobias Adrian por facilitar el código MATLAB.

donde $v_{t+1} \sim \text{iid } N(0, \Sigma)$. Además existe una tasa corta (denotada por r_t), la cual se relaciona con el set de variables estado a través de:

$$r_t = \delta_0 + \delta_1' X_t \quad (2)$$

Con esto, se modela el factor de descuento estocástico (FDE) exponencialmente *affine* a X_t :

$$M_{t+1} = \exp\left(-r_t - \frac{1}{2} \lambda_t' \lambda_t - \lambda_t' v_{t+1}\right) \quad (3)$$

Siendo los precios del riesgo definidos como $\lambda_t = \lambda_0 + \lambda_1' X_t$. Así, el precio de un bono con madurez n en el periodo t puede ser expresado como:

$$P_t^n = E_t[M_{t+1} P_{t+1}^{n-1}] = E_t^Q\left[\exp\left(-\sum_{i=0}^{n-1} r_{t+i}\right)\right] \quad (4)$$

Donde E_t^Q corresponde a la expectativa del precio de un bono en t bajo neutralidad al riesgo. En este caso, los factores de riesgo también siguen un VAR (1) pero con un ajuste en los parámetros que permite ajustar por neutralidad al riesgo $X_{t+1} = \mu^Q + \phi^Q X_t + v_{t+1}$, donde $\mu = \mu^Q - \Sigma \lambda_0$ y $\phi = \phi^Q - \Sigma \lambda_1$.

Lo anterior permite valorizar un bono a cualquier plazo en base a los parámetros (para mayor detalle ver Ang y Pizessi (2003), Wright (2011), Bauer et al. (2014) entre otros). Con esto, las tasas de interés bajo neutralidad al riesgo corresponden a:

$$\tilde{y}_t^n = \tilde{A}_n + \tilde{B}_n' X_t \quad (5)$$

donde $\tilde{A}_n = \frac{1}{n} A(\mu, \phi, \delta_0, \delta_1, \Sigma)$ y $\tilde{B}_n = \frac{1}{n} B(\phi, \delta_1)$

La tasa de riesgo neutral refleja las expectativas del mercado respecto a la trayectoria futura de la tasa de política sin considerar premios. En tanto, el premio por plazo se define como la diferencia entre la tasa de interés estimada por el modelo y la de riesgo neutral. Esto sugiere dos puntos relevantes a considerar: (1) En general, la estimación del premio por plazo es residual, siendo la tasa corta esperada la que se modela en base a ciertos factores, (2) Al considerar otros factores se generan distintas mediciones de la tasa corta esperada (y por ende del premio por plazo), aunque empíricamente se observan cambios en los niveles de tasa corta y/o premios pero no así de la dinámica de éstos (véase Rudebusch et al. (2007)).

Asimismo es importante destacar que esta clase de modelos necesitan ser estimados mediante algoritmos no lineales en base a métodos de máxima verosimilitud. Un análisis detallado del tipo de estimación es tratado en Ceballos et al. (2014).

II.3 Enfoque de Adrian et al. (2013)

Adrian, Crump y Moench (2013) basan su estimación de la tasa corta esperada y premio por plazo enfocándose en una derivación alternativa que considera excesos de retorno en posiciones de bonos. En particular los autores consideran que un periodo de exceso de retorno de un bono con madurez n corresponde a la ganancia de comprar dicho bono para venderlo en el periodo siguiente, financiando dicha posición con la tasa corta (relacionada a la de política monetaria).

$$rx_{t+1,n} = ny_t^n - (n-1)y_{t+1}^{n-1} - r_t \quad (6)$$

Luego de sustituciones y reordenamientos, los autores evidencian que el retorno de mantención de un bono se puede expresar de acuerdo a los precios del riesgo (λ), los factores de riesgo (X), entre otros. Con esto, los autores proponen tres pasos para la estimación de dicha metodología

1. Estimar la ecuación (1) por medio de una regresión lineal simple.
2. Estimar una regresión del exceso de retorno de un bono (expresión (6)) sobre una constante, factores de riesgo rezagados y el error de la regresión del paso 1.
3. Finalmente, los autores estiman los precios de riesgo $[\lambda_0, \lambda_1]$ en base a parámetros del paso 1 y 2.

Lo anterior, permite valorizar bonos al igual que la expresión (5) pero los parámetros cambian ligeramente de acuerdo a que esta metodología se basa en la identidad (6). No obstante, los resultados y forma de calcular el premio por plazo son similares a la metodología estándar de modelos *affine*.

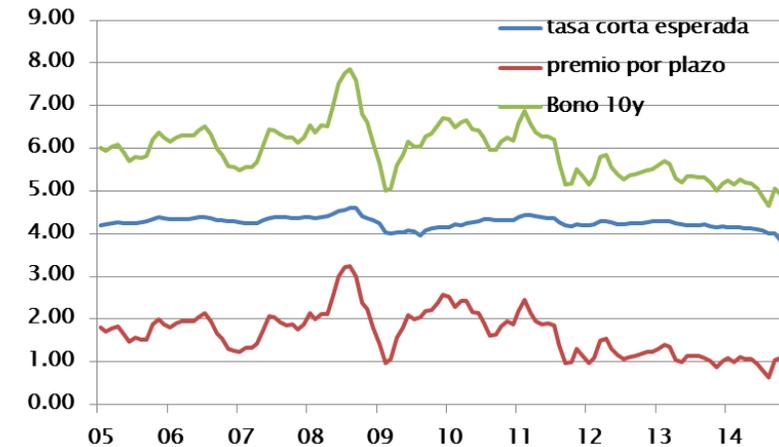
III. DATOS Y RESULTADOS PARA CHILE

Para descomponer las tasas de interés de bonos nominales para el mercado chileno se utiliza el modelo de Nelson y Siegel (1987) con el fin de estimar la estructura de tasas a todos los plazos (de un mes a diez años). Con esto, y en base a la metodología de Adrian et al. (2013) se utilizan como factores de riesgo (X) los componentes principales de la estructura de tasas² en el periodo enero de 2005 a noviembre de 2014.

En el gráfico 1 se muestra la descomposición de la tasa de un bono a diez años en su componente de tasa corta esperada y premio por plazo. Se observa que a noviembre de 2014, la tasa del bono a 10 años se encontraba en torno a 140pb menor a su promedio observado durante el periodo 2005-2007. Dicha descomposición sugiere que más de la mitad de dicha caída se explica por una caída en la tasa corta esperada (73pb) y algo menor por premios por plazos más comprimidos (67pb). Asimismo, la caída en la tasa larga de Chile iniciada desde mediados de 2011 (coincidente con lo observado en otras economías desarrolladas y en desarrollo), aunque más acentuada desde mediados de 2013, da cuenta de diferencias respecto al rol de cada componente en la disminución de tasas largas. En la primera etapa, la caída de la tasa larga estaría relacionada principalmente a una compresión de premios por plazo (algo más de 75pb de la caída en torno a 85pb), mientras que en la segunda etapa se relacionaría mayormente con menores expectativas de tasa corta esperada (cerca de 60pb de la caída de 70pb de la tasa larga), coincidente con el ciclo de baja de tasas que inicio el Banco Central de Chile.

² Es importante destacar que dado que los factores que se ocupan solo son combinaciones lineales de las tasas de interés, es posible contar con una estimación diaria de los premios por plazo. No obstante, la inclusión de variables macroeconómicas como inflación o IMACEC, los cuales podrían afectar la estructura de tasas son incluidos en Ceballos et al. (2014) teniendo similares resultados, pero en frecuencia mensual.

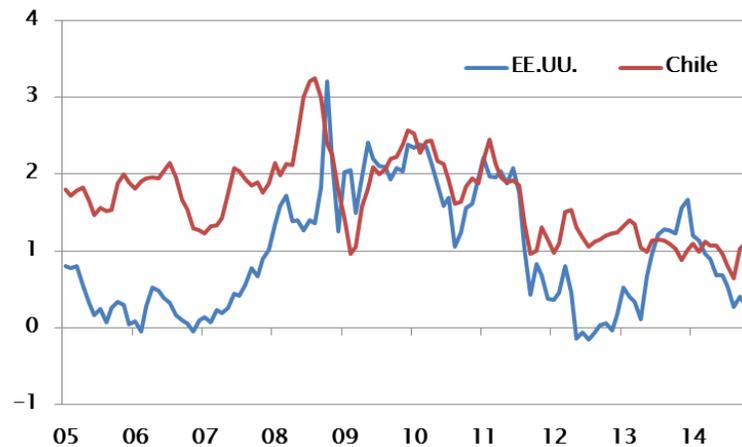
Grafico 1: Descomposición de la tasa de largo plazo chilena
(Datos mensuales, porcentaje)



Fuente: Cálculos propios

Respecto a los premios por plazo, es importante destacar que el rol que éstos han jugado en la disminución de la tasa larga en Chile, así como en EE.UU. En el grafico 2 se aprecia la estimación del premio por plazo en ambas economías. Si bien existen periodos de alta correlación, en algunos ésta es menor y respondería a factores idiosincráticos. Lo anterior es un resultado esperable, en el sentido que existen otros factores locales que inciden en el premio por plazo de cada economía, siendo el caso particular de Chile la incertidumbre de inflación esperada (Ceballos et al. 2014), en línea con resultados para EE.UU (Wright 2011 y Bernanke 2013).

Grafico 2: Premios por plazo: Chile y EE.UU.
(Datos mensuales, porcentaje)



Fuentes: Cálculos propios y Reserva Federal de EEUU³

³ Para el caso de EEUU, la estimación diaria de premios y tasas se encuentra disponible en http://www.newyorkfed.org/research/data_indicators/term_premia.html

REFERENCIAS

Adrian, Tobias, Richard K. Crump, y Emanuel Moench, "Pricing the Term Structure with Linear Regressions," *Journal of Financial Economics* 110, no. 1 (October 2013): 110-138.

Ang. A y M. Piazzesi (2003), "A no-arbitrage vector autoregression of term structure dynamics with macroeconomic and latent factors", *Journal of Monetary Economics* 50(4), 745-787.

Bauer, Michael, Glenn Rudebusch, y Cynthia Wu (2014). "Term premia and inflation uncertainty: Empirical evidence from an international panel dataset: Comment." *American Economic Review*, 104 (1), 323–337.

Bernanke, Ben. Speech at the Annual Monetary/Macroeconomics Conference: The past and Future of Monetary Policy, sponsored by Federal Reserve Bank of San Francisco, California. March 2013.

Ceballos, Luis, Alberto Naudon y Damián Romero (2014). "Nominal Term Structure and Term Premia: Evidence from Chile." *Documentos de Trabajo*, Banco Central de Chile (por publicarse).

Nelson, C. y A. Siegel (1987), "Parsimonious Modeling of Yield Curves", *The Journal of Business* 60(4), 473-489.

Rudebusch, G., B. Sack y E. Swansson (2007), "Macroeconomic implications of changes in the term premium", *Federal Reserve Bank of St Louis Review* 89(4), 241-269.

Wright, J. (2011), "Term Premia and inflation uncertainty: Empirical evidence from an international panel dataset", *American Economic Review* 101(4), 1514-1534.