



Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

Escuela de Economía

**LA CURVA DE RENDIMIENTO DE LA DEUDA PÚBLICA INTERNA
VENEZOLANA: UNA COMPARACIÓN ENTRE LAS TASAS FORWARD Y SPOT**

María Cirila Oliva De Luca

María Alejandra Pantaleo Sandoval

Tutor: Luis Morales La Paz

Caracas, octubre de 2014.

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo se le agradece por la ayuda prestada a las siguientes instituciones y personas:

A la Universidad Católica Andrés Bello por los conocimientos impartidos a lo largo de los cuatro años de carrera.

Al Banco Mercantil por suministrarnos la data necesaria para realizar el estudio.

A nuestro tutor Luis Morales La Paz por orientarnos a lo largo de la investigación y por su colaboración en todo lo referente a la metodología del trabajo de grado.

A Christian Soto por ayudarnos en la identificación, diseño y manejo de la data utilizada.

A Christian López, por facilitarnos el proceso de estimación de la curva sport de mercado.

Y finalmente a Annabella Scannone por su colaboración en la construcción y estructuración del método Botstrapping

Dedicatoria

Este Trabajo de Grado se lo dedicamos a Dios, por acompañarnos e iluminar nuestras mentes durante el desarrollo de esta investigación. También a nuestros padres que estuvieron presentes durante nuestros momentos de preocupación y problemas que se presentaron durante los estudios y por creer en nosotras, para ser mejores profesionales. A la familia por brindarnos el apoyo necesario para superar este reto y aquellos que no están por acompañarnos desde el cielo.

Índice

Índice de figuras	6
Índice de gráficos	7
Índice de tablas	8
Índice de anexos	9
Introducción.....	10
Capítulo 1: Estructura temporal de las tasas de interés (ETTI)	13
I.1 Principales Elementos de un Bono.....	13
I.2 Estructura temporal de las tasas de interés	16
I.2.1 Teoría pura de las expectativas.....	18
I.2.2 Teoría de la preferencia por la liquidez	19
I.2.3 Teoría de los mercados segmentados	20
I.2.4 Teoría del hábitat preferido.....	21
I.3 La Curva de rendimientos	22
I.3.1 Curva con pendiente ascendente	23
I.3.2 Curva con pendiente descendente	24
I.3.3 Curva con pendiente plana.....	24
I.3.4 Curva ascendente-descendente.....	25
I.4 Modelos para la estimación de las curvas de rendimientos	26
I.4.1 Modelos recursivos.....	30
I.4.1.1 Bootstrapping	30
I.4.2 Modelos paramétricos	33
I.4.2.1 Modelo de Nelson Siegel	34
I.4.2.2 Modelo de Svensson.....	37
I.4.2.3 Modelo de Diebold y Li.....	39

Capítulo 2: Sistema financiero: el caso venezolano	40
II.1 Mercado Financiero.....	40
II.1.1 Mercado monetario	40
II.1.2 Mercado de capitales	42
II.1.2.1 Mercado de renta fija.....	42
II.1.2.2 Mercado de renta variable.....	43
II.1.2.3 Mercado Primario	44
II.1.2.4 Mercado secundario.....	45
II.2 Mercado financiero venezolano.....	46
II.2.1 Oferta monetaria de origen fiscal	51
II.2.2 Endeudamiento del Gobierno Central	52
II.2.3 Comportamiento de las inversiones	56
II.3 Antecedentes.....	58
Capítulo 3: Estimación y análisis de la curva de rendimientos de la deuda pública venezolana.....	62
III.2.3 Datos.....	63
III.2 Estimación de la curva de rendimientos <i>spot</i> de mercado y cero cupón	65
III.3 Aplicación del Modelo Nelson-Siegel	68
III.4 Análisis de resultados.....	70
III.4.1 Análisis de resultados para el período 2010-2011	71
III.4.2 Análisis de resultados para el periodo 2012-2014	77
III. Minimización de los errores obtenidos en el modelo Nelson Siegel	85
IV. Conclusiones.....	96
V. Bibliografía.....	99
Anexos	103

Índice de figuras

Figura 1: Curva con pendiente ascendente.....	23
Figura 2: Curva con pendiente descendente.....	24
Figura 3: Curva con pendiente plana	25
Figura 4: Curva con pendiente ascendente-descendente	26

Índice de gráficos

Gráfico 1: Liquidez Monetaria.....	52
Gráfico 2: Endeudamiento interno neto acumulado	56
Gráfico 3: Valor total de la cartera de inversiones.....	57
Gráfico 4: Colocaciones de títulos valores de la Deuda Pública Nacional	58
Gráfico 5: Perfil de vencimiento para los VEBONOS según su monto en circulación	64
Gráfico 6: Perfil de vencimiento para los TIF según su monto en circulación	64
Gráfico 7: Perfil de vencimiento para los VEBONOS y TIF según la cantidad de títulos en circulación.....	65
Gráfico 8: Formas de las curvas de rendimientos obtenidas 2010-2011.....	72
Gráfico 9: Promedio de Precios DPN 2010-2011	75
Gráfico 10: Comparación de la estimación de la curva de rendimientos spot de mercado y cero cupón entre los años 2011 y 2013.....	77
Gráfico 11: Comparación de la estimación de la curva de rendimientos spot de mercado y cero cupón entre los años 2010 y 2012.....	78
Gráfico 12: Comparación de la estimación de la curva de rendimientos spot de mercado y cero cupón entre los años 2011 y 2014.....	78
Gráfico 13: Cambio estructural de la curva de rendimientos.....	79
Gráfico 14: Forma de las curvas de rendimientos obtenidas durante el periodo 2012- 2014	80
Gráfico 15: Promedio de precios DPN 2012-2014	83
Gráfico 16: Comparación de la minimización de los errores en la.....	88
Gráfico 17: Comparación de la minimización de los errores para la	89
Gráfico 18: Comparación de la minimización de los errores en la.....	90
Gráfico 19: Comparación de la minimización de los errores en la.....	91
Gráfico 20: Comparación de la minimización de los errores en la.....	92
Gráfico 21: Minimización de los errores con mayor número de observaciones y mayores plazos de vencimientos en la semana del 21/05/2010	94
Gráfico 22: Minimización de los errores con igual número de observaciones para la semana del 19/03/2010	94

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de los modelos de estimación de la curva de rendimientos según su tipo de interés	28
Tabla 2: Proceso de estimación de la tasa <i>spot</i> cero cupón	67
Tabla 3: Proceso de estimación de la tasa <i>spot</i> de mercado	68
Tabla 4: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo 2010-2011, según el criterio de selección de ajuste.....	73
Tabla 5: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo 2010-2011 según el criterio de selección de volumen.....	74
Tabla 6: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo 2012-2014 según el criterio de selección de ajuste.....	81
Tabla 7: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo 2012-2014 según el criterio de selección de volumen.....	82
Tabla 8: Promedio anual de la minimización de los errores y promedio anual de las observaciones según el criterio de selección de ajuste para el periodo 2010-2014	86
Tabla 9: Promedio anual de la minimización de los errores y promedio anual de las observaciones según el criterio de selección de volumen 2010-2014.....	86
Tabla 10: Comparación de la minimización del error según los criterios de selección utilizados	87
Tabla 11: Datos de la minimización de los errores en la semana 14/05/2010	88
Tabla 12: Datos de la minimización de los errores en la semana del 31/03/2011.	89
Tabla 13: Datos de la minimización de los errores en la semana del 13/04/2012.	90
Tabla 14: Datos de la minimización de los errores en la semana del 13/09/2013.	91
Tabla 15: Datos de la minimización de los errores en la semana del 13/06/2014.	92
Tabla 16: Datos de la minimización de los errores en la semana 21/05/2010	94
Tabla 17: Datos de la minimización de los errores en la semana del 19/03/2010.	95

Índice de anexos

Anexo A: Títulos de la Deuda Pública Nacional vigentes para el periodo de estudio 2010-2014	103
Anexo B: Comportamiento semestral de la curva de rendimientos según el criterio de ajuste para los VEBONOS y los TIF.....	105
Anexo C: Comportamiento semestral de la curva de rendimientos según el criterio de ajuste para los VEBONOS y los TIF.....	109
Anexo D: Tabla resumen de los resultados obtenidos al cierre de cada mes para la estimación de la curva de rendimientos según el criterio de selección de ajuste durante el periodo 2010-2014	114
Anexo E: Tabla resumen de los resultados obtenidos al cierre de cada mes para la estimación de la curva de rendimientos según el criterio de selección de ajuste durante el periodo 2010-2014	124

Introducción

La estimación de la estructura temporal de las tasas de interés y su representación gráfica a través de la curva de rendimientos son herramientas que facilitan el estudio de los mercados financieros, en especial el análisis del mercado de renta fija. Estas herramientas permiten establecer el comportamiento y las fluctuaciones futuras de las tasas de interés, es decir, muestran los cambios en el corto plazo de las tasas de interés y como éstas afectan los niveles de las tasas de interés de largo plazo.

La representación de la curva de rendimientos permite evaluar las distintas teorías que sustentan su comportamiento a través de tres perspectivas, las cuales son: la teoría de las expectativas, la de los mercados segmentados y la prima de liquidez. Esta caracterización también suministra información acerca de las expectativas que presentan los diferentes agentes que forman parte de los mercados financieros, a la hora de tomar decisiones en la política monetaria y el análisis de las variables macroeconómicas, para así lograr una asignación eficiente de los recursos en materia de ahorro e inversión.

Los mercados financieros están constituidos por el mercado de capitales cuyo objetivo principal es canalizar de manera eficiente el financiamiento y la distribución de los recursos de producción, como también influye sobre otros aspectos como: el nivel de ahorro agregado y direccionar los recursos de manera apropiada para mejorar el bienestar.

En el caso de Venezuela, actualmente el mercado de capitales presenta un bajo grado de profundidad, específicamente el mercado de renta fija; este se caracteriza por una mayor actividad de emisión de deuda pública interna realizada por el Gobierno Central (bonos de deuda pública nacional y letras del tesoro). En cuanto a la deuda privada, el número de emisiones ha disminuido tanto para la deuda de mediano y largo plazo denominada en moneda local como en moneda extranjera. Con respecto al mercado de renta variable venezolano, este se caracteriza por ser un mercado pequeño. La causa principal es la aversión que presentan las empresas privadas en inscribir sus acciones en la bolsa por el requisito de suministrar información de la empresa. (Garay, 2005).

Debido a que la actividad del mercado de capitales en Venezuela está representada en mayor parte por emisiones del Gobierno Central, a través de instrumentos de deuda pública, la investigación se enfoca en conocer cuáles títulos abarca este sector y su caracterización a través de la curva de rendimientos, la cual gráficamente describe la relación entre las distintas tasas de interés (*forward* y *spot*) para diferentes plazos. Para el caso venezolano, la curva de rendimientos es uno de los tantos métodos eficientes para valorar títulos, debido a las pocas fuentes de información de precios con las que se cuenta y por la falta de interacción entre la oferta y la demanda en el mercado de deuda pública. En consecuencia, se plantea como objetivo analizar las curvas de rendimientos de las tasas *forward* y *spot* de la deuda pública interna venezolana durante el periodo 2010 hasta julio 2014, para así estudiar la forma como el mercado valora los títulos valores en Venezuela. Se

establece como premisa el uso de la tasa *spot* para la valoración de los títulos sobreestima los precios con respecto a la aplicación de la tasa *forward*.

La presente investigación se divide de la siguiente manera: en el capítulo I se desarrollará la Estructura Temporal de las Tasas de Interés con sus principales elementos que la conforman; también se explicarán las distintas teorías que sustentan el comportamiento de la curva de rendimientos y se estudiarán los principales modelos que se pueden adaptar a las curvas de rendimientos de la Deuda Pública Interna venezolana para el periodo 2010 a julio 2014. Posteriormente en el capítulo II, se analizará el sistema financiero venezolano y el mercado de renta fija venezolano, para así relacionarlos con el entorno macroeconómico presente para el periodo de estudio.

En el capítulo III, se estimará la curva de rendimientos *spot* de mercado y la curva de rendimientos *spot* cero cupón de la Deuda Pública Interna venezolana. Luego se estimará la tasa *forward* a través del modelo Nelson-Siegel, para así comparar las estimaciones de las curvas de rendimientos e identificar y analizar sus diferencias y coincidencias. Finalmente, se presentarán las conclusiones de la investigación.

Capítulo 1: Estructura temporal de las tasas de interés (ETTI)

I.1 Principales Elementos de un Bono

De acuerdo con Gitman y Joehnk (2009) un bono es una emisión de deuda a largo plazo donde el emisor se compromete al pago de intereses periódicos (en el caso que sea un bono con cupón) y retorno del principal al vencimiento. Los emisores pueden ser de dos tipos: privados y públicos, y su denominación puede expresarse en moneda local o extranjera.

En cuanto a la determinación del rendimiento al vencimiento *spot* de mercado (YTM), Mishkin (2008) establece que es aquella tasa de interés que iguala el valor presente de los pagos periódicos recibidos por parte del bono y su valor al día de hoy. El precio de un bono viene definido como el valor actual de los flujos descontados a una tasa de interés determinada y se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$VP = \frac{CF}{(1+i)^n} \quad (1)$$

Sin embargo, Brealey y Myers (1993) establecen que el rendimiento al vencimiento puede presentar dos problemas: el primero, el inversionista puede requerir rendimientos distintos para diferentes plazos de vencimiento, al menos que los flujos sean iguales para los dos bonos. El segundo, el precio del bono no determina el rendimiento al vencimiento, los determinantes son la demanda de capital por parte

de las empresas y la oferta de ahorro por parte de los ahorristas, que en su conjunto determinan las tasas de interés.

A lo largo de la vida de un bono, éste puede describir un comportamiento acorde a las condiciones del mercado, es decir, se puede establecer una relación del precio del bono con respecto a la tasa de interés del mercado. Como lo establece Gitman y Joehnk (2009), cuando la tasa de interés de mercado es menor a la tasa cupón del bono, el precio del bono será mayor al valor facial del mismo, este tipo de bonos se denomina **bonos con prima**. Cuando el precio del bono en el mercado se encuentra por debajo de su valor nominal se considera que es un **bono con descuento**, ya que la tasa de interés del mercado es mayor que la tasa cupón del bono. Por último, cuando un bono se negocia con precio igual al valor facial se considera que es un **bono par**.

De acuerdo con Márquez Diez-Canedo (2003), la información contenida en los bonos permite realizar la estimación de la estructura temporal de las tasas de interés de diferentes plazos, partiendo del concepto de valor presente, es decir el flujo de efectivo de un bono es analizado como una cartera de bonos cero cupón. Por lo tanto, la tasa *spot* para un determinado periodo es aquella tasa de interés pagada por un bono cero cupón en dicho periodo. La tasa de descuento se relaciona con la tasa *spot* de la siguiente manera:

$$d(t, T) = P(t, T) = e^{-r(t, T)(T-t)} \quad (2)$$

La interpretación teórica que tiene cada una de estas variables son las siguientes:

- $d(t, T)$: función de descuento.
- $r(t, T)$: tasa de interés compuesta.
- t : momento de la negociación.
- T : fecha de vencimiento.
- $m = T - t$: tiempo restante para la fecha de vencimiento.

Márquez Diez-Canedo (2003) plantea lo siguiente: dado un bono cuyo valor facial es 100 u.m y el pago anual de cupones es “c” y fecha de vencimiento es “m” años. El valor actual en “t” del pago de cupón durante los años $k = 1, 2, 3, 4, \dots, m$, es $c \times d(t, t+k)$ y el valor presente del principal en el año “m” es $100 \times d(t, t+m)$; por lo tanto el precio del bono a la fecha de pacto es el siguiente:

$$P(t, t+m) = \sum_{k=1}^m cd(t, t+k) + 100d(t, t+m) \quad (3)$$

Partiendo de la función anterior, se define la tasa *forward*, que de acuerdo con Márquez Diez-Canedo (2003) es la tasa correspondiente a un contrato *forward* pactado en “t”, la función que la representa es $f(t, t', T)$ cuya fecha de liquidación es t' y la fecha de vencimiento es T . De acuerdo con Julio, Mera y Hérault (2002) es la tasa correspondiente al vencimiento de un contrato pactado en la fecha de negociación.

La relación entre tasa *forward* y *spot* es la siguiente:

$$f(t, t', T) = \frac{(T-t)r(t, T) - (t'-t)r(t, t')}{T-t'} \quad (4)$$

De la ecuación (5) se puede derivar la tasa *forward* instantánea como aquella tasa *forward* que vence en un periodo infinitesimal, planteado así:

$$f(t, t') = \lim_{T \rightarrow t'} f(t, t', T) \quad (5)$$

La tasa *forward* se considera el promedio de las tasas *forward* instantáneas:

$$f(t, t', T) = \frac{\int_{u=t'}^T f(t, u) du}{T - t'} \quad (6)$$

El promedio de las tasas *forward* instantáneas se pueden relacionar con la tasa *spot* “r” de la siguiente manera:

$$r(t, T) = \frac{\int_{u=t}^T f(t, u) du}{T - t} \quad (7)$$

Una vez obtenidas las tasas *forward* instantáneas y *spot* permiten estimar la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI).

I.2 Estructura temporal de las tasas de interés

Según Marín y Rubio (2001), la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI) es la que muestra en un momento dado, la relación entre los tipos de interés al contado para inversiones a diferentes años y su vencimiento correspondiente, teniendo en cuenta que dichas inversiones son distintas únicamente en su plazo.

Al presentarse una estructura temporal continua, con instrumentos al descuento o cero cupón, con plazos amplios, homogeneidad con respecto al riesgo crediticio, alta liquidez y gran volumen de negociación, se puede observar la ETTI de manera directa en el mercado; siendo el tipo de interés efectivo de ese activo, generado por su compra y tendencia hasta su vencimiento. Sin embargo, en la realidad se dispone de un número finito de títulos cuyos precios definen un número de puntos en la ETTI. En este sentido, muchas de las tasas observadas no provienen de operaciones de mercado, por lo que hay que estimarlas.

La referencia de la ETTI puede hacerse de tres formas distintas: la curva de las tasas de interés en el mercado de contado (*spot*), la curva de tasas a plazo (*forward*), o bien, la función de tipos a descuento, pudiéndose pasar de una forma funcional a otra. Agudo, Portillo y Sarto (2001) señalan distintos marcos conceptuales sobre la estructura temporal de las tasas de interés, los cuales son:

- Teoría pura de las expectativas
- Teoría de la preferencia por la liquidez
- Teoría de los mercados segmentados
- Teoría del hábitat preferido

A continuación se pasa a comentar cada una de estas teorías:

I.2.1 Teoría pura de las expectativas

La teoría pura de las expectativas indica que la forma que toma la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI), depende principalmente de los distintos puntos de vista en el ámbito de las expectativas de los agentes financieros que participan en el mercado. La hipótesis en las cuales se basan este argumento son las siguientes:

- Los agentes que participan conocen los tipos de interés *spot* a corto plazo vigentes en el futuro.
- No existen costos de transacción ni para los prestamistas ni para los prestatarios y hay libertad de movimiento de capitales.
- Los participantes del mercado son indiferentes al riesgo, por lo que no toman en cuenta los plazos de vencimiento que disponen los títulos.

En este sentido, los tipos de interés de un bono a largo plazo (r_1) se pueden considerar como la media de los tipos de interés a corto plazo que los agentes esperan hasta la fecha de vencimiento del bono a largo plazo.

$$(1 + r_1) = [(1 + r_1)(1 + f_{1,2})(1 + f_{2,3}) \dots (1 + f_{t-1,t})]^{\frac{1}{t}} \quad (8)$$

Sin embargo, esto sucede siempre y cuando los inversionistas tengan una clara percepción del comportamiento de las tasas de interés a corto plazo en el futuro y

que el rendimiento de los bonos a largo plazo sean sustitutos perfectos. La crítica principal de esta teoría, es que existe una prima de riesgo asociada a los bonos de mayor plazo de vencimiento, debido al riesgo de tasa de interés, lo que produce una desigualdad entre los rendimientos esperados por el mercado y los bonos de diverso plazo. (Agudo, Portillo y Sarto, 2001)

I.2.2 Teoría de la preferencia por la liquidez

La teoría de la preferencia por la liquidez sugiere que la aversión al riesgo causa que los tipos de interés a plazo (*forward*) sean regularmente más altos que las expectativas sobre los tipos de interés futuros al contado. Además, a medida que el plazo de vencimiento de los bonos sea mayor, la magnitud entre los tipos de interés al contado y los de plazo va aumentando. Se parte de las siguientes hipótesis:

- Las expectativas de los tipos de interés a corto plazo son una variable aleatoria.
- Los inversores son racionales y presentan aversión al riesgo, prefiriendo activos que presenten las mismas características, pero con menor plazo. Por lo que activos de mayor plazo deben incorporar una prima para compensar la pérdida de liquidez.

En este sentido, las tasas de interés sobre un bono a largo plazo serán igual en promedio a las tasas de interés a corto plazo que se esperan que ocurran durante

la vida de un bono a largo plazo, más una prima de liquidez (p) que responde a las condiciones de oferta y demanda para ese bono.

$$(1 + r_2)^2 = (1 + r_1)[1 + E(r_{1,2}) + p_{1,2}] \quad (9)$$

La prima de liquidez o de riesgo es de crecimiento desacelerado, es decir, esta aumenta su tamaño a medida que el título tenga un vencimiento con mayor plazo, lo cual conlleva a una estructura temporal de las tasas de interés más elevada, si se espera un incremento de las tasas de interés, o un cambio de forma descendiente, si se espera una baja en las tasas de interés.

I.2.3 Teoría de los mercados segmentados

La teoría de los mercados segmentados, propone que el mercado debe analizarse de manera segmentada, debido a los diversos factores institucionales, costes de transacción, diversidad de instrumentos y a las distintas necesidades de los agentes financieros participantes en él.

Los tipos de interés de los instrumentos con vencimientos distintos se determinan por la ley de oferta y demanda que rige para los mercados financieros segmentados, de manera que esta teoría no lleva asociada una determinada relación entre los tipos de interés contados futuros esperados y los tipos a plazo (*forward*).

El supuesto básico de esta teoría es que los bonos con distintos vencimientos no son sustitutos del todo y, por lo tanto, el rendimiento esperado de mantener un bono

de un vencimiento no tiene efecto sobre la demanda de un bono con vencimiento distinto. En consecuencia, la ETTI viene representada por los flujos de capitales de una institución a otra y por el volumen de inversión de los agentes financieros.

I.2.4 Teoría del hábitat preferido

La teoría del hábitat preferido, establece que los agentes financieros tienen cierta aversión al riesgo, de manera que se encuentran sujetos a las exigencias del plazo en el cual ofertan o demandan fondos. La rentabilidad de un instrumento financiero a un plazo específico puede presentar una prima respecto a las expectativas, la cual es positiva, cuando hay un exceso de demanda de fondos o negativa cuando hay un exceso de oferta de fondos. Sin embargo, sin importar el caso, el valor de la prima de riesgo vendrá dado por el nivel de incertidumbre que se presente en el mercado.

Por lo tanto, los inversionistas presentan algún tipo de parcialidad por los bonos de un vencimiento sobre otro, un vencimiento particular de un bono sobre el cual prefieren invertir. No obstante, al presentarse la posibilidad de obtener rendimientos extraordinarios sobre instrumentos con plazo de vencimiento distinto, se ajustarán las posiciones para incluir esos instrumentos que presentan mayor rendimiento.

Esta teoría sostiene que la ETTI estará determinada por las expectativas futuras de los agentes y también por las primas de riesgo que los inducen a cambiar su hábitat preferido.

I.3 La curva de rendimientos

Según Kikut, Muñoz y Duran (1996), la curva de rendimientos es una representación gráfica que muestra la relación existente entre los rendimientos de títulos valores específicos y el tiempo que falta para cumplir su plazo de vencimiento, en una fecha dada. Los títulos a utilizar para la construcción de la curva, deben poseer las mismas características referidas a liquidez, riesgos y figura impositiva, pues es necesario separar los factores diferentes al plazo de vencimiento, que pueden producir desigualdades en las tasas de rendimientos.

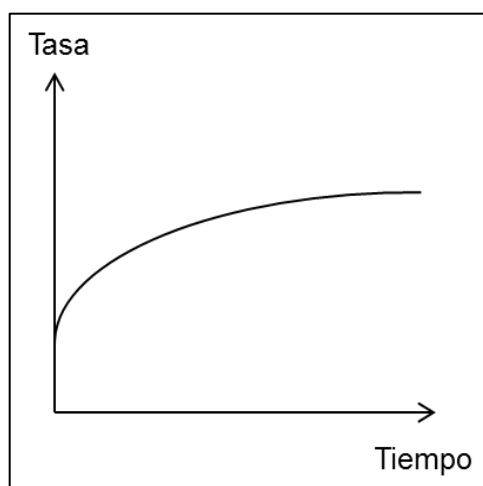
Marín y Rubio (2001) señalan la importancia de la curva de rendimientos en los mercados financieros, ya que la misma se utiliza como: referencia para la valoración de activos de renta fija (letras, bonos y otras obligaciones), establecimiento de las rentabilidades en los sectores del mercado de deuda, instrumento de evaluación de estrategias de gestión de carteras de renta fija y para la valoración de activos reales. Además, en el sector macroeconómico es utilizada por los Bancos Centrales para el establecimiento de las líneas de política monetaria, y es considerada la variable más adecuada para la predicción del *output* real de la economía.

Para la construcción de la curva de rendimientos se necesitan los precios a los que se negocian los títulos valores en un tiempo dado, para luego poder calcular los rendimientos que corresponden a cada título para los distintos plazos de vencimiento. Gráficamente se muestra en el eje vertical los rendimientos y en el eje horizontal el periodo faltante para el vencimiento del título valor. Según Agudo,

Portillo y Sarto (2001), se presentan generalmente cuatro formas básicas que puede adoptar la curva de rendimientos, que son las siguientes:

I.3.1 Curva con pendiente ascendente: los tipos de interés a corto plazo son menores que los tipos de interés a largo plazo, es decir, los tipos de interés al contado (*spot*) van aumentando a medida que el plazo va creciendo. Esto se debe al hecho que los inversionistas no tienen seguridad sobre los tipos de interés futuros y desean ser compensados por el mayor riesgo que implican este tipo de inversiones y también por la renuncia al consumo presente. Generalmente esta forma de la curva se presenta cuando las tasas de interés son bajas y se presenta una política monetaria expansiva.

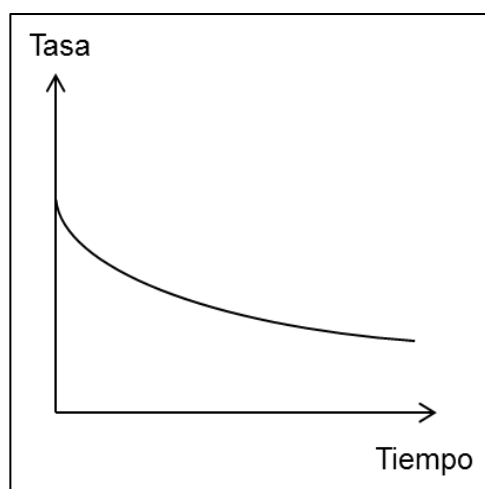
Figura 1: Curva con pendiente ascendente



Fuente: Elaboración Propia

I.3.2 Curva con pendiente descendente: los tipos de interés son decrecientes al aumentar los plazos; los tipos de interés a corto plazo son mayores a los tipos de interés a largo plazo. Se puede señalar que los inversionistas esperan que las tasas de interés disminuyan, y que las tasas de corto plazo bajen en mayor proporción que las de largo plazo. Esta forma de la curva se observa en épocas de expansión económica y en momentos cercanos a saltos en la actividad real.

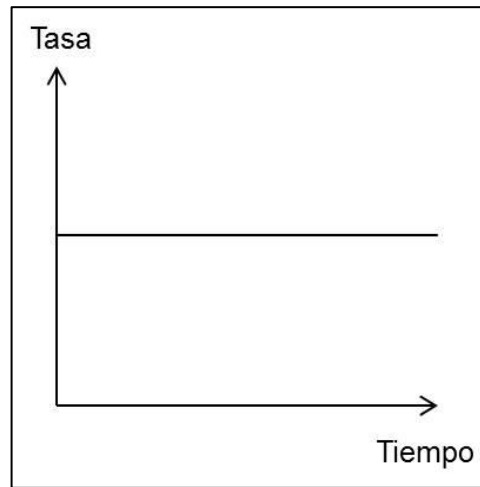
Figura 2: Curva con pendiente descendente



Fuente: Elaboración Propia

I.3.3 Curva con pendiente plana: los tipos de interés se mantienen estables, independientemente del plazo de vencimiento. Si no hay incertidumbre en el mercado y los inversionistas esperan que las tasas de interés a corto futuras se mantengan estables, las tasas de interés de largo plazo actuales, deben igualarse a las de corto plazo.

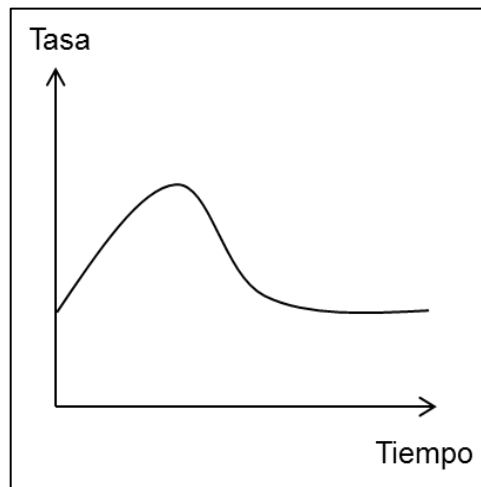
Figura 3: Curva con pendiente plana



Fuente: Elaboración Propia

I.3.4 Curva ascendente-descendente: las tasas de interés a corto plazo aumentan, para disminuir en periodos en forma descendente y volverse plana en periodos de largo plazo. Esto sucede cuando los inversionistas esperan que las tasas de interés permanezcan estables en un periodo corto de tiempo y luego caigan fuertemente. Las curvas presentan frecuentemente esta forma cuando se espera el inicio de un periodo de recesión económica.

Figura 4: Curva con pendiente ascendente-descendente



Fuente: Elaboración Propia

I.4 Modelos para la estimación de las curvas de rendimientos

La estructura temporal de las tasas de interés es de gran importancia, ya que proporciona información relevante para distintos sectores de la economía, sea para la valoración de instrumentos de renta fija, como también por los Bancos Centrales para el establecimiento de la política monetaria, a partir de la curva del tipo de interés *forward* implícito. Según Langetieg y Smoot (1989) el modelo a utilizar para obtener la ETTI va a depender, entre otros factores, de la utilidad que se le quiera dar una vez estimada; los agentes financieros suelen preferir los modelos que ajustan mejor el corto plazo, en cambio los Banco Centrales tiende a escoger modelos que dejen observar las tendencias y expectativas sobre los tipos de interés. Para la determinación del modelo apropiado para estimar la ETTI, hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

- Instrumentos utilizados para descontar los tipos de interés: normalmente se utilizan los de deuda pública o los *swap*. En los mercados de deuda pública que cuenta con un gran volumen de transacciones se puede utilizar la metodología denominada *bootstrapping* (método recursivo) para la estimación de la curva de los tipos de interés.
- Ajuste de la curva dependiendo del tipo de interés: puede ser al contado (*spot*), a plazo (*forward*) o a través de la función de descuento. En la tabla número 1 adjunta se clasifican los modelos según su tipo de interés y se especifica la función de ajuste que utiliza cada uno.

Tabla 1: Clasificación de los modelos de estimación de la curva de rendimientos
según su tipo de interés

Interés	Modelo	Función de ajuste
Tipos de interés al contado (spot)	Langtief y Smoot (1989)	Splines cúbicos
	Mastronicola (1991)	Splines cúbicos
	Fisher, Nychka y Zervos (1994)	Smoothing splines
	Gourieroux y Scalliet (1994)	Smoothing splines
Tipos de interés a plazo (forward)	Nelson y Siegel (1987)	Paramétricos (parsimoniosos)
	Svensson (1994)	Paramétricos (parsimoniosos)
	Diebold y Li (2006)	Paramétricos (parsimoniosos)
	Coleman, Fisher y Ibbotson (1992)	Splines
	Wiseman (1994)	Exponencial
Función de descuento	McCulloch (1971)	Splines polinómicos
	Shaefer (1981)	Polinomios de Bernstein
	Vasicek y Fong (1982)	Splines exponenciales
	Steeley (1991)	B-splines

Fuente: Elaboración Propia

Los splines son técnicas de interpolación que realizan un buen ajuste y garantizan bastante flexibilidad. MacCulloch (1971), plantea un modelo continuo con pago de cupones durante el plazo del título. Esta hipótesis permite obviar el problema del cupón corrido, el cual se refiere al incremento en el precio de un título valor que tiene lugar día a día como consecuencia del acercamiento a la fecha de pago del cupón (Navarro y Nave, 2001). Se realiza un planteamiento discreto, con pago de

cupones de forma periódica de acuerdo a la fecha de pago de cada título y considerando un cupón corrido; permitiendo reflejar la realidad del mercado. Sin embargo, este método de ajuste presenta algunos problemas en la descripción de los tipos de interés *forward* a largo plazo, debido a que suelen aparecer formas poco suaves en las curvas y no asintóticas, no reflejando la realidad de los tipos de interés. También se presenta un problema de multicolinealidad, presentando una matriz con variables explicativas relacionadas linealmente entre ellas. Shea (1984) demuestra que este tipo de ajuste no asegura el decrecimiento de la función de descuento en todo el tramo, resultando algunas tasas *forwards* negativas. Estas funciones de ajustes se definen matemáticamente, sin incorporar ninguna hipótesis financiera.

Los modelos paramétricos (parsimoniosos) como el Nelson Siegel (1987) y el Svensson (1994), proporcionan un modelo más ajustado y acorde con el comportamiento de los tipos de interés. Estos modelos se caracterizan por presentar suficiente flexibilidad, lo que permite reconocer las formas de curvas más frecuentes del mercado. Además, según BIS (2005), son los de mayor utilización por parte de los Bancos Centrales del mundo, lo cuales requieren de precisión a la hora de estimar la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI), además de lograr información sobre las expectativas futuras de los tipos de interés y el nivel inflación, necesarias para tomar decisiones acertadas de políticas monetarias.

Una vez decidido el modelo a utilizar para ajustar la curva de la ETTI, hay que considerar otros factores como la función base a ajustar, la minimización del error en las tasas de rendimientos y el modelo de ajuste a realizar.

A continuación se desarrolla teóricamente el modelo recursivo bootstrapping, el cual permite la obtención de tasas *spot*, para así estimar la curva de rendimientos cero cupón. El cálculo de la tasa *spot* permite, a través de los modelos paramétricos, la obtención de la tasa *forward*.

I.4.1 Modelos recursivos

Son metodologías no econométricas para obtener valores discretos de la curva cero cupón a través de datos del mercado. Según Ferruz, Portillo y Sarto (2001), se aproxima a la estructura temporal de tasas de interés mediante los datos referentes a "n" bonos, con respecto a su fecha, cupón y fecha de pago. La técnica más utilizada dentro de estos métodos es el *bootstrapping*, que es un método para construir la curva de la tasa *spot* teórica a partir de la curva de rendimientos.

I.4.1.1 Bootstrapping

Según Fabozzi, Modigliani y Ferri (1996), para determinar el valor de títulos con cupón cero, se debe conocer el rendimiento de un cupón cero del Tesoro Americano con el mismo vencimiento, lo cual es denominado como tasa *spot* y tiene como representación gráfica la curva de la tasa *spot*. Debido a que normalmente hay pocas emisiones del Tesoro Americano cero cupón, hay que derivar la curva

teóricamente a través de los valores del tesoro que realmente se comercializan en el mercado (curva teórica de la tasa *spot*).

La creación de la curva teórica de la tasa *spot* se realiza a través del *bootstrapping*, el cual tiene como principio que el valor asignado a un valor de cupón del Tesoro Americano tiene que ser igual al valor del conjunto de valores del Tesoro Americano cero cupones que igualan al flujo efectivo del bono con cupón. Este método es aplicable en mercados donde existan una cantidad suficiente de referencias cotizadas (Bierwag, 1991).

Julio, Mera, Hérault (2002) señalan que si se presenta un vencimiento de un bono menor a doce meses la tasa *spot* se toma del mercado, ya que se establece como supuesto que es un bono cero cupón. En cambio, al presentarse un vencimiento mayor a doce meses se realiza el *bootstrapping* de la siguiente manera:

Se debe obtener, a partir del precio (p), el tipo de interés al contado con un año al vencimiento (Y_t), para las distintas operaciones que existen en el mercado. Siendo ésta la tasa *spot* a un año:

$$P_x = \sum_{t=1}^n \frac{C + R}{(1 + Y_t)^t} \quad (10)$$

Donde cada variable representa lo siguiente:

- P_x : Precio del bono con cupones durante el periodo.
- Y_t : Tasa *spot* teórica.
- C : Pago periódico de cupones hasta el vencimiento.
- R : Valor facial o par del bono.

Teniendo la tasa *spot* a un año, se descuenta el primer cupón de un bono con vencimiento a dos años, restando el valor presente del primer cupón del precio del mercado del bono a dos años; de este modo se logra conseguir el valor del mercado de la suma del principal y del cupón que se debe pagar para el segundo año. Una vez hallado este valor, se puede calcular la tasa de descuento que iguala el valor presente al valor del mercado:

$$P_x = \sum_t^n \frac{C}{(1 + Y_1)^1} + \frac{C + R}{(1 + Y_2)^2} \quad (11)$$

Al ser este procedimiento un método recursivo, indica que para tener el tipo de interés al contado (*spot*) adecuado para un periodo específico, se debe contar con información de todos los plazos anteriores. Teniendo el tipo de interés *spot* para el periodo $(n-1)$, se puede conseguir el tipo de interés para el período n .

$$P_x = C \prod_{s=1}^{n-1} (1 + Y_{t,s})^{-s} + (C + R)(1 + Y_{t,n})^{-n} \quad (12)$$

La expresión del tipo de interés al contado para un plazo n , obtenida de la ecuación anterior es la siguiente:

$$Y_{t,n} = \left[\frac{1 - n \sum_{s=1}^{n-1} (1 + Y_{t,s})^{-s}}{1 + n} \right]^{\frac{1}{n}} \quad (13)$$

Una vez hecho el despeje de $(Y_{t,n})$, se repite el proceso de la misma manera para poder determinar de manera consecutiva las tasas al contado (*spot*) de los distintos periodos.

Con este procedimiento se obtienen las tasas cero cupón para los distintos vencimientos de cada bono, los cuales se pueden interpolar, logrando una mejor

descripción de la curva, presentando como ventaja una curva cero cupón libre de arbitraje para los distintos bonos.

I.4.2 Modelos paramétricos

Un modelo paramétrico es un conjunto funcional que se comporta según una distribución de probabilidad, que tiene características que suelen ser discretas. Los modelos diseñados bajo este contexto, están basados en regresiones y buscan describir el comportamiento de una variable en específico con otras variables exógenas, por medio de funciones lineales y no lineales. Permite construir la curva de tasas de interés *spot* a partir de la estimación de un conjunto reducido de parámetros que pueden replicar la forma funcional de la curva de rendimientos a partir de una muestra de rendimientos (Marquéz, Nogués y Velez, 2003).

Sin embargo en esta investigación se comentan los principales modelos paramétricos como son: Nelson-Siegel, Svensson y Diebold Li, así como también posteriormente en el capítulo 3, se realizará la estimación de la curva de rendimientos de las tasas *forward* de mercado y cero cupón a través del modelo de Nelson-Siegel.

I.4.2.1 Modelo de Nelson Siegel

Según Santana (2008), el trabajo desarrollado por Charles Nelson y Andrew Siegel en 1987, introduce un modelo paramétrico para el ajuste de los rendimientos de distintos bonos del tesoro y se caracteriza por ser simple, parsimonioso y presentar suficiente flexibilidad para representar formas de la curva monótonas, unimodales y en forma de S.

Las formas usuales de las curvas de rendimientos vienen asociadas con la solución de ecuaciones en diferencias. Según la teoría de la expectativas de las tasas de interés, las tasas *spot* son elaboradas a través de una ecuación diferencial, entonces las tasas *forward*, serán obtenidas por medio de la solución de las ecuaciones diferenciales.

Nelson y Siegel (1987) inician con la suposición que la tasa *forward* instantánea está dada por la solución de una ecuación diferencial de segundo orden con raíces reales y distintas, de la siguiente manera:

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right) \quad (14)$$

En donde $r(m)$ es la tasa *forward* según el plazo de vencimiento m ; τ_1 es una constante temporal asociada con la ecuación, y β_0 , β_1 , β_2 son parámetros determinados con condiciones iniciales y son los parámetros a ser determinados.

Con el propósito de evitar una sobre-parametrización del modelo, los autores proponen un modelo más parsimonioso, el cual está dado por la solución de la ecuación diferencial para el caso de raíces iguales:

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \left[\left(\frac{m}{\tau_1}\right) \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)\right] \quad (15)$$

La ecuación anterior puede ser vista como una constante más una función de tipo Laguerre, proponiendo un método para la generalización a modelos de mayor orden.

Debido a que la tasa *forward* se define por los cambios instantáneos en la tasa *spot*, la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI) se puede representar como el promedio de la tasa *forward* sobre un periodo:

$$R(m) = \frac{1}{m} \int_0^m r(x) dx \quad (16)$$

Aplicando este cálculo a la ecuación (15) y resolviendo la integral correspondiente por partes, se obtiene la expresión del tipo de interés al contado (*spot*), presentado en la ecuación (17):

$$R(m) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \left[\frac{1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau}\right)}{\left(\frac{-m}{\tau}\right)} \right] - \beta_2 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) \quad (17)$$

Según Nelson y Siegel (1987), los coeficientes del modelo denotan el peso que se les da a los componentes de corto, mediano o largo plazo de la curva *forward*. El primer término, el límite de $R(m)$ cuando m tiende a infinito es la constante β_0 . Por lo que el parámetro β_0 es el indicador del nivel de la tasa de interés en el largo plazo,

mientras que β_1 indica el peso de los componentes a corto plazo y β_2 señala la importancia relativa de mediano plazo en la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI). El parámetro τ , es una constante temporal y determina la rapidez con la que los términos que lo incluyen en la ecuación tienden a infinito. Si el valor del parámetro es pequeño, los plazos cortos se aproximan de mejor manera; de lo contrario, si su valor es grande, el ajuste es mejor para los plazos más largos.

Alternativamente, en la literatura existe otra clasificación de los componentes de la ecuación (15), que se puede entender en términos del nivel, pendiente y curvatura. El parámetro β_0 determina el nivel de la estructura, es decir un cambio de éste implica una modificación en la curva; el parámetro β_1 es el diferencial entre los rendimientos de corto y largo plazo, indicando la pendiente de la curva, la cual es positiva si $\beta_1 < 0$ y negativa si $\beta_1 > 0$; β_2 se relaciona con la curvatura de la ETTI, esto es, un alza de este parámetro tendrá un efecto minúsculo en los rendimientos de muy corto o muy largo plazo, pero significará un aumento en los rendimientos de mediano plazo.

Este modelo ha sido utilizado por Bancos Centrales de diversos países con gran éxito, debido a que presenta ventajas importantes con respecto a otros, como son: buen ajuste, mínima discrecionalidad al momento de estimar, estimaciones estables a partir de un número menor de observaciones, bajos requerimientos de información y tiene una amplia facilidad para pasar de una forma funcional a otra, ya que puede conseguir expresiones equivalentes para la función de descuento o *forward* a partir de los parámetros de obtenidos de la función de tipos al contado (*spot*).

Analizando las desventajas, se sabe que el modelo de Nelson-Siegel no posee un buen ajuste cuando la estructura de las tasas de interés es compleja. Gimeno y Nave (2009), señalan la presencia de multicolinealidad en el modelo, debido a la fuerte correlación entre los estimadores de los parámetros. Canedo y otros (2003), resaltan que el ajuste que realiza el modelo no es adecuado para ciertos plazos, especialmente para las curvas que reflejan plazos muy largos.

1.4.2.2 Modelo de Svensson

Según Perada (2009), el modelo de Svensson es una versión extendida del modelo Nelson-Siegel; presenta una tasa instantánea *forward* que es la solución de una ecuación diferencial de segundo orden con dos raíces iguales e incorpora dos parámetros adicionales a la forma funcional:

$$f(m) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right) + \beta_3 \frac{m}{\tau_2} \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right) \quad (18)$$

En donde $f(m)$ es la tasa *forward* según el plazo de vencimiento m , τ_1 y τ_2 son constantes temporales asociadas con la ecuación, y $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ están determinadas por las condiciones iniciales y son los parámetros a ser determinados.

Al igual que en el modelo de Nelson-Siegel, se debe integrar la ecuación (18) entre $[0, m]$ y dividiendo por m se obtiene la función que relaciona el tipo de interés al contado (*spot*) con el vencimiento:

$$Z_m(\beta) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)}{\left(\frac{m}{\tau_1}\right)} \right) + \beta_2 \left(\frac{1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)}{\left(\frac{m}{\tau_1}\right)} - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) \right) +$$

$$\beta_3 \left(\frac{1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right)}{\left(\frac{m}{2}\right)} - \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right) \right) \quad (19)$$

La interpretación de los parámetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ y τ_1 es la misma que en el modelo Nelson-Siegel. El parámetro β_0 es el indicador del nivel de la tasa de interés en el largo plazo, β_1 indica el peso de los componentes a corto plazo y β_2 señala la importancia relativa de mediano plazo en la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI). El parámetro τ , es una constante temporal y determina la rapidez con la que los términos que lo incluyen en la ecuación tienden a infinito. Adicionalmente el modelo de Svensson incorpora dos parámetros β_3 y τ_2 , los cuales forman otro componente para el mediano plazo. El parámetro β_3 indica la existencia de una segunda joroba en la ETTI y τ_2 determina la posición de la segunda joroba de la curva.

Estos nuevos términos generan una mayor flexibilidad al modelo y proporcionan curvas que se ajustan mejor a las observaciones del mercado, perdiendo un poco de parsimonia. Sin embargo, según Meier (1999) la inclusión de un nuevo parámetro, puede provocar problemas de sobreparametrización. En el caso venezolano, donde normalmente no se presentan este tipo de curvas más complejas, es preferible la utilización del modelo Nelson-Siegel, el cual presenta el ajuste de una única curvatura y estima de manera eficiente la ETTI.

I.4.2.3 Modelo de Diebold y Li

Según Alfaro, Becerra y Sagner (2010), Diebold-Li fueron los que plantearon la versión discreta del modelo de Nelson-Siegel, siendo los primeros en observar que los factores de sensibilidad del modelo estático de Nelson-Siegel podrían interpretarse como cambios en el nivel, pendiente y curvatura. Gracias a este aporte se pueden construir una serie de curvas esperadas que se relacionan mediante la dinámica o evolución de los factores de sensibilidad, pudiéndose conseguir a través de la siguiente ecuación la tasa de interés al contado (*spot*):

$$R(m) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1 - \exp(-m/\tau)}{(-m/\tau)} \right) + \beta_2 \left[\frac{1 - \exp(-m/\tau)}{(-m/\tau)} - \exp(-m/\tau) \right] \quad (20)$$

En donde $R(m)$ es la tasa *spot* según el plazo de vencimiento m , τ es una constante temporal asociada con la ecuación, y β_0 , β_1 , β_2 son los coeficientes determinados por las condiciones iniciales, y son los parámetros a ser determinados.

Este modelo considera que los parámetros de Nelson-Siegel deben tomarse de manera dinámica, estableciendo que β_0 es el parámetro que indica el nivel de la curva, β_1 señala la pendiente de la ETTI a través de la diferencia entre las tasas de largo y corto plazo, y β_2 es el parámetro que permite determinar la curvatura, haciendo que el modelo sea lo suficientemente flexible para ajustarse a las distintas formas de curvas de rendimientos. Con respecto al parámetro τ , este se mantiene fijo durante la estimación para hacer que la función resulte lineal en sus coeficientes, haciendo que el modelo pueda ser estimado por mínimos cuadrados.

Capítulo 2: Sistema financiero: el caso venezolano

II.1 Mercado Financiero

Según Garay (2005), el mercado financiero está formado por un conjunto de transacciones que realizan los oferentes y demandantes de fondos, donde se compran y se venden activos financieros entre los distintos participantes (las familias, las empresas y los gobiernos). Los agentes que proveen fondos normalmente son las familias, las cuales constituyen unidades superavitarias, mientras que las empresas y el gobierno central entran al mercado para obtener fondos y se consideran unidades deficitarias. Este mercado tiene una gran importancia en la economía, ya que posibilita la movilización de fondos sin oportunidades de inversiones productivas hacia quienes tienen esa oportunidad, logrando mayor eficiencia y productividad, lo que mejora la actividad económica y el bienestar de la sociedad, teniendo un efecto directo en su nivel de riqueza. Martín y Trujillo (2004) clasifican el mercado financiero según el periodo de emisión de los fondos de la siguiente manera:

II.1.1 Mercado monetario

El mercado monetario o de dinero se define como el mercado de activos financieros de deuda (renta fija) a corto plazo, debido a que se negocian a un plazo de un año,

aunque hay títulos como bonos bancarios y títulos hipotecarios que superan la brecha llegando hasta tres años. Además, se caracteriza por su bajo nivel de riesgo, por la solvencia que presentan los emisores y prestatarios como el Tesoro americano, bancos comerciales y empresas públicas y privadas, también por su alto nivel de liquidez que deriva de la gran cantidad de mercados secundarios, que permite una fácil y rápida negociación de títulos valores. Los activos que se negocian en este mercado, se emiten de la siguiente manera:

- Emisión al descuento: los inversionistas pagan una cantidad menor al nominal de títulos y al vencimiento recibe dicho nominal; es típica de actos como títulos del Tesoro americano y pagarés de empresas.
- Emisiones de cupón cero: los títulos se adjudican a su valor nominal y luego se amortizan al vencimiento, haciendo que el inversor reciba el principal y los intereses al mismo tiempo. Principalmente se trata de bonos bancarios y letras del tesoro.
- Emisiones de interés variable: emisiones indexadas en función de alguna referencia, como el precio del dinero en el mercado interbancario, más un diferencial que varía de acuerdo a la calidad crediticia del emisor.

Los mercados monetarios se han vuelto más voluminosos y sofisticados, siendo de gran importancia en las economías desarrolladas, debido a que orientan las actuaciones de las autoridades monetarias que afectan la evolución de los agregados monetarios, y llevan a cabo el control sobre la inflación y las tasas de interés. Además, favorece las operaciones de inversión y financiación a corto plazo

de los distintos agentes que participan en la economía, en un entorno apropiado de rentabilidad, riesgo y liquidez (Larraga, 2008).

II.1.2 Mercado de capitales

El mercado de capitales está formado por activos financieros a largo plazo (vencimientos mayores a un año) de títulos como bonos y acciones. Se caracteriza por facilitar la transferencia de recursos de los agentes con exceso de liquidez a los inversionistas en el sector productivo, y ofrece una amplia gama de productos financieros con distintas características en cuanto a riesgo, liquidez y rendimiento, que se adaptan a las necesidades de los agentes financieros que participan en este mercado. Según Gitman y Joehnk (2009), los activos negociados en el mercado de capitales se clasifican en:

II.1.2.1 Mercado de renta fija

Es un mercado conformado por activos que generan un interés fijo. En los mercados de renta fija se pueden adquirir títulos de deuda pública de los emisores, bonos de entidades privadas, pagarés, entre otros. Es un producto financiero bastante seguro, ya que una vez que venza, se recupera el valor nominal del producto, pero

no genera mayor rentabilidad. Según Reuters (2002), los títulos que se transan mayoritariamente en este mercado son:

- Bonos del Estado: bonos y pagarés de una cantidad principal prestada por los inversores a el Estado durante un tiempo específico; el inversionista recibe un tipo de interés fijo que se pagan en plazos determinados y al llegar el vencimiento del préstamo este debe ser pagado en su totalidad. Estos instrumentos son considerados libres de riesgo y son emitidos con el propósito de recaudar capital para financiar proyectos gubernamentales, devolver deudas a su vencimiento y pagar los intereses sobre deudas ya existentes.
- Bonos de las empresas: bonos y pagarés de una cantidad principal prestada por los inversores a la empresa por un tiempo específico, el cual se devuelve en su totalidad al vencimiento. Pagan intereses normalmente altos y generan mayor riesgo, ya que dependen de la capacidad que tiene la empresa de devolver la deuda y de la rentabilidad de la misma.

II.1.2.2 Mercado de renta variable

Este es un mercado de inversiones a largo plazo, donde se compran acciones de una empresa, lo que significa ser propietario de la misma en una cuantía igual a la que esa acción representa sobre el total de emisiones. Los agentes determinan el precio de las acciones mediante la oferta y demanda, es decir la valoración que hace el mercado sobre las expectativas de las distintas empresas que cotizan en el

mismo. (Brun, Ivira, Puig, 2008). Este mercado genera rentabilidad a través de distintas maneras, como son:

- Cobro de dividendos: cobro de un monto con importe variable y desconocido, ya que depende de los resultados anuales de la compañía y de su política de distribución de beneficios.
- Plusvalía: beneficio que se obtiene por el aumento del precio de la acción desde su compra hasta su venta.
- Derecho de suscripción: la empresa emisora realiza una ampliación de capital, pudiéndose vender este derecho en la Bolsa.

Según Gitman y Joehnk (2009), los mercados de capitales se clasifican en primarios y secundarios, dependiendo de si la empresa emisora vende inicialmente títulos o los revenden propietarios intermediarios:

II.1.2.3 Mercado Primario

El mercado primario es donde se venden nuevas emisiones de títulos al público y el emisor de los títulos de deuda recibe los beneficios de las ventas. El principal instrumento del mercado primario es la oferta pública inicial (IPO, *initial public offering*), donde se ofrecen por primera vez las acciones de una institución o empresa. Los mercados primarios también ofrecen un foro para la venta de nuevos títulos de empresas que ya cotizan en la bolsa. Una empresa tiene tres opciones para comercializar sus títulos en el mercado primario:

- Oferta pública, en el que la empresa ofrece sus títulos al público en general.
- Oferta de derechos de suscripción, en el que la empresa ofrece nuevas acciones ordinarias a los accionistas existentes en proporción a su posición actual de propiedades en la empresa.
- Colocación privada, en la que la empresa vende nuevos títulos de manera directa, sin registro, a grupos selectos de inversiones, como compañías aseguradoras y fondos de pensiones.

La existencia del mercado primario depende en gran medida del mercado secundario, ya que este último proporciona información sobre los precios de los instrumentos, lo que permite al inversionista y a los emisores tomar decisiones sobre el comportamiento y formar expectativas sobre el comportamiento del mercado.

II.1.2.4 Mercado secundario

Es un mercado donde los títulos se negocian después de su emisión. Permite a un inversionista vender sus títulos a otra contraparte, sin que estas transacciones involucren necesariamente a la corporación que emitió los títulos. También proporciona liquidez a los compradores de títulos y ofrece un mecanismo de evaluación continua de títulos que refleja el valor de estos en cualquier momento, con base en la mejor información disponible. Se presentan tres segmentos importantes en el mercado secundario, como son: las bolsas de valores, que son foros donde los compradores y vendedores de títulos se reúnen para realizar

transacciones; los títulos que se cotizan y negocian en el mercado, donde se emplea una plataforma electrónica para realizar transacciones. Por último, el mercado extrabursátil (OTC, *over-the-counter*), en el que se negocian títulos no registrados en una bolsa de valores.

II.2 Mercado financiero venezolano

En Venezuela los mercados financieros son poco desarrollados, debido a las abundantes restricciones e inconsistencias a las que se han tenido que adaptar los diferentes agentes que participan en él, trayendo como efecto una disminución en las inversiones privadas de las empresas y mayores emisiones del Gobierno Nacional. Según Garay (2005) a pesar de estos cambios sigue habiendo una importante cantidad de instrumentos financieros en los distintos mercados del país.

El mercado monetario venezolano está conformado por instrumentos que se negocian a corto plazo (títulos con periodos de vencimiento menores a un año), los cuales ofrecen mayor liquidez y menor riesgo. Según Garay (2005), entre los títulos emitidos en este mercado se encuentran:

- Letras del tesoro: son títulos de deuda con el propósito de financiar una carencia presupuestaria del gobierno central. Son bonos que no devengan ningún tipo de interés y cuyo rendimiento es la diferencia entre el precio de compra y el precio redimido.

- Certificados de depósito: se divide en depósito a la vista y depósito a plazo. El primero se refiere a depósito de dinero en los bancos u otras instituciones financieras realizadas por el público; donde se puede retirar el efectivo en cualquier momento. El segundo se trata de depósito de dinero en bancos u otras instituciones financieras realizadas por el público, donde se especifica un plazo determinado para su retiro de efectivo.
- Papeles comerciales: Son obligaciones emitidas por empresas grandes con el propósito de financiar capital de trabajo; son una alternativa de financiamiento de corto plazo con el cual disponen las empresas.
- Repos: representan operaciones de venta de títulos de la Deuda Pública Nacional propiedad del Banco Central de Venezuela (BCV), con pacto de recompra en el corto plazo. Tienen como objetivo adaptar la evolución de la liquidez a las necesidades de la economía nacional.

El informe económico del BCV (2010) explica, que el mercado de capitales se caracteriza por la mayor emisión de títulos de renta fija, específicamente los emitidos por el Gobierno Nacional y otras instituciones públicas en moneda nacional. En los últimos años este mercado ha tomado gran importancia, debido a la mayor emisión de estos títulos, los cuales se utilizan para financiar la política fiscal del Gobierno, además de ofrecer mayores rendimientos a los inversionistas que participan en él. Los títulos de renta fija son dispuestos en el mercado financiero mediante operaciones de subastas, ofertas públicas, adjudicación, o cualquier otra modalidad, por medio de colocación primaria o reapertura de emisiones previas y

vigentes en el mercado para el momento de su ejecución. Con respecto a los títulos de renta variable, estos representan una pequeña parte del mercado, debido a que muchas empresas que pudieran cotizar en bolsa no lo hacen por la desconfianza que les genera suministrar información al mercado. Según Garay (2005) entre los títulos que conforman el mercado de capitales se encuentran:

- Bonos: representan una promesa y son emitidos por los gobiernos o las empresas, otorgan a su tenedor el derecho de percibir renta variable o una renta fija por un determinado período, al final del cual el capital es reembolsado. Estos se dividen en:

- Bonos gubernamentales: son bonos emitidos por el gobierno central, que tienen como propósito financiar el déficit fiscal (caso de las Letras del Tesoro y de los bonos de la Deuda Pública Nacional en Venezuela), mientras que los títulos de deuda emitidos por el Banco Central son considerados instrumentos de la política monetaria.

- Bonos corporativos: son las emisiones de títulos de deuda de las corporaciones no gubernamentales. Por lo general presenta cuatro segmentos: emisión de empresas industriales, emisiones de empresas de servicios públicos, bonos de empresas de transporte y emisiones de empresas financieras. Los intereses de los bonos corporativos se pagan periódicamente, semestralmente o trimestralmente y son comunes los fondos de amortización.

- Acciones: son aquellas que permiten al inversor participar en las utilidades de una empresa, representa una posición patrimonial dentro de una institución, no tienen fecha de vencimiento, sino que permanecen en circulación. Las acciones comprenden una de las formas de financiamiento de los activos de una empresa y representan el aporte por los socios de la misma.

-Acciones preferidas: acciones que gozan de ciertos privilegios con respecto a las acciones comunes. Estos privilegios son: el número de votos que otorguen en la asamblea, el derecho a percibir un dividendo fijo o dividendos antes que las acciones comunes.

- American Depositary Receipts (ADR): son recibos de depósitos que representan acciones de empresas de países distintos a Estados Unidos. Cada ADR representa un número determinado de acciones de una empresa, las cuales se negocian en moneda local en la bolsa de valores del país respectivo.

Según el Informe Económico del BCV (2010), en Venezuela las autoridades han estimulado el mercado interno de deuda pública, con el propósito de desarrollar y diversificar el mercado primario, por lo que se han emitido distintos instrumentos financieros como son: bonos con tasas variables (VEBONOS), instrumentos de tasa fija (TIF), títulos de interés y capital cubierto (TICC), bonos amortizables y bonos para el desarrollo agrícola, generando mayores oportunidades de inversión para el ahorro doméstico. Con respecto al mercado secundario, este ha presentado en los últimos años una reducción en el valor del volumen negociado respecto del total de la deuda interna en circulación y el volumen de las transacciones pactadas. Esto

podiera ser explicado por los ajustes realizados en el mercado de valores, entre los que se encuentran la exclusión de las casas de bolsa y sociedades de corretaje como operadores de títulos públicos denominados en bolívares y en dólares.

Sin embargo, a pesar de las medidas tomadas para desarrollar el mercado primario de capitales, específicamente el mercado de deuda pública, aún persisten limitaciones que dificultan su profundización, tales como: la concentración de los inversionistas, los cuales en su mayoría son bancos, el uso oficial de la tasa interna de retorno (TIR) como referencia de la curva de rendimientos, ya que puede ser un instrumento que no necesariamente presente una descripción adecuada a la hora de comparar alternativas de inversión; los altos niveles de inflación, que afectan las expectativas de los ahorristas y por lo tanto la demanda privada de los títulos a largo plazo, debido a que las autoridades, para financiarse en estas condiciones, se ven obligadas a emitir deuda pública interna con mayores costes en términos de cupón y vencimiento.

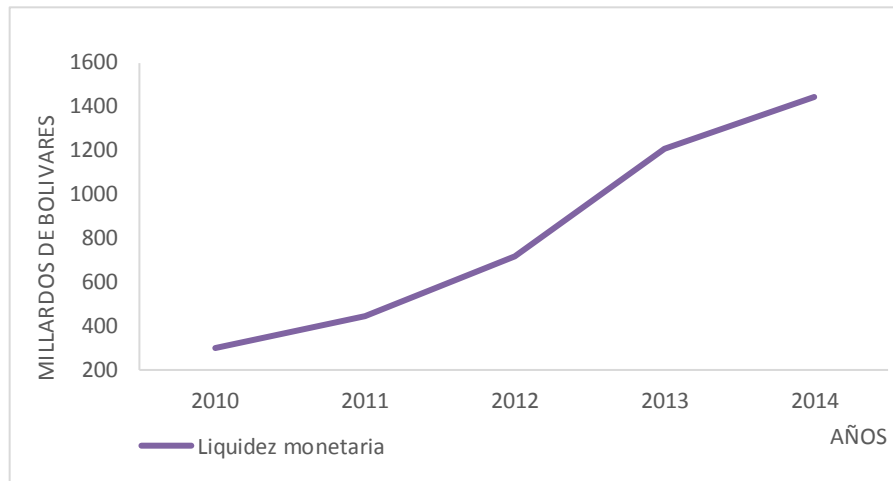
También hay que tomar en cuenta que el mercado financiero venezolano está enmarcado en una economía con políticas inestables que están en función del sector petrolero, que si bien genera grandes ingresos, estos son muy volátiles y afectan las decisiones económicas del Gobierno Nacional y los inversionistas. Las emisiones de títulos deuda pública por parte del Estado serán mayores cuanto menores sean los ingresos petroleros, ya que se necesitan de otros medios para financiar la política fiscal que desea establecer el Estado en esos momentos. Por este motivo, es importante realizar una descripción del panorama financiero en el periodo de estudio 2010-2014.

II.2.1 Oferta monetaria de origen fiscal

El desempeño del mercado monetario durante el periodo 2010-2014, estuvo caracterizado por un importante incremento gradual del dinero en circulación, el cual deriva de la mayor ejecución del gasto público por parte del Gobierno Central, que fue posible por razones como: el aumento en los precios del petróleo, los cuales fueron aumentando a partir del segundo semestre del año 2010; permitiendo un mayor aporte petrolero al Gobierno debido a la unificación del tipo de cambio (de 2,60 Bs/\$ a 4,30 Bs/\$). Por otra parte, la mejoría en la actividad económica interna a partir del año 2011, permitió la recaudación interna. Adicionalmente, la disminución del encaje legal en el año 2012, permitió el financiamiento de la Gran Misión Vivienda Venezuela; y además la creación secundaria de dinero vía crédito, logrando un mayor nivel de financiamiento debido a los dos eventos electorales que se presentaron en el año 2013, donde se evidenció un incremento en el gasto público.

Durante el año 2010 la Liquidez Monetaria (M2) alcanzó un total de Bs. 294,5 millardos al cierre de dicho año, lo que representa un crecimiento de 25,10% en relación con el cierre del año 2009. A partir del año 2011 tras la recuperación de la economía, se presentó un mayor gasto acumulado en el país, determinando una mayor inyección monetaria neta de origen fiscal, debido en gran medida al elevado nivel de endeudamiento interno y al crecimiento de los ingresos no petroleros. En efecto, la Liquidez Monetaria (M2) creció desde el año 2010 hasta el año 2013 en 310% en términos nominales, ubicándose en Bs. 1.207 millardos (Murillo, 2014)

Gráfico 1: Liquidez Monetaria



Fuente: BCV y Cálculos Propios

II.2.2 Endeudamiento del Gobierno Central

En el periodo de estudio 2010-2014 la gestión financiera del Gobierno fue totalmente expansiva, pues se observa un aumento paulatino de los gastos, los cuales para el año 2011 se ubicaron en 26,50 % de su valor real, representando un aumento de 3,60 % con respecto al año anterior. Ya para el año 2013 la cifra se ubicó en Bs. 511,60 millardos, representando el 23,60 % de su valor real. Con respecto a los ingresos, estos se ubicaron en 22,00% de su valor real en el año 2011, creciendo en 3,20% con respecto al año precedente. En el año 2013 los ingresos fiscales internos presentaron un crecimiento nominal del 57,60%. Estos resultados a lo largo del periodo en estudio, lograron un aumento del déficit financiero, Oliveros y Saboin

(2012) estiman que se ubicó en 11,50 % del PIB para el año 2013, lo que representa un aumento del 7,80% con respecto a la cifra del año 2010.

El déficit financiero fue financiado con nuevas emisiones de deuda pública interna. Para esto anualmente se llevó a cabo un cronograma donde se anunciaron subastas semanales de Letras del Tesoro, las cuales en su mayoría se adjudicaron a plazo de 91 y 105 días, mientras que otras a un plazo de 182 y 364 días. En el año 2011 el monto de colocación de las mismas se ubicó en Bs. 24,50 millones, presentando un aumento de 43,30 % con respecto al año anterior. Para el año 2013 la colocación fue de Bs. 34,10 millardos. Para el primer semestre del año 2014 la colocación efectiva de Letras se ubicó en Bs.16 millardos, representando una contracción de 5,80% con respecto al año anterior; además durante este periodo se vencieron una gran cantidad de emisiones realizadas en años anteriores.

Del mismo modo, el Ministerio Popular de Planificación y Finanzas anunció anualmente un cronograma de subastas semanales de bonos de tasa fija (TIF) y de tasa variable (VEBONOS). El precio promedio de los VEBONOS se ubicó en: 98% en el año 2010 y con vencimientos entre el año 2015 y el año 2020; El 100,10 % en el año 2011 y con vencimientos entre los años 2015 y 2019 y para el año 2012 en 103 % con vencimientos entre el año 2019 y año 2021. Mientras que los TIF presentaron un precio promedio de: 97% para el año 2010 y un vencimiento entre el año 2012 y el año 2016, 101,10 % en el año 2011 y con vencimientos entre los años 2015 y 2017 y para el año 2012 un precio de 105,70 % y vencimientos entre el año 2018 y el año 2020; para el año 2013 se aprobaron emisiones de TIF y VEBONOS por un monto de Bs. 75,90 millones. Para el primer semestre del año

2014 la colocación efectiva de DPN disminuyó en 31,70% con respecto al año anterior, ubicándose en 57,10 millardos de bolívares. Los recursos obtenidos por las adjudicaciones de estos bonos se destinaron a: servicios de deuda pública, reestructuración de la deuda, gestión fiscal y financiamiento de distintos proyectos.

Para el año 2012, el Fondo Simón Bolívar Para la Reconstrucción S.A realizó colocaciones de certificados de participación desmaterializados por un monto de Bs. 9.872 millones, con un cupón de 3,75% y un vencimiento para el año 2015; así como también se colocó un monto de Bs.14.523 millones de valores bolivarianos para la vivienda, con un cupón de 4,66% y un vencimiento en el año 2020. Durante el primer semestre del año 2014, se convocó nuevamente a las entidades financieras, públicas y privadas, a adquirir dichos certificados con vencimiento en junio del presente año, con un precio del 100,00% y un cupón de 3,75%, pagadero en 98 días. Estos instrumentos tuvieron como propósito captar recursos para financiar el proyecto de Misión Vivienda Venezuela y sustituir los certificados BANDES 2011.

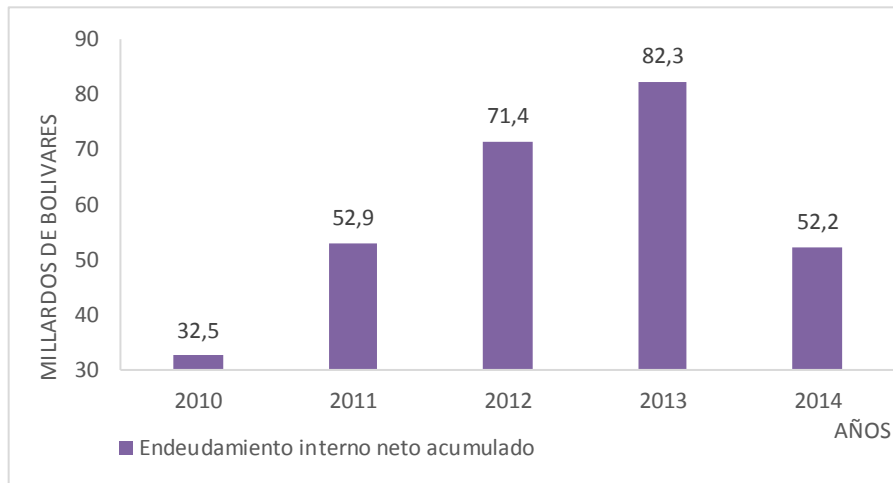
Adicionalmente, para el año 2013 se promulgó la Ley Especial de Endeudamiento donde se aprobó una contratación de deuda de Bonos DPN por Bs. 116,70 millardos. También destaca la necesidad que ha tenido el Gobierno de solicitar una Ley Especial de Endeudamiento Complementaria, donde se aprobó como máximo un monto de Bs. 76 millardos divididos de la siguiente forma: 54,30 % para realizar el pago de las pensiones, 29,00% para el financiamiento de la deuda pública, 13,20 % para el proyecto Gran Misión Vivienda y el restante para el pago de prestaciones sociales. Junto con estas emisiones, conjuntamente se realizaron

ofertas especiales de Deuda Pública Nacional de un total de Bs. 51,20 millardos, dirigida a los sectores financiero público y al FONDEN.

Con respecto al endeudamiento externo bruto, para el año 2011 este se ubicó en 2,80% del PIB, lo que representa un aumento del 1,70 % comparado con el año 2010; con respecto al año 2012 el endeudamiento externo se ubicó en 0,70 % del PIB. Para los años 2010 y 2011 la mayor parte del endeudamiento se realizó en el mercado interno de bonos soberanos amortizables con vencimientos en el año 2022, por un monto de US\$ 3.000 millones, con respecto al año 2031 por un monto de US\$ 4.200 millones y en el año 2016 con un monto de US\$ 3.000 millones. Con respecto al año 2012, la deuda estuvo conformada principalmente por el desembolso con cargo a préstamos contratados con organismos bilaterales y multilaterales.

El saldo total de la deuda pública del Gobierno central se ha ido incrementando en el tiempo. Para el año 2011 este representaba el 25,10% del PIB, lo que significaba un incremento de 6,80 puntos porcentuales con respecto al año 2012. Para el año 2013 la deuda pública alcanzó una cifra de US\$ 1.115,28 millones, representando un alza de 9,90 % comparándolo con el año 2012. En el primer semestre del año 2014 el endeudamiento interno presenta un resultado positivo de Bs. 52,20 millardos (Murillo, 2014).

Gráfico 2: Endeudamiento interno neto acumulado

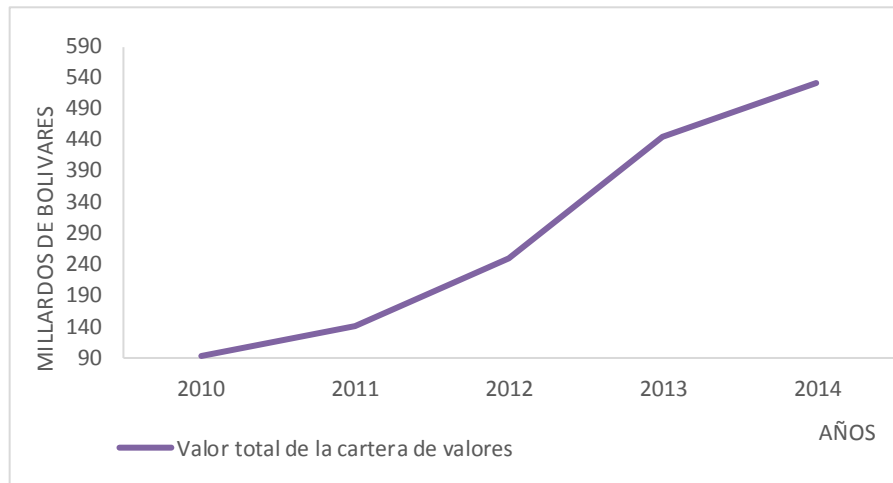


Fuente: BCV y Cálculos Propios

II.2.3 Comportamiento de las inversiones

La cartera de inversiones de títulos valores de la banca nacional y universal ha presentado un crecimiento paulatino a lo largo del periodo de estudio. En el año 2011 cerró con una cifra de Bs. 141.673 millones, representando un incremento de 56,70 % con respecto al año 2010. Para el año 2012 la cartera de inversiones llegó a una cifra de Bs. 141.673 millones. Durante el primer semestre del 2014 la cartera alcanzó un monto de Bs. 530,80 millardos.

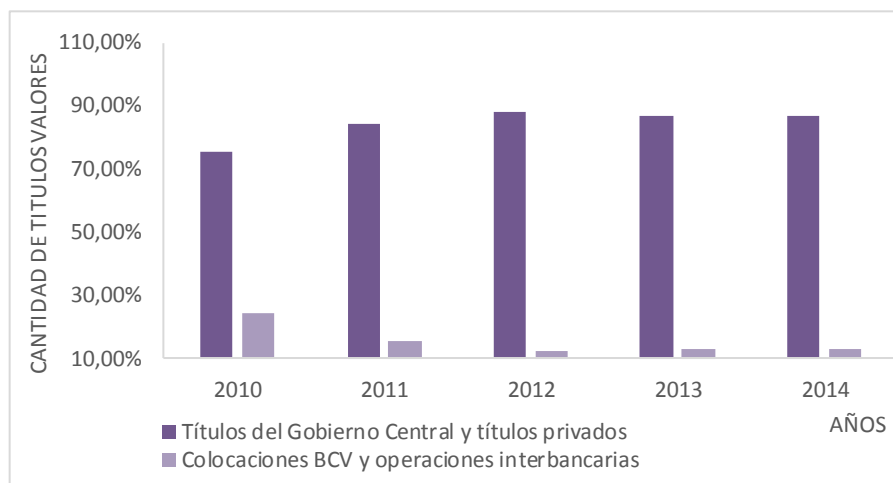
Gráfico 3: Valor total de la cartera de inversiones



Fuente: BCV y Cálculos Propios

Las inversiones en valores están compuestas por colocaciones del Banco Central de Venezuela, operaciones interbancarias y otras inversiones, como son Letras del Tesoro, Bonos DPN y títulos privados. Se ha observado una tendencia positiva a favor de los títulos emitidos por el Gobierno Central y la pérdida de los instrumentos de regulación monetaria con los que cuenta el Banco Central de Venezuela, como se observa en el gráfico 4, esto se debe principalmente al establecimiento de límites al stock de instrumentos de absorción que pueden mantener las instituciones financieras, que no se han ajustado a la misma velocidad en la que ha crecido la liquidez monetaria.

Gráfico 4: Colocaciones de títulos valores de la Deuda Pública Nacional



Fuente: BCV y Cálculos Propios

II.3 Antecedentes

Chirinos y Moreno (2011), en su trabajo “Estimación de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés: El Caso Venezolano”, se plantearon como objetivo principal establecer un método que explicara la estructura temporal de la tasa de interés a partir de datos diarios y mensuales en moneda extranjera (USD) para el caso de Venezuela. El interés principal fue estudiar el comportamiento de las tasas de interés utilizando dos tipos de modelos: parsimoniosos y estocásticos. Los autores aplicaron tres metodologías de estimación: modelo de Nelson-Siegel (1987), Svensson (1994) y Vasicek (1977). Los autores llegaron a la conclusión que el modelo de Svensson permite un mejor ajuste a las tasas de interés que los otros modelos.

Chirinos y Maita (2012) en su trabajo “Estimación Paramétrica de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés (ETTI) y su volatilidad: Infiriendo sus Movimientos e Interrelaciones”, la ETTI mostró una pendiente positiva, a excepción del periodo en que se dio la crisis financiera conjuntamente con el descenso en el precio del petróleo. Plantea que el factor de largo plazo de la curva de rendimiento podría relacionarse con aspectos de la economía y el riesgo de mercado y que el componente de corto plazo se relaciona con las variables de precio.

Maita (2010) en su trabajo “Estimación de la curva de rendimientos para los Bonos de Deuda Pública Interna en Venezuela”, tiene como objetivo utilizar la curva de rendimientos en la gestión de la Deuda Pública Interna venezolana para mejorar el desempeño del mercado de crédito interno, a través del modelo Nelson-Siegel para una muestra de títulos valores pertenecientes al mercado secundario. Llegando a la conclusión que el modelo de Nelson-Siegel funciona, a pesar de los bajos niveles de negociabilidad y representatividad en las cotizaciones de los títulos valores, debido a la inexistencia de un sistema electrónico que permita realizar las operaciones de compra venta.

Ruiz (2005) en su trabajo “Comparación de curvas de tipos de interés. Efecto de la integración financiera”, tiene como finalidad contrastar el grado de convergencia de los mercados financieros durante los años 1992-2004, para poder analizar la evolución de las variables de tipo de interés a corto y largo plazo en términos nominales y reales para seis países. Utilizando para estimar la curva de rendimientos los modelos de Nelson-Siegel y Svensson, con precios medios de cotización diaria de Deuda Pública negociada en el mercado secundario, para cada

uno de los países. La autora llega a la conclusión que en términos nominales se identifica una convergencia a largo plazo entre los países en estudio, mientras que en términos reales se presentan dispersiones superiores.

Pérez (2012) en su trabajo “La Estructura Temporal de las tasas de interés de la Deuda Soberana venezolana: Una comparación del ajuste de dos modelos de curvas de rendimientos”, se realizó el ajuste de los modelos de Nelson-Siegel y Svensson sobre una muestra de precios del mercado de instrumentos de Deuda Soberana venezolana denominada en dólares, con el objetivo de determinar cuál modelo presenta un mejor desempeño. Los resultados obtenidos de ambos modelos presentaban buenos pronósticos, con la notable excepción de los bonos que tuvieron desviaciones importantes en los precios.

León (2014) en su trabajo “Curva de rendimientos para Venezuela a través del modelo Nelson-Siegel: Una estimación para los Títulos de Interés Fijo (TIF)”, concluyó que es importante considerar que la estimación de la curva de rendimientos para cualquier método, se ve limitada por la calidad y la cantidad de información utilizada como referencia. Además durante el periodo de estudio enero 2012 a noviembre 2013, se obtuvo una curva de rendimientos para los TIF donde en plazos más cortos crece y luego decrece.

Partiendo de estas seis investigaciones, el presente trabajo utilizará los instrumentos de deuda pública interna denominada en moneda local, con el objetivo de estimar la estructura temporal de las tasas de interés a través del modelo Nelson-Siegel. Se diferencia de los trabajos anteriores ya que se plantea una comparación utilizando la tasa *forward* y la tasa *spot* para poder observar como varían los

rendimientos cuando se utilizan cada una de estas tasas como variables insumo del modelo.

Capítulo 3: Estimación y análisis de la curva de rendimientos de la deuda pública venezolana

En este capítulo se presenta la estimación de la curva de rendimientos, que se obtuvo mediante el cálculo de la tasa *spot* de mercado, a través del rendimiento al vencimiento, sucesivamente se aplicó el método recursivo, *bootstrapping*, para obtener la tasa *spot* cero cupón y partiendo de estas dos estimaciones se procedió a aplicar el modelo paramétrico Nelson-Siegel para así calcular las tasas *forward* respectivas.

Se procedió a contrastar la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón con su respectiva tasa *forward* para los títulos valores de la Deuda Pública Interna venezolana, para poder comprobar si el mercado valora de manera correcta estos títulos valores.

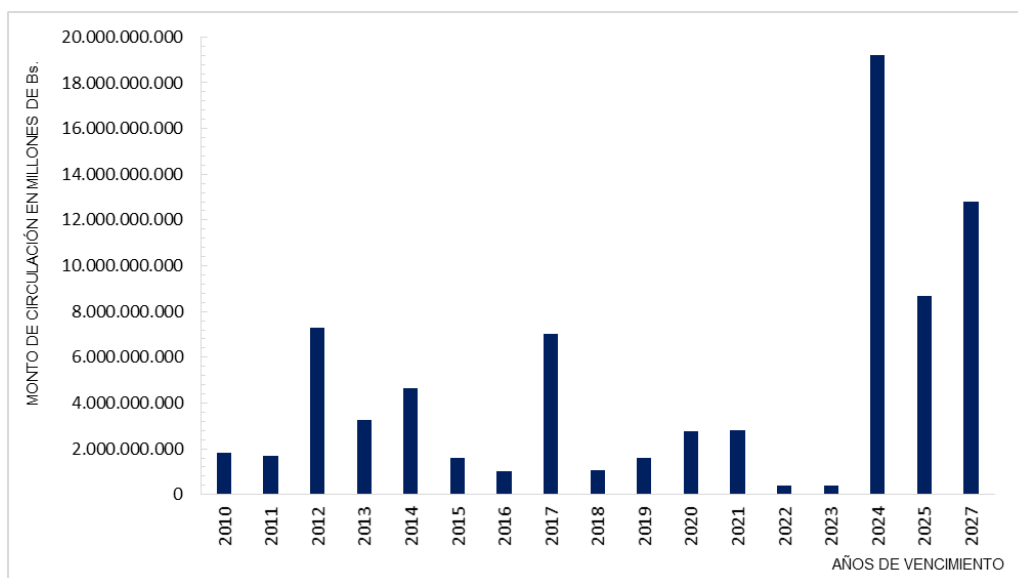
El desarrollo del presente capítulo se producirá de la siguiente manera: en primer lugar, se establecieron los títulos valores a ser utilizados, para luego realizar la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón para posteriormente a través del modelo Nelson-Siegel estimar las tasas *forward* y finalmente se realizó la comparación de los resultados obtenidos.

III.2.3 Datos

Para la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón se utilizaron los títulos de Deuda Pública Nacional (DPN), títulos de cupón variable (VEBONOS) y títulos de cupón fijo (TIF); se tomaron en cuenta todos los títulos vigentes entre el periodo de enero 2010 y julio de 2014. Se evaluaron un total de 47 VEBONOS y 45 TIF, tomando las referencias de precios diarias del mercado primario (subasta) y mercado secundario (operaciones 022) registradas y publicadas por el Banco Central de Venezuela. Se planteó como condición tomar como preferencia, las referencias de precios de las subastas, siempre y cuando estuvieran cercanas a la fecha de valoración establecida. Las fechas de valoración se ubicaron todos los viernes de las semanas de estudio y los cierres de mes para cada uno de los años. En aquellos casos donde no se contaba con referencias de precios se consideró el rendimiento al vencimiento (YTM) de la semana anterior y se descontaban los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración.

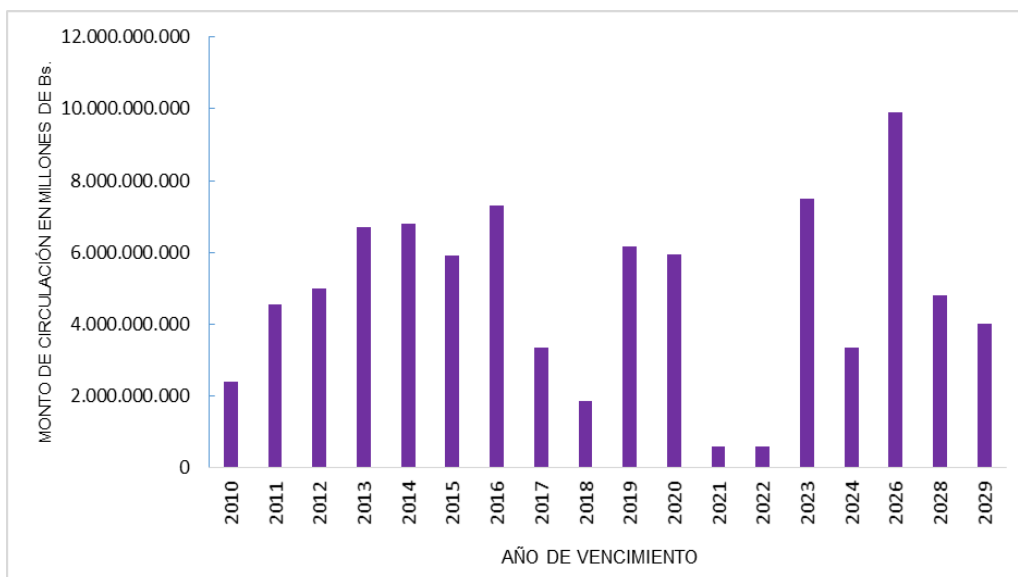
A continuación se presentan el perfil de vencimiento de los VEBONOS y de los TIF, que se encontraban vigente durante el periodo de estudio 2010-2014, con su respectivo monto de circulación denominado en valor nominal, como se puede observar en los gráficos 5 y 6, así como también se presenta el perfil de vencimiento de los títulos valores según el número de títulos que vencen en cada año como se muestra en el gráfico 7.

Gráfico 5: Perfil de vencimiento para los VEBONOS según su monto en circulación



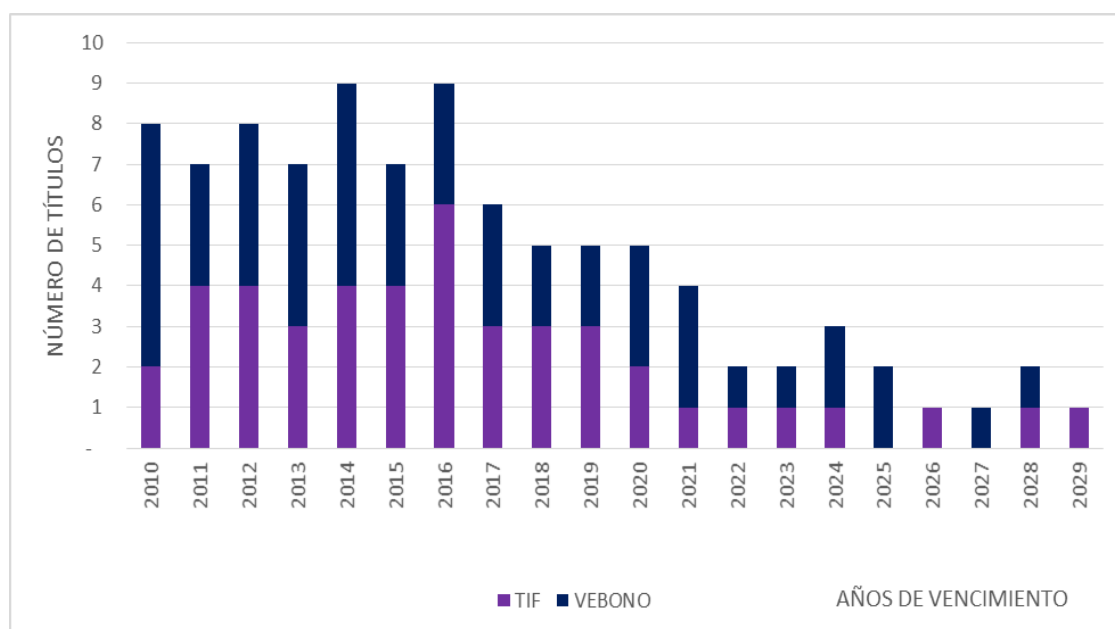
Fuente: BCV y Cálculos Propios

Gráfico 6: Perfil de vencimiento para los TIF según su monto en circulación



Fuente: BCV y Cálculos Propios

Gráfico 7: Perfil de vencimiento para los VEBONOS y TIF según la cantidad de títulos en circulación



Fuente: BCV y Cálculos Propios

III.2 Estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón

En Venezuela la estimación de la curva de rendimientos se realiza a través de la tasa *spot* de mercado, tomando como referencia los precios del mercado, para luego calcular el rendimiento al vencimiento de los respectivos títulos valores. Sin embargo, según Marín y Rubio (2010) la estimación de la curva de rendimientos cero cupón permite valorar un activo financiero, cuyo flujo de caja no presente riesgo de insolvencia en un futuro, este procedimiento se realiza a través método recursivo, denominado *bootstrapping*.

Para realizar la estimación de la curva de rendimientos *spot* cero cupón se utilizó el método recursivo, conocido como *bootstrapping*, definido en el capítulo 1, el cual presenta la siguiente ecuación:

$$Y_{t,n} = \left[\frac{1 - n \sum_{s=1}^{n-1} (1 + Y_{t,s})^{-s}}{1 + n} \right]^{\frac{1}{n}} \quad (21)$$

Para desarrollar el *bootstrapping* se estructuraron los resultados de las tasas de descuento para cada periodo de los flujos de cupones, presentándose en la tabla 2 ordenados en las columnas “ST” que significa la tasa *spot* teórica cero cupón. La primera columna establece el valor de la tasa de descuento del primer cupón, la segunda columna muestra la tasa de descuento del segundo cupón tomando como referencia el rendimiento del periodo anterior, y así sucesivamente hasta llegar a la fecha de vencimiento donde se recibe el último pago del cupón más el valor nominal del bono.

Luego de estimar cada una de las tasas de descuento correspondientes a cada estructura de cada título valor, se calculó el promedio ponderado de las mismas con sus respectivos plazos remanentes, siendo este el rendimiento cero cupón del título al vencimiento. Este procedimiento se realizó para cada uno de los títulos valores en estudio.

En la tabla 2 se presenta un ejemplo ilustrativo de la estimación de los rendimientos *spot* cero cupón para el título valor VB0510:

Tabla 2: Proceso de estimación de la tasa *spot* cero cupón

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1
ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST
32.37%																				
0.00%	22.22%																			
0.00%	0.00%	18.83%																		
0.00%	0.00%	0.00%	17.14%																	
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	16.13%																
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	15.45%															
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.97%														
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.60%													
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.32%												
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.10%											
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.91%										
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.76%									
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.63%								
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.52%							
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.42%						
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.33%					
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.26%				
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.19%			
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.13%		
																	</			

Fuente: Cálculos Propios

Con respecto a la estimación del rendimiento al vencimiento *spot* de mercado, ésta se realizó para todos los títulos valores que se encontraban vigentes para el período 2010-2014 y se desarrolló mediante la siguiente ecuación de flujo de caja descontado, como se explicó en el capítulo 1:

$$VP = \frac{CF}{(1+i)^n} \quad (22)$$

A continuación se presenta un ejemplo ilustrativo de la estimación de los rendimientos *spot* de mercado para el título valor VB0510:

Tabla 3: Proceso de estimación de la tasa *spot* de mercado

Periodo Pago Cupones	Cupón	Capital	Valor Facial	Días Remanentes	Plazo Acumulado	Días Transcurridos	Inicio del cupón	PRECIO PARA LA FECHA		Factor de Descuento	Flujo de cupones	Valor presente del capital+intereses	Interés Transcurrido	YTM
								Final del cupón	95,0000					
1	0,122500	100	0	91	91,00	0	02-09-2005	02-12-2005		1,03460	3,09653	2,99297	0	13,6878%
2	0,122500	100	0	91	182,00	0	02-12-2005	03-03-2006		1,03460	3,09653	2,89288	0	13,6878%
3	0,122500	100	0	91	273,00	0	03-03-2006	02-06-2006		1,03460	3,09653	2,79613	0	13,6878%
4	0,122500	100	0	91	364,00	0	02-06-2006	01-09-2006		1,03460	3,09653	2,70262	0	13,6878%
5	0,122500	100	0	91	455,00	0	01-09-2006	01-12-2006		1,03460	3,09653	2,61224	0	13,6878%
6	0,122500	100	0	91	546,00	0	01-12-2006	02-03-2007		1,03460	3,09653	2,52488	0	13,6878%
7	0,122500	100	0	91	637,00	0	02-03-2007	01-06-2007		1,03460	3,09653	2,44044	0	13,6878%
8	0,122500	100	0	91	728,00	0	01-06-2007	31-08-2007		1,03460	3,09653	2,35883	0	13,6878%
9	0,122500	100	0	91	819,00	0	31-08-2007	30-11-2007		1,03460	3,09653	2,27994	0	13,6878%
10	0,122500	100	0	91	910,00	0	30-11-2007	29-02-2008		1,03460	3,09653	2,20370	0	13,6878%
11	0,122500	100	0	91	1,001,00	0	29-02-2008	30-05-2008		1,03460	3,09653	2,13000	0	13,6878%
12	0,122500	100	0	91	1,092,00	0	30-05-2008	29-08-2008		1,03460	3,09653	2,05877	0	13,6878%
13	0,122500	100	0	91	1,183,00	0	29-08-2008	28-11-2008		1,03460	3,09653	1,98992	0	13,6878%
14	0,122500	100	0	91	1,274,00	0	28-11-2008	27-02-2009		1,03460	3,09653	1,92337	0	13,6878%
15	0,122500	100	0	91	1,365,00	0	27-02-2009	29-05-2009		1,03460	3,09653	1,85905	0	13,6878%
16	0,122500	100	0	91	1,456,00	0	29-05-2009	28-08-2009		1,03460	3,09653	1,79687	0	13,6878%
17	0,122500	100	0	91	1,547,00	0	28-08-2009	27-11-2009		1,03460	3,09653	1,73678	0	13,6878%
18	0,122500	100	0	91	1,638,00	0	27-11-2009	26-02-2010		1,03460	3,09653	1,67870	0	13,6878%
19	0,122500	100	100	91	1,729,00	0	26-02-2010	28-05-2010		1,03460	3,09653	54,02190	0	13,69%

Fuente: Cálculos Propios

Estos procedimientos se aplicaron para todos los títulos valores en estudio, debido a que las referencias de mercado son de precios y no de rendimientos, y el mercado los negocia a partir del rendimiento *spot* de mercado y no del rendimiento calculado con la conversión al rendimiento cero cupón.

III.3 Aplicación del Modelo Nelson-Siegel

El modelo de Nelson-Siegel permitió realizar la optimización tanto para los rendimientos al vencimiento *spot* de mercado, como para los rendimientos que fueron calculados a través de método *bootstrapping*, obteniéndose así el rendimiento al vencimiento ajustado y la respectiva minimización de los errores para cada semana.

Este modelo parsimonioso es no lineal, y la estimación fue realizada a través de una simulación financiera con múltiples restricciones. La simulación se realizó de la siguiente manera, tomando como base la ecuación planteada por el modelo Nelson-Siegel en el capítulo 2:

1. Se seleccionó un vector de parámetros $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1)$
2. Partiendo de estos parámetros se procedió a calcular la tasa *forward*, a través de la ecuación de Nelson-Siegel:

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \left[\left(\frac{m}{\tau_1}\right) \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) \right] \quad (23)$$

3. Se realizó la simulación minimizando los errores cuadráticos de los rendimientos, tanto para la tasa *spot* de mercado y cero cupón, para luego realizar una comparación de los mismos.

Se aplicaron dos criterios de selección de los datos antes de la realización del modelo Nelson-Siegel. El primero consistió en construir las curvas de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón con los rendimientos estimados en cada semana, así como realizar la selección de aquellos títulos valores considerando el mercado primario y aquellos rendimientos que reflejaban el promedio del mercado sin tomar en cuenta el volumen negociado. Esta selección de títulos se denominó “Criterio de selección de ajuste”. El segundo criterio que se utilizó considera el volumen pactado de los títulos valores generado en cada operación diaria, manteniendo la prioridad sobre aquellos rendimientos alcanzados en la subasta. Este criterio se denominó “Criterio de selección de volumen”.

Las referencias no incluidas son aquellas que presentaban volúmenes pequeños con relación a los montos negociados en el mercado profesional y aquellas que representaban una desviación significativa en la estimación de los rendimientos al vencimiento *spot* de mercado y cero cupón, respectivamente. Luego de haber aplicado ambos criterios de selección, se procedió aplicar el modelo Nelson-Siegel semanalmente, para cada grupo de rendimientos obtenidos durante el periodo 2010-2014, evaluando el comportamiento de la minimización de los errores aplicado en el caso de ambos criterios.

III.4 Análisis de resultados

Una vez realizada la estimación de la curva de rendimientos tanto para las tasas *spot* y *forward* de mercado y cero cupón, se pudo observar dos comportamientos distintos dentro del periodo de estudio 2010-2014 con respecto a la ubicación de las curvas de rendimientos *spot* de mercado y *spot* cero cupón. El primer comportamiento abarca los años 2010-2011, donde la curva *spot* cero cupón se encuentra por encima de la curva *spot* de mercado y el segundo periodo está conformado por los años 2012 al 2014 y la curva *spot* cero cupón se ubicó por debajo de la curva de rendimientos *spot* de mercado. Esta diferencia se explica ya que la curva de rendimientos *spot* cero cupón es libre de arbitraje para el conjunto de bonos utilizados, es decir que el valor asignado de un bono debe ser igual al valor del paquete de la cartera réplica de dicho bono construida con bonos cero cupón (Fabozzi, Modigliani y Ferri, 2001).

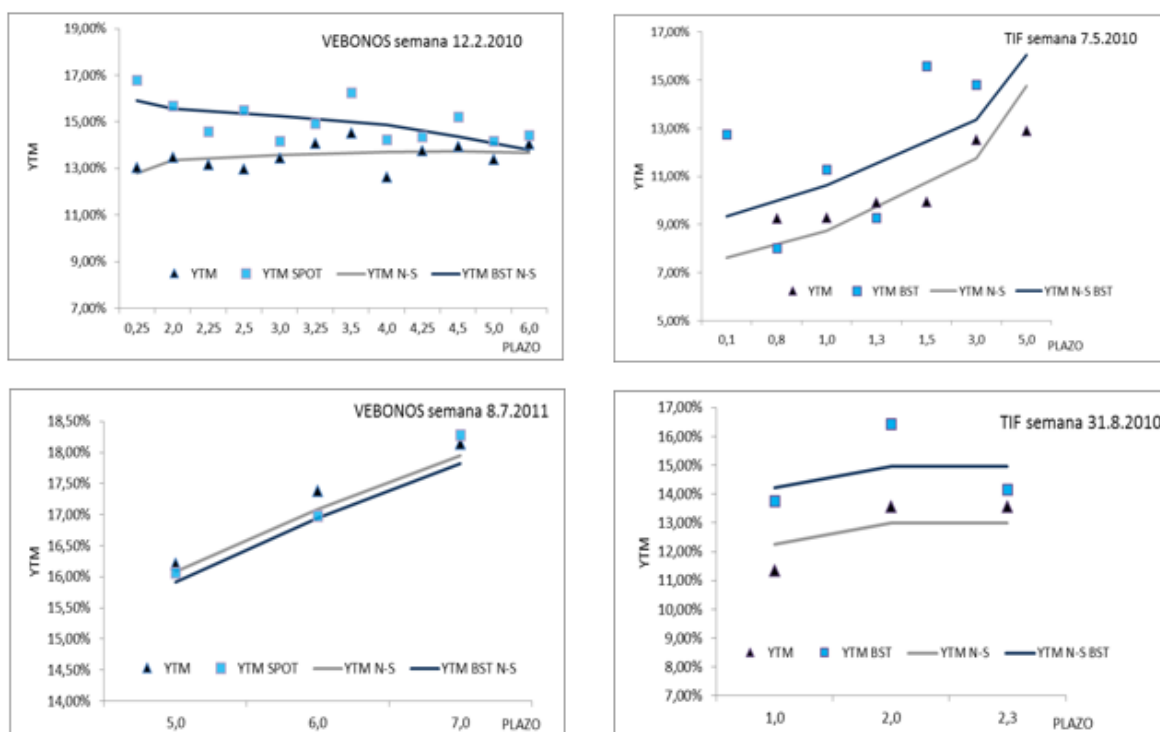
III.4.1 Análisis de resultados para el período 2010-2011

Durante este periodo la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado (YTM) se ubicó por debajo de la curva de rendimientos *spot* cero cupón (YTM BST), presentando esta última mayores rendimientos y menores precios, manteniéndose la misma estructura luego de haber estimado las tasas *forward* a través de la simulación del modelo de Nelson-Siegel. Al comparar los rendimientos *spot* de mercado y *spot* cero cupón se puede observar que este resultado es consistente con la teoría de Fabozzi, Modigliani y Ferri (2001) quienes plantean que los bonos que presentan mismo vencimiento y calidad crediticia, pueden llegar a tener rendimientos al vencimiento distintos.

En el capítulo 1 se explicaron las diferentes formas que pueden tener las curvas de rendimientos, luego de analizar este primer periodo se pudieron observar curvas principalmente con pendiente ascendente, lo que pareciera indicar que los inversionistas no tienen seguridad por los tipos de interés futuros y desean ser compensados por el mayor riesgo asumido, como se muestra en el gráfico 8 para los TIF de la semana 7/05/2010 y los VEBONOS en la semana 8/07/2011. También se observaron curvas con pendiente descendentes, lo que pudiera significar que los inversionistas esperan que las tasas de interés disminuyan, es decir que las tasas de corto plazo caigan en mayor proporción que las tasas a largo plazo, como se observa en el gráfico 8 para los VEBONOS en la semana 12/02/2010. Por último se obtuvieron curvas con pendiente planas, lo que pareciera señalar que las tasas de

interés de corto plazo futuras se mantendrán estables, mostrándose en la gráfica 8 para los TIF en la semana 31/08/2010.

Gráfico 8: Formas de las curvas de rendimientos obtenidas 2010-2011



Fuente: BCV y Cálculos Propios

La estimación de ambas curvas tienden a converger en el largo plazo, observándose casos donde las curvas coincidían a lo largo de la trayectoria, siendo la curva de rendimientos *spot* de mercado (YTM) un buen estimador con respecto a la estimación *spot* cero cupón en el mercado venezolano. También se pudieron observar curvas que se mantienen paralelas a lo largo del periodo, como se observa en el gráfico 8.

La tabla 4 resume el comportamiento promedio de las curvas de rendimientos empleando el criterio de selección de ajuste, para el periodo 2010-2011:

Tabla 4: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo
2010-2011, según el criterio de selección de ajuste

Título Valores	VEBONOS		TIF	
	YTM	YTM BST	YTM	YTM BST
2010	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	25%	24%	7%	7%
Curvas con pendiente descendente	19%	27%	12%	22%
Curvas con pendiente ascendente	56%	49%	81%	71%
2011	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	5%	8%	7%	3%
Curvas con pendiente descendente	10%	15%	5%	5%
Curvas con pendiente ascendente	85%	77%	88%	92%

Fuente: Cálculos Propios

La tabla 5 muestra el comportamiento promedio de las curvas de rendimientos, empleando el criterio de selección de volumen, para los años 2010-2011:

Tabla 5: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo 2010-2011 según el criterio de selección de volumen

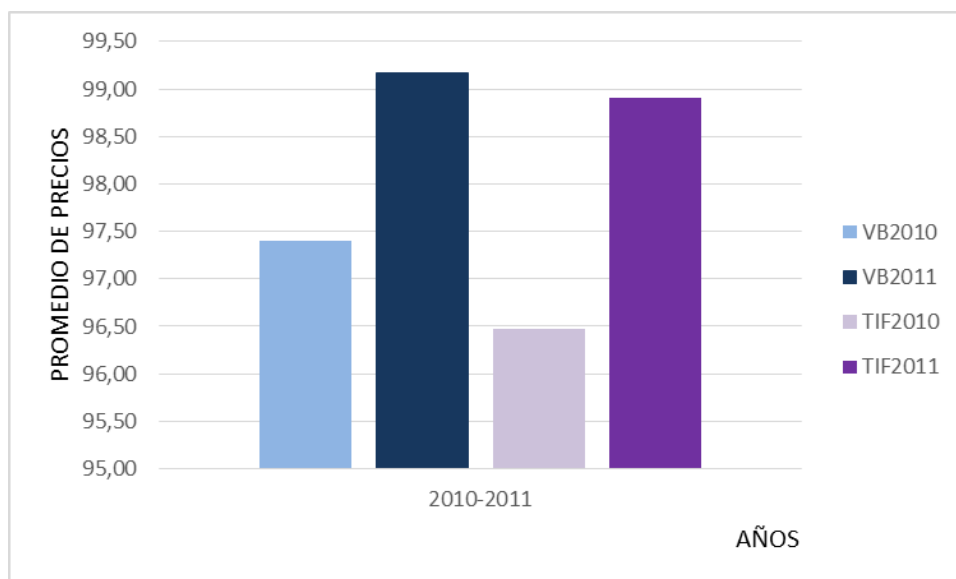
Título Valores	VEBONOS		TIF	
	YTM	YTM BST	YTM	YTM BST
2010	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	18%	17%	4%	8%
Curvas con pendiente descendente	22%	34%	8%	20%
Curvas con pendiente ascendente	60%	49%	88%	72%
2011	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	10%	10%	8%	8%
Curvas con pendiente descendente	7%	14%	15%	12%
Curvas con pendiente ascendente	83%	76%	77%	80%

Fuente: Cálculos Propios

El promedio aproximado de los precios durante el año 2010 se ubicó para los VEBONOS en 97,04% mientras que para los TIF fue de 96,70% como lo muestra el gráfico 9. Para el año 2011 los VEBONOS obtuvieron un precio promedio 99,20% y los TIF 99,80% como se observa en el gráfico 9, reflejándose en ambos casos precios a descuento, esto coincide con los estudios empíricos que describen el entorno económico venezolano, siendo esto, una de las posibles causas por la cual

la estimación de la curva de rendimientos *spot* cero cupón se ubicó por encima de la curva de rendimientos de mercado.

Gráfico 9: Promedio de Precios DPN 2010-2011



Fuente: BCV y Cálculos Propios

Los resultados obtenidos a lo largo del periodo 2010-2011 se ven influenciados por las características económicas del entorno venezolano. La liquidez monetaria (M2) para el año 2010 se ubicó en Bs. 294,50 millardos experimentando un crecimiento nominal del 25,10% en comparación con el cierre del año 2009, pero en términos reales se presentó una caída de 1,80% (Murillo, 2010).

Para el año 2011, el comportamiento del mercado monetario presentó un aumento del dinero en circulación, debido a la recuperación económica en el país. En este sentido la liquidez monetaria registró un crecimiento real de 16,30% en comparación con el año anterior, ubicándose en Bs. 445 millardos. (Murillo, 2011).

Durante el periodo 2010-2011 se puede observar que la liquidez presentó una recuperación con respecto al año 2009 haciendo que se presentaran menores precios y mayores rendimientos de los títulos valores, debido a la menor demanda de activos financieros de Deuda Pública Interna venezolana por parte de las entidades financieras.

Las subastas para el año 2010 se iniciaron la segunda semana de febrero, con una colocación de Bs. 35,40 millardos representando un crecimiento de 49,20% en comparación con el año 2009. El 92,20% de esta emisión se adjudicó mediante subasta y el 7,80% por adjudicación directa. Para el año 2011, se realizaron dos colocaciones durante el año, con un monto de adjudicación total de Bs. 57,40 millardos colocado por medio del Banco Central de Venezuela, destinándose Bs. 11,30 millardos al sector financiero público. Estos títulos se colocaron con un mayor rendimiento y plazo, presentándose un rendimiento efectivo del 17,40%, representando un aumento 190 puntos básicos (pb) con respecto al año 2010 (Murillo, 2011).

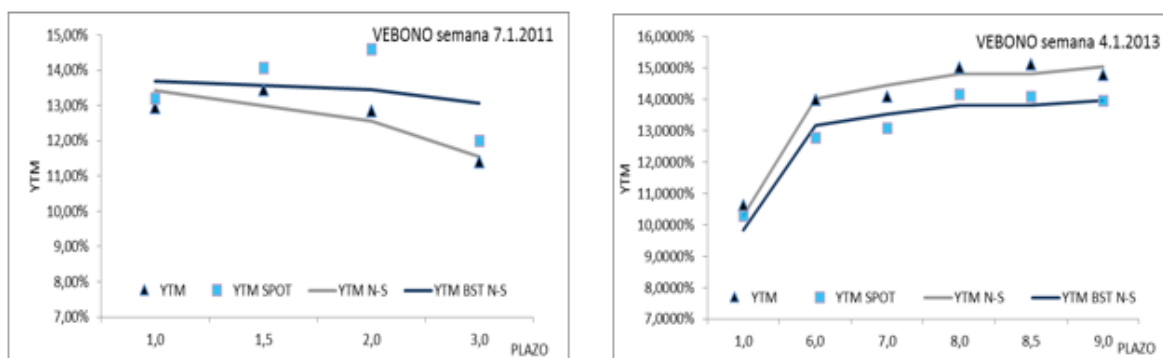
Dado este análisis se puede observar que, a medida que fueron mejorando las condiciones de liquidez, los precios de la DPN (VEBONOS y TIF) disminuyen y se ubicaron a descuento en el año 2010, para luego comenzar a aumentar, llegando muy cerca de su valor par.

III.4.2 Análisis de resultados para el periodo 2012-2014

Durante este periodo se pudo observar que hubo un cambio estructural con respecto al periodo 2010-2011, ya que la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado (YTM) se localizó por encima de la curva de rendimientos *spot* cero cupón (YTM BST) a lo largo de este periodo, presentando esta última menores YTM y mayores precios, permaneciendo la misma estructura hasta el segundo semestre de 2014, luego de haber estimado las tasas *forward* para ambas curvas a través del modelo de Nelson-Siegel.

Este comportamiento se pudo observar para los títulos valores VEBONOS. A continuación en el gráfico 10, comparando la semana 7/01/2011 versus la semana 4/01/2013:

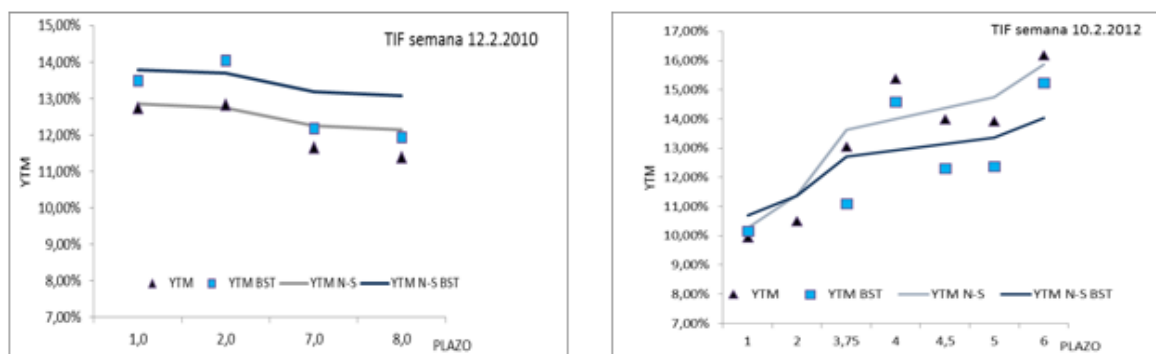
Gráfico 10: Comparación de la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón entre los años 2011 y 2013



Fuente: BCV y Cálculos Propios

De manera similar, se presentó este comportamiento para los títulos valores TIF. A continuación se muestra en el gráfico 11, la comparación de la semana del 12/02/2010 versus la semana del 10/02/2012.

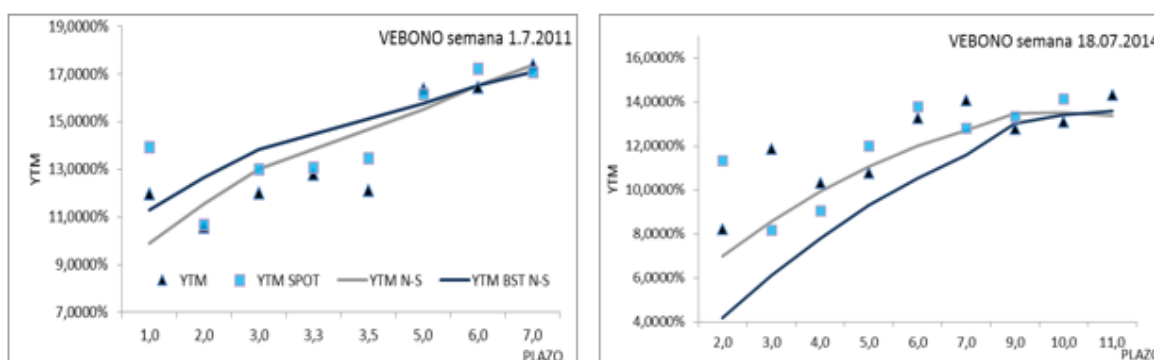
Gráfico 11: Comparación de la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón entre los años 2010 y 2012



Fuente: BCV y Cálculos Propios

De manera similar, se presentó este comportamiento para los títulos valores VEBONOS. A continuación se muestra en el gráfico 12, la comparación de la semana del 1/7/2011 versus la semana del 18/07/2014.

Gráfico 12: Comparación de la estimación de la curva de rendimientos *spot* de mercado y cero cupón entre los años 2011 y 2014

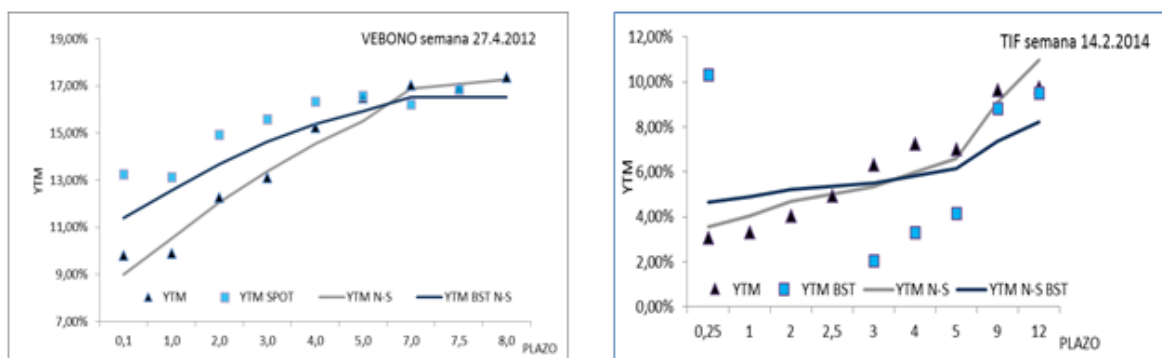


Fuente: BCV y Cálculos Propios

No obstante, se pudo observar algunos casos durante este periodo, donde el corto y mediano plazo de las curvas de rendimientos *spot* cero cupón estuvieron por encima de las curvas de rendimientos *spot* de mercado, para luego invertirse en el

largo plazo. Esto ocurrió debido al aumento de precio, los cuales pasaron a estar de descuento a prima, presentando un menor rendimiento. Este caso se puede ver en el gráfico 13:

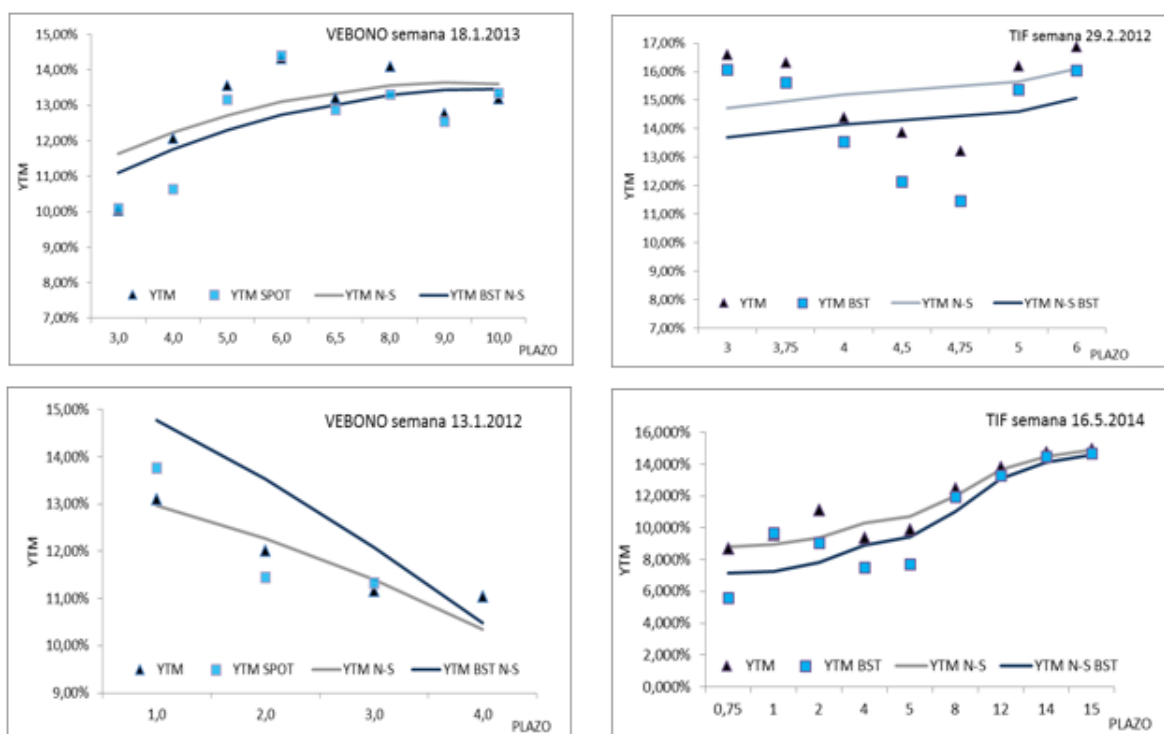
Gráfico 13: Cambio estructural de la curva de rendimientos



Fuente: BCV y Cálculos Propios

Al realizar el análisis de este segundo periodo se pudieron observar curvas con pendiente ascendente, lo que pudiera indicar que los inversionistas no tienen seguridad por los tipos de interés futuros y desean ser compensados por una mayor prima debido al riesgo asumido, como se muestra en el gráfico 14 para los VEBONOS en la semana del 18/01/2013 y para los TIF en la semana del 16/05/2014. Se obtuvieron curvas con pendiente descendente, de lo que se pudiera inferir que los inversionistas esperan que las tasas de interés disminuyan, como se observa en el gráfico 14 para los VEBONOS en la semana del 13/01/2012. Por último se obtuvieron curvas con pendiente plana, lo que pareciera señalar que las tasas de interés de corto plazo futuras se mantendrán estables como lo muestra en el gráfico 14 para los TIF en la semana 29/02/2012.

Gráfico 14: Forma de las curvas de rendimientos obtenidas durante el periodo
2012-2014



Fuente: BCV y Cálculos Propios

En la tabla 6 se presenta el comportamiento promedio de las curvas de rendimientos, empleando el criterio de selección de ajuste, para el periodo 2012-2014.

Tabla 6: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo
2012-2014 según el criterio de selección de ajuste

Título Valores	VEBONOS		TIF	
	YTM	YTM BST	YTM	YTM BST
2012	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	2%	2%	13%	12%
Curvas con pendiente descendente	3%	7%	13%	13%
Curvas con pendiente ascendente	95%	91%	74%	75%
2013	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	0%	0%	9%	4%
Curvas con pendiente descendente	5%	3%	3%	4%
Curvas con pendiente ascendente	95%	97%	88%	92%
2014	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	6%	6%	3%	3%
Curvas con pendiente descendente	3%	3%	9%	3%
Curvas con pendiente ascendente	91%	91%	88%	94%

Fuente: Cálculos Propios

La tabla 7 muestra el comportamiento promedio de las curvas de rendimientos, empleando el criterio de selección de volumen, para los años 2012-2014.

Tabla 7: Comportamiento promedio de las curvas de rendimientos para el periodo
2012-2014 según el criterio de selección de volumen

Título Valores	VEBONOS		TIF	
	YTM	YTM BST	YTM	YTM BST
2012	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	5%	7%	15%	15%
Curvas con pendiente descendente	0%	0%	15%	20%
Curvas con pendiente ascendente	95%	93%	70%	65%
2013	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	0%	0%	5%	0%
Curvas con pendiente descendente	5%	0%	7%	8%
Curvas con pendiente ascendente	95%	100%	88%	92%
2014	100%	100%	100%	100%
Curvas con pendiente plana	3%	0%	3%	6%
Curvas con pendiente descendente	9%	6%	0%	0%
Curvas con pendiente ascendente	88%	94%	97%	94%

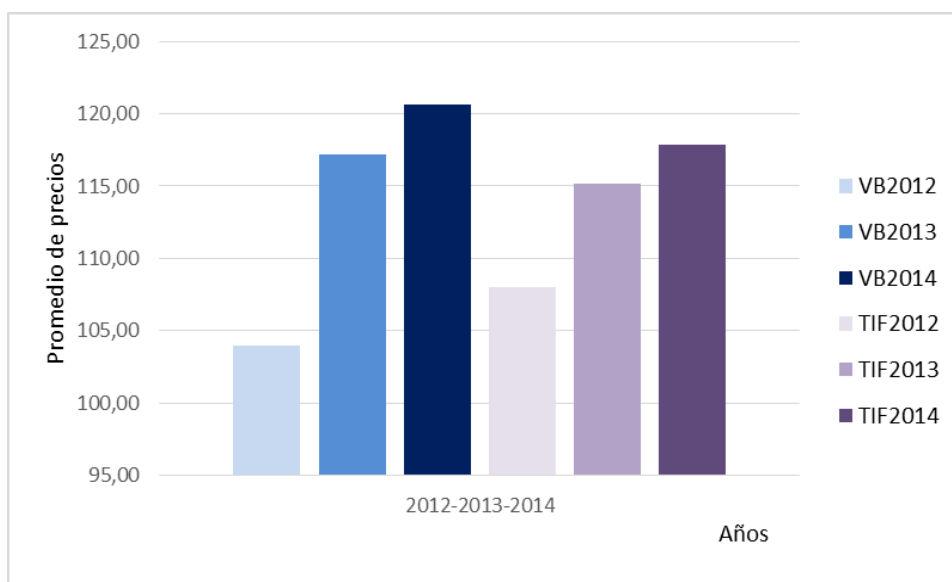
Fuente: Cálculos Propios

Las estimaciones de ambas curvas tienden a converger en el largo plazo, observándose casos donde las curvas coincidían a lo largo de la trayectoria, cumpliéndose al igual que el periodo anterior, que la curva de rendimientos *spot* de mercado es un buen estimador de la curva de rendimientos para el mercado

venezolano. También se pudieron observar curvas que se mantienen paralelas a lo largo del periodo.

El precio promedio aproximado durante el año 2012 se ubicó para los VEBONOS en 103,86%, mientras que para los TIF fue de 107,97%, en cambio para los años 2013 y 2014 los VEBONOS obtuvieron un precio promedio de 117,12% y 120,60% y los TIF 115,21% y 117,81%, reflejándose en estos casos que los precios están a prima, pareciendo ser uno de los factores por el cual la estimación de la curva de rendimientos *spot* cero cupón se ubicó por debajo de la curva de rendimientos *spot* de mercado. El gráfico 15 presenta el promedio de precios para los respectivos años.

Gráfico 15: Promedio de precios DPN 2012-2014



Fuente: BCV y Cálculos Propios

Otras de las posibles causas por las cuales los precios tuvieron este comportamiento durante este periodo fueron las características del entorno económico venezolano durante el periodo 2012-2014. La liquidez monetaria (M2)

para el año 2012 se ubicó en Bs. 715,8 millardos, experimentando un crecimiento real de 34,1% con respecto al cierre del año 2011 (Murillo, 2012).

En el año 2013 se presentó un incremento significativo de la liquidez, la cual se ubicó en Bs. 1.207 millardos, representando un crecimiento real de 10,20%. Durante el año 2014 la liquidez monetaria (M2) aumentó nominalmente en 18,60% llegando a alcanzar un monto de Bs. 1446,7 millardos, y observándose una contracción de 3,90% en términos reales en comparación al año 2013, como consecuencia del incremento del encaje legal que realizó el Banco Central de Venezuela (Murillo,2013).

Los periodos de subasta del año 2012 se realizaron entre 18 de enero y el 23 de julio de ese año, con un monto de colocación total de Bs. 86 millardos, lo que representa un aumento del 50% con respecto al año 2011. En el año 2013, al igual que el año 2012, se realizaron dos convocatorias de subastas, la primera el 10 de enero y la segunda el 27 de julio de 2013. El monto total colocado fue de Bs. 116,70 millardos. Para el año 2014 se registró una disminución de las colocaciones efectivas de DPN, se desarrolló una primera subasta el día 3 de febrero, en donde se emitieron Bs. 1,60 millardos, siendo Bs. 1 millardo ofertado en VEBONOS y el monto restante en bonos TIF. La segunda subasta se inició el 31 de marzo con un monto de colocación de Bs.1,50 millardos. Sin embargo, este proceso de subasta fue suspendido el 26 de mayo del año en curso. No obstante, posteriormente el 20 de junio de 2014 se realizó una adjudicación directa de bonos de DPN por un monto de Bs. 9,60 millardos, totalmente dirigida a las instituciones financieras públicas (Murillo, 2014).

En general se puede observar una caída paulatina de los rendimientos en el transcurso de este periodo, debido a que la medida tomada por el Banco Central de Venezuela con respecto al encaje legal no fue lo suficientemente eficiente para controlar en su totalidad el exceso de liquidez que se presentó en el país; lo que trajo como consecuencia que los precios se ubicaran a prima, debido al exceso de demanda que existía hacia los títulos de Deuda Pública Nacional.

III. Minimización de los errores obtenidos en el modelo Nelson Siegel

Luego de tomar en cuenta los dos criterios de selección sobre los datos mencionados anteriormente, se pudo observar que los errores se comportaron de manera distinta, es decir, se comprobó que a medida que aumentaba el número de observaciones en la aplicación del modelo Nelson-Siegel el error se incrementaba significativamente con respecto al caso donde se tomaron en cuenta menores observaciones, pudiéndose observar el promedio de los resultados de los errores en las siguientes tablas:

Tabla 8: Promedio anual de la minimización de los errores y promedio anual de las observaciones según el criterio de selección de ajuste para el periodo 2010-2014

Año	Promedio anual N° de observaciones utilizadas		Minimización de los errores YTM		Minimización de los errores cero cupón	
	VEBONOS	TIF	VEBONOS	TIF	VEBONOS	TIF
2010	4	5	1,94	11,68	3,59	14,30
2011	4	5	1,17	3,90	1,64	4,20
2012	5	6	0,83	6,93	1,30	9,09
2013	6	5	2,25	4,06	2,54	7,22
2014	5	5	2,25	2,69	3,17	5,11

Fuente: Cálculos Propios

Tabla 9: Promedio anual de la minimización de los errores y promedio anual de las observaciones según el criterio de selección de volumen 2010-2014

Año	Promedio anual N° de observaciones utilizadas		Minimización de los errores YTM		Minimización de los errores cero cupón	
	VEBONOS	TIF	VEBONOS	TIF	VEBONOS	TIF
2010	6	6	3,79	10,35	7,88	11,65
2011	5	6	2,50	12,54	4,15	4,94
2012	6	7	2,77	13,91	3,95	18,39
2013	7	7	4,18	17,50	3,50	10,13
2014	6	6	4,55	6,72	8,22	6,99

Fuente: Cálculos Propios

Al comparar ambas tablas se puede observar que la minimización de los errores usando el criterio de ajuste de la curva de rendimientos para los años 2010-2014 fue menor que cuando se aplicó el criterio de selección a través del volumen de operación de los títulos valores, este resultado se mantuvo durante todo el periodo de estudio utilizando un rango de observaciones entre 1 a 6 observaciones, como

se puede observar en la tabla 10. Esto se debe a que el modelo parsimonioso Nelson-Siegel funciona de mejor manera cuando se utilizan menores referencias u observaciones.

Tabla 10: Comparación de la minimización del error según los criterios de selección utilizados

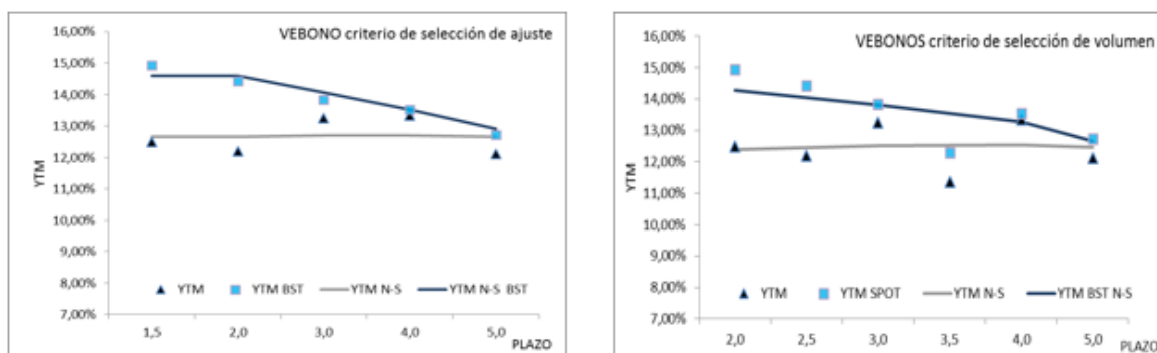
Tipo de título valor	Semana	Criterio de Selección	N° de observaciones utilizadas	Minimización de los errores YTM	Minimización de los errores cero cupón
TIF	14-05-2010	ajuste	6	3,21	2,41
		volumen	12	56,90	42,12
VEBONOS	15-04-2011	ajuste	6	0,89	2,06
		volumen	10	11,45	26,03
TIF	31-10-2012	ajuste	7	3,81	19,76
		volumen	11	13,59	41,78
VEBONOS	19-04-2013	ajuste	9	2,20	4,16
		volumen	12	9,02	16,21
TIF	06-06-2014	ajuste	6	0,72	0,40
		volumen	10	16,42	18,38

Fuente: Cálculos Propios

De manera ilustrativa se muestra para cada uno de los años del periodo de estudio, las curvas de rendimientos obtenidas estableciendo una comparación entre los criterios de selección, pudiéndose observar que las tasas *spot* de mercado y cero cupón se ajustan de mejor manera con su respectiva tasa *forward*, cuando se utiliza el criterio de selección de ajuste, mientras que aplicando el criterio de selección de volumen el ajuste se puede observar más disperso.

En el gráfico 16 se presenta una comparación de la minimización de los errores con sus respectivas gráficas para el año 2010.

Gráfico 16: Comparación de la minimización de los errores en la
semana del 14/05/2010



Fuente: Cálculos Propios

La siguiente tabla muestra el número total de títulos valores utilizados para la semana del 14/05/2010 para cada uno de los criterios de selección, con su respectiva estimación de la minimización de los errores, tanto para la tasa *forward* de mercado como la tasa *forward* cero cupón.

Tabla 11: Datos de la minimización de los errores en la semana 14/05/2010

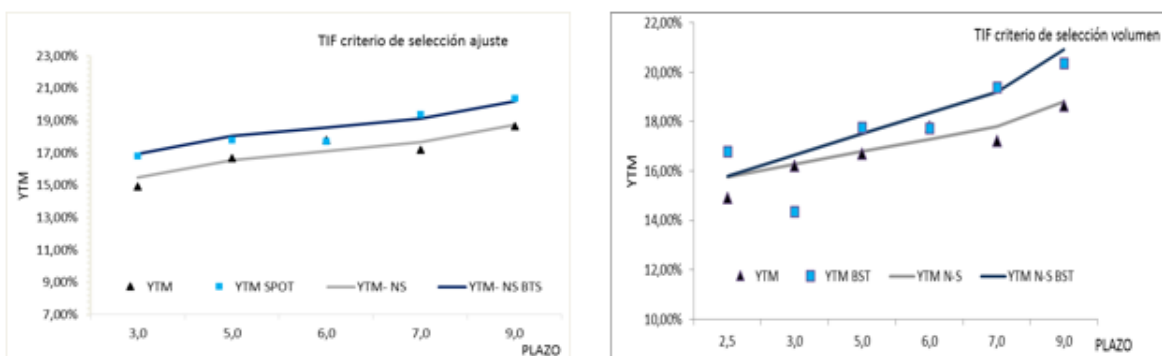
Criterio de selección	Total de títulos utilizados	Minimización del error YTM de mercado	Minimización del error YTM cero cupón
Con ajuste	5	1,229001907	0,152945376
Con volumen	6	2,724385242	2,636603906

Fuente: Cálculos Propios

A continuación se presenta una comparación de la minimización de los errores con sus respectivas gráficas para el año 2011:

Gráfico 17: Comparación de la minimización de los errores para la

Semana del 31/03/2011



Fuente: Cálculos Propios

La siguiente tabla muestra el número total de títulos valores utilizados para la semana del 31/03/2011 para cada uno de los criterios de selección, con su respectiva estimación de la minimización de los errores, tanto para la tasa *forward* de mercado como la tasa *forward* cero cupón.

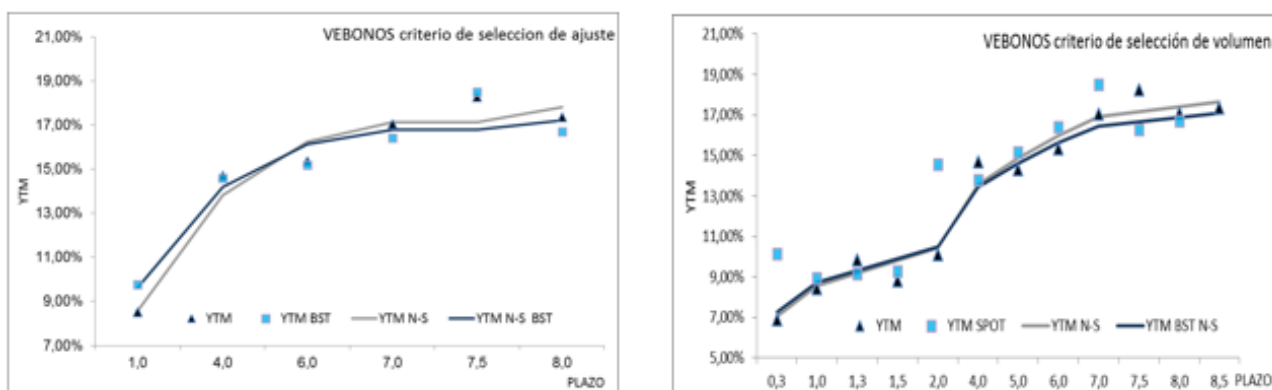
Tabla 12: Datos de la minimización de los errores en la semana del 31/03/2011

Criterio de selección	Total de títulos utilizados	Minimización del error YTM de mercado	Minimización del error YTM cero cupón
Con ajuste	5	1,254015703	0,773701218
Con volumen	6	1,652345776	3,664906959

Fuente: Cálculos Propios

De modo similar, se presenta una comparación de la minimización de los errores, con sus respectivas gráficas para el año 2012:

Gráfico 18: Comparación de la minimización de los errores en la
semana del 13/04/2012



Fuente: Cálculos Propios

La siguiente tabla muestra el número total de títulos valores utilizados para la semana del 13/04/2012 para cada uno de los criterios de selección con su respectiva estimación de la minimización de los errores, tanto para la tasa *forward* de mercado como la tasa *forward* cero cupón.

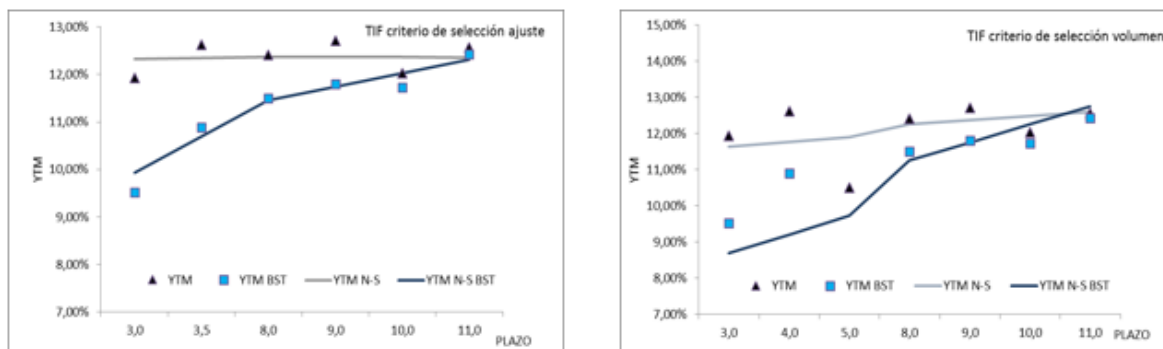
Tabla 13: Datos de la minimización de los errores en la semana del 13/04/2012

Criterio de selección	Total de títulos utilizados	Minimización del error YTM	Minimización del error YTM cero cupón
Con ajuste	6	2,155986557	3,816474955
Con volumen	12	4,320219648	10,19397457

Fuente: Cálculos Propios

A continuación se presenta una comparación de la minimización de los errores con sus respectivas gráficas para el año 2013:

Gráfico 19: Comparación de la minimización de los errores en la
semana del 13/09/2013



Fuente: Cálculos Propios

La siguiente tabla muestra el número total de títulos valores utilizados para la semana del 13/09/2013 para cada uno de los criterios de selección con su respectiva estimación de la minimización de los errores, tanto para la tasa *forward* de mercado como la tasa *forward* cero cupón.

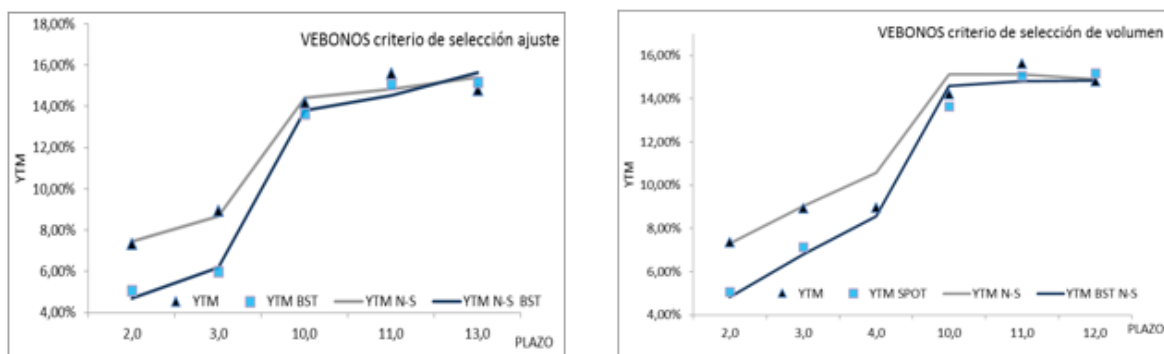
Tabla 14: Datos de la minimización de los errores en la semana del 13/09/2013

Criterio de selección	Total de títulos utilizados	Minimización del error YTM	Minimización del error YTM cero cupón
Con ajuste	6	0,514611097	1,144666177
Con volumen	7	3,107756527	8,297102692

Fuente: Cálculos Propios

A continuación se presenta una comparación de la minimización de los errores con sus respectivas gráficas para el año 2014:

Gráfico 20: Comparación de la minimización de los errores en la semana del 13/06/2014



Fuentes: Cálculos Propios

La siguiente tabla muestra el número total de títulos valores utilizados para la semana del 13/06/2014 para cada uno de los criterios de selección con su respectiva estimación de la minimización de los errores, tanto para la tasa *forward* de mercado como la tasa *forward* cero cupón.

Tabla 15: Datos de la minimización de los errores en la semana del 13/06/2014

Criterio de selección	Total de títulos utilizados	Minimización del error YTM	Minimización del error YTM cero cupón
Con ajuste	5	1,084532701	0,900113402
Con volumen	6	1,625702705	3,829964378

Fuente: Cálculos Propios

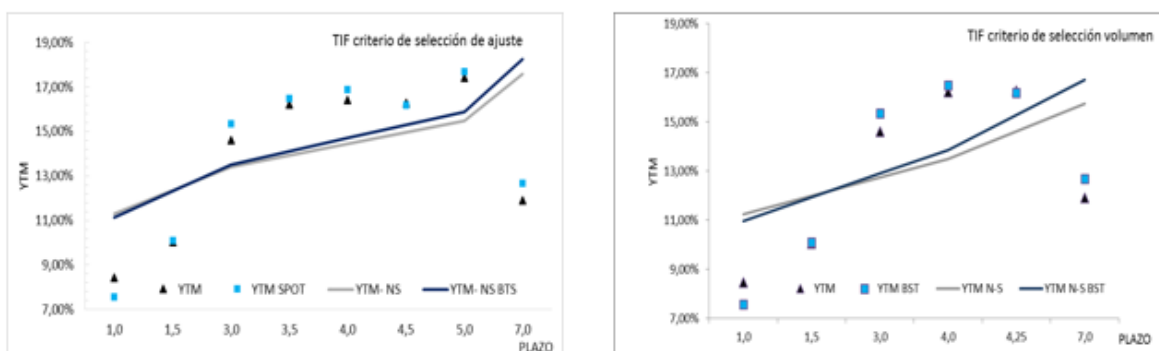
En general, se pudo observar que la minimización de los errores YTM y YTM cero cupón, tanto para los VEBONOS como para los TIF fue menor cuando se utilizó el criterio de selección de ajuste, donde el número total de títulos utilizados fue menor que en el criterio de selección de volumen.

Sin embargo, para el caso de los bonos con cupón fijo (TIF) en el año 2010 se presentó una excepción, ya que la minimización de los errores fue mayor en el caso del criterio de selección de ajuste de la curva de rendimientos; al verificar los datos de cada semana se observaron tres posibles causas:

- i. La primera es que se utilizó un mayor número de observaciones en algunas semanas, como se observa en el gráfico 21 con su respectiva tabla 16.
- ii. La segunda es que a pesar de utilizar la misma cantidad de observaciones, pero diferentes títulos valores, se verificó que al haber una brecha significativa entre el mínimo y máximo YTM de la semana estudiada, la minimización de los errores era mayor. Como se muestra en el gráfico 21 con su respectiva tabla 16.
- iii. La tercera es que se verificó que a medida que se incluían títulos valores con plazos de vencimiento mayores a 4 años el error tendía a aumentar, pudiéndose observar una de las desventajas nombradas en el capítulo 2 sobre el modelo de Nelson-Siegel, que establece que el ajuste que realiza el modelo no es adecuado para curvas que reflejan plazos muy largos (Canedo, 2003). Este caso se puede observar en el gráfico 22 con su respectiva tabla 17.

A continuación se presentan estas desventajas para el año 2010, en las siguientes gráficas.

Gráfico 21: Minimización de los errores con mayor número de observaciones y mayores plazos de vencimientos en la semana del 21/05/2010



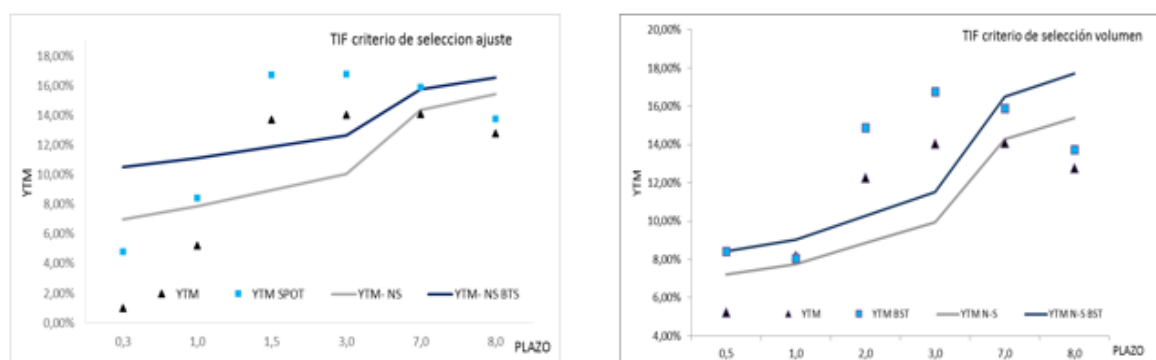
Fuentes: Cálculos Propios

Tabla 16: Datos de la minimización de los errores en la semana 21/05/2010

Criterio de selección	Total de títulos utilizados	Minimización del error YTM	Minimización del error YTM cero cupón
Con ajuste	8	54,10866438	58,7873744
Con volumen	6	42,25740745	47,08393736

Fuente: Cálculos Propios

Gráfico 22: Minimización de los errores con igual número de observaciones para la semana del 19/03/2010



Fuentes: Cálculos Propios

Tabla 17: Datos de la minimización de los errores en la semana del 19/03/2010

Criterio de selección	Total de títulos utilizados	Minimización del error YTM	Minimización del error YTM cero cupón
Con ajuste	6	98,62822362	94,4496694
Con volumen	6	11,70907765	19,80496527

Fuente: Cálculos Propios

En general, para el periodo de estudio se observa que la valoración de la Deuda Pública Interna venezolana a través de la curva de rendimientos *spot* mercado es muy parecida a la valoración de estos títulos obtenidos por medio de la estimación de la curva de rendimientos *spot* cero cupón. También se pudo observar que la tasa *forward* se comporta de manera muy similar con su respectiva tasa *spot*. De hecho la minimización del error de estimación oscila en promedio en un rango entre 0,83 a 18,39, donde el 18,39 se observa en periodo cercanos al inicio de los programas semanales de subasta de los VEBONOS como de los TIF.

IV. Conclusiones

En el presente trabajo se realizó la estimación de la curva de rendimientos de la Deuda Pública Interna venezolana, estableciendo una comparación entre las tasas *forward* y *spot*. El objetivo fue evaluar el comportamiento de las tasas de interés empleando modelos recursivos (*bootstrapping*) y modelos parsimoniosos (Nelson-Siegel) con el fin de constatar cuál de las dos metodologías presentaba una mejor estimación de la curva de rendimientos del mercado de deuda venezolana.

Para lograr la estimación de la curva de rendimientos se consideraron títulos de Deuda Pública Nacional, tanto de cupón variable (VEBONOS) y cupón fijo (TIF), con una periodicidad diaria, para el periodo comprendido entre los años 2010-2014. Dados los precios de mercado de los títulos de deuda, del mercado de deuda primario y secundario, se obtuvieron los rendimientos *spot* cero cupón y *spot* de mercado para luego calcular la tasa *forward* a través de la simulación financiera del modelo Nelson-Siegel.

Los datos fueron clasificados según dos criterios de selección, el criterio de ajuste y el criterio de volumen, para la realización del modelo Nelson-Siegel. Luego de aplicar el modelo se encontró que ofrece un mejor ajuste en los casos donde se presentaron menores observaciones, empleando como criterio de comparación la minimización de los errores de los rendimientos al cuadrado.

La Estructura Temporal de las Tasas de Interés (ETTI) a través de la curva de rendimientos, como representación gráfica, presenta una gran versatilidad para

establecer una relación entre las variables macroeconómicas y las variables monetarias del sistema financiero, lo cual explica su amplia utilización por los distintos bancos centrales y analistas financieros. Por lo tanto, luego de revisar ambas estimaciones de la curva de rendimientos, se pudo observar que durante los años 2010-2011 presentaron un comportamiento similar, donde la curva *spot* cero cupón se encontró por encima de la curva *spot* de mercado, manteniéndose de forma similar tras la aplicación del modelo Nelson-Siegel, presentándose durante este periodo precios a descuento con mayores rendimientos al vencimiento.

Para los años 2012-2014, debido a un aumento de la Liquidez Monetaria (M2) y una mejoría en la actividad económica interna, se pudo observar un cambio estructural en la curva de rendimientos, presentándose la curva *spot* de mercado por encima de la curva *spot* cero cupón, comportándose la estimación de la tasa *forward* de manera similar. Los precios durante este periodo estuvieron a prima con menores rendimientos. En general, la estimación de la curva de rendimientos *spot* de la Deuda Pública venezolana no sobreestima los títulos valores con respecto a la estimación de la curva de rendimientos de la tasa *forward*, sino que ambas curvas describen un comportamiento similar.

Durante todo el periodo de estudio se presentaron en su mayoría curvas con pendiente ascendente, las cuales podrían presentar señales de variaciones de las primas de riesgo de los títulos, vinculaciones con una política monetaria expansiva y mayores tasas de inflación. Sin embargo, también se pudieron observar curvas con pendiente descendente, este tipo de curva se observa en momentos donde se presentan saltos en la actividad económica real. Se obtuvieron curvas planas, que

podieran indicar la igualación de las tasas de interés de largo plazo con las tasas futuras de corto plazo.

Se puede establecer que tanto la tasa *spot* y tasa *forward* se desempeñaron de manera satisfactoria al momento de estimar la curva de rendimientos. Sin embargo para el mercado Deuda Pública Interna venezolana (VEBONOS y TIF), se pudiera utilizar de manera directa la tasa *spot* de mercado, ya que se puede considerar como una buena *proxy* para la construcción de la curva de rendimientos.

Adicionalmente, al aplicar el modelo de Nelson-Siegel y realizar la comparación de la minimización de los errores al cuadrado a través del criterio de selección de volumen, se pudo concluir que a medida que se presentaba un mayor número de observaciones y mayores plazos de vencimiento, el error aumentaba significativamente con respecto al criterio de selección de ajuste, en el cual se utilizó un menor número de observaciones y menores plazos de vencimiento. Dados estos resultados, se recomienda la realización de estudios posteriores aplicando otros modelos parsimoniosos como el Diebold Li y el Svensson, para evaluar el comportamiento de la minimización de los errores al cuadrado.

Esta línea de investigación puede ser complementada mediante un estudio de los factores económicos de los coeficientes que componen o que son incorporados en los modelos paramétrico.

V. Bibliografía

- Alfaro, R. Becerra, S. Sanger, A. (2010). *Estimación de la estructura temporal de tasas utilizando el modelo dinámico Nelson Siegel resultados para Chile y EEUU*. Banco Central de Chile.
- Banco Central de Venezuela. (2010). *Informe Económico*. Caracas: Ediciones del autor.
- Banco Central de Venezuela. (2011). *Informe Económico*. Caracas: Ediciones del autor.
- Banco Central de Venezuela. (2012). *Informe Económico*. Caracas: Ediciones del autor.
- BIS. (2005). *Zero-coupon yield curves: technical documentation*. N° 25, Bank for international Settlements , Monetary and Economic Department, Basel.
- Brealey, R. Myers, S. (1993). *Principios de Finanzas Corporativas* (Cuarta ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Brun, X. Elvira, O. Puig, X. (2008). *Mercado de renta variable y mercado de divisas: la bolsa de valores*. Barcelona: Bresca.
- Canedo, J. Nipon, C. Grajales, V. (2003). *Un método eficiente para la simulación de curvas de tasas de interés*. México: Banco de México.
- Chirinos, A. Maita, M. (2012). *Estimación Paramétrica de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés (ETTI) y su Volatilidad Infiriendo sus Movimientos e Interrelaciones*. Caracas: Banco Central de Venezuela.

- Chirinos, A. Moreno, M. (2011). *Estimación de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés: el caso venezolano*. Caracas: Banco Central de Venezuela.
- Diebold, F. Li, C. (2006). Forecasting the Term Structure of Government Bond Yields. *Journal of Econometrics*(130), págs. 337-364.
- Fabozzi, F. Modigliani, F, Ferri, M. (2001). *Mercados e instituciones financieras* (Primera ed.). México: Prentice-Hall Hispanoamerica S.A.
- Ferruz, L. Portillo, M. Sarto, J. (2001). *Dirección financiera del riesgo de interés* (Primera ed.). Madrid: Pirámide.
- Garay, U. (2005). *Los mercados de capitales con aplicaciones al mercado venezolano*. Caracas: IESA.
- Gimeno, R. Nave, J. (2009). Genetic algorithm estimation of interest rate term structure. *Computational Statistic and Data Analysis*(53), 2236-2250.
- Gitman, L. Joehnk, M. (2009). *Fundamentos de inversión* (Décima ed.). México: Pearson.
- Julio, J. Mera, S. Hérault, A. (2002). *La curva spot (Cero Cupón) Estimación con splines cúbicos suavizados, usos y ejemplos*. Bogotá: Banco de la República.
- Kikut, A. Muñoz, E. Durán, R. (1996). *Análisis de la curva de rendimiento y su efecto sobre la actividad económica en Costa Rica*. División Económica del Departamento de Investigaciones Económicas. Costa Rica: Banco Central de Costa Rica.
- Lagarra, P. (2008). *Mercado monetario y mercado de renta fija*. Barcelona: Bresca.

- Langetieg, T. Smoot, J. (1989). *Estimation of the Term Structure of Interest Rates*. Research in Financial Services N°1, Stanford CT: Jai Publishing CO, Research in Financial Services.
- Marín, J. Rubio, G. (2001). *Economía Financiera*. Barcelona: Antoni Bosch Editor S.A.
- Marquez, J. Nogués, C. Vélez, V. (2003). *Un método eficiente para la estimulación de curvas de tasas de interés*. México: Banco México.
- Martin, L. Trujillo, A. (2004). *Manual de mercados financieros*. Madrid: Paraninfo.
- Mc. Culloch, J. (1971). Measuring The Term Structure of Interest Rates. *The Journal of Business*(34), págs. 19-31.
- Meier, I. (1999). *Estimating the Term Structure of Interest Rates: The Swiss Case*. Working paper N° 99.06, Swiss National Bank, Study Center Gerzensee.
- Mishkin, F. (2008). *Moneda, banca y mercados financieros* (Octava ed.). México: Pearson.
- Murillo, G. (2010). *Informe Semestral de la Banca Comercial y Universal*. Caracas: Banco Mercantil.
- Murillo, G. (2011). *Informe Semestral de la Banca Comercial y Universal*. Caracas: Banco Mercantil.
- Murillo, G. (2012). *Informe Semestral de la Banca Comercial y Universal*. Caracas: Banco Mercantil.

- Murillo, G. (2013). *Informe Semestral de la Banca Comercial y Universal*. Caracas: Banco Mercantil.
- Murillo, G. (2014). *Informe Semestral de la Banca Comercial y Universal*. Caracas: Banco Mercantil.
- Oliveros, A. Saboin, J. (2012). *Perspectivas 2013: Venezuela en medio de la incertidumbre política*. Caracas: Econoanalítica.
- Pereda, J. (2009). Estimación de la curva de rendimiento cero cupón para el Perú. *Revista de Estudios Económicos* N° 17.
- Reuters. (2002). *Cursos sobre Mercados de Renta Fija*. Reuters, The Reuters Financial Training Series. Barcelona: Gestión 2000.
- Santana, J. (2008). La curva de rendimientos: una revisión metodológicas y nuevas aproximaciones de estimación. *Cuaderno de Economía*, 32.
- Shea, G. (1984). Pitfalls in smoothing interest rate term structure data equilibrium models and splines approximation. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19(3), págs. 253-269.
- Siegel, A. N. (1987). Parsimonious modelling of yield curves. *Journal of Business*(60).
- Svensson, L. (1994). *Estimating and interpreting forward interest rate*. Seminar paper N° 579, University of Stockholm.

Anexos

Anexo A: Títulos de la Deuda Pública Nacional vigentes para el periodo de estudio 2010-2014

Tabla de los títulos valores TIF

TIPO DE TÍTULO	EMISIÓN	VENCIMIENTO	MONTO EN CIRCULACIÓN
TF0510	30-03-2009	28-05-2010	1.538.000.000
TF0910	22-04-2009	30-09-2010	860.000.000
TF0311	08-05-2006	03-03-2011	545.729.628
TF0411	26-01-2009	14-04-2011	1.847.500.000
TF0711	08-05-2006	07-07-2011	574.422.050
TF0911	22-04-2009	23-09-2011	1.575.731.688
TF0612	08-05-2006	28-06-2012	555.389.774
TF0812	22-04-2009	30-08-2012	1.181.000.000
TF1012	23-03-2010	25-10-2012	2.620.000.000
TF1212	13-02-2007	06-12-2012	632.687.500
TF0513	08-05-2006	03-05-2013	602.430.311
TF1013	23-03-2010	17-10-2013	3.260.500.000
TF1213	23-03-2010	13-12-2013	2.825.200.000
TF0414	23-03-2010	17-04-2014	2.771.810.000
TF0814	23-03-2010	08-08-2014	2.822.000.000
TF1214	08-05-2006	25-12-2014	652.028.237
TF2014	30-03-2009	09-10-2014	556.534.930
TF0115	23-03-2010	30-01-2015	2.688.000.000
TF0515	23-03-2010	28-05-2015	2.346.182.359
TF1115	08-05-2006	13-11-2015	580.250.192
TF1215	11-01-2011	31-12-2015	300.000.000
TF0216	23-03-2010	25-02-2016	1.600.500.000
TF0616	23-03-2010	17-06-2016	1.973.000.000
TF0916	11-01-2011	01-09-2016	2.600.000.000
TF1016	17-07-2006	06-10-2016	703.514.119
TF1116	25-02-2011	18-11-2016	300.000.000
TF1216	30-03-2009	29-12-2016	130.873.000
TF0217	12-07-2011	03-02-2017	975.000.000
TF0317	11-01-2011	02-03-2017	1.034.830.000
TF1017	17-07-2006	05-10-2017	1.337.500.000
TF0418	11-01-2012	12-04-2018	400.000.000
TF0518	17-07-2006	11-05-2018	645.000.000
TF0818	11-01-2012	23-08-2018	800.000.000
TF1119	26-07-2012	21-11-2019	3.675.000.000
TF0419	11-01-2012	18-04-2019	1.200.000.000
TF0819	17-07-2006	02-08-2019	1.282.500.000
TF1120	26-07-2012	26-11-2020	5.085.000.000
TF1020	17-07-2006	15-10-2020	865.000.000
TF0221	17-01-2013	04-02-2021	600.000.000
TF0322	08-01-2013	03-03-2022	600.000.000
TF0423	08-01-2013	06-04-2023	7.500.000.000
TF0124	15-08-2013	04-01-2024	3.350.000.000
TF0126	29-01-2014	08-01-2026	9.900.000.000
TF0528	29-01-2014	25-05-2028	4.800.000.000
TF0329	29-01-2014	01-03-2029	4.000.000.000

Fuente: BCV

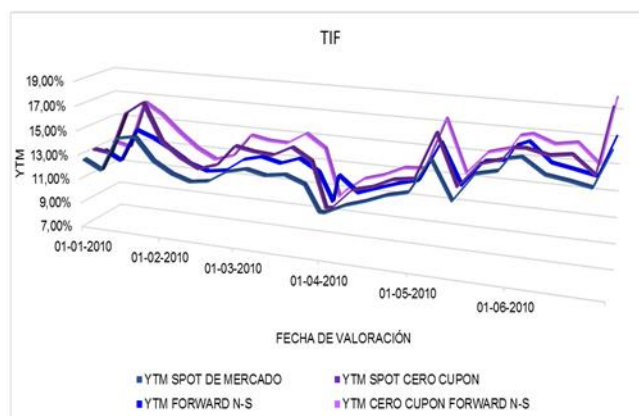
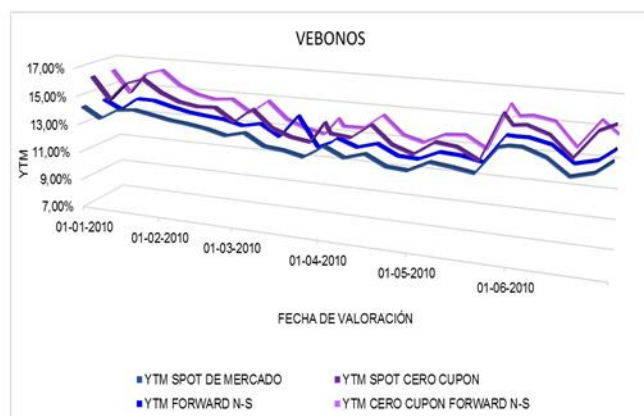
Tabla de los títulos valores VEBONOS

TIPO DE TÍTULO	EMISIÓN	VENCIMIENTO	MONTO EN CIRCULACIÓN
VB0110	22-08-2005	28-01-2010	200.000.000
VB0210	22-08-2005	19-02-2010	100.000.000
VB0310	22-08-2005	11-03-2010	275.000.000
VB0410	29-01-2004	22-04-2010	960.041.280
VB0510	22-08-2005	28-05-2010	100.000.000
VB1210	17-10-2007	09-12-2010	209.000.000
VB0211	17-10-2007	11-02-2011	764.000.000
VB0411	17-10-2007	14-04-2011	523.100.000
VB0511	17-10-2007	20-05-2011	422.000.000
VB0312	26-01-2009	08-03-2012	3.178.750.000
VB0412	26-02-2008	05-04-2012	582.250.000
VB0512	26-01-2009	25-05-2012	3.118.743.995
VB0812	26-02-2008	30-08-2012	390.896.000
VB0413	28-04-2009	25-04-2013	915.500.000
VB0513	17-10-2007	03-05-2013	806.001.800
VB0713	26-02-2008	04-07-2013	700.000.000
VB0813	26-01-2009	16-08-2013	819.375.942
VB0514	17-10-2007	02-05-2014	456.685.800
VB0614	26-01-2009	26-06-2014	2.039.000.000
VB0914	17-10-2007	19-09-2014	887.067.425
VB1014	26-01-2009	09-10-2014	711.280.688
VB2014	30-03-2009	09-10-2014	556.534.930
VB0715	26-02-2008	09-07-2015	401.861.001
VB0915	17-10-2007	11-09-2015	887.067.425
VB2015	30-03-2009	30-10-2015	307.892.644
VB0616	11-01-2011	17-06-2016	300.000.000
VB0816	30-03-2009	12-08-2016	212.892.644
VB1216	11-01-2011	29-12-2016	500.000.000
VB0817	11-01-2011	11-08-2017	6.500.000.000
VB1117	03-03-2011	23-11-2017	208.500.000
VB1217	11-01-2011	08-12-2017	300.000.000
VB0618	11-01-2011	08-06-2018	61.200.000
VB0718	11-01-2011	19-07-2018	1.000.000.000
VB0319	11-01-2012	28-03-2019	400.000.000
VB0419	11-01-2012	18-04-2019	1.200.000.000
VB0120	11-01-2012	02-01-2020	1.200.000.000
VB0620	11-01-2012	18-06-2020	998.792.000
VB0920	26-07-2012	11-09-2020	550.000.000
VB0121	11-01-2012	29-01-2021	443.424.000
VB0521	26-07-2012	20-05-2021	1.899.064.000
VB1221	26-07-2012	10-12-2021	470.000.000
VB0222	17-01-2013	10-02-2022	400.000.000
VB0123	17-01-2013	19-01-2023	400.000.000
VB0424	08-01-2013	18-04-2024	7.500.000.000
VB0224	29-01-2014	22-02-2024	11.700.000.000
VB0125	15-08-2013	09-01-2025	500.000.000
VB0225	29-01-2014	27-02-2025	8.200.000.000
VB0327	29-01-2014	11-03-2027	12.800.365.831

Fuente: BCV

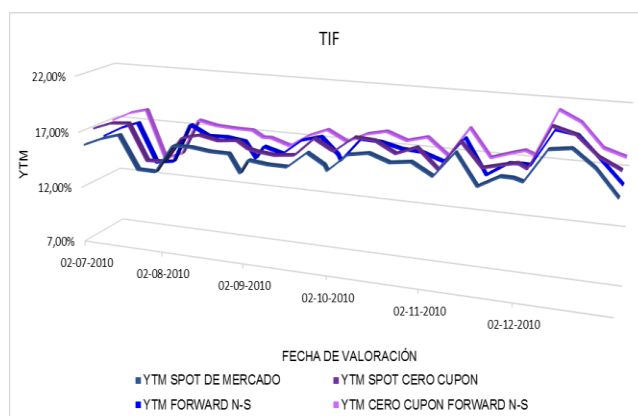
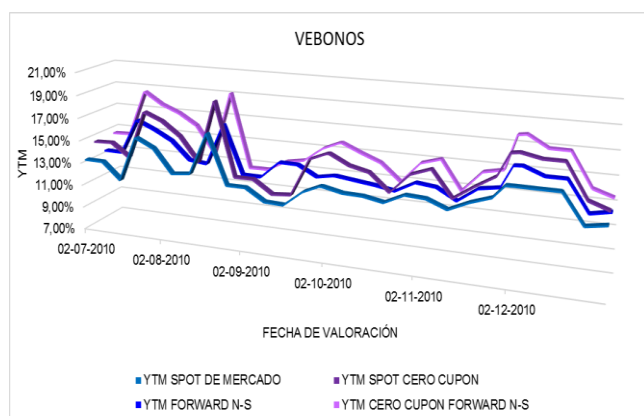
Anexo B: Comportamiento semestral de la curva de rendimientos según el criterio de ajuste para los VEBONOS y los TIF

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2010



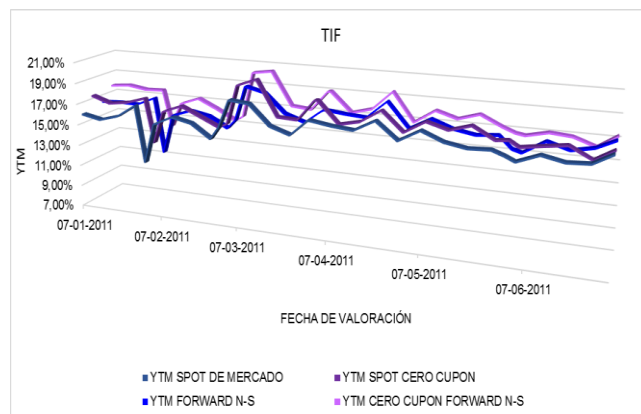
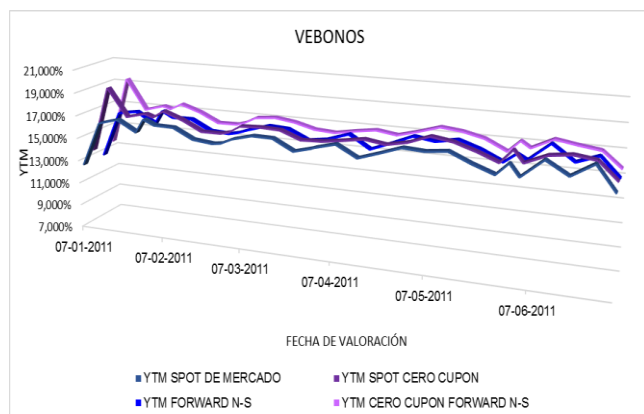
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2010



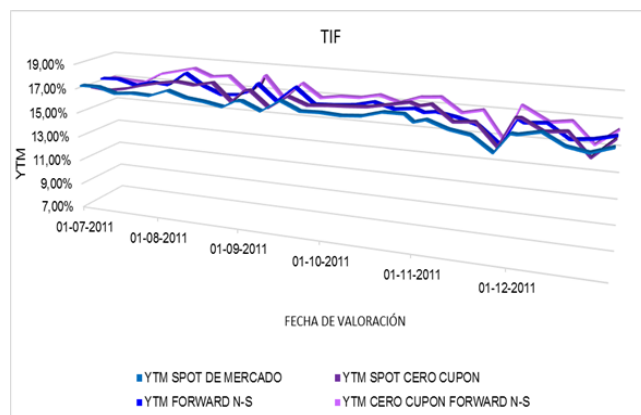
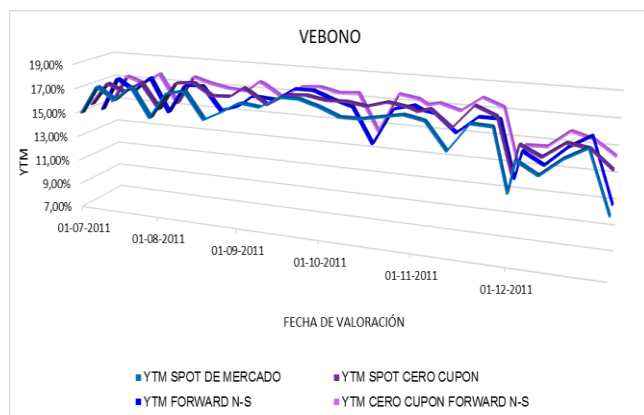
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2011



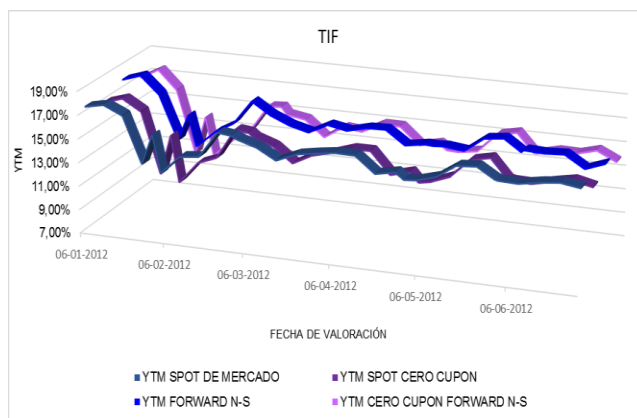
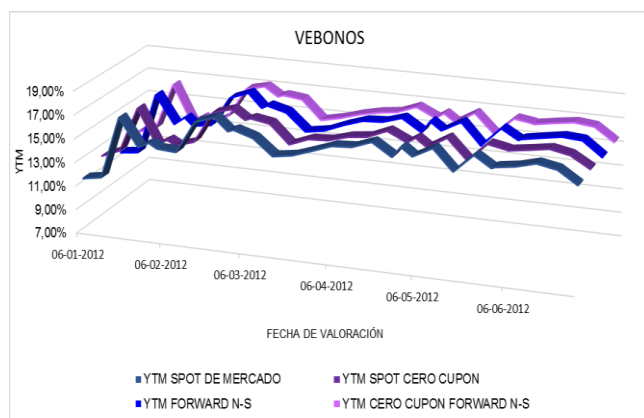
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2011



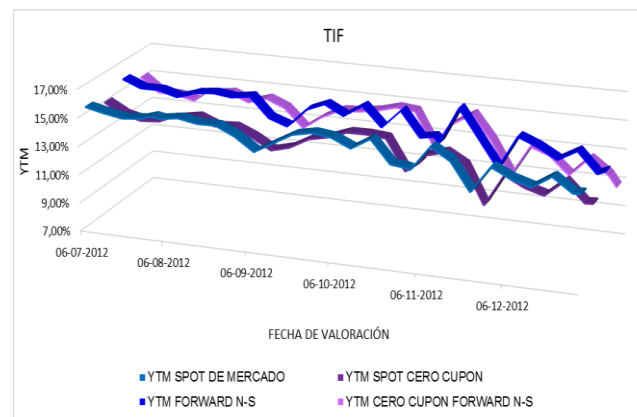
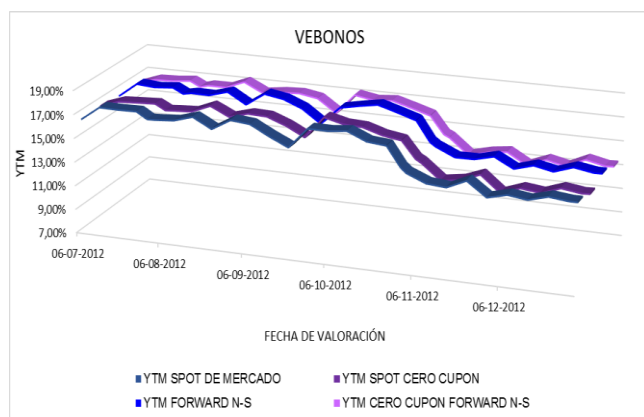
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2012



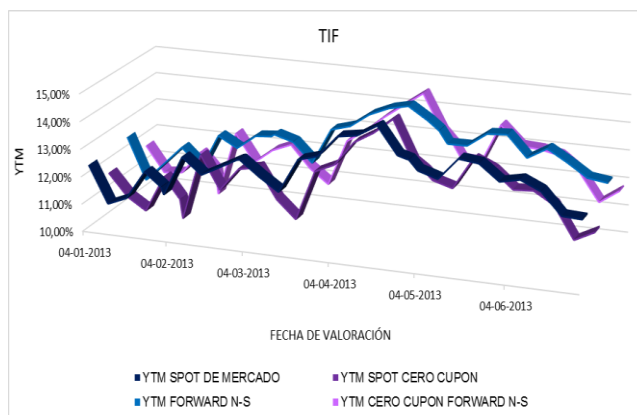
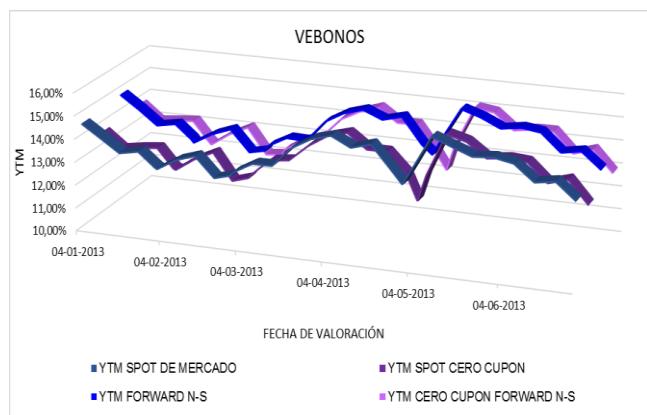
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2012



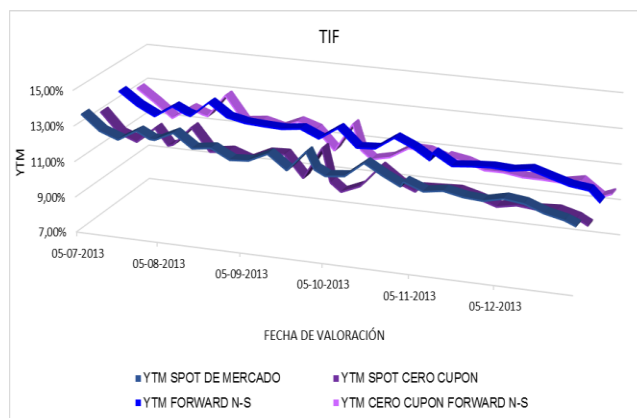
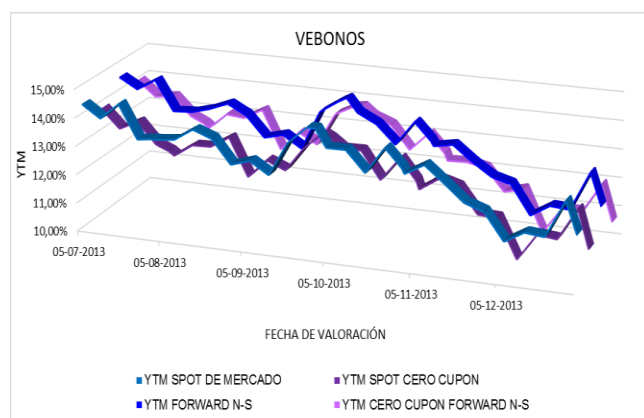
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2013



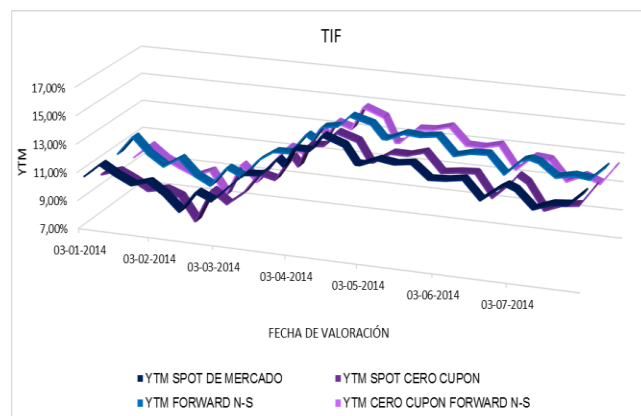
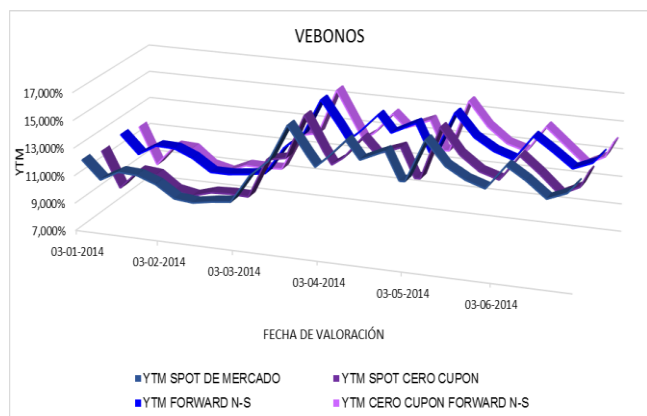
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2013



Fuente: Cálculos Propios

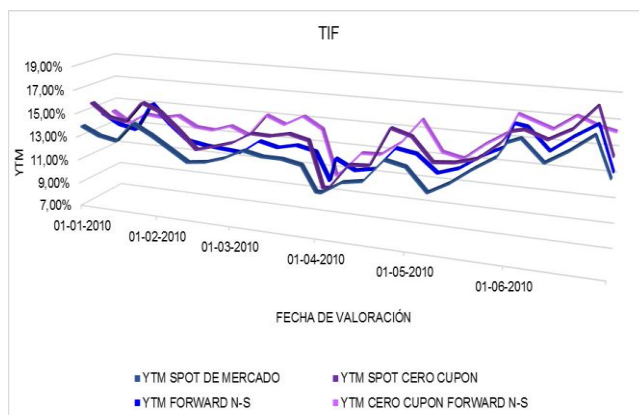
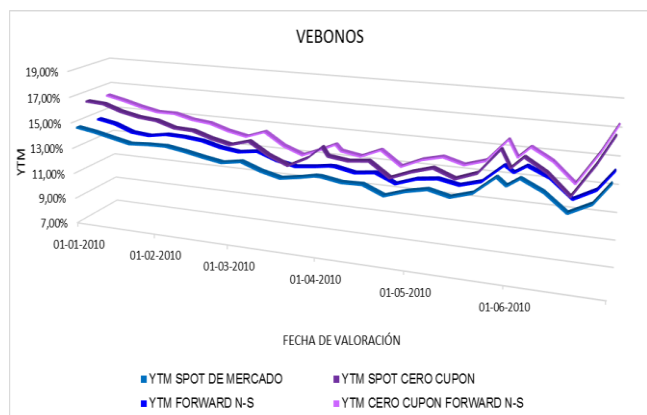
Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2014



Fuente: Cálculos Propios

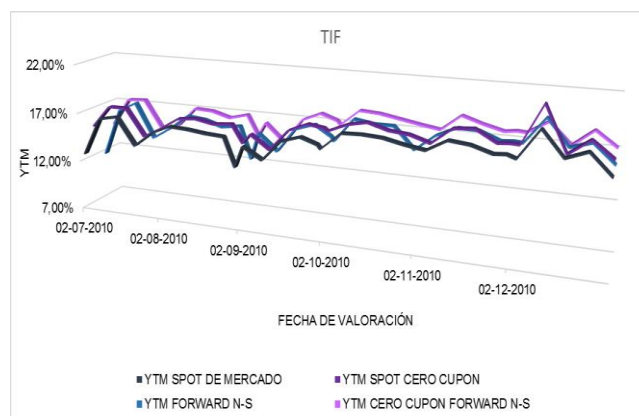
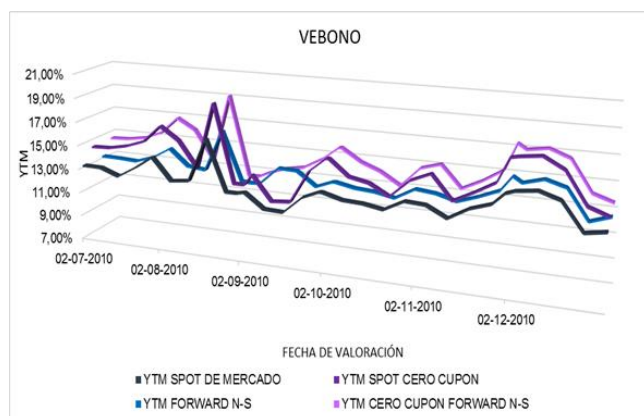
Anexo C: Comportamiento semestral de la curva de rendimientos según el criterio de ajuste para los VEBONOS y los TIF

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2010



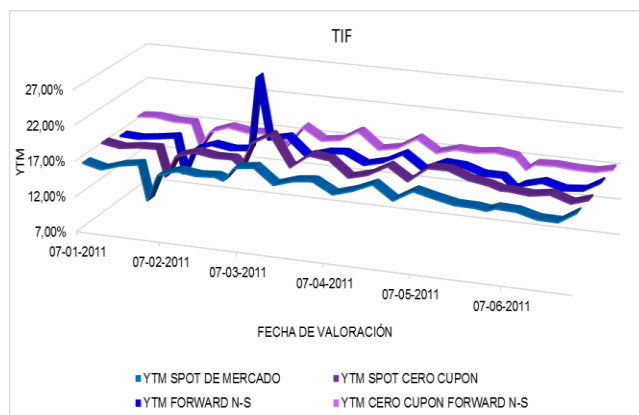
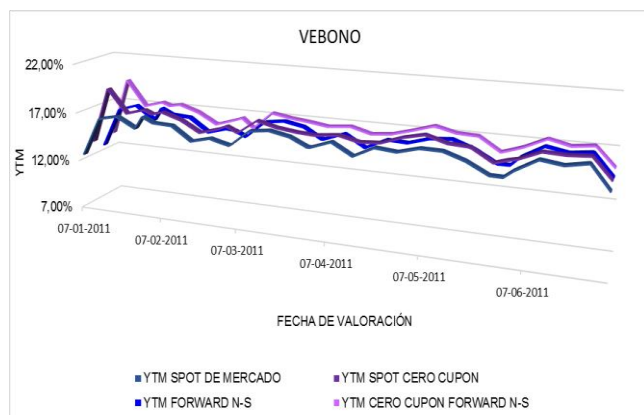
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2010



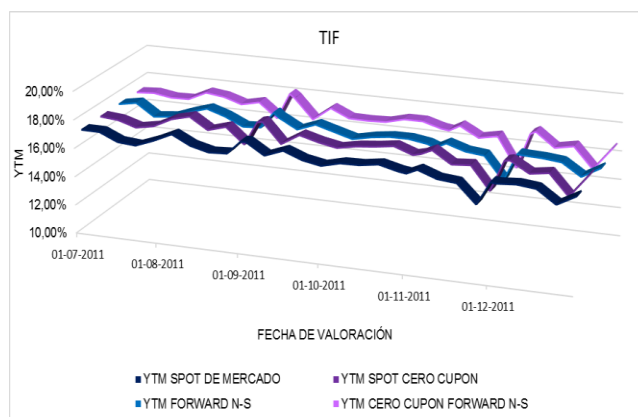
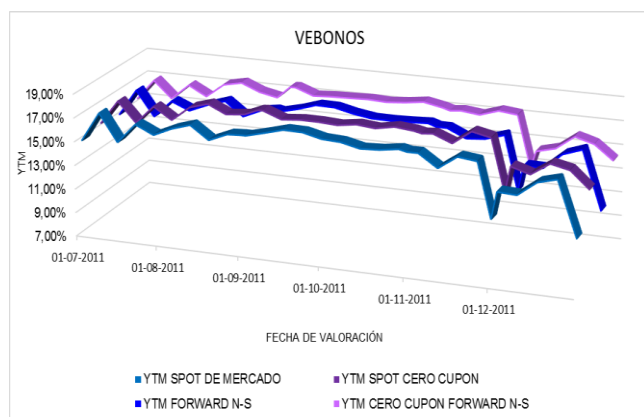
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2011



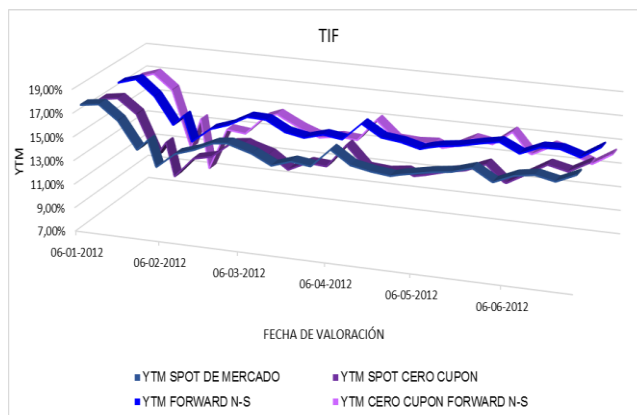
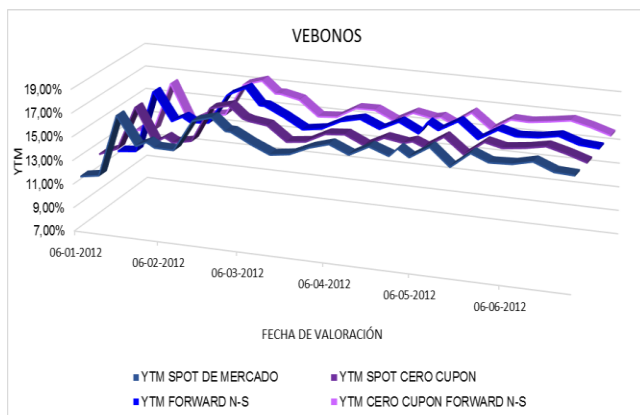
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2011



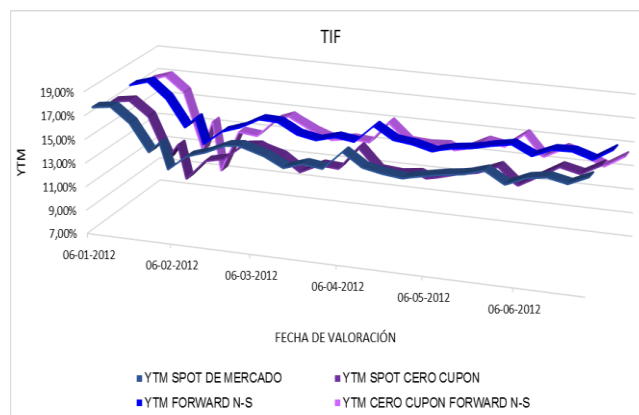
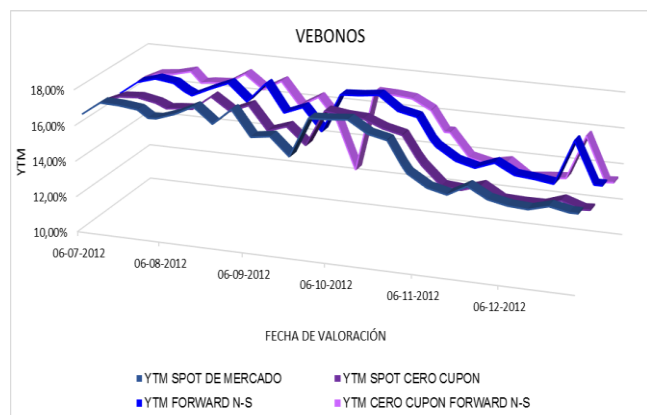
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2012



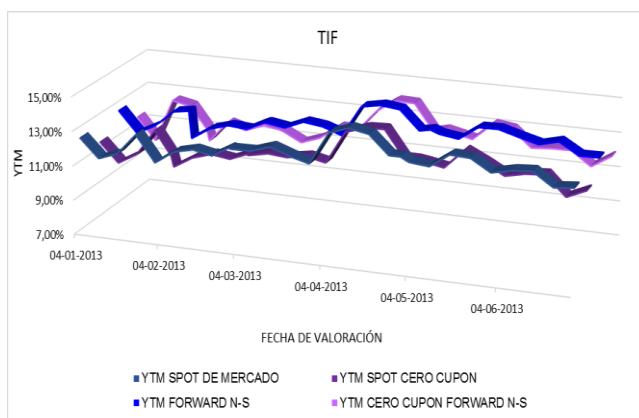
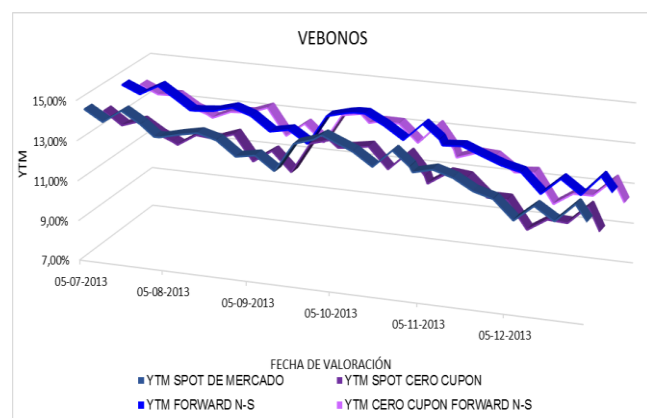
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2012



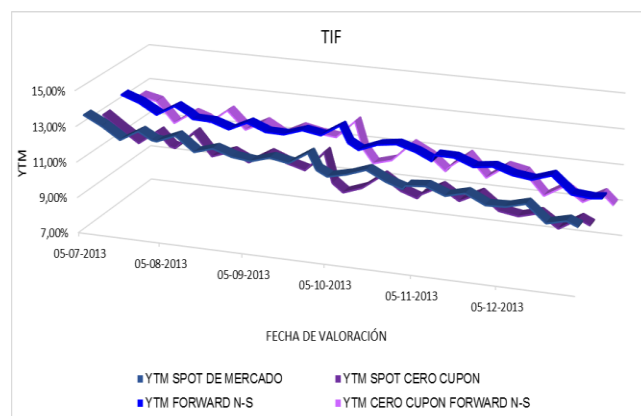
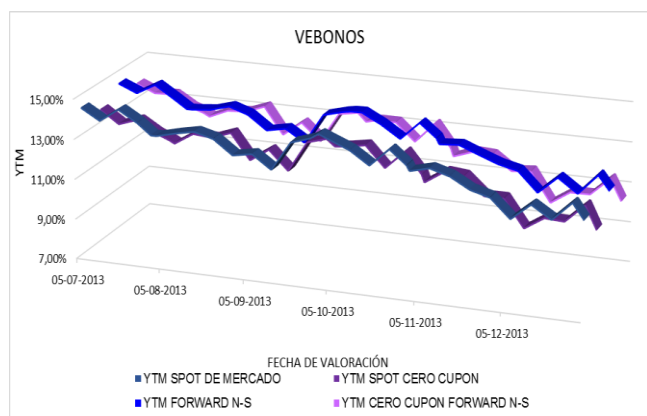
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2013



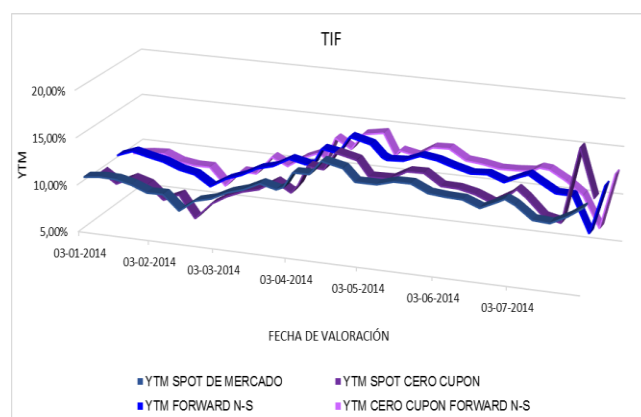
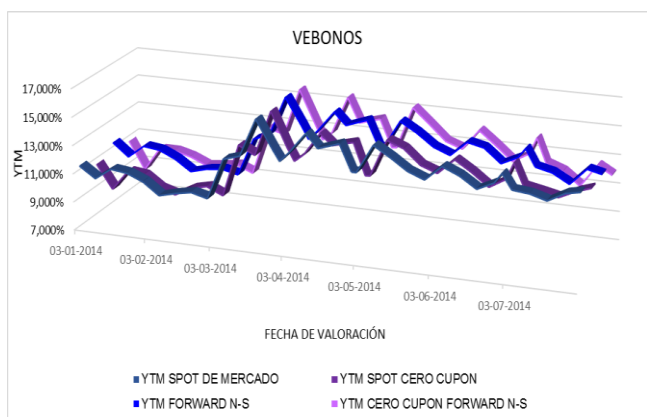
Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el segundo semestre del año 2013



Fuente: Cálculos Propios

Curva de rendimientos para el primer semestre del año 2014



Fuente: Cálculos Propios

Anexo D: Tabla resumen de los resultados obtenidos al cierre de cada mes para la estimación de la curva de rendimientos según el criterio de selección de ajuste durante el periodo 2010-2014

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2010

CÓDIGO	FECHA	FECHA VENCIMIENTO	PRECIO*	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB0410	29-01-2010	22-04-2010	100,3700	10,6063%	11,6582%	0,2	12,641%	14,546%	10,11762916	22,64261331
VB0312	29-01-2010	08-03-2012	95,2373	14,8668%	17,2963%	2	13,282%	14,941%		
VB0812	29-01-2010	30-08-2012	95,2657	14,4382%	17,0455%	3	13,654%	15,149%		
VB0413	29-01-2010	25-04-2013	93,2500	14,9176%	16,0720%	3	13,654%	15,149%		
VB0713	29-01-2010	04-07-2013	94,0000	14,4995%	15,8723%	3	13,654%	15,149%		
VB0813	29-01-2010	16-08-2013	96,0694	13,6544%	15,5561%	4	13,982%	15,314%		
VB0614	29-01-2010	26-06-2014	95,7598	13,5537%	14,3830%	4	13,982%	15,314%		
VB1014	29-01-2010	09-10-2014	95,6500	13,5301%	14,0876%	5	14,267%	15,435%		
VB0915	29-01-2010	11-09-2015	94,5205	13,6423%	14,3252%	6	14,508%	15,513%		
VB2015	29-01-2010	30-10-2015	91,5156	14,4239%	15,8442%	6	14,508%	15,513%		
VB0411	26-02-2010	14-04-2011	100,9500	11,3629%	12,5856%	1	11,64%	12,42%	1,24998147	2,649695479
VB0512	26-02-2010	25-05-2012	99,9690	12,2654%	12,0901%	2	12,19%	12,92%		
VB0413	26-02-2010	25-04-2013	98,5733	12,8215%	13,5235%	3	12,69%	13,37%		
VB0813	26-02-2010	16-08-2013	95,4844	13,9221%	14,6842%	4	13,15%	13,78%		
VB0514	26-02-2010	02-05-2014	97,1500	13,1625%	13,7186%	4	13,15%	13,78%		
VB0614	26-02-2010	26-06-2014	96,8598	13,2269%	14,3725%	4	13,57%	14,15%		
VB2015	26-02-2010	30-10-2015	95,1750	13,4945%	13,8422%	6	13,94%	14,47%		
VB0312	31-03-2010	08-03-2012	99,8975	11,9506%	12,4237%	2	11,761%	12,299%	0,32963113	0,200390059
VB0713	31-03-2010	04-07-2013	100,0000	12,2772%	13,7705%	3	12,516%	13,706%		
VB0614	31-03-2010	26-06-2014	95,4644	13,6929%	15,6674%	4	13,227%	15,066%		
VB0312	30-04-2010	08-03-2012	98,4765	12,8085%	14,8957%	2	12,085%	13,712%	1,485964929	3,74104175
VB0713	30-04-2010	04-07-2013	98,0000	11,3541%	12,0294%	3	12,163%	13,453%		
VB0614	30-04-2010	26-06-2014	96,6167	11,8965%	12,6875%	4	12,197%	13,151%		
VB0915	30-04-2010	11-09-2015	97,7295	12,1608%	12,6325%	5	12,187%	12,807%		
VB0816	30-04-2010	12-08-2016	98,8977	12,5296%	12,8977%	6	12,135%	12,420%		
VB0512	31-05-2010	25-05-2012	97,9500	13,5989%	14,1563%	2	13,410%	13,891%	0,287384132	0,593467851
VB0813	31-05-2010	16-08-2013	96,2500	13,9167%	14,6704%	3	14,160%	15,007%		
VB0514	31-05-2010	02-05-2014	93,0000	15,1156%	16,4403%	4	14,865%	16,077%		
VB0512	30-06-2010	25-05-2012	97,2500	14,0556%	16,5952%	2	14,108%	15,449%	0,109379382	4,94860765
VB0614	30-06-2010	26-06-2014	88,9902	14,5147%	16,0731%	4	14,246%	15,019%		
VB0915	30-06-2010	11-09-2015	95,0000	13,7347%	15,5125%	5	14,014%	14,031%		
VB0211	30-07-2010	11-02-2011	101,8767	8,9836%	15,0775%	1	10,847%	15,659%	4,774090078	0,417739628
VB0512	30-07-2010	25-05-2012	98,0250	13,6330%	16,5292%	2	12,201%	16,117%		
VB0914	30-07-2010	19-09-2014	91,0000	15,3261%	17,0795%	4	14,765%	16,895%		
VB0915	30-07-2010	11-09-2015	89,0000	15,5049%	17,0582%	5	15,976%	17,217%		
VB0513	31-08-2010	03-05-2013	YTM	12,3077%	12,6229%	3	12,299%	12,627%	0,002090918	0,000630567
VB0514	31-08-2010	02-05-2014	YTM	12,3737%	12,5942%	4	12,399%	12,550%		
VB0412	30-09-2010	05-04-2012	99,6646	12,6185%	16,2843%	2	11,914%	17,924%	0,3544297	0,042299249
VB0512	30-09-2010	25-05-2012	98,0500	13,6245%	15,5337%	2	13,721%	14,610%		
VB0812	30-09-2010	30-08-2012	98,1250	13,4081%	14,8012%	2	13,721%	14,610%		
VB0411	29-10-2010	14-04-2011	101,3818	9,2036%	9,5431%	0	9,958%	11,137%	2,124798395	7,916652391
VB0312	29-10-2010	08-03-2012	99,8940	12,3459%	14,4905%	1	10,707%	11,902%		
VB0813	29-10-2010	16-08-2013	98,7618	12,8294%	14,6124%	3	13,073%	14,321%		
VB0614	29-10-2010	26-06-2014	95,9010	13,7199%	14,7739%	4	14,180%	15,454%		
VB1014	29-10-2010	09-10-2014	94,7083	14,0459%	14,9358%	4	14,180%	15,454%		
VB0211	30-11-2010	11-02-2011	101,2233	6,0654%	8,9949%	0	7,547%	9,361%	8,890078104	2,958059702
VB0512	30-11-2010	25-05-2012	99,4750	12,5452%	12,7340%	2	12,101%	14,058%		
VB0813	30-11-2010	16-08-2013	92,7813	15,4459%	17,2890%	3	14,554%	16,590%		
VB0614	30-11-2010	26-06-2014	91,0385	15,5737%	18,2934%	4	16,951%	19,067%		
VB1014	30-11-2010	09-10-2014	90,5143	15,5715%	17,8399%	4	16,951%	19,067%		
VB0312	31-12-2010	08-03-2012	YTM	12,9409%	13,2143%	1	13,418%	13,770%	2,887902861	3,62246394
VB0512	31-12-2010	25-05-2012	YTM	13,4586%	14,0670%	1	13,418%	13,770%		
VB0513	31-12-2010	03-05-2013	98,7500	13,8200%	14,6062%	2	12,843%	13,439%		
VB0713	31-12-2010	04-07-2013	YTM	11,4004%	12,0147%	3	12,221%	13,060%		

Fuente: Cálculos Propios

* YTM : casos donde no se contaba con la referencia de precios y se consideró el rendimiento al vencimiento descontando los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2010

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF0510	29-01-2010	28-05-2010	101,6500	7,859%	15,742%	0,3	10,95%	13,99%	16,12834177	6,644500382
TF0311	29-01-2010	03-03-2011	98,4392	10,751%	14,182%	1	11,20%	14,02%		
TF0411	29-01-2010	14-04-2011	101,1150	12,861%	12,885%	1	11,20%	14,02%		
TF0911	29-01-2010	23-09-2011	102,1650	12,405%	12,747%	2	11,57%	14,07%		
TF0812	29-01-2010	30-08-2012	101,3966	13,228%	14,213%	3	11,94%	14,11%		
TF01214	29-01-2010	25-12-2014	88,0000	13,063%	14,904%	5	12,68%	14,19%		
TF0819	29-01-2010	02-08-2019	80,5076	13,520%	14,242%	10	14,51%	14,39%	14,06568722	35,12312722
TF0510	26-02-2010	28-05-2010	101,1688	8,279%	8,195%	0,3	11,25%	12,86%		
TF0411	26-02-2010	14-04-2011	101,3703	12,545%	14,058%	1	11,51%	13,11%		
TF0911	26-02-2010	23-09-2011	101,5698	12,755%	14,632%	2	11,87%	13,47%		
TF0812	26-02-2010	30-08-2012	100,6000	13,594%	15,694%	3	12,22%	13,83%		
TF01212	26-02-2010	06-12-2012	93,1542	12,413%	15,791%	3	12,22%	13,83%		
TF01017	26-02-2010	05-10-2017	85,0000	12,977%	13,838%	8	14,01%	15,61%	4,008418811	0,159215705
TF0411	31-03-2010	14-04-2011	105,0135	8,826%	9,961%	1	10,22%	10,22%		
TF0911	31-03-2010	23-09-2011	102,8201	11,796%	10,663%	2	10,53%	10,53%		
TF0311	30-04-2010	03-03-2011	99,4785	9,878%	13,307%	1	12,76%	14,9%	15,25151362	7,482292137
TF0411	30-04-2010	14-04-2011	99,0109	14,970%	16,288%	1	12,76%	14,9%		
TF0812	30-04-2010	30-08-2012	100,9470	13,393%	14,633%	2	12,78%	14,7%		
TF01017	30-04-2010	05-10-2017	82,7500	13,561%	14,405%	8	12,90%	13,5%		
TF0819	30-04-2010	02-08-2019	81,4923	13,361%	14,120%	9	12,92%	13,3%		
TF01020	30-04-2010	15-10-2020	87,8650	11,904%	11,756%	11	12,95%	12,9%		
TF01012	31-05-2010	25-10-2012	100,4878	13,747%	14,326%	2	13,77%	14,16%	0,616481454	0,770393579
TF01213	31-05-2010	13-12-2013	99,6100	16,221%	16,582%	4	16,28%	16,67%		
TF0414	31-05-2010	17-04-2014	99,0763	16,309%	16,977%	4	16,28%	16,67%		
TF0814	31-05-2010	08-08-2014	98,9312	16,346%	16,504%	4	16,28%	16,67%		
TF0115	31-05-2010	30-01-2015	99,4850	17,150%	17,310%	5	17,53%	17,92%		
TF0711	30-06-2010	07-07-2011	99,2500	10,143%	14,744%	1	10,19%	13,87%	9,271193714	60,06938786
TF01012	30-06-2010	25-10-2012	99,0463	14,471%	16,494%	2	12,93%	16,60%		
TF0814	30-06-2010	08-08-2014	98,9997	16,322%	17,113%	4	18,39%	22,07%		
TF01214	30-06-2010	25-12-2014	66,3645	21,523%	28,957%	5	21,12%	24,80%		
TF0411	30-07-2010	14-04-2011	102,1350	10,723%	10,310%	1	13,10%	13,42%	41,04421347	39,55796173
TF0911	30-07-2010	23-09-2011	102,2350	11,775%	12,301%	1	13,10%	13,42%		
TF01012	30-07-2010	25-10-2012	100,5150	13,732%	13,383%	2	13,36%	13,68%		
TF01013	30-07-2010	17-10-2013	99,2813	15,279%	15,326%	3	13,61%	13,93%		
TF0414	30-07-2010	18-10-2013	98,8272	16,419%	16,453%	4	13,87%	14,18%		
TF01214	30-07-2010	25-12-2014	89,0300	13,021%	14,976%	4	14,12%	14,43%		
TF0515	30-07-2010	28-05-2015	98,5957	17,419%	17,628%	5	14,12%	14,43%		
TF0518	30-07-2010	11-05-2018	92,1657	11,390%	11,932%	8	14,84%	15,16%		
TF0911	31-08-2010	23-09-2011	102,5000	11,360%	13,760%	1	11,36%	14,21%	0,096076594	1,344171693
TF0812	31-08-2010	30-08-2012	100,5313	13,574%	16,444%	2	13,33%	15,46%		
TF0414	31-08-2010	17-04-2014	98,8857	16,394%	17,187%	4	17,27%	17,95%		
TF0812	30-09-2010	30-08-2012	99,7500	14,014%	14,882%	2	13,83%	15,37%	0,316594139	1,650186337
TF01012	30-09-2010	25-10-2012	100,6557	13,622%	15,372%	2	13,83%	15,37%		
TF01013	30-09-2010	17-10-2013	99,0602	15,377%	17,144%	3	15,26%	16,41%		
TF0814	30-09-2010	08-08-2014	98,8457	16,391%	17,303%	4	16,69%	17,46%		
TF0115	30-09-2010	30-01-2015	98,5957	17,449%	18,410%	4	16,69%	17,46%		
TF0515	30-09-2010	28-05-2015	98,5959	17,430%	17,332%	5	18,12%	18,51%		
TF0812	29-10-2010	30-08-2012	100,6728	13,449%	15,166%	2	14,13%	14,96%	2,23685396	9,871427863
TF01013	29-10-2010	17-10-2013	99,9688	15,008%	14,947%	3	15,49%	16,31%		
TF01213	29-10-2010	13-12-2013	99,5750	16,221%	16,023%	3	15,49%	16,31%		
TF0814	29-10-2010	08-08-2014	98,0000	16,709%	18,468%	4	16,84%	17,67%		
TF0115	29-10-2010	30-01-2015	96,5000	18,183%	20,086%	4	16,84%	17,67%		
TF0216	29-10-2010	25-02-2016	98,1000	18,549%	19,172%	5	18,20%	19,02%		
TF0616	29-10-2010	17-06-2016	98,7057	18,356%	18,423%	6	19,55%	20,37%	0,460855506	3,073177308
TF0812	30-11-2010	30-08-2012	100,2086	13,743%	17,203%	2	14,05%	16,24%		
TF01013	30-11-2010	17-10-2013	99,8125	15,066%	15,917%	3	15,37%	16,88%		
TF0814	30-11-2010	08-08-2014	99,2869	16,249%	16,449%	4	16,69%	17,51%		
TF0115	30-11-2010	30-01-2015	98,6126	17,459%	17,807%	4	16,69%	17,51%		
TF0616	30-11-2010	17-06-2016	98,7160	18,359%	18,994%	6	19,33%	18,76%		
TF01012	31-12-2010	25-10-2012	99,9844	13,994%	16,327%	2	14,24%	16,00%	0,276738063	0,537871622
TF01013	31-12-2010	17-10-2013	99,8500	15,055%	16,839%	3	15,74%	17,50%		
TF0115	31-12-2010	30-01-2015	97,8489	17,729%	18,898%	4	17,24%	19,00%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2011

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB1216	31-01-2011	29-12-2016	100,2423	16,4769%	16,2603%	6	16,408%	16,250%	0,005727822	0,050763859
VB1217	31-01-2011	08-12-2017	99,7990	17,6487%	17,4978%	7	17,732%	17,574%		
VB0513	28-02-2011	03-05-2013	98,0000	13,0368%	14,1601%	2	12,107%	13,570%	1,497694061	0,600013502
VB0914	28-02-2011	19-09-2014	97,5000	12,9614%	14,4761%	4	14,347%	15,276%		
VB1216	28-02-2011	29-12-2016	100,9225	16,2933%	16,4570%	6	16,381%	16,778%		
VB1217	28-02-2011	08-12-2017	100,3303	17,5185%	17,7399%	7	17,321%	17,453%		
VB0312	31-03-2011	08-03-2012	97,9844	14,2769%	16,5771%	1	13,302%	15,305%	2,05931783	3,347784828
VB0812	31-03-2011	30-08-2012	98,7344	13,0222%	14,6063%	1	13,302%	15,305%		
VB0614	31-03-2011	26-06-2014	94,1250	14,3438%	15,3147%	3	14,855%	15,941%		
VB0616	31-03-2011	17-06-2016	100,0471	16,4136%	16,1115%	5	16,205%	16,380%		
VB1117	31-03-2011	23-11-2017	100,0001	17,5496%	17,2032%	7	17,353%	16,622%		
VB0616	29-04-2011	17-06-2016	100,1250	16,3825%	16,5664%	5	16,046%	16,143%	0,049125992	0,227998496
VB1216	29-04-2011	29-12-2016	100,0000	16,5615%	16,3777%	6	16,948%	16,960%		
VB1117	29-04-2011	23-11-2017	100,0000	17,5485%	17,6135%	7	17,798%	17,724%		
VB0614	31-05-2011	26-06-2014	98,2500	12,6700%	14,1692%	3	12,450%	13,948%	0,027702791	0,103110054
VB1117	31-05-2011	23-11-2017	100,0744	17,5397%	18,0674%	7	16,805%	17,390%		
VB1217	31-05-2011	08-12-2017	100,2500	17,3484%	17,6493%	7	17,845%	18,127%		
VB0512	30-06-2011	25-05-2012	100,0000	11,9551%	13,8781%	1	10,605%	12,270%	6,24161768	7,235740575
VB0514	30-06-2011	02-05-2014	100,2500	11,9970%	12,9860%	3	13,153%	14,135%		
VB0614	30-06-2011	26-06-2014	97,9891	12,8005%	13,0506%	3	13,153%	14,135%		
VB1014	30-06-2011	09-10-2014	100,0500	12,1069%	13,4398%	3	13,153%	14,135%		
VB0616	30-06-2011	17-06-2016	100,0900	16,3605%	16,1307%	5	15,491%	15,792%		
VB1216	30-06-2011	29-12-2016	100,4768	16,4346%	17,2162%	6	16,580%	16,543%		
VB1117	30-06-2011	23-11-2017	100,1500	17,3807%	17,0789%	6	17,618%	17,243%		
VB0512	29-07-2011	25-05-2012	102,5000	8,8293%	10,9201%	1	8,799%	10,491%	0,482793382	1,927033769
VB0614	29-07-2011	26-06-2014	99,8469	11,9346%	12,4090%	3	12,549%	13,571%		
VB1117	29-07-2011	23-11-2017	100,6313	17,2539%	17,3562%	6	16,607%	16,630%		
VB0616	31-08-2011	17-06-2016	100,3500	16,2750%	17,1526%	5	16,470%	17,110%	0,470259968	0,04601039
VB1217	31-08-2011	08-12-2017	100,0000	17,3827%	17,7810%	6	16,781%	17,665%		
VB0618	31-08-2011	08-06-2018	100,0000	16,4817%	18,1411%	7	16,883%	18,009%		
VB0914	30-09-2011	19-09-2014	93,6250	14,5889%	15,9651%	3	14,523%	15,819%	0,018249572	0,20282809
VB0817	30-09-2011	11-08-2017	100,0000	17,4072%	17,4471%	6	17,316%	17,479%		
VB1117	30-09-2011	23-11-2017	100,0000	17,4591%	17,2292%	6	17,316%	17,479%		
VB0718	30-09-2011	19-07-2018	100,0000	17,8094%	17,9130%	7	17,822%	17,609%		
VB1216	31-10-2011	29-12-2016	100,5352	16,2069%	16,1866%	5	15,890%	15,844%	0,01008195	0,075821699
VB1117	31-10-2011	23-11-2017	100,1250	17,4250%	17,6653%	6	17,147%	17,259%		
VB1217	31-10-2011	08-12-2017	100,5377	17,3442%	17,3331%	6	17,391%	17,535%		
VB0514	30-11-2011	02-05-2014	99,2083	12,3997%	13,1055%	2	12,565%	12,757%	0,000738558	0,002448758
VB0915	30-11-2011	11-09-2015	99,7757	12,0695%	13,2092%	4	12,280%	13,134%		
VB0512	30-12-2011	25-05-2012	100,1889	11,0333%	14,6570%	0,4	11,072%	14,601%	0,000338043	4,29243E-05
VB0413	30-12-2011	25-04-2013	100,4500	11,5676%	14,1014%	1	11,370%	14,311%		

Fuente: Cálculos Propios

* YTM : casos donde no se contaba con la referencia de precios y se consideró el rendimiento al vencimiento descontando los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2011

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF0411	31-01-2011	14-04-2011	100,6151	10,702%	13,978%	0,2	10,96%	13,20%	0,128728344	1,203323818
TF0812	31-01-2011	30-08-2012	102,6500	12,022%	13,240%	2	12,01%	14,25%		
TF0814	28-02-2011	08-08-2014	101,4654	15,440%	15,302%	3	15,87%	15,80%	0,670769722	0,840410272
TF0115	28-02-2011	30-01-2015	101,5	16,467%	16,467%	4	15,87%	15,80%		
TF01013	31-03-2011	17-10-2013	100,1250	14,929%	16,797%	3	15,46%	16,94%	1,254015703	0,773701218
TF01215	31-03-2011	31-12-2015	101,7817	16,701%	17,787%	5	16,57%	18,04%		
TF01116	31-03-2011	18-11-2016	100,6856	17,793%	17,732%	6	17,11%	18,59%		
TF0518	31-03-2011	11-05-2018	70,0000	17,206%	19,398%	7	17,66%	19,13%		
TF0819	31-03-2011	02-08-2019	63,0000	18,645%	20,383%	8	18,74%	20,21%		
TF0812	29-04-2011	30-08-2012	101,3057	12,796%	14,832%	1	14,35%	15,07%	2,433849979	0,495263709
TF01013	29-04-2011	17-10-2013	99,8854	15,050%	15,049%	3	15,40%	15,86%		
TF01213	29-04-2011	13-12-2013	99,9354	16,221%	15,999%	3	15,40%	15,86%		
TF01215	29-04-2011	31-12-2015	100,7229	17,014%	17,015%	5	16,45%	16,64%		
TF01116	29-04-2011	18-11-2016	101,1250	17,669%	18,080%	6	18,53%	18,19%		
TF0216	31-05-2011	25-02-2016	100,2500	17,920%	19,313%	5	17,64%	18,53%	1,87005373	0,081492773
TF01116	31-05-2011	18-11-2016	101,3344	17,616%	17,077%	6	15,06%	15,95%		
TF01017	31-05-2011	05-10-2017	84,1157	13,612%	15,157%	6	15,06%	15,95%		
TF0515	30-06-2011	28-05-2015	102,0000	16,293%	16,435%	4	15,97%	15,83%	0,471935316	0,775693137
TF0616	30-06-2011	17-06-2016	102,0717	17,371%	16,940%	5	17,32%	17,18%		
TF0916	30-06-2011	01-09-2016	101,5157	17,542%	17,353%	5	17,32%	17,18%		
TF01116	30-06-2011	18-11-2016	102,3235	17,321%	17,237%	5	18,66%	18,52%		
TF01214	29-07-2011	25-12-2014	88,0000	14,194%	17,106%	3	15,91%	16,76%	1,570559906	4,064431822
TF0115	29-07-2011	30-01-2015	102,9000	15,912%	17,222%	4	15,91%	16,76%		
TF01215	29-07-2011	31-12-2015	102,6500	16,394%	16,212%	4	17,17%	18,02%		
TF0916	29-07-2011	01-09-2016	100,7750	17,753%	18,160%	5	17,17%	18,02%		
TF01116	29-07-2011	18-11-2016	101,9000	17,437%	17,898%	5	17,17%	18,02%		
TF0317	29-07-2011	02-03-2017	100,0000	17,986%	18,239%	6	18,42%	19,27%		
TF01012	31-08-2011	25-10-2012	103,2500	10,981%	10,899%	1	11,03%	10,72%	1,215614716	1,567563396
TF01215	31-08-2011	31-12-2015	103,5190	16,105%	16,498%	4	15,92%	15,95%		
TF0616	31-08-2011	17-06-2016	101,0932	17,649%	18,515%	5	17,54%	17,69%		
TF0217	31-08-2011	18-06-2016	100,0909	17,964%	17,759%	6	17,54%	17,69%		
TF0317	31-08-2011	02-03-2017	100,4844	17,857%	18,664%	6	19,16%	19,42%		
TF0812	30-09-2011	30-08-2012	100,9222	12,786%	13,973%	1	12,65%	13,08%	0,989464939	1,540119728
TF0414	30-09-2011	17-04-2014	104,3000	13,977%	14,842%	3	14,96%	15,35%		
TF0814	30-09-2011	08-08-2014	102,0157	15,112%	15,780%	3	14,96%	15,35%		
TF0115	30-09-2011	30-01-2015	104,5000	15,258%	15,607%	3	14,96%	15,35%		
TF0616	30-09-2011	17-06-2016	101,1141	17,646%	17,301%	5	17,26%	17,61%		
TF01116	30-09-2011	18-11-2016	101,9352	17,414%	17,451%	5	17,26%	17,61%		
TF0217	30-09-2011	03-02-2017	100,3045	17,897%	18,216%	5	17,26%	17,61%		
TF0317	30-09-2011	02-03-2017	100,0000	17,990%	17,843%	6	18,41%	18,73%		
TF0814	31-10-2011	08-08-2014	103,9912	14,245%	15,387%	3	14,09%	14,93%	0,503913225	1,328521164
TF01116	31-10-2011	18-11-2016	103,2500	17,025%	17,536%	5	17,40%	18,24%		
TF0217	31-10-2011	03-02-2017	100,7224	17,781%	18,646%	5	17,40%	18,24%		
TF0814	30-11-2011	08-08-2014	101,9257	15,114%	14,950%	3	14,26%	14,99%	3,119243915	1,827247888
TF0515	30-11-2011	28-05-2015	103,9590	15,525%	16,749%	4	16,16%	16,89%		
TF01215	30-11-2011	31-12-2015	103,6000	16,031%	16,437%	4	16,16%	16,89%		
TF0916	30-11-2011	01-09-2016	102,5000	17,222%	18,263%	5	18,04%	18,77%		
TF0317	30-11-2011	02-03-2017	101,0857	17,677%	18,569%	5	18,04%	18,77%		
TF01012	30-12-2011	25-10-2012	102,6500	10,613%	13,387%	1	11,21%	13,58%	0,885254071	0,742088899
TF0115	30-12-2011	30-01-2015	105,9125	14,599%	14,693%	3	14,25%	15,24%		
TF01215	30-12-2011	31-12-2015	105,0633	15,542%	16,421%	4	15,77%	16,06%		
TF0216	30-12-2011	25-02-2016	103,9896	16,651%	16,470%	4	15,77%	16,06%		
TF0916	30-12-2011	01-09-2016	103,0000	17,054%	16,844%	5	17,28%	16,88%		
TF01116	30-12-2011	18-11-2016	103,2500	17,003%	17,025%	5	17,28%	16,88%		
TF0217	30-12-2011	03-02-2017	103,3368	17,003%	17,191%	5	17,28%	16,88%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2012

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB0419	31-01-2012	18-04-2019	114,2599	14,9766%	14,0097%	7	15,059%	13,718%	0,003337379	0,023673029
VB0120	31-01-2012	02-01-2020	116,3684	14,9324%	14,2373%	8	14,895%	14,166%		
VB0512	29-02-2012	25-05-2012	100,0887	10,9017%	11,4199%	0,2	11,441%	11,441%	0,266041889	0,266041889
VB1216	29-02-2012	29-12-2016	103,2500	15,5002%	15,8469%	5	15,555%	15,555%		
VB1217	29-02-2012	08-12-2017	103,5000	15,6307%	15,9585%	6	16,228%	16,228%		
VB0618	29-02-2012	08-06-2018	104,2500	16,4817%	16,1662%	6	16,228%	16,228%		
VB0419	29-02-2012	18-04-2019	103,2726	17,4048%	16,9891%	7	16,835%	16,835%		
VB0120	29-02-2012	02-01-2020	102,8415	17,7838%	17,4917%	8	17,378%	17,378%		
VB0614	30-03-2012	26-06-2014	103,5000	9,7339%	8,6050%	2	9,466%	8,273%	0,339929588	0,334184963
VB1117	30-03-2012	23-11-2017	105,2500	15,2316%	14,8165%	6	15,203%	14,866%		
VB0419	30-03-2012	18-04-2019	105,6557	16,8353%	16,7629%	7	16,469%	16,343%		
VB0120	30-03-2012	02-01-2020	105,6521	17,1427%	17,1974%	8	17,667%	17,754%		
VB0618	30-04-2012	08-06-2018	101,7500	16,4817%	16,3874%	6	16,353%	16,315%	0,00291854	0,037536228
VB0120	30-04-2012	02-01-2020	100,5000	17,1359%	16,5494%	8	17,102%	16,670%		
VB0620	30-04-2012	18-06-2020	100,0529	17,3480%	16,8840%	8	17,215%	16,714%		
VB0513	31-05-2012	03-05-2013	98,0000	12,9301%	15,5548%	1	12,030%	14,615%	2,492843414	3,014475392
VB0914	31-05-2012	19-09-2014	97,0000	12,3499%	14,9716%	2	12,998%	15,141%		
VB0616	31-05-2012	17-06-2016	103,3685	14,2536%	14,8682%	4	14,734%	15,998%		
VB1216	31-05-2012	29-12-2016	100,7346	15,0769%	15,7011%	5	15,502%	16,328%		
VB1217	31-05-2012	08-12-2017	100,5503	16,2620%	16,9013%	6	16,204%	16,594%		
VB0319	31-05-2012	28-03-2019	100,1470	17,0128%	17,0123%	7	16,840%	16,795%		
VB0419	31-05-2012	18-04-2019	98,9373	17,1736%	16,9336%	7	16,840%	16,795%		
VB0620	31-05-2012	18-06-2020	100,0640	17,3459%	17,2342%	8	17,410%	16,931%		
VB1014	29-06-2012	09-10-2014	100,0157	10,7477%	12,5650%	2	10,863%	12,118%	1,37506552	0,185615202
VB0616	29-06-2012	17-06-2016	100,7000	14,7231%	14,4935%	4	13,757%	14,378%		
VB1117	29-06-2012	23-11-2017	100,0000	15,7907%	15,8117%	5	15,101%	15,406%		
VB1217	29-06-2012	08-12-2017	100,0000	15,8145%	15,6013%	6	16,377%	16,366%		
VB0319	29-06-2012	28-03-2019	100,2443	16,9962%	17,3844%	7	17,584%	17,259%		
VB1117	31-07-2012	23-11-2017	103,5625	14,8200%	15,0460%	5	14,978%	15,046%	1,094563332	0,392745478
VB1217	31-07-2012	08-12-2017	101,5857	15,3738%	15,5341%	5	14,978%	15,534%		
VB0319	31-07-2012	28-03-2019	100,0000	17,0808%	16,7240%	7	16,838%	16,724%		
VB0419	31-07-2012	18-04-2019	100,0000	17,1976%	16,5511%	7	16,838%	16,551%		
VB0120	31-07-2012	02-01-2020	100,0000	17,5624%	16,9995%	8	17,665%	16,999%		
VB0620	31-07-2012	18-06-2020	100,3750	17,2726%	16,8390%	8	17,665%	16,839%		
VB0121	31-07-2012	29-01-2021	100,1632	17,8538%	17,5813%	9	18,423%	17,581%		
VB0620	31-08-2012	18-06-2020	100,1835	17,3178%	17,2490%	8	17,341%	17,238%	0,005452492	0,041556351
VB0121	31-08-2012	29-01-2021	100,1828	17,8573%	17,0039%	9	18,137%	16,443%		
VB0319	28-09-2012	28-03-2019	100,0833	17,0658%	17,5292%	7	16,444%	16,444%	0,02276019	0,945838583
VB0120	28-09-2012	02-01-2020	100,0813	17,5445%	17,7312%	7	17,275%	17,275%		
VB0121	28-09-2012	29-01-2021	100,0583	18,2075%	17,3407%	8	17,891%	17,891%		
VB0813	31-10-2012	16-08-2013	103,0000	7,0158%	9,0636%	1	7,674%	9,221%	2,380640627	3,836284423
VB1117	31-10-2012	23-11-2017	107,5000	14,3235%	14,3067%	5	13,802%	14,016%		
VB1217	31-10-2012	08-12-2017	107,7500	14,4576%	14,1946%	5	13,802%	14,016%		
VB0419	31-10-2012	18-04-2019	105,8500	15,7696%	14,9624%	7	14,790%	14,674%		
VB0120	31-10-2012	02-01-2020	112,6112	14,6009%	13,8098%	7	15,563%	15,117%		
VB0121	31-10-2012	29-01-2021	112,1292	15,8982%	15,0884%	8	16,121%	15,346%		
VB0521	31-10-2012	20-05-2021	103,5500	16,8744%	16,7027%	9	16,464%	15,361%		
VB0817	30-11-2012	11-08-2017	112,6600	12,8319%	11,5622%	5	12,712%	11,481%	0,33155098	1,318315856
VB1117	30-11-2012	23-11-2017	115,0000	12,3633%	10,8169%	5	12,774%	11,568%		
VB0319	30-11-2012	28-03-2019	114,0000	13,8341%	13,3156%	6	13,302%	12,317%		
VB0419	30-11-2012	18-04-2019	116,1571	13,4355%	12,5717%	6	13,820%	13,080%		
VB0120	30-11-2012	02-01-2020	116,1500	13,8583%	13,2970%	7	13,915%	13,224%		
VB0620	30-11-2012	18-06-2020	115,4980	14,1013%	13,7765%	8	14,266%	13,771%		
VB0121	30-11-2012	29-01-2021	116,9500	14,3757%	13,5038%	8	14,386%	13,964%		
VB0614	31-12-2012	26-06-2014	100,6000	10,5515%	10,2947%	2	10,923%	10,720%	1,020142466	0,90143046
VB0319	31-12-2012	28-03-2019	117,3500	13,0935%	12,7787%	6	13,636%	13,201%		
VB0419	31-12-2012	18-04-2019	111,7000	14,3815%	14,1031%	6	13,843%	13,385%		
VB0121	31-12-2012	29-01-2021	115,0376	15,0187%	14,1682%	8	14,555%	14,006%		
VB0521	31-12-2012	20-05-2021	115,2500	14,4942%	13,9732%	9	14,907%	14,300%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2012

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF0916	31-01-2012	01-09-2016	123,2500	12,144%	9,924%	5	15,195%	14,007%	30,08664207	50,77538425
TF1116	31-01-2012	18-11-2016	120,0000	13,293%	11,546%	5	15,195%	14,007%		
TF0115	31-01-2012	30-01-2015	102,4559	18,484%	18,125%	5	15,195%	14,007%		
TF0217	31-01-2012	03-02-2017	102,4559	18,484%	18,125%	5	15,195%	14,007%		
TF1012	29-02-2012	25-10-2012	100,2157	15,732%	16,397%	1	16,274%	15,615%	3,056841056	5,79667732
TF0515	29-02-2012	28-05-2015	104,8767	16,748%	16,284%	3	16,268%	15,609%		
TF0216	29-02-2012	25-02-2016	108,0000	16,790%	15,980%	4	16,260%	15,601%		
TF0616	29-02-2012	17-06-2016	112,8012	15,013%	13,664%	4	16,260%	15,601%		
TF1116	29-02-2012	18-11-2016	107,5000	15,810%	14,826%	5	16,248%	15,589%		
TF0115	29-02-2012	30-01-2015	105,5000	16,633%	15,905%	5	16,248%	15,589%		
TF0217	29-02-2012	03-02-2017	105,5000	16,633%	15,905%	5	16,248%	15,589%		
TF0418	29-02-2012	12-04-2018	106,9311	16,709%	15,837%	6	16,233%	15,574%		
TF1215	30-03-2012	31-12-2015	108,2500	15,766%	14,828%	4	16,016%	14,813%	12,48547371	19,29802193
TF0616	30-03-2012	17-06-2016	111,0000	14,605%	13,130%	4	16,016%	14,813%		
TF1116	30-03-2012	18-11-2016	116,0000	13,820%	12,203%	5	15,372%	14,169%		
TF0115	30-03-2012	30-01-2015	105,4560	17,070%	16,448%	5	15,372%	14,169%		
TF0217	30-03-2012	03-02-2017	105,4560	17,070%	16,448%	5	15,372%	14,169%		
TF0317	30-03-2012	02-03-2017	114,1500	14,292%	12,916%	5	15,372%	14,169%		
TF0418	30-03-2012	12-04-2018	108,8621	16,593%	15,691%	6	14,724%	13,521%		
TF1212	30-04-2012	06-12-2012	102,7500	7,204%	5,675%	1	9,141%	7,678%	15,82837642	19,96267443
TF0916	30-04-2012	01-09-2016	121,0000	12,507%	10,299%	4	13,497%	12,034%		
TF1116	30-04-2012	18-11-2016	115,2500	14,403%	12,928%	5	14,942%	13,479%		
TF0115	30-04-2012	30-01-2015	114,2500	14,977%	13,737%	5	14,942%	13,479%		
TF0217	30-04-2012	03-02-2017	114,2500	14,977%	13,737%	5	14,942%	13,479%		
TF0418	30-04-2012	12-04-2018	110,6324	15,400%	14,314%	6	16,382%	14,919%		
TF0616	31-05-2012	17-06-2016	112,5500	14,982%	13,550%	4	15,132%	13,958%	1,109014924	2,449087032
TF1116	31-05-2012	18-11-2016	112,4000	14,322%	12,826%	5	15,176%	14,002%		
TF0115	31-05-2012	30-01-2015	110,5000	15,149%	13,962%	5	15,176%	14,002%		
TF0217	31-05-2012	03-02-2017	110,5000	15,149%	13,962%	5	15,176%	14,002%		
TF0317	31-05-2012	02-03-2017	113,0000	15,378%	14,254%	5	15,176%	14,002%		
TF0418	31-05-2012	12-04-2018	110,5223	15,780%	14,751%	6	15,216%	14,042%		
TF0818	31-05-2012	23-08-2018	102,5490	15,363%	14,657%	6	15,216%	14,042%		
TF1215	29-06-2012	31-12-2015	109,0000	15,420%	14,295%	4	15,050%	14,108%	2,808576608	5,160452015
TF0216	29-06-2012	25-02-2016	111,7206	14,369%	12,627%	4	15,050%	14,108%		
TF0115	29-06-2012	30-01-2015	110,5000	15,530%	14,433%	5	14,991%	14,050%		
TF0217	29-06-2012	03-02-2017	110,5000	15,530%	14,433%	5	14,991%	14,050%		
TF0317	29-06-2012	02-03-2017	113,0000	14,479%	13,087%	5	14,991%	14,050%		
TF0418	29-06-2012	12-04-2018	110,9628	16,020%	15,020%	6	14,929%	13,988%		
TF0818	29-06-2012	23-08-2018	103,2604	15,493%	14,811%	6	14,929%	13,988%		
TF0418	31-07-2012	12-04-2018	111,6000	15,108%	13,952%	6	15,111%	14,423%	0,171844312	0,351680111
TF0818	31-07-2012	23-08-2018	104,5000	15,534%	14,854%	6	15,111%	14,423%		
TF1214	31-08-2012	25-12-2014	98,5000	11,329%	12,293%	2	11,973%	11,792%	9,262306155	3,669573721
TF0515	31-08-2012	28-05-2015	106,8813	13,987%	12,282%	3	12,630%	12,450%		
TF1116	31-08-2012	18-11-2016	106,8813	15,864%	14,807%	4	13,283%	13,102%		
TF0418	31-08-2012	12-04-2018	114,1500	14,831%	13,592%	6	14,573%	14,392%		
TF0818	31-08-2012	23-08-2018	105,7500	14,567%	13,710%	6	14,573%	14,392%		
TF0419	31-08-2012	18-04-2019	105,8333	14,982%	14,174%	7	15,210%	15,030%		
TF0216	28-09-2012	25-02-2016	112,2000	14,012%	12,045%	3	14,462%	13,983%	10,31596283	12,70326655
TF0916	28-09-2012	01-09-2016	112,4500	14,210%	12,500%	4	14,640%	14,162%		
TF1116	28-09-2012	18-11-2016	106,6653	16,345%	15,429%	4	14,640%	14,162%		
TF0115	28-09-2012	30-01-2015	107,4561	16,370%	15,489%	4	14,813%	14,335%		
TF0217	28-09-2012	03-02-2017	107,4561	16,370%	15,489%	4	14,813%	14,335%		
TF0418	28-09-2012	12-04-2018	113,8219	15,237%	14,066%	6	14,982%	14,503%		
TF0419	28-09-2012	18-04-2019	105,9000	15,253%	14,483%	7	15,145%	14,667%		
TF0515	31-10-2012	28-05-2015	113,0000	12,408%	9,689%	3	12,403%	8,956%	3,818197644	19,76792408
TF1215	31-10-2012	31-12-2015	114,5157	12,202%	9,635%	3	12,403%	8,956%		
TF1116	31-10-2012	18-11-2016	116,5000	13,763%	11,879%	4	13,040%	10,837%		
TF0418	31-10-2012	12-04-2018	112,1500	14,903%	13,692%	6	14,298%	14,582%		
TF0518	31-10-2012	11-05-2018	86,0000	14,060%	15,676%	6	14,298%	14,582%		
TF0419	31-10-2012	18-04-2019	112,9203	13,093%	11,921%	7	14,920%	16,446%		
TF0819	31-10-2012	02-08-2019	82,0000	14,600%	15,972%	7	14,920%	16,446%		
TF0216	30-11-2012	25-02-2016	117,3250	11,597%	8,588%	3	13,670%	12,071%	11,73394002	20,55311005
TF0616	30-11-2012	17-06-2016	112,9000	14,585%	12,840%	4	14,309%	12,711%		
TF0916	30-11-2012	01-09-2016	112,1250	15,233%	13,796%	4	14,309%	12,711%		
TF1116	30-11-2012	18-11-2016	107,3813	15,610%	14,421%	4	14,309%	12,711%		
TF0317	30-11-2012	02-03-2017	112,3800	15,383%	14,135%	4	14,309%	12,711%		
TF0419	30-11-2012	18-04-2019	109,2813	14,160%	13,198%	6	16,193%	14,595%		
TF0515	31-12-2012	28-05-2015	113,0000	11,517%	8,392%	2	11,406%	7,146%	0,801808413	3,317289095
TF0916	31-12-2012	01-09-2016	115,0000	13,251%	11,074%	4	12,623%	9,898%		
TF0418	31-12-2012	12-04-2018	119,8755	13,683%	12,085%	5	13,224%	11,265%		
TF0419	31-12-2012	18-04-2019	110,7727	14,121%	13,135%	6	13,818%	12,627%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2013

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB0915	31-01-2013	11-09-2015	103,5000	9,3848%	9,3034%	3	10,357%	9,625%	1,229247618	0,219678258
VB1117	31-01-2013	23-11-2017	116,2500	11,9503%	11,1324%	5	11,844%	11,132%		
VB1217	31-01-2013	08-12-2017	115,7396	12,1009%	11,1228%	5	11,844%	11,132%		
VB0419	31-01-2013	18-04-2019	118,0000	13,0076%	11,6734%	6	12,467%	11,765%		
VB0120	31-01-2013	02-01-2020	119,3966	13,2297%	12,2118%	7	13,008%	12,317%		
VB0620	31-01-2013	18-06-2020	117,9783	13,6151%	12,8949%	7	13,470%	12,788%		
VB0222	31-01-2013	10-02-2022	121,6036	13,3903%	13,2875%	9	13,851%	13,180%		
VB0123	31-01-2013	19-01-2023	120,4325	13,9409%	13,4242%	10	14,153%	13,491%		
VB0616	28-02-2013	17-06-2016	112,6744	10,8935%	9,8817%	3	10,930%	9,856%	2,450394202	2,062959703
VB1217	28-02-2013	08-12-2017	117,5000	11,6203%	10,8597%	5	12,089%	11,174%		
VB0718	28-02-2013	19-07-2018	117,6000	12,4896%	11,3073%	5	12,201%	11,304%		
VB0319	28-02-2013	28-03-2019	115,0778	13,6085%	13,0029%	6	12,712%	11,903%		
VB0521	28-02-2013	20-05-2021	115,5000	14,4252%	13,5544%	8	13,487%	12,853%		
VB0123	28-02-2013	19-01-2023	125,8523	13,0722%	12,8065%	10	13,933%	13,474%		
VB0817	29-03-2013	11-08-2017	105,2000	14,8074%	14,7140%	4	12,740%	12,423%	8,794719224	12,22725474
VB0319	29-03-2013	28-03-2019	115,0780	13,5856%	13,3473%	6	14,136%	13,747%		
VB0120	29-03-2013	02-01-2020	120,4000	12,9798%	12,5358%	7	14,708%	14,283%		
VB0620	29-03-2013	18-06-2020	117,1657	13,7364%	12,6324%	7	14,863%	14,428%		
VB0222	29-03-2013	10-02-2022	104,3572	16,4931%	16,0537%	9	15,601%	15,105%		
VB0123	29-03-2013	19-01-2023	105,0779	16,6767%	16,4477%	10	15,923%	15,392%		
VB1216	30-04-2013	29-12-2016	110,0000	12,3357%	10,7420%	4	12,076%	10,356%	1,480116087	2,3319919
VB1117	30-04-2013	23-11-2017	116,7657	12,4088%	10,6846%	5	12,743%	11,206%		
VB0419	30-04-2013	18-04-2019	119,0157	12,6065%	11,0681%	6	13,326%	11,972%		
VB0120	30-04-2013	02-01-2020	119,0157	13,2540%	11,9662%	7	13,826%	12,653%		
VB0620	30-04-2013	18-06-2020	114,0000	14,5601%	13,5432%	7	13,915%	12,779%		
VB0121	30-04-2013	29-01-2021	119,0157	14,4837%	13,5604%	8	14,242%	13,250%		
VB0620	31-05-2013	18-06-2020	117,3082	13,5468%	13,0927%	7	13,603%	12,915%	0,184377169	0,00544474
VB0121	31-05-2013	29-01-2021	114,0314	14,7366%	13,8000%	8	14,683%	14,019%		
VB0222	31-05-2013	10-02-2022	108,2070	15,5518%	14,8404%	9	15,545%	14,907%		
VB0123	31-05-2013	19-01-2023	108,3083	15,8846%	15,4419%	10	16,191%	15,579%		
VB0616	28-06-2013	17-06-2016	111,2344	10,8189%	8,5768%	3	10,788%	8,871%	0,949734297	1,881769432
VB1117	28-06-2013	23-11-2017	115,6563	11,7039%	10,2224%	4	11,654%	10,011%		
VB1217	28-06-2013	08-12-2017	114,8000	11,9623%	10,3567%	5	12,435%	11,065%		
VB0319	28-06-2013	28-03-2019	115,5000	13,2496%	12,9488%	6	13,131%	12,033%		
VB0121	28-06-2013	29-01-2021	114,5000	14,9015%	13,9725%	8	14,269%	13,713%		
VB0222	28-06-2013	10-02-2022	114,4227	14,3518%	13,8868%	9	14,712%	14,425%		
VB0123	28-06-2013	19-01-2023	115,0000	14,6514%	14,5120%	10	15,070%	15,052%		
VB1216	31-07-2013	29-12-2016	113,2500	10,5747%	8,6977%	3	10,320%	8,443%	1,660728686	1,623364895
VB1117	31-07-2013	23-11-2017	115,6720	11,6333%	10,6372%	4	11,288%	9,676%		
VB0319	31-07-2013	28-03-2019	115,5000	13,0623%	11,9701%	6	12,964%	11,880%		
VB0419	31-07-2013	18-04-2019	116,5000	12,8388%	11,4254%	6	12,964%	11,880%		
VB0120	31-07-2013	02-01-2020	118,3057	12,9791%	11,8382%	7	13,673%	12,853%		
VB0620	31-07-2013	18-06-2020	117,3500	13,3536%	12,5180%	7	13,673%	12,853%		
VB0121	31-07-2013	29-01-2021	115,0367	15,1120%	14,1893%	8	14,298%	13,739%		
VB0123	31-07-2013	19-01-2023	114,8500	14,6727%	14,8173%	10	15,291%	15,254%		
VB1117	30-08-2013	23-11-2017	118,7500	10,7623%	8,3927%	4	11,302%	9,047%	1,568957045	2,41910977
VB0419	30-08-2013	18-04-2019	119,1500	12,5823%	10,9864%	6	12,331%	10,690%		
VB0120	30-08-2013	02-01-2020	122,0000	12,6777%	11,2145%	6	12,495%	10,976%		
VB0620	30-08-2013	18-06-2020	119,5000	13,5125%	12,3074%	7	12,716%	11,381%		
VB0521	30-08-2013	20-05-2021	124,5000	12,5594%	11,4328%	8	13,015%	11,985%		
VB0424	30-08-2013	18-04-2024	126,5160	13,2502%	12,9416%	11	13,402%	13,282%		
VB0125	30-08-2013	09-01-2025	126,9920	13,3135%	13,3886%	12	13,361%	13,543%		
VB0419	30-09-2013	18-04-2019	118,3750	13,0511%	11,5467%	6	12,698%	11,236%	1,002612461	1,17229857
VB0620	30-09-2013	18-06-2020	120,5313	12,5614%	11,1874%	7	13,425%	12,180%		
VB0121	30-09-2013	29-01-2021	120,0157	13,6136%	12,5262%	7	14,063%	13,033%		
VB0424	30-09-2013	18-04-2024	114,0561	15,5084%	14,9760%	11	15,436%	15,050%		
VB0125	30-09-2013	09-01-2025	113,7850	15,6176%	15,3961%	11	15,716%	15,542%		
VB0817	31-10-2013	11-08-2017	113,6798	12,6972%	10,9177%	4	11,681%	9,759%	3,771022239	4,730681089
VB0120	31-10-2013	02-01-2020	123,7729	11,8152%	10,1390%	6	12,781%	11,281%		
VB0620	31-10-2013	18-06-2020	122,0000	12,5241%	11,1218%	7	13,193%	11,902%		
VB0424	31-10-2013	18-04-2024	122,0000	13,5343%	13,1103%	11	13,927%	13,468%		
VB0125	31-10-2013	09-01-2025	116,0671	14,8517%	14,4598%	11	13,923%	13,527%		
VB0616	29-11-2013	17-06-2016	115,7000	8,2598%	5,9389%	3	8,453%	6,216%	0,355170691	0,722333641
VB0620	29-11-2013	18-06-2020	127,1500	11,1985%	10,1815%	7	11,489%	10,320%		
VB0521	29-11-2013	20-05-2021	127,5000	11,8088%	10,5220%	8	12,016%	11,112%		
VB0222	29-11-2013	10-02-2022	127,6475	11,7035%	10,6966%	8	12,156%	11,331%		
VB0123	29-11-2013	19-01-2023	125,5896	12,5124%	12,0145%	9	12,450%	11,811%		
VB0424	29-11-2013	18-04-2024	125,0200	13,0595%	12,8732%	11	12,793%	12,417%		
VB0125	29-11-2013	09-01-2025	125,2000	13,3742%	13,3996%	11	13,044%	12,930%		
VB0514	31-12-2013	02-05-2014	102,1000	5,5883%	2,8603%	0	5,733%	2,281%	0,8424414	3,664234306
VB0817	31-12-2013	11-08-2017	125,0156	8,5789%	4,9189%	4	9,256%	6,889%		
VB0120	31-12-2013	02-01-2020	127,6000	11,5410%	9,7197%	6	10,752%	9,001%		
VB0222	31-12-2013	10-02-2022	128,8574	11,7806%	10,7063%	8	11,876%	10,736%		
VB0123	31-12-2013	19-01-2023	128,4194	12,0551%	11,7845%	9	12,300%	11,464%		
VB0125	31-12-2013	09-01-2025	130,7500	13,0452%	12,8794%	11	12,870%	12,641%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2013

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NEL SON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF0414	31-01-2013	17-04-2014	107,0000	9,854%	7,130%	1	9,977%	6,960%	0,238619816	0,265920697
TF0818	31-01-2013	23-08-2018	118,5000	11,491%	10,536%	6	11,492%	10,517%		
TF0419	31-01-2013	18-04-2019	118,6500	11,765%	10,322%	6	11,492%	10,517%		
TF0221	31-01-2013	04-02-2021	120,4839	12,456%	12,125%	8	12,073%	11,914%		
TF0115	28-02-2013	30-01-2015	109,2500	11,610%	9,495%	2	11,950%	9,745%	1,201603274	0,602804918
TF0616	28-02-2013	17-06-2016	116,0145	12,101%	10,869%	3	12,184%	10,300%		
TF0419	28-02-2013	18-04-2019	112,4309	13,045%	12,245%	6	12,863%	11,944%		
TF1120	28-02-2013	26-11-2020	120,8144	12,763%	12,499%	8	13,297%	13,021%		
TF0221	28-02-2013	04-02-2021	110,9582	14,191%	13,433%	8	13,297%	13,021%		
TF0115	29-03-2013	30-01-2015	117,7500	6,787%	2,646%	2	9,713%	7,160%	20,08177992	42,78546065
TF1215	29-03-2013	31-12-2015	116,0697	10,539%	9,134%	3	10,895%	8,910%		
TF1116	29-03-2013	18-11-2016	112,7500	13,544%	12,260%	4	12,072%	10,656%		
TF0217	29-03-2013	03-02-2017	110,0157	14,579%	14,053%	4	12,072%	10,656%		
TF0418	29-03-2013	12-04-2018	116,2000	13,549%	13,056%	5	13,246%	12,398%		
TF0419	29-03-2013	18-04-2019	108,4028	13,934%	13,725%	6	14,416%	14,136%		
TF0221	29-03-2013	04-02-2021	105,1060	15,369%	15,004%	8	16,744%	17,601%		
TF01215	30-04-2013	31-12-2015	110,3000	12,685%	10,944%	3	12,370%	10,180%	0,559605766	1,62140505
TF0916	30-04-2013	01-09-2016	115,0000	12,491%	11,112%	3	12,370%	10,180%		
TF0317	30-04-2013	02-03-2017	117,2657	12,339%	10,957%	4	12,817%	10,988%		
TF0418	30-04-2013	12-04-2018	116,2500	13,488%	12,083%	5	13,260%	11,792%		
TF0221	30-04-2013	04-02-2021	111,0000	14,157%	13,999%	8	14,566%	14,182%		
TF0322	30-04-2013	03-03-2022	104,5202	15,069%	14,736%	9	14,994%	14,971%		
TF0616	31-05-2013	17-06-2016	116,1300	11,698%	10,284%	3	11,843%	9,426%	1,33640498	2,351730353
TF01116	31-05-2013	18-11-2016	115,4020	12,518%	10,152%	4	12,206%	10,392%		
TF0818	31-05-2013	23-08-2018	114,0700	12,345%	10,895%	5	12,566%	11,353%		
TF0419	31-05-2013	18-04-2019	111,5000	13,179%	12,426%	6	12,921%	12,310%		
TF1120	31-05-2013	26-11-2020	118,0000	13,209%	12,989%	8	13,620%	14,212%		
TF0221	31-05-2013	04-02-2021	111,3257	14,079%	13,296%	8	13,620%	14,212%		
TF0322	31-05-2013	03-03-2022	106,9542	14,588%	14,520%	9	13,964%	15,157%		
TF0115	28-06-2013	30-01-2015	113,7500	7,836%	4,616%	2	9,201%	6,660%	3,76794574	10,87696497
TF01215	28-06-2013	31-12-2015	115,2480	10,353%	8,923%	3	9,943%	7,786%		
TF0818	28-06-2013	23-08-2018	113,7100	12,391%	11,326%	5	11,415%	10,025%		
TF0419	28-06-2013	18-04-2019	114,1250	12,563%	11,975%	6	12,144%	11,139%		
TF0221	28-06-2013	04-02-2021	116,0000	13,160%	12,538%	8	13,592%	13,353%		
TF0322	28-06-2013	03-03-2022	115,0000	13,101%	12,377%	9	14,309%	14,454%		
TF0216	31-07-2013	25-02-2016	117,7817	10,145%	7,688%	3	11,041%	8,598%	1,450817581	4,223665683
TF0616	31-07-2013	17-06-2016	116,9000	11,134%	8,689%	3	11,041%	8,598%		
TF0916	31-07-2013	01-09-2016	116,6250	11,586%	9,756%	3	11,041%	8,598%		
TF0317	31-07-2013	02-03-2017	118,0000	11,830%	10,190%	4	11,471%	9,540%		
TF0419	31-07-2013	18-04-2019	115,0000	12,337%	10,973%	6	12,318%	11,411%		
TF1120	31-07-2013	26-11-2020	117,9844	13,162%	12,602%	7	12,736%	12,340%		
TF0221	31-07-2013	04-02-2021	115,1750	13,299%	13,020%	8	13,149%	13,265%		
TF0322	31-07-2013	03-03-2022	115,5113	12,994%	12,536%	9	13,558%	14,185%		
TF0419	30-08-2013	18-04-2019	120,7500	11,048%	9,628%	6	10,386%	9,603%	2,227515184	0,427803085
TF0221	30-08-2013	04-02-2021	122,0000	12,019%	10,919%	8	11,879%	11,096%		
TF0322	30-08-2013	03-03-2022	122,5000	11,805%	11,467%	9	12,619%	11,836%		
TF0423	30-08-2013	06-04-2023	121,7742	12,151%	11,752%	10	13,354%	12,572%		
TF0916	30-09-2013	01-09-2016	121,0100	9,745%	6,263%	3	9,577%	6,331%	0,091493589	0,001654163
TF0322	30-09-2013	03-03-2022	117,7500	12,577%	11,795%	9	13,122%	12,320%		
TF0414	31-10-2013	17-04-2014	105,1313	4,804%	2,772%	0	7,662%	4,880%	16,91967992	13,74180661
TF01215	31-10-2013	31-12-2015	114,9714	9,601%	6,231%	2	8,490%	6,173%		
TF0916	31-10-2013	01-09-2016	119,0200	10,272%	7,740%	3	9,036%	7,028%		
TF01116	31-10-2013	18-11-2016	119,0000	10,698%	8,719%	3	9,036%	7,028%		
TF0818	31-10-2013	23-08-2018	121,0000	10,447%	9,106%	5	10,116%	8,727%		
TF0419	31-10-2013	18-04-2019	118,0000	11,554%	9,935%	6	10,649%	9,569%		
TF0221	31-10-2013	04-02-2021	122,5000	11,873%	11,320%	7	11,177%	10,407%		
TF0322	31-10-2013	03-03-2022	119,6186	12,238%	11,676%	8	12,222%	12,070%		
TF0423	31-10-2013	06-04-2023	126,0000	11,483%	10,795%	10	12,737%	12,894%		
TF0124	31-10-2013	04-01-2024	123,8750	12,157%	11,675%	10	12,737%	12,894%		
TF0616	29-11-2013	17-06-2016	117,0625	10,383%	8,280%	3	10,115%	8,149%	0,58984763	0,48750061
TF0818	29-11-2013	23-08-2018	119,5261	10,740%	8,640%	5	10,693%	9,114%		
TF0419	29-11-2013	18-04-2019	122,1500	10,599%	8,989%	5	10,975%	9,591%		
TF0221	29-11-2013	04-02-2021	124,4913	11,490%	10,235%	7	11,253%	10,062%		
TF0322	29-11-2013	03-03-2022	127,0000	11,020%	10,523%	8	11,526%	10,529%		
TF0423	29-11-2013	06-04-2023	122,6844	11,963%	11,508%	9	12,060%	11,450%		
TF0814	31-12-2013	08-08-2014	107,2100	3,988%	2,702%	1	4,536%	2,672%	1,737221157	0,636990692
TF0419	31-12-2013	18-04-2019	YTM	9,270%	7,461%	5	7,764%	6,801%		
TF0124	31-12-2013	04-01-2024	YTM	11,428%	11,316%	10	11,697%	11,860%		

Fuente: Cálculos Propios

*YTM: casos donde no se contaba con la referencia de precios y se consideró el rendimiento al vencimiento descontando los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2014

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB1117	31-01-2014	23-11-2017	128,7700	7,3329%	4,2214%	4	7,646%	4,482%	1,123610744	2,674826605
VB0718	31-01-2014	19-07-2018	132,6500	7,8079%	4,3844%	5	8,665%	5,967%		
VB0620	31-01-2014	18-06-2020	131,6533	10,1944%	8,5755%	6	9,589%	7,357%		
VB0121	31-01-2014	29-01-2021	132,2500	11,3594%	9,8523%	7	10,419%	8,651%		
VB0123	31-01-2014	19-01-2023	130,0796	11,7605%	10,9431%	9	11,798%	10,955%		
VB0424	31-01-2014	18-04-2024	131,0000	12,1412%	11,7244%	10	12,348%	11,965%		
VB0419	28-02-2014	18-04-2019	130,0000	9,3437%	7,0984%	5	9,350%	7,065%	0,331894564	0,675716965
VB0120	28-02-2014	02-01-2020	130,0000	10,1387%	8,4792%	6	9,990%	8,202%		
VB0620	28-02-2014	18-06-2020	130,9844	10,2665%	8,9373%	6	10,413%	9,120%		
VB0121	28-02-2014	29-01-2021	134,0000	10,4858%	8,7659%	7	10,413%	9,120%		
VB0224	28-02-2014	22-02-2024	146,1836	9,9390%	10,2269%	10	10,388%	10,573%		
VB0225	28-02-2014	27-02-2025	147,0997	10,1725%	10,9491%	11	9,951%	10,625%		
VB0319	31-03-2014	28-03-2019	126,7500	9,9069%	8,5123%	5	9,342%	7,645%	3,307712468	4,083021965
VB0620	31-03-2014	18-06-2020	128,5000	10,6048%	8,7096%	6	10,591%	9,130%		
VB0222	31-03-2014	10-02-2022	125,3573	11,9588%	11,1741%	8	12,797%	11,806%		
VB0224	31-03-2014	22-02-2024	106,8801	16,0142%	15,5282%	10	14,614%	14,091%		
VB0225	31-03-2014	27-02-2025	115,4102	14,7857%	14,4918%	11	15,378%	15,088%		
VB0915	30-04-2014	11-09-2015	103,0000	8,0711%	8,1128%	1	6,644%	5,150%	5,348256353	12,19725349
VB1117	30-04-2014	23-11-2017	118,7500	9,7076%	7,7743%	4	10,084%	8,865%		
VB0419	30-04-2014	18-04-2019	122,2575	10,7229%	8,6499%	5	11,035%	9,908%		
VB0120	30-04-2014	02-01-2020	123,9844	11,1021%	9,3758%	6	11,889%	10,852%		
VB0620	30-04-2014	18-06-2020	120,6000	12,0955%	10,9014%	6	12,048%	11,030%		
VB0424	30-04-2014	18-04-2024	125,0813	12,9551%	13,1740%	10	14,338%	13,663%		
VB0327	30-04-2014	11-03-2027	104,7343	16,5775%	16,2714%	13	15,171%	14,764%		
VB0817	30-05-2014	11-08-2017	118,9066	8,9788%	5,7965%	3	8,497%	5,591%	0,853069918	0,963590904
VB0419	30-05-2014	18-04-2019	125,2500	9,9740%	7,9857%	5	10,468%	8,321%		
VB0222	30-05-2014	10-02-2022	118,0000	13,0489%	12,0689%	8	12,696%	11,680%		
VB0224	30-05-2014	22-02-2024	119,5000	13,7667%	13,8891%	10	13,700%	13,431%		
VB0225	30-05-2014	27-02-2025	123,6603	13,4667%	13,7345%	11	14,058%	14,161%		
VB0327	30-05-2014	11-03-2027	115,8750	14,7155%	15,0101%	13	14,489%	15,333%		
VB0123	30-06-2014	19-01-2023	120,0500	13,0940%	12,7662%	9	13,491%	13,324%	0,17006091	0,437292514
VB0424	30-06-2014	18-04-2024	116,2143	14,1774%	14,0718%	10	13,971%	13,827%		
VB0125	30-06-2014	09-01-2025	116,4057	14,4561%	14,5123%	11	14,354%	14,233%		
VB0327	30-06-2014	11-03-2027	115,8000	14,6712%	14,4862%	13	14,835%	14,760%		
VB1216	31-07-2014	29-12-2016	114,3934	8,1620%	5,0548%	2	7,331%	4,175%	0,891453326	1,666117857
VB0120	31-07-2014	02-01-2020	126,6828	10,2850%	8,2593%	6	11,406%	9,579%		
VB0224	31-07-2014	22-02-2024	116,8509	14,0370%	13,8700%	10	13,923%	13,408%		
VB0424	31-07-2014	18-04-2024	116,7101	14,0881%	13,4660%	10	13,923%	13,408%		
VB0125	31-07-2014	09-01-2025	116,2933	14,4062%	13,9628%	11	14,312%	14,123%		
VB0225	31-07-2014	27-02-2025	117,3500	14,2969%	14,2269%	11	14,312%	14,123%		
VB0327	31-07-2014	11-03-2027	117,5232	14,3969%	14,4632%	13	14,802%	15,261%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2014

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO DE NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF0418	31-01-2014	12-04-2018	125,0000	10,617%	7,942%	4	11,41%	7,685%	1,281766141	4,765023535
TF0419	31-01-2014	18-04-2019	116,5000	11,761%	10,208%	5	11,06%	8,017%		
TF0221	31-01-2014	04-02-2021	132,5000	10,048%	9,036%	7	10,36%	8,667%		
TF0322	31-01-2014	03-03-2022	131,7500	10,230%	9,326%	8	10,00%	8,985%		
TF1215	28-02-2014	31-12-2015	118,6313	6,543%	2,170%	2	6,83%	2,348%	0,552684643	1,49123097
TF0221	28-02-2014	04-02-2021	135,7500	9,477%	7,710%	7	8,86%	6,587%		
TF0126	28-02-2014	08-01-2026	131,2112	10,417%	10,263%	12	10,76%	10,708%		
TF0818	31-03-2014	23-08-2018	124,4348	9,248%	6,836%	4	9,55%	7,440%	0,013451439	0,011236911
TF0126	31-03-2014	08-01-2026	105,1509	14,099%	13,936%	12	14,28%	14,249%		
TF0818	30-04-2014	23-08-2018	123,5000	9,386%	7,431%	4	9,44%	6,719%	0,579846004	4,102354231
TF0419	30-04-2014	18-04-2019	124,0000	9,892%	7,630%	5	10,02%	7,528%		
TF0221	30-04-2014	04-02-2021	124,0000	11,408%	10,654%	7	11,17%	9,133%		
TF0126	30-04-2014	08-01-2026	104,0000	14,294%	13,709%	12	13,96%	13,057%		
TF0528	30-04-2014	25-05-2028	102,0065	14,905%	14,565%	14	15,05%	14,593%		
TF0329	30-04-2014	01-03-2029	101,8523	15,181%	14,796%	15	15,58%	15,353%		
TF1215	30-05-2014	31-12-2015	111,5000	9,457%	7,257%	2	9,83%	7,264%		
TF0217	30-05-2014	03-02-2017	118,0000	10,323%	6,959%	3	10,19%	7,885%	1,448383764	3,111563258
TF0418	30-05-2014	12-04-2018	120,0000	11,577%	9,656%	4	10,54%	8,500%		
TF0322	30-05-2014	03-03-2022	121,3380	11,798%	11,338%	8	11,91%	10,913%		
TF0126	30-05-2014	08-01-2026	108,9167	13,474%	13,156%	12	13,19%	13,247%		
TF0528	30-05-2014	25-05-2028	108,5000	13,870%	13,907%	14	13,81%	14,384%		
TF0329	30-05-2014	01-03-2029	108,5000	14,124%	14,158%	15	14,11%	14,945%		
TF0418	30-06-2014	12-04-2018	120,0000	11,478%	10,085%	4	11,58%	9,601%		
TF0126	30-06-2014	08-01-2026	111,4358	13,074%	12,976%	12	13,19%	12,370%	0,012803678	1,108301933
TF0528	30-06-2014	25-05-2028	110,4500	13,574%	13,328%	14	13,55%	13,013%		
TF0329	30-06-2014	01-03-2029	111,0000	13,752%	13,543%	15	13,72%	13,327%		
TF0418	31-07-2014	12-04-2018	114,2500	13,124%	11,233%	4	13,01%	11,381%	0,720532184	3,238206901
TF0221	31-07-2014	04-02-2021	113,0000	13,493%	13,223%	7	13,20%	11,910%		
TF0322	31-07-2014	03-03-2022	113,6000	13,157%	12,623%	8	13,25%	12,076%		
TF0124	31-07-2014	04-01-2024	118,8625	12,800%	12,181%	10	13,34%	12,394%		
TF0126	31-07-2014	08-01-2026	111,9547	12,990%	12,504%	12	13,41%	12,692%		
TF0528	31-07-2014	25-05-2028	109,9666	13,641%	13,550%	14	13,47%	12,970%		
TF0329	31-07-2014	01-03-2029	110,3957	13,835%	13,768%	15	13,48%	13,102%		

Fuente: Cálculos Propios

Anexo E: Tabla resumen de los resultados obtenidos al cierre de cada mes para la estimación de la curva de rendimientos según el criterio de selección de volumen durante el periodo 2010-2014

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2010

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB0410	29-01-2010	22-04-2010	100,3700	10,6063%	11,6582%	0,2	12,201%	13,753%	16,21077475	19,94417419
VB0211	29-01-2010	11-02-2011	101,2000	11,0230%	13,8196%	1	12,650%	14,329%		
VB0511	29-01-2010	20-05-2011	97,3150	14,5101%	19,4239%	1	12,650%	14,329%		
VB0312	29-01-2010	08-03-2012	95,2373	14,8668%	17,2963%	2	13,168%	14,906%		
VB0512	29-01-2010	25-05-2012	97,8146	13,3466%	15,6348%	2	13,168%	14,906%		
VB0812	29-01-2010	30-08-2012	95,2657	14,4382%	17,0455%	3	13,596%	15,266%		
VB0413	29-01-2010	25-04-2013	93,2500	14,9176%	16,0720%	3	13,596%	15,266%		
VB0513	29-01-2010	03-05-2013	99,2376	12,5327%	14,2209%	3	13,596%	15,266%		
VB0713	29-01-2010	04-07-2013	94,0000	14,4995%	15,8723%	3	13,596%	15,266%		
VB0813	29-01-2010	16-08-2013	96,0694	13,6544%	15,5561%	4	13,932%	15,409%		
VB0614	29-01-2010	26-06-2014	95,7598	13,5537%	14,3830%	4	13,932%	15,409%		
VB1014	29-01-2010	09-10-2014	95,6500	13,5301%	14,0876%	5	14,178%	15,336%		
VB0915	29-01-2010	11-09-2015	94,5205	13,6423%	14,3252%	6	14,334%	15,048%		
VB2015	29-01-2010	30-10-2015	91,5156	14,4239%	15,8442%	6	14,334%	15,048%		
VB0410	26-02-2010	22-04-2010	100,5544	8,4997%	16,3938%	0,2	10,282%	13,372%	8,191385173	12,92580134
VB1210	26-02-2010	09-12-2010	101,3344	10,4558%	15,1564%	1	10,949%	13,790%		
VB0411	26-02-2010	14-04-2011	100,9500	11,3629%	12,5856%	1	10,949%	13,790%		
VB0312	26-02-2010	08-03-2012	97,8846	13,4262%	16,1057%	2	11,756%	14,157%		
VB0512	26-02-2010	25-05-2012	99,9690	12,2654%	12,0901%	2	11,756%	14,157%		
VB0413	26-02-2010	25-04-2013	98,5733	12,8215%	13,5235%	3	12,471%	14,308%		
VB0813	26-02-2010	16-08-2013	95,4844	13,9221%	14,6842%	4	13,094%	14,242%		
VB0614	26-02-2010	26-06-2014	96,8598	13,2269%	14,3725%	4	13,094%	14,242%		
VB0915	26-02-2010	11-09-2015	97,1390	12,9704%	13,7570%	6	14,067%	13,464%		
VB2015	26-02-2010	30-10-2015	95,1750	13,4945%	13,8422%	6	14,067%	13,464%		
VB0410	31-03-2010	22-04-2010	99,9844	12,2470%	50,3106%	0,1	11,798%	8,582%	1,374896693	0,302950294
VB0312	31-03-2010	08-03-2012	99,8975	11,9506%	12,4237%	2	12,542%	12,197%		
VB0713	31-03-2010	04-07-2013	100,0000	12,2772%	13,7705%	3	12,795%	13,751%		
VB0614	31-03-2010	26-06-2014	95,4644	13,6929%	15,6674%	4	12,958%	15,085%		
VB0411	30-04-2010	14-04-2011	100,7500	9,9987%	10,3276%	1	12,186%	14,012%	13,52068483	37,86604108
VB0312	30-04-2010	08-03-2012	98,4765	12,8085%	14,8957%	2	12,420%	13,965%		
VB0512	30-04-2010	25-05-2012	97,4844	13,6350%	16,3471%	2	12,420%	13,965%		
VB0812	30-04-2010	30-08-2012	95,0313	14,6149%	17,6031%	2	12,420%	13,965%		
VB0413	30-04-2010	25-04-2013	98,0000	13,2314%	13,4839%	3	12,564%	13,829%		
VB0713	30-04-2010	04-07-2013	98,0000	11,3541%	12,0294%	3	12,564%	13,829%		
VB0614	30-04-2010	26-06-2014	96,6167	11,8965%	12,6875%	4	12,616%	13,603%		
VB0915	30-04-2010	11-09-2015	97,7295	12,1608%	12,6325%	5	12,579%	13,287%		
VB0816	30-04-2010	12-08-2016	98,8977	12,5296%	12,8977%	6	12,452%	12,882%		
VB0512	31-05-2010	25-05-2012	97,9500	13,4561%	14,1563%	2	13,543%	14,142%	0,019812703	7,38147E-05
VB0813	31-05-2010	16-08-2013	96,2500	13,8223%	14,6704%	3	13,868%	14,595%		
VB0512	30-06-2010	25-05-2012	97,2500	14,0556%	15,9710%	2	14,372%	16,270%	0,438960767	0,36346232
VB0513	30-06-2010	03-05-2013	94,5000	15,1257%	17,6031%	3	14,603%	17,205%		
VB0614	30-06-2010	26-06-2014	88,9902	14,5147%	17,8431%	4	14,743%	18,046%		
VB0211	30-07-2010	11-02-2011	101,8767	8,9836%	15,0775%	1	11,002%	15,318%	6,870275029	2,357461647
VB0511	30-07-2010	20-05-2011	101,5600	10,4346%	14,1989%	1	11,002%	15,318%		
VB0312	30-07-2010	08-03-2012	97,6531	13,9954%	16,8586%	2	12,383%	15,944%		
VB0914	30-07-2010	19-09-2014	91,0000	15,3261%	17,0795%	4	14,859%	16,915%		
VB0915	30-07-2010	11-09-2015	89,0000	15,5049%	17,0582%	5	15,954%	17,261%		
VB0513	31-08-2010	03-05-2013	YTM	12,3077%	12,6229%	3	12,270%	12,555%		
VB0514	31-08-2010	02-05-2014	YTM	12,3737%	12,5942%	4	12,361%	12,512%		
VB0412	30-09-2010	05-04-2012	99,6646	12,6185%	16,2843%	2	11,912%	18,028%	0,352866966	0,039584578
VB0512	30-09-2010	25-05-2012	98,0500	13,6245%	15,5337%	2	13,716%	14,554%		
VB0812	30-09-2010	30-08-2012	98,1250	13,4081%	14,8012%	2	13,716%	14,554%	1,999457162	7,607667529
VB0411	29-10-2010	14-04-2011	101,3818	9,2036%	9,5431%	0,5	10,030%	11,235%		
VB0312	29-10-2010	08-03-2012	99,8940	12,3459%	14,4905%	1	10,694%	11,909%		
VB0813	29-10-2010	16-08-2013	98,7618	12,8294%	14,6124%	3	13,091%	14,349%		
VB0614	29-10-2010	26-06-2014	95,9010	13,7199%	14,7739%	4	14,136%	15,415%		
VB1014	29-10-2010	09-10-2014	94,7083	14,0459%	14,9358%	4	14,136%	15,415%		
VB0211	30-11-2010	11-02-2011	101,2233	6,0654%	8,9949%	0,2	8,345%	10,918%	11,72899523	17,1752254
VB0312	30-11-2010	08-03-2012	99,7676	12,4706%	16,6456%	1	10,180%	12,670%		
VB0512	30-11-2010	25-05-2012	99,4750	12,5452%	12,7340%	2	12,534%	14,913%		
VB0813	30-11-2010	16-08-2013	92,7813	15,4459%	17,2890%	3	14,780%	17,049%		
VB0614	30-11-2010	26-06-2014	91,0385	15,5737%	18,2934%	4	16,919%	19,078%		
VB1014	30-11-2010	09-10-2014	90,5143	15,5715%	17,8399%	4	16,919%	19,078%		
VB0211	31-12-2010	11-02-2011	YTM	16,3463%	16,1707%	0,1	15,438%	15,397%	4,620658415	4,922705948
VB0312	31-12-2010	08-03-2012	YTM	12,9409%	13,2143%	1	14,396%	14,626%		
VB0512	31-12-2010	25-05-2012	YTM	13,4586%	14,0670%	1	14,396%	14,626%		
VB0513	31-12-2010	03-05-2013	98,7500	13,8200%	14,6062%	2	12,923%	13,512%		
VB0713	31-12-2010	04-07-2013	YTM	11,4004%	12,0147%	3	11,353%	12,301%		

Fuente: Cálculos Proprios

* YTM: casos donde no se contaba con la referencia de precios y se consideró el rendimiento al vencimiento descontando los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2010

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO DE NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF0510	29-01-2010	28-05-2010	101,6500	7,859%	15,742%	0,3	10,601%	14,234%	15,76150257	8,657221839
TF0311	29-01-2010	03-03-2011	98,4392	10,751%	14,182%	1	11,033%	14,232%		
TF0411	29-01-2010	14-04-2011	101,1150	12,861%	12,885%	1	11,033%	14,232%		
TF0711	29-01-2010	07-07-2011	95,4657	12,828%	15,591%	1	11,608%	14,227%		
TF0911	29-01-2010	23-09-2011	102,1650	12,405%	12,747%	2	11,608%	14,227%		
TF0812	29-01-2010	30-08-2012	101,3966	13,228%	14,213%	3	12,183%	14,220%		
TF1212	29-01-2010	06-12-2012	89,9800	13,745%	17,279%	3	12,183%	14,220%		
TF1214	29-01-2010	25-12-2014	88,0000	13,063%	14,904%	5	13,329%	14,197%		
TF1016	29-01-2010	06-10-2016	75,4251	15,850%	17,643%	7	14,471%	14,165%		
TF0819	29-01-2010	02-08-2019	80,5076	13,520%	14,242%	10	16,178%	14,097%		
TF0510	26-02-2010	28-05-2010	101,1688	8,279%	8,195%	0,3	11,651%	13,175%	21,10078486	52,35241644
TF0411	26-02-2010	14-04-2011	101,3703	12,545%	14,058%	1	11,694%	13,173%		
TF0911	26-02-2010	23-09-2011	101,5698	12,755%	14,632%	2	11,751%	13,168%		
TF0812	26-02-2010	30-08-2012	100,6000	13,594%	15,694%	3	11,806%	13,161%		
TF1212	26-02-2010	06-12-2012	93,1542	12,413%	15,791%	3	11,806%	13,161%		
TF1016	26-02-2010	06-10-2016	97,4349	10,408%	10,597%	7	12,021%	13,106%		
TF1017	26-02-2010	05-10-2017	85,0000	12,977%	13,838%	8	12,073%	13,086%		
TF0518	26-02-2010	11-05-2018	91,6225	11,449%	11,497%	8	12,073%	13,086%		
TF0819	26-02-2010	02-08-2019	77,5000	14,211%	14,629%	10	12,174%	13,038%		
TF0411	31-03-2010	14-04-2011	105,0135	8,826%	9,961%	1	10,145%	10,145%	3,686624073	0,100497442
TF0911	31-03-2010	23-09-2011	102,8201	11,796%	10,663%	2	10,710%	10,710%		
TF0311	30-04-2010	03-03-2011	99,4785	9,878%	13,307%	1	11,977%	16,028%	19,90480307	44,28402304
TF0911	30-04-2010	23-09-2011	104,3000	10,558%	9,976%	1	12,295%	16,028%		
TF0812	30-04-2010	30-08-2012	100,9470	13,393%	14,633%	2	12,295%	15,999%		
TF1212	30-04-2010	06-12-2012	87,8962	15,132%	19,705%	3	12,611%	15,966%		
TF0513	30-04-2010	03-05-2013	93,1250	12,361%	15,598%	3	12,611%	15,966%		
TF1115	30-04-2010	13-11-2015	86,8400	15,289%	19,926%	3	12,611%	15,966%		
TF1214	30-04-2010	25-12-2014	87,2220	13,444%	15,539%	5	13,242%	15,895%		
TF1017	30-04-2010	05-10-2017	82,7500	13,561%	14,405%	8	14,182%	15,768%		
TF0819	30-04-2010	02-08-2019	81,4923	13,361%	14,120%	9	14,493%	15,721%		
TF1012	31-05-2010	25-10-2012	100,4878	13,747%	14,326%	2	14,788%	15,148%	0,412973814	0,574390952
TF1213	31-05-2010	13-12-2013	99,6100	16,221%	16,582%	4	16,354%	16,714%		
TF0115	31-05-2010	30-01-2015	99,4850	17,150%	17,310%	5	17,918%	18,278%		
TF0711	30-06-2010	07-07-2011	99,2500	10,143%	14,744%	1	9,909%	14,760%	3,918715865	0,485224927
TF0911	30-06-2010	23-09-2011	105,2000	9,413%	7,083%	1	9,909%	14,760%		
TF1012	30-06-2010	25-10-2012	99,0463	14,471%	16,494%	2	12,136%	15,647%		
TF0814	30-06-2010	08-08-2014	98,9997	16,322%	17,113%	4	16,587%	17,413%		
TF0411	30-07-2010	14-04-2011	102,1350	10,723%	10,310%	1	11,056%	11,056%	0,469636552	1,086551351
TF0911	30-07-2010	23-09-2011	102,2350	11,775%	12,301%	1	11,467%	11,467%		
TF1012	30-07-2010	25-10-2012	100,5150	13,732%	13,383%	2	13,109%	13,109%		
TF1013	30-07-2010	17-10-2013	99,2813	15,279%	15,326%	3	14,751%	14,751%		
TF0414	30-07-2010	17-04-2014	98,8272	16,419%	16,453%	4	14,751%	14,751%		
TF0515	30-07-2010	28-05-2015	98,5600	17,430%	17,636%	5	18,031%	18,031%		
TF0911	31-08-2010	23-09-2011	102,5000	11,360%	13,760%	1	12,248%	14,220%	1,391328893	3,254945214
TF0812	31-08-2010	30-08-2012	100,5313	13,574%	16,444%	2	12,998%	14,970%		
TF1012	31-08-2010	25-10-2012	100,7813	13,566%	14,173%	2	12,998%	14,970%		
TF0812	30-09-2010	30-08-2012	99,7500	14,014%	14,882%	2	14,039%	15,166%	0,101973805	0,48686842
TF1013	30-09-2010	17-10-2013	99,0602	15,377%	17,144%	3	15,363%	16,491%		
TF0814	30-09-2010	08-08-2014	98,8457	16,391%	17,303%	4	16,686%	17,814%		
TF0115	30-09-2010	30-01-2015	98,5957	17,449%	18,410%	4	16,686%	17,814%		
TF0812	29-10-2010	30-08-2012	100,6728	13,449%	15,166%	2	14,023%	14,959%	1,27092036	4,354607214
TF1013	29-10-2010	17-10-2013	99,9688	15,008%	14,947%	3	15,341%	16,038%		
TF1213	29-10-2010	13-12-2013	99,5750	16,221%	16,023%	3	15,341%	16,038%		
TF0414	29-10-2010	17-04-2014	98,8550	16,430%	16,489%	4	16,659%	17,116%		
TF0814	29-10-2010	08-08-2014	98,0000	16,709%	18,468%	4	16,659%	17,116%		
TF0515	29-10-2010	28-05-2015	98,6157	17,427%	17,686%	5	17,975%	18,193%		
TF0216	29-10-2010	25-02-2016	98,1000	18,549%	19,172%	5	17,975%	18,193%		
TF0616	29-10-2010	17-06-2016	98,7057	18,356%	18,423%	6	19,290%	19,269%		
TF1013	30-11-2010	17-10-2013	99,8125	15,066%	15,917%	3	15,345%	15,854%	0,44544888	0,341249516
TF0814	30-11-2010	08-08-2014	99,2869	16,249%	16,449%	4	16,618%	17,127%		
TF0115	30-11-2010	30-01-2015	98,6126	17,459%	17,807%	4	16,618%	17,127%		
TF0616	30-11-2010	17-06-2016	98,7160	18,359%	18,994%	6	19,161%	19,670%		
TF1012	31-12-2010	25-10-2012	99,9844	13,994%	16,327%	2	14,158%	15,200%	0,420822113	5,096478101
TF1013	31-12-2010	17-10-2013	99,8500	15,055%	16,839%	3	15,807%	16,849%		
TF1213	31-12-2010	13-12-2013	100,0000	16,221%	15,083%	3	15,807%	16,849%		
TF0115	31-12-2010	30-01-2015	97,8489	17,729%	18,898%	4	17,455%	18,496%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2011

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADOS	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB1216	31-01-2011	29-12-2016	100,2423	16,4769%	16,2603%	6	16,321%	16,171%	0,034296664	0,017596826
VB1217	31-01-2011	08-12-2017	99,7990	17,6487%	17,4978%	7	17,809%	17,659%		
VB0513	28-02-2011	03-05-2013	98,0000	13,0368%	14,1601%	2	12,255%	14,101%	2,51547198	3,74339349
VB0514	28-02-2011	02-05-2014	93,7500	14,4434%	16,0684%	3	13,531%	15,092%		
VB0914	28-02-2011	19-09-2014	97,5000	12,9614%	14,4761%	4	14,659%	15,937%		
VB0915	28-02-2011	11-09-2015	90,0000	15,1633%	17,5059%	5	15,640%	16,634%		
VB1216	28-02-2011	29-12-2016	100,9225	16,2933%	16,4570%	6	16,474%	17,186%		
VB1217	28-02-2011	08-12-2017	100,3303	17,5185%	17,7399%	7	17,161%	17,591%		
VB0312	31-03-2011	08-03-2012	97,9844	14,2769%	16,5771%	1	13,575%	16,295%	6,799766883	13,99473673
VB0512	31-03-2011	25-05-2012	96,5000	15,3890%	18,9746%	1	13,575%	16,295%		
VB0812	31-03-2011	30-08-2012	98,7344	13,0222%	14,6063%	1	13,575%	16,295%		
VB0413	31-03-2011	25-04-2013	96,9896	13,6707%	16,5442%	2	14,494%	16,612%		
VB0614	31-03-2011	26-06-2014	94,1250	14,3438%	15,3147%	3	15,264%	16,782%		
VB0616	31-03-2011	17-06-2016	100,0471	16,4136%	16,1115%	5	16,359%	16,684%		
VB1117	31-03-2011	23-11-2017	100,0001	17,5496%	17,2032%	7	16,866%	16,003%		
VB0512	29-04-2011	25-05-2012	97,7181	14,3656%	19,4441%	1	12,967%	15,129%	3,972034417	2,140854071
VB0513	29-04-2011	03-05-2013	98,7500	12,6907%	15,7116%	2	14,028%	15,830%		
VB0915	29-04-2011	11-09-2015	88,0000	15,7199%	17,9438%	4	15,700%	16,784%		
VB0616	29-04-2011	17-06-2016	100,1250	16,3825%	16,5664%	5	16,311%	17,037%		
VB1216	29-04-2011	29-12-2016	100,0000	16,5615%	16,3777%	6	16,773%	17,143%		
VB1117	29-04-2011	23-11-2017	100,0000	17,5485%	17,6135%	7	17,086%	17,101%		
VB0614	31-05-2011	26-06-2014	98,2500	12,6700%	14,1692%	3	11,664%	13,274%	2,250132974	1,771000219
VB0915	31-05-2011	11-09-2015	97,2657	12,7449%	14,1089%	4	13,390%	14,709%		
VB1117	31-05-2011	23-11-2017	100,0744	17,5397%	18,0674%	7	17,648%	18,098%		
VB0512	30-06-2011	25-05-2012	100,0000	11,9551%	13,8781%	1	9,907%	11,228%	9,825158576	15,00664927
VB0813	30-06-2011	16-08-2013	102,7500	10,5798%	10,6670%	2	11,538%	12,590%		
VB0514	30-06-2011	02-05-2014	100,2500	11,9970%	12,9860%	3	13,014%	13,798%		
VB0614	30-06-2011	26-06-2014	97,9891	12,8005%	13,0506%	3	13,014%	13,798%		
VB1014	30-06-2011	09-10-2014	100,0500	12,1069%	13,4398%	3	13,014%	13,798%		
VB0616	30-06-2011	17-06-2016	100,0900	16,3605%	16,1307%	5	15,501%	15,751%		
VB1216	30-06-2011	29-12-2016	100,4768	16,4346%	17,2162%	6	16,514%	16,499%		
VB1117	30-06-2011	23-11-2017	100,1500	17,3807%	17,0789%	6	17,374%	17,094%		
VB0512	29-07-2011	25-05-2012	102,5000	8,8293%	10,9201%	1	8,690%	10,403%	0,31565327	1,548771976
VB0614	29-07-2011	26-06-2014	99,8469	11,9346%	12,4090%	3	12,326%	13,378%		
VB1117	29-07-2011	23-11-2017	100,6313	17,2539%	17,3562%	6	16,613%	16,679%		
VB1217	29-07-2011	08-12-2017	100,0313	17,3697%	17,2770%	6	17,733%	17,472%		
VB0616	31-08-2011	17-06-2016	100,3500	16,2750%	17,1526%	5	16,416%	17,128%	0,495656575	0,03222973
VB1217	31-08-2011	08-12-2017	100,0000	17,3827%	17,7810%	6	16,757%	17,666%		
VB0618	31-08-2011	08-06-2018	100,0000	16,4817%	18,1411%	7	16,939%	18,045%		
VB0914	30-09-2011	19-09-2014	93,6250	14,5889%	15,9651%	3	14,591%	15,879%	0,016719678	0,160537822
VB0817	30-09-2011	11-08-2017	100,0000	17,4072%	17,4471%	6	17,332%	17,473%		
VB1117	30-09-2011	23-11-2017	100,0000	17,4591%	17,2292%	6	17,332%	17,473%		
VB0718	30-09-2011	19-07-2018	100,0000	17,8094%	17,9130%	7	17,923%	17,683%		
VB1216	31-10-2011	29-12-2016	100,5352	16,2069%	16,1866%	5	16,396%	15,709%	0,902352292	0,19671875
VB1117	31-10-2011	23-11-2017	100,1250	17,4250%	17,6653%	6	16,818%	17,060%		
VB1217	31-10-2011	08-12-2017	100,5377	17,3442%	17,3331%	6	16,818%	17,060%		
VB0618	31-10-2011	08-06-2018	100,1339	16,4817%	17,8315%	7	17,073%	18,242%		
VB0514	30-11-2011	02-05-2014	99,2083	12,3997%	13,1055%	2	12,386%	12,829%	0,001927959	0,017903145
VB0915	30-11-2011	11-09-2015	99,7757	12,0695%	13,2092%	4	12,049%	13,187%		
VB0512	30-12-2011	25-05-2012	100,1889	11,0333%	14,6570%	0,4	11,072%	14,572%	0,000710767	0,002102589
VB0413	30-12-2011	25-04-2013	100,4500	11,5676%	14,1014%	1	11,373%	14,292%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2011

CÓDIGO	FECHA	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
						YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF0411	31-01-2011	100,6151	10,702%	13,978%	0,2	10,995%	13,226%	0,142461439	1,162650669
TF0812	31-01-2011	102,6500	12,022%	13,240%	2	11,977%	14,208%		
TF0814	28-02-2011	101,4654	15,440%	15,302%	3	16,210%	16,141%	0,154365989	0,240715838
TF0115	28-02-2011	101,5	16,467%	16,467%	4	16,210%	16,141%		
TF1013	31-03-2011	100,1250	14,929%	16,797%	3	15,769%	15,807%	1,652345776	3,664906959
TF1213	31-03-2011	101,0844	16,221%	14,356%	3	15,769%	15,807%		
TF1215	31-03-2011	101,7817	16,701%	17,787%	5	16,788%	17,512%		
TF1116	31-03-2011	100,6856	17,793%	17,732%	6	17,295%	18,362%		
TF0518	31-03-2011	70,0000	17,206%	19,398%	7	17,801%	19,210%		
TF0819	31-03-2011	63,0000	18,645%	20,383%	8	18,809%	20,904%		
TF0812	29-04-2011	101,3057	12,796%	14,832%	1	12,903%	14,369%	6,288289258	0,493852295
TF1013	29-04-2011	99,8854	15,050%	15,049%	3	14,993%	15,928%		
TF1213	29-04-2011	99,9354	16,221%	15,999%	3	14,993%	15,928%		
TF1214	29-04-2011	87,9750	13,949%	16,634%	4	16,036%	16,706%		
TF1215	29-04-2011	100,7229	17,014%	17,015%	5	17,077%	17,483%		
TF1116	29-04-2011	101,1250	17,669%	18,080%	6	18,117%	18,258%		
TF0216	31-05-2011	100,2500	17,920%	19,313%	5	17,838%	18,637%	1,914113903	0,096244266
TF1116	31-05-2011	101,3344	17,616%	17,077%	6	15,413%	16,212%		
TF1017	31-05-2011	84,1157	13,612%	15,157%	6	12,987%	13,787%		
TF0515	30-06-2011	102,0000	16,293%	16,435%	4	15,872%	15,878%	1,242817235	1,61520446
TF0216	30-06-2011	101,3000	17,576%	17,638%	5	17,388%	17,272%		
TF0616	30-06-2011	102,0717	17,371%	16,940%	5	17,388%	17,272%		
TF0916	30-06-2011	101,5157	17,542%	17,353%	5	17,388%	17,272%		
TF1116	30-06-2011	102,3235	17,321%	17,237%	5	18,902%	18,664%		
TF1214	29-07-2011	88,0000	14,194%	17,106%	3	15,718%	17,093%	1,463565039	1,79270044
TF0115	29-07-2011	102,9000	15,912%	17,222%	4	15,718%	17,093%		
TF1215	29-07-2011	102,6500	16,394%	16,212%	4	17,155%	17,661%		
TF0916	29-07-2011	100,7750	17,753%	18,160%	5	17,155%	17,661%		
TF1116	29-07-2011	101,9000	17,437%	17,898%	5	17,155%	17,661%		
TF0317	29-07-2011	100,0000	17,986%	18,239%	6	18,591%	18,228%		
TF1215	31-08-2011	103,5190	16,105%	16,498%	4	15,898%	16,377%	0,476481558	1,562142156
TF0616	31-08-2011	101,0932	17,649%	18,515%	5	17,259%	17,738%		
TF0217	31-08-2011	100,0909	17,964%	17,759%	6	18,618%	19,098%		
TF0317	31-08-2011	100,4844	17,857%	18,664%	6	18,618%	19,098%		
TF0812	30-09-2011	100,9222	12,786%	13,973%	1	12,018%	13,151%	4,974638437	2,959956667
TF1012	30-09-2011	103,5358	10,495%	11,988%	1	12,018%	13,151%		
TF0414	30-09-2011	104,3000	13,977%	14,842%	3	14,578%	15,296%		
TF0814	30-09-2011	102,0157	15,112%	15,780%	3	14,578%	15,296%		
TF0115	30-09-2011	104,5000	15,258%	15,607%	3	14,578%	15,296%		
TF1215	30-09-2011	104,9395	15,650%	16,502%	4	15,856%	16,367%		
TF0616	30-09-2011	101,1141	17,646%	17,301%	5	17,132%	17,435%		
TF1116	30-09-2011	101,9352	17,414%	17,451%	5	17,132%	17,435%		
TF0217	30-09-2011	100,3045	17,897%	18,216%	5	18,406%	18,502%		
TF0317	30-09-2011	100,0000	17,990%	17,843%	6	18,406%	18,502%		
TF1213	31-10-2011	103,1594	16,221%	13,610%	2	14,969%	13,691%	3,228140414	0,758447455
TF0814	31-10-2011	103,9912	14,245%	15,387%	3	15,697%	15,095%		
TF1116	31-10-2011	103,2500	17,025%	17,536%	5	17,149%	17,899%		
TF0217	31-10-2011	100,7224	17,781%	18,646%	5	17,149%	17,899%		
TF0814	30-11-2011	101,9257	15,114%	14,950%	3	14,367%	15,549%	2,062297633	2,641249676
TF0515	30-11-2011	103,9590	15,525%	16,749%	4	15,993%	16,642%		
TF1215	30-11-2011	103,6000	16,031%	16,437%	4	15,993%	16,642%		
TF0916	30-11-2011	102,5000	17,222%	18,263%	5	17,616%	17,733%		
TF1116	30-11-2011	102,8456	17,143%	16,636%	5	17,616%	17,733%		
TF0317	30-11-2011	101,0857	17,677%	18,569%	5	17,616%	17,733%		
TF1012	30-12-2011	102,6500	10,613%	13,387%	1	11,827%	13,414%	6,341088988	2,805833357
TF0115	30-12-2011	105,9125	14,599%	14,693%	3	14,266%	15,240%		
TF1215	30-12-2011	105,0633	15,542%	16,421%	4	15,483%	16,150%		
TF0216	30-12-2011	103,9896	16,651%	16,470%	4	15,483%	16,150%		
TF0616	30-12-2011	103,2500	16,953%	16,407%	5	16,697%	17,058%		
TF0916	30-12-2011	103,0000	17,054%	16,844%	5	16,697%	17,058%		
TF1116	30-12-2011	103,2500	17,003%	17,025%	5	16,697%	17,058%		
TF0217	30-12-2011	103,3368	17,003%	17,191%	5	16,697%	17,058%		
TF0317	30-12-2011	104,0000	16,827%	16,482%	5	16,697%	17,058%		
TF1017	30-12-2011	77,1667	15,947%	19,090%	6	17,910%	17,964%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2012

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB0512	31-01-2012	25-05-2012	100,2899	10,5780%	20,8856%	0,3	10,796%	7,617%	0,000275789	0,029831949
VB0419	31-01-2012	18-04-2019	114,2599	14,9766%	14,0097%	7	14,967%	13,818%		
VB0120	31-01-2012	02-01-2020	116,3684	14,9324%	14,2373%	8	14,924%	14,083%		
VB0512	29-02-2012	25-05-2012	100,0887	10,9017%	11,4199%	0,2	10,486%	11,182%	1,82555712	0,873610604
VB1216	29-02-2012	29-12-2016	103,2500	15,5002%	15,8469%	5	15,832%	15,985%		
VB1117	29-02-2012	23-11-2017	104,1000	15,8280%	16,3604%	6	16,425%	16,465%		
VB1217	29-02-2012	08-12-2017	103,5000	15,6307%	15,9585%	6	16,425%	16,465%		
VB0618	29-02-2012	08-06-2018	104,2500	16,4817%	16,1662%	6	16,835%	16,761%		
VB0419	29-02-2012	18-04-2019	103,2726	17,4048%	16,9891%	7	16,835%	16,761%		
VB0120	29-02-2012	02-01-2020	102,8415	17,7838%	17,4917%	8	17,061%	16,875%		
VB0614	30-03-2012	26-06-2014	103,5000	9,7339%	8,6050%	2	10,107%	9,537%	4,953261822	14,6847997
VB1216	30-03-2012	29-12-2016	100,0223	16,4600%	17,7074%	5	14,734%	14,592%		
VB1117	30-03-2012	23-11-2017	105,2500	15,2316%	14,8165%	6	15,902%	15,902%		
VB0419	30-03-2012	18-04-2019	105,6557	16,8353%	16,7629%	7	16,886%	17,027%		
VB0120	30-03-2012	02-01-2020	105,6521	17,1427%	17,1974%	8	17,684%	17,967%		
VB0618	30-04-2012	08-06-2018	101,7500	16,4817%	16,3874%	6	15,788%	15,321%	1,306165361	2,589340511
VB0419	30-04-2012	18-04-2019	105,6757	15,5794%	14,7617%	7	16,500%	15,937%		
VB0120	30-04-2012	02-01-2020	100,5000	17,1359%	16,5494%	8	17,028%	16,368%		
VB0620	30-04-2012	18-06-2020	100,0529	17,3480%	16,8840%	8	17,028%	16,368%		
VB0616	31-05-2012	17-06-2016	103,3685	14,2536%	14,8682%	4	14,543%	15,094%	1,21002223	1,645322732
VB1216	31-05-2012	29-12-2016	100,7346	15,0769%	15,7011%	5	15,493%	15,832%		
VB0817	31-05-2012	11-08-2017	100,0312	15,8957%	15,7273%	5	15,493%	15,832%		
VB1217	31-05-2012	08-12-2017	100,5503	16,2620%	16,9013%	6	16,256%	16,383%		
VB0718	31-05-2012	19-07-2018	99,9173	16,6808%	16,5657%	6	16,256%	16,383%		
VB0319	31-05-2012	28-03-2019	100,1470	17,0128%	17,0123%	7	16,832%	16,748%		
VB0419	31-05-2012	18-04-2019	98,9373	17,1736%	16,9336%	7	16,832%	16,748%		
VB0120	31-05-2012	02-01-2020	104,1023	16,3050%	16,0340%	8	17,222%	16,927%		
VB0620	31-05-2012	18-06-2020	100,0640	17,3459%	17,2342%	8	17,222%	16,927%		
VB0812	29-06-2012	30-08-2012	101,5657	1,1800%	5,9035%	0,2	4,157%	7,523%	20,86259646	6,971548947
VB1014	29-06-2012	09-10-2014	100,0157	10,7477%	12,5650%	2	8,384%	10,749%		
VB0616	29-06-2012	17-06-2016	100,7000	14,7231%	14,4935%	4	12,487%	13,714%		
VB1117	29-06-2012	23-11-2017	100,0000	15,7907%	15,8117%	5	14,249%	14,909%		
VB1217	29-06-2012	08-12-2017	100,0000	15,8145%	15,6013%	6	15,818%	15,913%		
VB0618	29-06-2012	08-06-2018	101,7500	16,4817%	15,4044%	6	15,818%	15,913%		
VB0319	29-06-2012	28-03-2019	100,2443	16,9962%	17,3844%	7	17,196%	16,727%		
VB0419	29-06-2012	18-04-2019	100,0000	16,9106%	17,0235%	7	17,196%	16,727%		
VB0120	29-06-2012	02-01-2020	104,0000	16,3279%	16,3966%	8	18,382%	17,351%		
VB0620	29-06-2012	18-06-2020	100,3500	17,2884%	16,4857%	8	18,382%	17,351%		
VB0813	31-07-2012	16-08-2013	103,1250	7,3080%	8,5306%	1	7,656%	8,994%	2,248918698	3,291044336
VB0817	31-07-2012	11-08-2017	100,3616	15,7986%	16,6346%	5	14,644%	14,947%		
VB1117	31-07-2012	23-11-2017	103,5625	14,8200%	15,0460%	5	14,644%	14,947%		
VB1217	31-07-2012	08-12-2017	101,5857	15,3738%	15,5341%	5	15,909%	15,954%		
VB0319	31-07-2012	28-03-2019	100,0000	17,0808%	16,7240%	7	16,982%	16,771%		
VB0419	31-07-2012	18-04-2019	100,0000	17,1976%	16,5511%	7	16,982%	16,771%		
VB0120	31-07-2012	02-01-2020	100,0000	17,5624%	16,9995%	8	17,864%	17,397%		
VB0620	31-07-2012	18-06-2020	100,3750	17,2726%	16,8390%	8	17,864%	17,397%		
VB0121	31-07-2012	29-01-2021	100,1632	17,8538%	17,5813%	9	18,555%	17,834%		
VB0620	31-08-2012	18-06-2020	100,1835	17,3178%	17,2490%	8	17,325%	16,913%	0,033144528	0,222345407
VB0121	31-08-2012	29-01-2021	100,1828	17,8573%	17,0039%	9	17,952%	17,508%		
VB0319	28-09-2012	28-03-2019	100,0833	17,0658%	17,5292%	7	16,422%	17,599%	0,213701408	0,781175095
VB0120	28-09-2012	02-01-2020	100,0813	17,5445%	17,7312%	7	17,223%	17,429%		
VB0620	28-09-2012	18-06-2020	100,4490	17,3436%	16,5465%	8	17,826%	17,063%		
VB0121	28-09-2012	29-01-2021	100,0583	18,2075%	17,3407%	8	18,232%	16,502%		
VB0813	31-10-2012	16-08-2013	103,0000	7,0158%	9,0636%	1	8,362%	10,050%	8,888292166	14,00967561
VB0817	31-10-2012	11-08-2017	100,3616	16,2833%	17,2946%	5	14,189%	14,493%		
VB1117	31-10-2012	23-11-2017	107,5000	14,3235%	14,3067%	5	14,189%	14,493%		
VB1217	31-10-2012	08-12-2017	107,7500	14,4576%	14,1946%	5	14,189%	14,493%		
VB0319	31-10-2012	28-03-2019	105,1881	15,8671%	15,3613%	6	15,141%	15,101%		
VB0419	31-10-2012	18-04-2019	105,8500	15,7696%	14,9624%	7	15,892%	15,509%		
VB0120	31-10-2012	02-01-2020	112,6112	14,6009%	13,8098%	7	15,892%	15,509%		
VB0620	31-10-2012	18-06-2020	104,0046	16,5146%	16,0711%	8	16,444%	15,719%		
VB0121	31-10-2012	29-01-2021	112,1292	15,8982%	15,0884%	8	16,444%	15,719%		
VB0521	31-10-2012	20-05-2021	103,5500	16,8744%	16,7027%	9	16,796%	15,730%		
VB0817	30-11-2012	11-08-2017	112,6600	12,8319%	11,5622%	5	10,928%	9,581%	7,568749808	6,39750096
VB1117	30-11-2012	23-11-2017	115,0000	12,3633%	10,8169%	5	12,277%	11,112%		
VB0319	30-11-2012	28-03-2019	114,0000	13,8341%	13,3156%	6	13,424%	12,439%		
VB0419	30-11-2012	18-04-2019	116,1571	13,4355%	12,5717%	6	13,424%	12,439%		
VB0120	30-11-2012	02-01-2020	116,1500	13,8583%	13,2970%	7	14,369%	13,563%		
VB0620	30-11-2012	18-06-2020	115,4980	14,1013%	13,7765%	8	15,112%	14,485%		
VB0121	30-11-2012	29-01-2021	116,9500	14,3757%	13,5038%	8	15,112%	14,485%		
VB0521	30-11-2012	20-05-2021	100,1500	17,6353%	16,7974%	9	15,655%	15,207%		
VB0614	31-12-2012	26-06-2014	100,6000	10,5515%	10,2947%	2	10,894%	10,680%	1,81603759	1,87653328
VB0319	31-12-2012	28-03-2019	117,3500	13,0935%	12,7787%	6	13,994%	13,484%		
VB0419	31-12-2012	18-04-2019	111,7000	14,3815%	14,1031%	6	13,994%	13,484%		
VB0620	31-12-2012	18-06-2020	116,2900	13,9683%	12,9701%	8	14,264%	13,680%		
VB0121	31-12-2012	29-01-2021	115,0376	15,0187%	14,1682%	8	14,333%	13,676%		
VB0521	31-12-2012	20-05-2021	115,2500	14,4942%	13,9732%	9	14,201%	13,471%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2012

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO DE NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF1215	31-01-2012	31-12-2015	104,4580	16,127%	15,375%	4	15,193%	13,923%	24,73655593	41,49801422
TF0916	31-01-2012	01-09-2016	123,2500	12,144%	9,924%	5	14,911%	13,642%		
TF1116	31-01-2012	18-11-2016	120,0000	13,293%	11,546%	5	14,911%	13,642%		
TF0217	31-01-2012	03-02-2017	102,4559	18,484%	18,125%	5	14,911%	13,642%		
TF1012	29-02-2012	25-10-2012	100,2157	15,732%	16,397%	1	13,807%	15,741%	29,38302712	19,60055405
TF0414	29-02-2012	17-04-2014	111,8750	10,714%	7,482%	2	14,360%	15,450%		
TF0515	29-02-2012	28-05-2015	104,8767	16,748%	16,284%	3	14,799%	15,214%		
TF1215	29-02-2012	31-12-2015	108,2500	15,296%	14,208%	4	15,237%	14,976%		
TF0216	29-02-2012	25-02-2016	108,0000	16,790%	15,980%	4	15,237%	14,976%		
TF0616	29-02-2012	17-06-2016	112,8012	15,013%	13,664%	4	15,237%	14,976%		
TF0916	29-02-2012	01-09-2016	119,9397	13,329%	11,459%	5	15,673%	14,735%		
TF1116	29-02-2012	18-11-2016	107,5000	15,810%	14,826%	5	15,673%	14,735%		
TF0217	29-02-2012	03-02-2017	105,5000	16,633%	15,905%	5	15,673%	14,735%		
TF0418	29-02-2012	12-04-2018	106,9311	16,709%	15,837%	6	16,107%	14,491%		
TF1215	30-03-2012	31-12-2015	108,2500	15,766%	14,828%	4	13,847%	12,707%	33,26028642	35,81416375
TF0616	30-03-2012	17-06-2016	111,0000	14,605%	13,130%	4	13,847%	12,707%		
TF0916	30-03-2012	01-09-2016	121,0000	12,173%	9,919%	4	14,483%	13,342%		
TF1016	30-03-2012	06-10-2016	100,7159	10,266%	10,361%	5	14,483%	13,342%		
TF1116	30-03-2012	18-11-2016	116,0000	13,820%	12,203%	5	14,483%	13,342%		
TF0217	30-03-2012	03-02-2017	105,4560	17,070%	16,448%	5	14,483%	13,342%		
TF0317	30-03-2012	02-03-2017	114,1500	14,292%	12,916%	5	14,483%	13,342%		
TF0418	30-03-2012	12-04-2018	108,8621	16,593%	15,691%	6	15,116%	13,976%		
TF1212	30-04-2012	06-12-2012	102,7500	7,204%	5,675%	1	7,919%	6,774%	10,29101816	14,6913393
TF1215	30-04-2012	31-12-2015	108,1645	14,772%	13,469%	4	13,284%	12,139%		
TF0916	30-04-2012	01-09-2016	121,0000	12,507%	10,299%	4	13,284%	12,139%		
TF1116	30-04-2012	18-11-2016	115,2500	14,403%	12,928%	5	14,930%	13,785%		
TF0217	30-04-2012	03-02-2017	114,2500	14,977%	13,737%	5	14,930%	13,785%		
TF0317	30-04-2012	02-03-2017	108,0000	16,379%	15,569%	5	14,930%	13,785%		
TF0418	30-04-2012	12-04-2018	110,6324	15,400%	14,314%	6	16,574%	15,428%		
TF0814	31-05-2012	08-08-2014	109,0000	11,331%	8,527%	2	12,550%	11,353%	7,020550054	15,04854449
TF1215	31-05-2012	31-12-2015	108,0000	15,302%	14,172%	4	14,269%	13,073%		
TF0115	31-05-2012	30-01-2015	107,2500	14,437%	13,655%	4	14,269%	13,073%		
TF0616	31-05-2012	17-06-2016	112,5500	14,982%	13,550%	4	14,269%	13,073%		
TF1116	31-05-2012	18-11-2016	112,4000	14,322%	12,826%	5	15,126%	13,930%		
TF0217	31-05-2012	03-02-2017	110,5000	15,149%	13,962%	5	15,126%	13,930%		
TF0317	31-05-2012	02-03-2017	113,0000	15,378%	14,254%	5	15,126%	13,930%		
TF0418	31-05-2012	12-04-2018	110,5223	15,780%	14,751%	6	15,980%	14,785%		
TF0818	31-05-2012	23-08-2018	102,5490	15,363%	14,657%	6	15,980%	14,785%		
TF1215	29-06-2012	31-12-2015	109,0000	15,420%	14,295%	4	14,413%	14,201%	34,16582081	6,338381044
TF0115	29-06-2012	30-01-2015	106,2091	14,751%	14,786%	4	14,413%	14,201%		
TF0216	29-06-2012	25-02-2016	111,7206	14,369%	12,627%	4	14,413%	14,201%		
TF0916	29-06-2012	01-09-2016	121,0000	11,939%	9,480%	4	14,413%	14,201%		
TF1116	29-06-2012	18-11-2016	106,8313	16,357%	15,481%	4	15,869%	14,443%		
TF0217	29-06-2012	03-02-2017	110,5000	15,530%	14,433%	5	15,869%	14,443%		
TF0317	29-06-2012	02-03-2017	113,0000	14,479%	13,087%	5	15,869%	14,443%		
TF1017	29-06-2012	05-10-2017	74,5313	18,027%	21,397%	5	15,869%	14,443%		
TF0418	29-06-2012	12-04-2018	110,9628	16,020%	15,020%	6	17,323%	14,683%		
TF0818	29-06-2012	23-08-2018	103,2604	15,493%	14,811%	6	17,323%	14,683%		
TF0819	29-06-2012	02-08-2019	59,0000	21,591%	24,172%	7	18,774%	14,920%		
TF0115	31-07-2012	30-01-2015	106,4313	14,645%	15,335%	4	14,883%	14,812%	0,088039591	0,535193479
TF0418	31-07-2012	12-04-2018	111,6000	15,108%	13,952%	6	15,405%	14,313%		
TF0818	31-07-2012	23-08-2018	104,5000	15,534%	14,854%	6	15,405%	14,313%		
TF1212	31-08-2012	06-12-2012	101,0000	14,260%	17,934%	0	13,125%	12,143%	9,632139384	2,804455984
TF1214	31-08-2012	25-12-2014	98,5000	11,329%	12,293%	2	13,658%	12,676%		
TF0515	31-08-2012	28-05-2015	106,8813	13,987%	12,282%	3	13,960%	12,978%		
TF1116	31-08-2012	18-11-2016	106,8813	15,864%	14,807%	4	14,259%	13,277%		
TF0418	31-08-2012	12-04-2018	114,1500	14,831%	13,592%	6	14,850%	13,869%		
TF0818	31-08-2012	23-08-2018	105,7500	14,567%	13,710%	6	14,850%	13,869%		
TF0419	31-08-2012	18-04-2019	105,8333	14,982%	14,174%	7	15,142%	14,161%		
TF1213	28-09-2012	13-12-2013	107,7500	16,221%	5,144%	1	15,272%	12,437%	10,03048183	19,57320422
TF0515	28-09-2012	28-05-2015	106,0000	14,871%	13,524%	3	15,135%	13,392%		
TF1215	28-09-2012	31-12-2015	106,0000	16,477%	15,779%	3	15,135%	13,392%		
TF0115	28-09-2012	30-01-2015	107,1089	14,311%	14,033%	3	15,135%	13,392%		
TF0216	28-09-2012	25-02-2016	112,2000	14,012%	12,045%	3	15,063%	13,866%		
TF0916	28-09-2012	01-09-2016	112,4500	14,210%	12,500%	4	15,063%	13,866%		
TF1116	28-09-2012	18-11-2016	106,6653	16,345%	15,429%	4	15,063%	13,866%		
TF0217	28-09-2012	03-02-2017	107,4561	16,370%	15,489%	4	15,063%	13,866%		
TF0317	28-09-2012	02-03-2017	112,3750	14,528%	13,079%	4	14,990%	14,337%		
TF1017	28-09-2012	05-10-2017	86,4641	14,254%	16,211%	5	14,990%	14,337%		
TF0418	28-09-2012	12-04-2018	113,8219	15,237%	14,066%	6	14,913%	14,807%		
TF0419	28-09-2012	18-04-2019	105,9000	15,253%	14,483%	7	14,835%	15,273%		
TF1213	31-10-2012	13-12-2013	109,2500	16,221%	3,694%	1	13,722%	10,899%	13,59937006	41,78290972
TF0515	31-10-2012	28-05-2015	113,0000	12,408%	9,689%	3	13,742%	12,211%		
TF1215	31-10-2012	31-12-2015	114,5157	12,202%	9,635%	3	13,742%	12,211%		
TF0115	31-10-2012	30-01-2015	107,0313	14,290%	14,897%	3	13,742%	12,211%		
TF1016	31-10-2012	06-10-2016	90,0000	13,322%	15,050%	4	13,748%	12,863%		
TF1116	31-10-2012	18-11-2016	116,5000	13,763%	11,879%	4	13,748%	12,863%		
TF1017	31-10-2012	05-10-2017	88,0000	13,352%	14,885%	5	13,752%	13,513%		
TF0418	31-10-2012	12-04-2018	112,1500	14,903%	13,692%	6	13,752%	13,513%		
TF0518	31-10-2012	11-05-2018	86,0000	14,060%	15,676%	6	13,753%	14,160%		
TF0419	31-10-2012	18-04-2019	112,9203	13,093%	11,921%	7	13,752%	14,805%		
TF0819	31-10-2012	02-08-2019	82,0000	14,600%	15,972%	7	13,752%	14,805%		
TF0216	30-11-2012	25-02-2016	117,3250	11,597%	8,588%	3	14,250%	13,235%	14,59463597	8,326221527
TF0616	30-11-2012	17-06-2016	112,9000	14,585%	12,840%	4	14,125%	13,110%		
TF0916	30-11-2012	01-09-2016	112,1250	15,233%	13,796%	4	14,125%	13,110%		
TF1116	30-11-2012	18-11-2016	107,3813	15,610%	14,421%	4	14,125%	13,110%		
TF0317	30-11-2012	02-03-2017	112,3800	15,383%	14,135%	4	14,125%	13,110%		
TF0418	30-11-2012	12-04-2018	119,8750	13,355%	11,711%	5	13,998%	12,982%		
TF0818	30-11-2012	23-08-2018	114,5000	12,466%	11,066%	6	13,868%	12,852%		
TF0419	30-11-2012	18-04-2019	109,2813	14,160%	13,198%	6	13,736%	12,720%		
TF0515	31-12-2012	28-05-2015	113,0000	11,517%	8,392%	2	12,561%	11,408%	3,914065445	5,344674295
TF0916	31-12-2012	01-09-2016	115,0000	13,251%	11,074%	4	13,033%	11,879%		
TF0418	31-12-2012	12-04-2018	119,8755	13,683%	12,085%	5	13,265%	12,111%		
TF0818	31-12-2012	23-08-2018	116,0000	12,399%	10,949%	6	13,495%	12,340%		
TF0419	31-12-2012	18-04-2019	110,7727	14,121%	13,135%	6	13,495%	12,340%		

Fuente: Cálculos Propios

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2013

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO DE NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB0915	31-01-2013	11-09-2015	103,5000	9,3848%	9,3034%	3	10,371%	9,614%	3,594592458	2,189416326
VB1117	31-01-2013	23-11-2017	116,2500	11,9503%	11,1324%	5	12,056%	11,311%		
VB1217	31-01-2013	08-12-2017	115,7396	12,1009%	11,1228%	5	12,056%	11,311%		
VB0319	31-01-2013	28-03-2019	115,1589	13,6183%	12,6660%	6	12,742%	12,005%		
VB0419	31-01-2013	18-04-2019	118,0000	13,0076%	11,6734%	6	12,742%	12,005%		
VB0120	31-01-2013	02-01-2020	119,3966	13,2297%	12,2118%	7	13,326%	12,595%		
VB0620	31-01-2013	18-06-2020	117,9783	13,6151%	12,8949%	7	13,326%	12,595%		
VB0121	31-01-2013	29-01-2021	116,0000	15,1221%	14,2705%	8	13,807%	13,082%		
VB0222	31-01-2013	10-02-2022	121,6036	13,3903%	13,2875%	9	14,185%	13,467%		
VB0123	31-01-2013	19-01-2023	120,4325	13,9409%	13,4242%	10	14,461%	13,750%		
VB0616	28-02-2013	17-06-2016	112,6744	10,8935%	9,8817%	3	9,824%	9,517%	10,18301914	4,694707321
VB1217	28-02-2013	08-12-2017	117,5000	11,6203%	10,8597%	5	11,247%	11,077%		
VB0718	28-02-2013	19-07-2018	117,6000	12,4896%	11,3073%	5	11,247%	11,077%		
VB0319	28-02-2013	28-03-2019	115,0778	13,6085%	13,0029%	6	11,778%	11,675%		
VB0419	28-02-2013	18-04-2019	124,0000	11,7428%	10,4212%	6	11,778%	11,675%		
VB0521	28-02-2013	20-05-2021	115,5000	14,4252%	13,5544%	8	12,480%	12,512%		
VB0222	28-02-2013	10-02-2022	124,2176	12,8763%	12,1704%	9	12,652%	12,751%		
VB0123	28-02-2013	19-01-2023	125,8523	13,0722%	12,8065%	10	12,705%	12,870%		
VB0817	29-03-2013	11-08-2017	105,2000	14,8074%	14,7140%	4	12,041%	11,306%	10,9303994	17,37390071
VB1117	29-03-2013	23-11-2017	116,5000	11,8138%	10,3894%	5	13,005%	12,328%		
VB0319	29-03-2013	28-03-2019	115,0780	13,5856%	13,3473%	6	13,847%	13,229%		
VB0120	29-03-2013	02-01-2020	120,4000	12,9798%	12,5358%	7	14,568%	14,008%		
VB0620	29-03-2013	18-06-2020	117,1657	13,7364%	12,6324%	7	14,568%	14,008%		
VB0222	29-03-2013	10-02-2022	104,3572	16,4931%	16,0537%	9	15,648%	15,204%		
VB0123	29-03-2013	19-01-2023	105,0779	16,6767%	16,4477%	10	16,007%	15,621%		
VB1216	30-04-2013	29-12-2016	110,0000	12,3357%	10,7420%	4	13,675%	11,637%	16,82318488	17,43364869
VB0817	30-04-2013	11-08-2017	105,8625	15,6338%	15,0241%	4	13,675%	11,637%		
VB1117	30-04-2013	23-11-2017	116,7657	12,4088%	10,6846%	5	13,973%	12,156%		
VB0618	30-04-2013	08-06-2018	116,7500	16,4817%	11,4355%	5	13,973%	12,156%		
VB0319	30-04-2013	28-03-2019	111,5651	14,4940%	13,3747%	6	14,150%	12,555%		
VB0419	30-04-2013	18-04-2019	119,0157	12,6065%	10,0681%	6	14,150%	12,555%		
VB0120	30-04-2013	02-01-2020	119,0157	13,2540%	11,9662%	7	14,209%	12,834%		
VB0620	30-04-2013	18-06-2020	114,0000	14,5601%	13,5432%	7	14,209%	12,834%		
VB0121	30-04-2013	29-01-2021	119,0157	14,4837%	13,5604%	8	14,148%	12,993%		
VB0620	31-05-2013	18-06-2020	117,3082	13,5468%	13,0927%	7	13,665%	12,964%	0,242080515	0,01726347
VB0121	31-05-2013	29-01-2021	114,0314	14,7366%	13,8000%	8	14,647%	13,980%		
VB0222	31-05-2013	10-02-2022	108,2070	15,5518%	14,8404%	9	15,507%	14,874%		
VB0123	31-05-2013	19-01-2023	108,3083	15,8846%	15,4419%	10	16,245%	15,645%		
VB0616	28-06-2013	17-06-2016	111,2344	10,8189%	8,5768%	3	10,711%	9,180%	1,059329383	4,335094831
VB1216	28-06-2013	29-12-2016	111,2344	11,4655%	11,1038%	4	11,663%	10,317%		
VB1117	28-06-2013	23-11-2017	115,6563	11,7039%	10,2224%	4	11,663%	10,317%		
VB1217	28-06-2013	08-12-2017	114,8000	11,9623%	10,3567%	5	12,492%	11,331%		
VB0319	28-06-2013	28-03-2019	115,5000	13,2496%	12,9488%	6	13,198%	12,222%		
VB0620	28-06-2013	18-06-2020	117,3000	13,3970%	12,2161%	7	13,783%	12,990%		
VB0121	28-06-2013	29-01-2021	114,5000	14,9015%	13,9725%	8	14,245%	13,636%		
VB0222	28-06-2013	10-02-2022	114,4227	14,3518%	13,8868%	9	14,587%	14,160%		
VB0123	28-06-2013	19-01-2023	115,0000	14,6514%	14,5120%	10	14,808%	14,563%		
VB1216	31-07-2013	29-12-2016	113,2500	10,5747%	8,6977%	3	10,151%	8,275%	1,515865802	1,609048446
VB1117	31-07-2013	23-11-2017	115,6720	11,6333%	10,6372%	4	11,230%	9,619%		
VB0319	31-07-2013	28-03-2019	115,5000	13,0623%	11,9701%	6	13,017%	11,934%		
VB0419	31-07-2013	18-04-2019	116,5000	12,8388%	11,4254%	6	13,017%	11,934%		
VB0120	31-07-2013	02-01-2020	118,3057	12,9791%	11,8382%	7	13,726%	12,905%		
VB0620	31-07-2013	18-06-2020	117,3500	13,3536%	12,5180%	7	13,726%	12,905%		
VB0121	31-07-2013	29-01-2021	115,0367	15,1120%	14,1893%	8	14,312%	13,754%		
VB0123	31-07-2013	19-01-2023	114,8500	14,6727%	14,8173%	10	15,119%	15,082%		
VB1117	30-08-2013	23-11-2017	118,7500	10,7623%	8,3927%	4	11,099%	8,844%	1,307776537	2,072480907
VB0419	30-08-2013	18-04-2019	119,1500	12,5823%	10,9864%	6	12,359%	10,718%		
VB0120	30-08-2013	02-01-2020	122,0000	12,6777%	11,2145%	6	12,359%	10,718%		
VB0620	30-08-2013	18-06-2020	119,5000	13,5125%	12,3074%	7	12,804%	11,470%		
VB0521	30-08-2013	20-05-2021	124,5000	12,5594%	11,4328%	8	13,127%	12,097%		
VB0424	30-08-2013	18-04-2024	126,5160	13,2502%	12,9416%	11	13,366%	13,246%		
VB0125	30-08-2013	09-01-2025	126,9920	13,3135%	13,3886%	12	13,204%	13,385%		
VB0419	30-09-2013	18-04-2019	118,3750	13,0511%	11,5467%	6	12,663%	11,201%	1,155620281	1,336679222
VB0620	30-09-2013	18-06-2020	120,5313	12,5614%	11,1874%	7	13,464%	12,218%		
VB0121	30-09-2013	29-01-2021	120,0157	13,6136%	12,5262%	7	13,464%	12,218%		
VB0424	30-09-2013	18-04-2024	114,0561	15,5084%	14,9760%	11	15,430%	15,044%		
VB0125	30-09-2013	09-01-2025	113,7850	15,6176%	15,3961%	11	15,616%	15,442%		
VB0817	31-10-2013	11-08-2017	113,6798	12,6972%	10,9177%	4	11,513%	9,605%	4,384077764	5,578994366
VB0120	31-10-2013	02-01-2020	123,7729	11,8152%	10,1390%	6	12,910%	11,395%		
VB0620	31-10-2013	18-06-2020	122,0000	12,5241%	11,1218%	7	13,416%	12,097%		
VB0125	31-10-2013	09-01-2025	116,0671	14,8517%	14,4598%	11	14,169%	13,628%		
VB0616	29-11-2013	17-06-2016	115,7000	8,2598%	5,9389%	3	8,331%	6,094%	0,823748625	1,274223371
VB0620	29-11-2013	18-06-2020	127,1500	11,1985%	10,1815%	7	11,638%	10,469%		
VB0521	29-11-2013	20-05-2021	127,5000	11,8088%	10,5220%	8	12,143%	11,240%		
VB0222	29-11-2013	10-02-2022	127,6475	11,7035%	10,6966%	8	12,143%	11,240%		
VB0123	29-11-2013	19-01-2023	125,5896	12,5124%	12,0145%	9	12,521%	11,881%		
VB0424	29-11-2013	18-04-2024	125,0200	13,0595%	12,8732%	11	12,771%	12,395%		
VB0125	29-11-2013	09-01-2025	125,2000	13,3742%	13,3996%	11	12,894%	12,781%		
VB0514	31-12-2013	02-05-2014	102,1000	5,5883%	2,8603%	0,3	5,405%	1,918%	1,429646177	5,45230138
VB0817	31-12-2013	11-08-2017	125,0156	8,5789%	4,9189%	4	9,358%	6,956%		
VB0120	31-12-2013	02-01-2020	127,6000	11,5410%	9,7197%	6	10,902%	9,114%		
VB0620	31-12-2013	18-06-2020	129,4518	10,6848%	8,8460%	7	11,480%	9,998%		
VB0222	31-12-2013	10-02-2022	128,8574	11,7806%	10,7063%	8	11,929%	10,752%		
VB0123	31-12-2013	19-01-2023	128,4194	12,0551%	11,7845%	9	12,251%	11,377%		
VB0125	31-12-2013	09-01-2025	130,7500	13,0452%	12,8794%	11	12,511%	12,243%		

Fuente: Cálculos Propios

* YTM: casos donde no se contaba con la referencia de precios y se consideró el rendimiento al vencimiento descontando los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2013

CÓDIGO	FECHA	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
						YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF1115	31-01-2013	100,7187	7,367%	17,754%	0,3	10,537%	9,78%	60,71114256	27,06200227
TF1013	31-01-2013	106,3250	5,946%	2,808%	1	10,659%	9,85%		
TF0414	31-01-2013	107,0000	9,854%	7,130%	1	10,780%	9,92%		
TF0115	31-01-2013	108,9813	11,940%	12,279%	2	11,262%	10,19%		
TF0916	31-01-2013	109,7500	14,490%	14,088%	4	12,219%	10,73%		
TF1017	31-01-2013	100,3187	9,787%	9,857%	5	12,693%	11,00%		
TF0818	31-01-2013	118,5000	11,491%	10,536%	6	13,164%	11,26%		
TF0419	31-01-2013	118,6500	11,765%	10,322%	6	13,164%	11,26%		
TF0221	31-01-2013	120,4839	12,456%	12,125%	8	14,098%	11,78%		
TF0115	28-02-2013	109,2500	11,610%	9,495%	2	11,848%	9,20%	5,243367313	8,038358714
TF0616	28-02-2013	116,0145	12,101%	10,869%	3	12,055%	9,77%		
TF1116	28-02-2013	112,5313	13,690%	11,865%	4	12,260%	10,33%		
TF0818	28-02-2013	117,0000	11,789%	10,162%	6	12,660%	11,45%		
TF0419	28-02-2013	112,4309	13,045%	12,245%	6	12,660%	11,45%		
TF1119	28-02-2013	119,2000	11,857%	10,463%	7	12,856%	12,01%		
TF1120	28-02-2013	120,8144	12,763%	12,499%	8	13,049%	12,56%		
TF0221	28-02-2013	110,9582	14,191%	13,433%	8	13,049%	12,56%		
TF0115	29-03-2013	117,7500	6,787%	2,646%	2	9,410%	8,96%	34,96000502	22,08064894
TF0515	29-03-2013	114,0000	9,820%	8,456%	2	9,410%	8,96%		
TF1215	29-03-2013	116,0697	10,539%	9,134%	3	10,374%	9,92%		
TF1116	29-03-2013	112,7500	13,544%	12,260%	4	11,336%	10,88%		
TF0217	29-03-2013	110,0157	14,579%	14,053%	4	11,336%	10,88%		
TF1017	29-03-2013	99,2500	10,079%	10,996%	5	12,294%	11,84%		
TF0418	29-03-2013	122,0000	12,966%	11,170%	5	12,294%	11,84%		
TF0518	29-03-2013	99,5000	9,996%	10,327%	5	12,294%	11,84%		
TF0818	29-03-2013	117,0000	11,743%	10,451%	5	13,249%	12,80%		
TF0419	29-03-2013	108,4028	13,934%	13,725%	6	13,249%	12,80%		
TF0221	29-03-2013	105,1060	15,369%	15,004%	8	15,150%	14,70%		
TF0814	30-04-2013	112,7500	5,688%	2,853%	1	8,873%	9,52%	21,71504467	1,19168873
TF1215	30-04-2013	110,3000	12,685%	10,944%	3	10,663%	10,73%		
TF0916	30-04-2013	115,0000	12,491%	11,112%	3	10,663%	10,73%		
TF0317	30-04-2013	117,2657	12,339%	10,957%	4	11,554%	11,33%		
TF0418	30-04-2013	119,0157	12,951%	11,186%	5	12,441%	11,93%		
TF0221	30-04-2013	111,0000	14,157%	13,999%	8	15,084%	13,70%		
TF0322	30-04-2013	104,5202	15,069%	14,736%	9	15,958%	14,29%		
TF0414	31-05-2013	107,5000	7,223%	5,231%	1	8,951%	8,05%	16,13105201	3,886314918
TF0115	31-05-2013	114,5500	7,732%	3,479%	2	9,830%	8,85%		
TF0616	31-05-2013	116,1300	11,698%	10,284%	3	10,707%	9,64%		
TF1116	31-05-2013	115,4020	12,518%	10,152%	4	11,579%	10,43%		
TF0317	31-05-2013	117,2900	12,248%	11,443%	4	11,579%	10,43%		
TF0418	31-05-2013	116,5000	13,921%	12,410%	5	12,449%	11,22%		
TF0818	31-05-2013	114,0700	12,345%	10,895%	5	12,449%	11,22%		
TF0419	31-05-2013	111,5000	13,179%	12,426%	6	13,315%	12,01%		
TF1120	31-05-2013	118,0000	13,209%	12,989%	8	15,038%	13,57%		
TF0221	31-05-2013	111,3257	14,079%	13,296%	8	15,038%	13,57%		
TF0322	31-05-2013	106,9542	14,588%	14,520%	9	15,894%	14,35%		
TF0115	28-06-2013	113,7500	7,836%	4,616%	2	10,013%	9,33%	15,1067155	8,719611148
TF1215	28-06-2013	115,2480	10,353%	8,923%	3	10,648%	9,96%		
TF0418	28-06-2013	113,9844	14,933%	13,691%	5	11,909%	11,21%		
TF0818	28-06-2013	113,7100	12,391%	11,326%	5	11,909%	11,21%		
TF0419	28-06-2013	114,1250	12,563%	11,975%	6	12,534%	11,83%		
TF0221	28-06-2013	116,0000	13,160%	12,538%	8	13,775%	13,06%		
TF0322	28-06-2013	115,0000	13,101%	12,377%	9	14,391%	13,67%		
TF1213	31-07-2013	103,7800	16,221%	7,531%	0	12,330%	7,07%	24,5373781	3,563515896
TF0216	31-07-2013	117,7817	10,145%	7,688%	3	12,407%	9,05%		
TF0616	31-07-2013	116,9000	11,134%	8,689%	3	12,407%	9,05%		
TF0916	31-07-2013	116,6250	11,586%	9,756%	3	12,407%	9,05%		
TF0317	31-07-2013	118,0000	11,830%	10,190%	4	12,432%	9,84%		
TF0818	31-07-2013	115,5427	11,905%	11,112%	5	12,454%	10,62%		
TF0419	31-07-2013	115,0000	12,337%	10,973%	6	12,472%	11,40%		
TF1120	31-07-2013	117,9844	13,162%	12,602%	7	12,488%	12,17%		
TF0221	31-07-2013	115,1750	13,299%	13,020%	8	12,499%	12,95%		
TF0322	31-07-2013	115,5113	12,994%	12,536%	9	12,508%	13,71%		
TF1213	30-08-2013	103,7500	16,221%	11,503%	0,3	14,375%	10,18%	7,841247385	4,245930212
TF1116	30-08-2013	115,0313	12,336%	9,798%	3	13,547%	10,53%		
TF0418	30-08-2013	120,0000	12,857%	10,908%	5	12,869%	10,79%		
TF0419	30-08-2013	120,7500	11,048%	9,628%	6	12,526%	10,91%		
TF0221	30-08-2013	122,0000	12,019%	10,919%	8	11,828%	11,15%		
TF0322	30-08-2013	122,5000	11,805%	11,467%	9	11,474%	11,27%		
TF0423	30-08-2013	121,7742	12,151%	11,752%	10	11,117%	11,38%		
TF0916	30-09-2013	121,0100	9,745%	6,263%	3	9,899%	6,21%	0,038217679	0,033239171
TF0322	30-09-2013	117,7500	12,577%	11,795%	9	12,641%	12,42%		
TF0414	31-10-2013	105,1313	4,804%	2,772%	0,5	7,137%	5,45%	41,80434856	24,09726604
TF0515	31-10-2013	118,5157	4,855%	-0,184%	2	8,146%	6,55%		
TF1215	31-10-2013	114,9714	9,601%	6,231%	2	8,146%	6,55%		
TF0916	31-10-2013	119,0200	10,272%	7,740%	3	8,814%	7,28%		
TF1116	31-10-2013	119,0000	10,698%	8,719%	3	8,814%	7,28%		
TF0317	31-10-2013	122,7657	9,980%	7,393%	3	8,814%	7,28%		
TF0418	31-10-2013	115,9694	13,426%	11,624%	5	10,140%	8,72%		
TF0818	31-10-2013	121,0000	10,447%	9,106%	5	10,140%	8,72%		
TF0419	31-10-2013	118,0000	11,554%	9,935%	6	10,797%	9,43%		
TF0221	31-10-2013	122,5000	11,873%	11,320%	7	11,451%	10,15%		
TF0322	31-10-2013	119,6186	12,238%	11,676%	8	12,748%	11,56%		
TF0423	31-10-2013	126,0000	11,483%	10,795%	10	13,391%	12,26%		
TF0124	31-10-2013	123,8750	12,157%	11,675%	10	13,391%	12,26%		
TF0115	29-11-2013	113,9720	4,804%	-0,667%	1	6,228%	8,33%	21,28371074	7,739149643
TF1215	29-11-2013	123,3000	5,507%	0,363%	2	7,093%	8,72%		
TF0616	29-11-2013	117,0625	10,383%	8,280%	3	7,954%	9,10%		
TF0818	29-11-2013	119,5261	10,740%	8,640%	5	9,666%	9,85%		
TF0419	29-11-2013	122,1500	10,599%	8,989%	5	10,517%	10,22%		
TF0819	29-11-2013	95,0000	11,058%	11,542%	6	10,517%	10,22%		
TF1120	29-11-2013	120,5757	12,572%	12,180%	7	11,363%	10,59%		
TF0221	29-11-2013	124,4913	11,490%	10,235%	7	11,363%	10,59%		
TF0322	29-11-2013	127,0000	11,020%	10,523%	8	12,206%	10,95%		
TF0423	29-11-2013	122,6844	11,963%	11,508%	9	13,881%	11,66%		
TF0814	31-12-2013	107,2100	3,988%	2,702%	1	4,325%	2,85%	1,712879428	0,300112611
TF0419	31-12-2013	YTM	9,270%	7,461%	5	7,927%	6,62%		
TF0124	31-12-2013	YTM	11,428%	11,316%	10	12,076%	10,98%		

Fuente: Cálculos Propios

* YTM : casos donde no se contaba con la referencia de precios y se consideró el rendimiento al vencimiento descontando los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración

Tabla resumen de los resultados para los VEBONOS en el año 2014

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
VB0514	31-01-2014	02-05-2014	101,5913	4,1092%	4,0883%	0,3	0,033887656	0,035925065	2,242852901	2,139713214
VB1117	31-01-2014	23-11-2017	128,7700	7,3329%	4,2214%	4	0,081196285	0,078785072		
VB0718	31-01-2014	19-07-2018	132,6500	7,8079%	4,3844%	5	0,090702572	0,087112891		
VB0620	31-01-2014	18-06-2020	131,6533	10,1944%	8,5755%	6	0,098908373	0,094143505		
VB0121	31-01-2014	29-01-2021	132,2500	11,3594%	9,8523%	7	0,105818212	0,099881431		
VB0222	31-01-2014	10-02-2022	131,7500	10,9951%	10,4092%	8	0,111436604	0,104331176		
VB0123	31-01-2014	19-01-2023	130,0796	11,7605%	10,9431%	9	0,115768049	0,107497232		
VB0424	31-01-2014	18-04-2024	131,0000	12,1412%	11,7244%	10	0,118817039	0,109384083		
VB0419	28-02-2014	18-04-2019	130,0000	9,3437%	7,0984%	5	0,095630738	0,072769766	0,346833979	0,61971008
VB0120	28-02-2014	02-01-2020	130,0000	10,1387%	8,4792%	6	0,099908887	0,082017497		
VB0620	28-02-2014	18-06-2020	130,9844	10,2665%	8,9373%	6	0,099908887	0,082017497		
VB0121	28-02-2014	29-01-2021	134,0000	10,4858%	8,7659%	7	0,102785367	0,089848892		
VB0224	28-02-2014	22-02-2024	146,1836	9,9390%	10,2269%	10	0,103053818	0,104894449		
VB0225	28-02-2014	27-02-2025	147,0997	10,1725%	10,9491%	11	0,100372585	0,107109824		
VB0319	31-03-2014	28-03-2019	126,7500	9,9069%	8,5123%	5	0,09227485	0,075310771	3,469526035	4,29132398
VB0620	31-03-2014	18-06-2020	128,5000	10,6048%	8,7096%	6	0,106020887	0,091418299		
VB0222	31-03-2014	10-02-2022	125,3573	11,9588%	11,1741%	8	0,129132951	0,11923191		
VB0224	31-03-2014	22-02-2024	106,8801	16,0142%	15,5282%	10	0,146438861	0,141210905		
VB0225	31-03-2014	27-02-2025	115,4102	14,7857%	14,4918%	11	0,152927156	0,150025113		
VB0915	30-04-2014	11-09-2015	103,0000	8,0711%	8,1128%	1	0,053556335	0,045142601	10,8734232	24,06013214
VB1216	30-04-2014	29-12-2016	119,8000	6,7654%	2,7976%	3	0,086548853	0,078178305		
VB1117	30-04-2014	23-11-2017	118,7500	9,7076%	7,7743%	4	0,100832169	0,092483112		
VB0419	30-04-2014	18-04-2019	122,2575	10,7229%	8,6499%	5	0,113647028	0,105319392		
VB0120	30-04-2014	02-01-2020	123,9844	11,1021%	9,3758%	6	0,12499854	0,116692258		
VB0620	30-04-2014	18-06-2020	120,6000	12,0955%	10,9014%	6	0,12499854	0,116692258		
VB0222	30-04-2014	10-02-2022	105,0000	15,8133%	15,7352%	8	0,143331901	0,135068124		
VB0327	30-04-2014	11-03-2027	104,7343	16,5775%	16,2714%	13	0,163911936	0,155753237		
VB0817	30-05-2014	11-08-2017	118,9066	8,9788%	5,7965%	3	0,081713369	0,052707618	1,241319734	0,533144692
VB0419	30-05-2014	18-04-2019	125,2500	9,9740%	7,9857%	5	0,105300122	0,083871478		
VB0222	30-05-2014	10-02-2022	118,0000	13,0489%	12,0689%	8	0,129722269	0,119575978		
VB0224	30-05-2014	22-02-2024	119,5000	13,7667%	13,8891%	10	0,138757733	0,136077791		
VB0225	30-05-2014	27-02-2025	123,6603	13,4667%	13,7345%	11	0,141116857	0,142153606		
VB0327	30-05-2014	11-03-2027	115,8750	14,7155%	15,0101%	13	0,141543063	0,149980356		
VB0123	30-06-2014	19-01-2023	120,0500	13,0940%	12,7662%	9	0,134000317	0,132585895	0,041699615	0,175328121
VB0424	30-06-2014	18-04-2024	116,2143	14,1774%	14,0718%	10	0,140401785	0,139239208		
VB0125	30-06-2014	09-01-2025	116,4057	14,4561%	14,5123%	11	0,144640465	0,14372858		
VB0327	30-06-2014	11-03-2027	115,8000	14,6712%	14,4862%	13	0,146659521	0,146245576		
VB1216	31-07-2014	29-12-2016	114,3934	8,1620%	5,0548%	2	0,067478025	0,034001371	3,863810327	4,222069325
VB0419	31-07-2014	18-04-2019	116,8500	11,7702%	10,0166%	5	0,099599222	0,073306536		
VB0120	31-07-2014	02-01-2020	126,6828	10,2850%	8,2593%	6	0,112359609	0,089643073		
VB0224	31-07-2014	22-02-2024	116,8509	14,0370%	13,8700%	10	0,122930015	0,103779106		
VB0424	31-07-2014	18-04-2024	116,7101	14,0881%	13,4660%	10	0,141577197	0,133060294		
VB0125	31-07-2014	09-01-2025	116,2933	14,4062%	13,9628%	11	0,143463431	0,138470321		
VB0225	31-07-2014	27-02-2025	117,3500	14,2969%	14,2269%	11	0,14319746	0,14171775		
VB0327	31-07-2014	11-03-2027	117,5232	14,3969%	14,4632%	13	0,136238872	0,141754876		

Fuente: Cálculos Propios

*YTM: casos donde no se contaba con la referencia de precios y se consideró el rendimiento al vencimiento descontando los días que habían transcurrido hasta la fecha de valoración

Tabla resumen de los resultados para los TIF en el año 2014

CÓDIGO	FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO	PRECIO	YTM SPOT DE MERCADO	YTM SPOT CERO CUPÓN	PLAZO ANUAL	MODELO DE NELSON-SIEGEL			
							YTM FORWARD DE MERCADO	YTM FORWARD CERO CUPÓN	MIN. ERROR YTM FORWARD DE MERCADO	MIN. ERROR YTM FORWARD CERO CUPÓN
TF1215	31-01-2014	31-12-2015	126,2500	3,243%	-3,877%	2	4,87%	7,71%	26,83489071	4,2106246
TF1116	31-01-2014	18-11-2016	132,0157	5,701%	0,801%	3	6,14%	7,99%		
TF0418	31-01-2014	12-04-2018	125,0000	10,617%	7,942%	4	7,40%	8,26%		
TF0818	31-01-2014	23-08-2018	125,5000	9,168%	7,209%	5	8,66%	8,53%		
TF0419	31-01-2014	18-04-2019	116,5000	11,761%	10,208%	5	8,66%	8,53%		
TF0221	31-01-2014	04-02-2021	132,5000	10,048%	9,036%	7	11,16%	9,06%		
TF0322	31-01-2014	03-03-2022	131,7500	10,230%	9,326%	8	12,41%	9,32%		
TF1215	28-02-2014	31-12-2015	118,6313	6,543%	2,170%	2	6,87%	2,72%	0,557797236	1,267074904
TF0221	28-02-2014	04-02-2021	135,7500	9,477%	7,710%	7	8,85%	6,72%		
TF0126	28-02-2014	08-01-2026	131,2112	10,417%	10,263%	12	10,74%	10,61%		
TF0818	31-03-2014	23-08-2018	124,4348	9,248%	6,836%	4	9,23%	6,91%	0,424864942	0,344329995
TF0419	31-03-2014	18-04-2019	128,5038	8,990%	7,074%	5	9,23%	6,91%		
TF0126	31-03-2014	08-01-2026	105,1509	14,099%	13,936%	12	13,70%	14,29%		
TF0818	30-04-2014	23-08-2018	123,5000	9,386%	7,431%	4	9,27%	6,86%	0,732994305	3,704340985
TF0419	30-04-2014	18-04-2019	124,0000	9,892%	7,630%	5	9,86%	7,64%		
TF0221	30-04-2014	04-02-2021	124,0000	11,408%	10,654%	7	11,02%	9,20%		
TF0322	30-04-2014	03-03-2022	124,4142	11,302%	10,501%	8	11,60%	9,97%		
TF0126	30-04-2014	08-01-2026	104,0000	14,294%	13,709%	12	13,87%	13,00%		
TF0528	30-04-2014	25-05-2028	101,8523	14,905%	14,565%	14	14,98%	14,50%		
TF0329	30-04-2014	01-02-2029	102,0065	15,156%	14,777%	15	15,53%	15,24%		
TF1215	30-05-2014	31-12-2015	111,5000	9,457%	7,257%	2	9,93%	7,36%	1,425221034	3,296434309
TF0217	30-05-2014	03-02-2017	118,0000	10,323%	6,959%	3	10,31%	7,96%		
TF0418	30-05-2014	12-04-2018	120,0000	11,577%	9,656%	4	10,68%	8,56%		
TF0221	30-05-2014	04-02-2021	120,4500	12,041%	10,776%	7	11,76%	10,33%		
TF0322	30-05-2014	03-03-2022	121,3380	11,798%	11,338%	8	12,12%	10,91%		
TF0126	30-05-2014	08-01-2026	108,9167	13,474%	13,156%	12	13,50%	13,20%		
TF0528	30-05-2014	25-05-2028	108,5000	13,870%	13,907%	14	14,16%	14,32%		
TF0329	30-05-2014	01-02-2029	108,5000	14,124%	14,158%	15	14,49%	14,87%		
TF0418	30-06-2014	12-04-2018	120,0000	11,478%	10,085%	4	11,36%	9,58%	0,05505168	0,861873212
TF0126	30-06-2014	08-01-2026	111,4358	13,074%	12,976%	12	13,07%	12,41%		
TF0528	30-06-2014	25-05-2028	110,4500	13,574%	13,328%	14	13,46%	13,08%		
TF0329	30-06-2014	01-02-2029	111,0000	13,752%	13,543%	15	13,65%	13,40%		
TF0322	31-07-2014	03-03-2022	113,6000	13,157%	12,623%	8	13,64%	12,43%	0,976267415	0,762462131
TF0124	31-07-2014	04-01-2024	118,8625	12,800%	12,181%	10	12,99%	12,71%		
TF0126	31-07-2014	08-01-2026	111,9547	12,990%	12,504%	12	13,04%	12,98%		
TF0528	31-07-2014	25-05-2028	109,9666	13,641%	13,550%	14	13,08%	13,23%		
TF0329	31-07-2014	01-02-2029	110,3957	13,835%	13,768%	15	13,09%	13,35%		

Fuente: Cálculos Propios