

# Futuros sobre TES tasa fija en pesos, producto derivado en el mercado de capitales colombiano\*

SICI: 0123-1472(201307)14:35<513:TESTFP>2.0.TX;2-U

## Alexandra Cano-Muñoz

Economista, Universidad Santo Tomás. Especialista en finanzas y evaluación de proyectos, Universidad Externado de Colombia. Magíster en gestión financiera internacional, Universidad Santo Tomás de Chile. Docente de cátedra en posgrado de la Pontificia Universidad Javeriana. Coordinadora de estrategia, Telefónica Colombia.

Correo electrónico: alcan\_2000@yahoo.com

## Aracely del Socorro Sánchez-Serna

Contadora pública y licenciada en matemáticas, Pontificia Universidad Javeriana. Magíster en gestión financiera internacional, Universidad Santo Tomás de Chile. Docente e investigadora de planta, Pontificia Universidad Javeriana en pregrado y posgrado.

Correo electrónico: a-sanchez@javeriana.edu.co.

---

\* Este trabajo es una articulación de resultados de investigación relacionados con el trabajo de grado de la maestría en Gestión Financiera Internacional de las autoras, y de resultados parciales del proyecto de investigación *Pertinencia de los estándares internacionales de valuación emitidos por el IVSC [International Valuation Standards Council] y de las prácticas actuales de valuación de activos aplicadas en Colombia en la preparación de la información financiera bajo NIIF [Normas Internacionales de Información Financiera]*, en el que Aracely Sánchez-Serna participa como coinvestigadora.

**Resumen** Los derivados han contribuido al desarrollo del mercado financiero en Colombia. Los futuros de TES, en especial, han conducido a una mejor administración de portafolios, unas nuevas formas de apalancamiento y una eficiente asignación de recursos. Por tanto, se hace indispensable conocer y comprender la naturaleza, funcionalidad y valoración de estos instrumentos.

El documento *Futuros sobre TES tasa fija en pesos colombianos, un producto derivado en el mercado de capitales colombiano*, se presenta como producto de una articulación de resultados de investigación relacionados con el trabajo de grado de la maestría en gestión financiera internacional, y de resultados parciales del proyecto de investigación *Pertinencia de los estándares internacionales de valuación emitidos por el IVSC [International Valuation Standards Council] y de las prácticas actuales de valuación de activos aplicadas en Colombia en la preparación de la información financiera bajo NIIF [Normas Internacionales de Información Financiera]*, para profundizar en el estudio sobre la estructuración y desarrollo de ese producto financiero y proporcionar herramientas reconocidas para su valoración, tanto en el mercado nacional como en el internacional.

El desarrollo del estudio de este instrumento financiero fue realizado por fases. La primera aborda la conceptualización del TES como instrumento de financiación de renta fija, emitido por el gobierno colombiano; en la segunda fase se definen y se aplican algunas de las metodologías propuestas para determinar la estructura temporal de las tasas de interés (curva cupón cero); en una tercera fase, se profundiza sobre la estructuración y desarrollo de los futuros de TES en Colombia, para completar los elementos claves de la estructuración y desarrollo de los TES en el mercado financiero colombiano.

Este estudio deja abierta la posibilidad de aportes al desarrollo de los futuros en Colombia, y a análisis de otros instrumentos financieros derivados en este mismo entorno.

**Palabras claves autor** TES, bono nocional, derivados, futuros, valoración.

**Palabras clave autor** TES, bono nocional, derivados, futuros, valoración.

**Palabras clave descriptor** Mercado de capitales, mercado financiero, instrumentos financieros.

**Código JEL** G12, M41

## TES Future at a fixed rate in Colombian Peso, a Derivative in the Colombian Capital Market

**Abstract** Derivatives have contributed in the Colombian financial market development. TES Future, in particular, has led to better portfolio management, new forms of leveraging and efficient resource allocation. Consequently, it is crucial to acknowledge and to understand the nature, functionality and valuation of this sort of instruments. The document TES Future at a fixed rate in Colombian Peso, a Derivative in the Colombian Capital Market' is presented as the articulation of research results coming from the International Financial Management Master's degree graduation paper by the author, and the partial results of a research project Pertinence of International Valuation Standards issued by the International Valuation Standards Council. It regards the current active valuation practices applied in Colombia—under the International Financial Reporting Standards—in order to deepen the scope of the study on the framing and development of this financial product. It provides acknowledged tools for its valuation both in the national and international markets. The development of this financial instrument was carried out in phases. The first one approaches the conceptualization of TES as a fixed-income-security funding instrument issued by the Colombian government. During the second phase, the proposed methodologies are defined and applied for determining the temporal structure of interest rates (zero-coupon curve). The third phase focuses on the framing, development and key elements of TES Future in Colombia.

This study opens up the possibility for contributions to the development of futures in Colombia and the analysis of other financial instruments derived from the same field.

**Key words author** TES, notional bonds, derivatives, futures, valuation.

**Key words plus** Capital market, financial market, financial instruments.

### Futuros sobre TES taxa fixa em pesos, produto derivado no mercado colombiano de capitais

**Resumo** Os derivados têm contribuído no desenvolvimento do mercado financeiro na Colômbia. Os futuros de TES, em especial, conduziram para uma melhor administração de portfólios, umas novas formas de alavancamento e uma eficiente assinação de recursos. Portanto, faz-se indispensável conhecer e compreender a natureza, funcionalidade e avaliação de estes instrumentos.

O documento Futuros sobre TES taxa fixa em pesos colombianos, produto derivado no mercado colombiano de capitais apresenta-se como produto de uma articulação de resultados de pesquisa relacionados com o trabalho de graduação do mestrado em gestão financeira internacional e de resultados parciais do projeto de pesquisa Pertinência dos padrões internacionais de avaliação emitidos pelo IVSC [International Valuation Standards Council] e das práticas atuais de avaliação de ativos aplicadas na Colômbia na preparação da informação financeira sob NIIF [Normas Internacionais de Informação Financeira], para aprofundar no estudo sobre estruturação e desenvolvimento desse produto financeiro e fornecer ferramentas reconhecidas para sua avaliação, tanto no mercado nacional quanto no internacional.

O desenvolvimento do estudo desse instrumento financeiro foi realizado por fases. A primeira aborda a conceituação do TES como instrumento de financiamento de renda fixa, emitido pelo governo colombiano; na segunda fase definem-se e aplicam algumas metodologias propostas para determinar a estrutura temporal das taxas da curva de juros à vista (ou curva de juros zero-cupom); numa terceira fase, aprofunda-se sobre a estruturação e desenvolvimento dos futuros de TES na Colômbia, para completar os elementos-

chave da estruturação e desenvolvimento dos TES no mercado financeiro colombiano.

Este estudo deixa aberta a possibilidade para aportes ao desenvolvimento de futuros na Colômbia e análise de outros instrumentos financeiros derivados neste mesmo entorno.

**Palavras-chave autor** TES, título notional, derivados, futuros, avaliação.

**Palavras-chave descritor** Mercado de capitais, mercado financeiro, os instrumentos financeiros.

## Introducción

En el desarrollo y evolución del mercado de derivados, Colombia, pese a haber incursionado en los mercados internacionales desde finales del siglo XX, solo hace poco ha ingresado formalmente a los mercados de derivados estandarizados.

Este ingreso, ocurrido el 1 de septiembre de 2008, además de traer beneficios al mercado y a sus agentes —como una mejor administración de portafolios, unas nuevas formas de apalancamiento y una eficiente asignación de recursos—, ha conducido a la exploración de diferentes instrumentos derivados para optimizar la operatividad del mercado y ofrecer a sus participantes beneficios propios de la negociación de estos instrumentos.

Así, el lanzamiento del mercado de derivados en Colombia trajo consigo el primer producto derivado sobre bono notional, el cual es objeto del desarrollo del presente documento.

El documento *Futuros sobre TES tasa fija en pesos colombianos, un producto derivado en el mercado de capitales colombiano* presenta un estudio sobre la estructuración y desarrollo de este producto financiero.

En la consecución de este objetivo, se realizó un estudio en fases que nos permitió acercarnos a los diferentes elementos conceptuales y prácticos que definen y explican la estructuración y desarrollo del futuro de TES tasa fija (COP) en Colombia.

En la primera etapa se estudió y documentó sobre los TES y su participación como instrumento de renta fija de la deuda pública colombiana, sus antecedentes en la política fiscal, sus características como título valor y las particularidades que los convierten en papeles, con mucho atractivo, para ser negociados en el mercado de derivados.

En una segunda etapa, se hizo un acercamiento a dos metodologías propuestas para determinar la estructura temporal de las tasas de interés, curva cupón cero, como marco de referencia importante para operadores y analistas de los mercados financieros. Este análisis es de especial importancia, ya que permite la valoración de gran cantidad de activos financieros y la evaluación del riesgo.

En la última etapa, se hizo un estudio detallado de antecedentes, conceptualización y elementos básicos que hacen parte de la estructuración y desarrollo de este producto derivado en el mercado de capitales colombiano.

## 1. Títulos de deuda pública en Colombia

### 1.1. Origen de los Títulos de Tesorería, TES

En el marco y el ejercicio de la política macroeconómica, el gobierno —como agente fundamental del sistema económico— es el directo

responsable del desarrollo de la política fiscal,<sup>1</sup> que vela por la optimización de los recursos del fisco al hacer que los ingresos percibidos por el gobierno sean bien canalizados en ejercicio de su función social y política.

Así, el gobierno explora continuamente diferentes fuentes de recursos para cumplir esta función que se apoya en dos grandes pilares: el primero, y tal vez más importante, el cumplimiento de un programa de inversiones y gasto social que le permitan dinamizar el aparato económico mediante acciones como la construcción e implementación de infraestructura (vial, industrial, etc.) y/o el soporte a programas sociales enfocados en educación, vivienda y salud, entre otros rubros. El segundo, relacionado con el autosostenimiento de la estructura funcional y administrativa necesaria para la ejecución de las funciones a su cargo.

Al enfocar las fuentes de recursos (de mayor interés en el desarrollo de este documento), se identifica un número limitado de fuentes que, en su momento, empezaron a no ser suficientes para cubrir los requerimientos del Estado.

Entre las principales fuentes de recursos del fisco están los impuestos (directos e indirectos); los ingresos generados por empresas del Estado (cada vez menos representativos en la medida en que se han liquidado las participaciones de capital público parcial o totalmente en diferentes empresas) y algunos recursos incipientes por privatizaciones y otras negociaciones con el sector privado. No obstante, ante

1 *La política fiscal hace referencia fundamentalmente a la administración de los ingresos, gastos y financiamiento del sector público.* Disponible en: <http://www.gerencie.com/politica-fiscal.html>

la apremiante necesidad de recursos derivada de diferentes circunstancias económicas, políticas y éticas que no merece la pena analizar para el objeto de este documento, el gobierno utiliza cada vez más mecanismos de financiación similares a los que empresas del sector privado han utilizado mediante la emisión de bonos y/o títulos que representan obligaciones futuras y que hacen posible el desarrollo de proyectos y macroproyectos de gran envergadura.

En ese sentido, este tipo de financiación es una interesante alternativa de obtención de recursos por parte del fisco, al tiempo que se ha dinamizado cada vez más, lo cual se puede evidenciar con la creación de los Títulos de Tesorería (TES, Ley 51 de 1990) como una de las principales fuentes de financiación de las operaciones del gobierno. Estos títulos, que reemplazaron otros que cumplían funciones similares pero que eran menos sofisticados en sus características (como las negociaciones exclusivas a corto plazo o emisiones para fines relacionados con la regulación del mercado monetario), según su destinación u objetivo a cumplir, se dividieron en dos clases: TES Clase A y TES Clase B.

Los TES Clase A fueron emitidos para cubrir el pasivo existente con el Banco de la República y para sustituir a su vencimiento la deuda contraída en operaciones de mercado abierto, OMA. Los TES Clase B se emitían

para cubrir apropiaciones presupuestales y operaciones temporales de tesorería del gobierno nacional. En la actualidad, solo se emiten TES Clase B.

Los TES Clase B han contribuido con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Desarrollar el mercado de capitales colombiano.
- Incentivar el ahorro interno a largo plazo.
- Informar al mercado financiero sobre las expectativas y precios por plazo.
- Implementar una curva de rendimientos dentro del mercado que permita su profundización.
- Atraer inversionistas institucionales (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2009, p. 6).

## **1.2. Características de los títulos de tesorería TES clase B (Resolución 6401 de diciembre de 2008 del Ministerio de Hacienda y Crédito Público)**

En el siguiente cuadro se presentan las características de los títulos de tesorería TES clase B que son emitidos por el gobierno colombiano y se muestran las generalidades de los títulos respecto a si son de corto o largo plazo, su estructura, moneda de liquidación y pago, circulación, rendimientos y aspectos a tener en cuenta en su valoración.

<b>Características generales y especiales</b>	<b>Títulos que se coloquen en el mercado primario, destinados a financiar apropiaciones del Presupuesto General de la Nación</b>
Clase y denominación	Los TES de largo plazo son emitidos a tasa fija o variable y denominados en moneda legal colombiana, en dólares de Estados Unidos de América —USD— o en unidades de valor real —UVR—.
Conformación de los Títulos	Cada TES de largo plazo está conformado por el principal, que será amortizado al final del plazo, y por uno o varios cupones de intereses anuales, según corresponda; por ejemplo, un (1) cupón para los títulos de un año, dos (2) cupones para los de dos años, tres (3) cupones para los de tres años, etc.
Moneda de liquidación y pago	El principal y los intereses de los TES de largo plazo serán pagados en moneda legal colombiana.
Plazos de emisión	Los TES de largo plazo son emitidos con plazo de uno o más años calendario. En todo caso, el pago del principal se deberá efectuar con cargo a recursos presupuestales de vigencias fiscales posteriores a aquellas en las cuales se emitan los títulos.
Ley de circulación	Son títulos a la orden, libremente negociables en el mercado secundario y cuando corresponda, los cupones de intereses también son libremente negociables. La transferencia de los valores que se encuentren en un depósito centralizado de valores se podrá hacer mediante el simple registro en el depósito, con la previa orden escrita del titular de los títulos o de su mandatario.
Inscripción	Están inscritos en la Bolsa de Valores de Colombia.
Descuponamiento	A voluntad del tenedor, el principal y el(los) cupón(es) de intereses de los TES de largo plazo a tasa fija denominados en pesos se podrán negociar en forma separada. Para las otras denominaciones y clases de TES de largo plazo, no se permitirá el descuponamiento.
Rendimientos	Devengan intereses período vencido. La Nación no reconocerá intereses sobre los días no hábiles bancarios que transcurran entre el vencimiento de los títulos y su fecha de pago efectivo, cuando el vencimiento ocurra en días no hábiles bancarios. En cada emisión, los intereses se calcularán desde el día siguiente al inicio del respectivo período y hasta el día pactado para su pago, para lo cual se emplea como base de conteo 365/365, lo que corresponde a años de 365 días, de doce (12) meses, con el período de días calendario que corresponda a cada mes, excepto para el mes de febrero, que corresponderá a veintiocho (28) días, incluso para años bisiestos.

**Características generales y especiales**

**Títulos que se coloquen en el mercado primario, destinados a financiar operaciones temporales de tesorería**

El precio de los TES de corto plazo es el valor presente de un título compuesto únicamente por el principal, equivalente a cien (100) unidades de valor nominal, descontado a la tasa de rendimiento aprobada en la subasta el día de cumplimiento de la respectiva oferta. El precio se calcula con base en 365 días de acuerdo con la siguiente fórmula y se expresa con tres decimales:

$$Precio = \frac{100}{(1 + i_c)^{\frac{n}{365}}}$$

Donde:

**Precio:** es el valor presente de un título con valor de 100 unidades descontado a una tasa de interés *i<sub>c</sub>*.  
**ie:** es la tasa de rendimiento efectiva anual de los TES de largo plazo resultante de la subasta (tasa de corte), con la cual se descuenta el valor del principal, expresada como porcentaje, con tres (3) decimales.  
**n:** es el número de días transcurridos entre la fecha de cumplimiento de la subasta y el vencimiento del título.

Ver Anexo 1. Valoración de TES y Anexo 2. Valoración de TES por TIR y cupón cero

En el Anexo 6, TES. Descripción de Valor – Bloomberg, podemos observar la valoración de Bloomberg y contrastar con la valoración realizada en los anexos 1 y 2.

**Títulos que se coloquen en el mercado primario, destinados a financiar apropiaciones del Presupuesto General de la Nación**

El precio de los TES de largo plazo es el valor presente de un título compuesto por el principal y el(los) cupón(es) de intereses equivalentes a cien (100) unidades de valor nominal, descontado a la tasa de rendimiento aprobada en la subasta el día de cumplimiento de la respectiva oferta.

El precio se expresará con tres (3) decimales y será el resultado de la siguiente expresión matemática:

$$Precio = \frac{100}{(1 + i_c)^{\frac{n}{365}}} + \sum_{k=1}^N \frac{100 \times Tasa\ Cupón}{(1 + i_c)^{\left(\frac{k-1}{365} + \frac{n}{365}\right)}}$$

Donde:

**Precio:** es el valor presente de un título con valor nominal de 100 unidades descontado a una tasa de interés *i<sub>c</sub>*.  
**Tasa cupón:** será el porcentaje con el cual se calculan los rendimientos periódicos de los títulos y corresponde a su tasa facial.  
**ie:** será la tasa de rendimiento efectiva anual de los TES de largo plazo resultante de la subasta (tasa de corte), expresada como porcentaje, con tres (3) decimales.  
**n:** será el número de días transcurridos entre la fecha de cumplimiento de la subasta y el próximo pago de intereses del título.  
**N:** será el número de cupones de intereses del título pendientes de pago en la fecha de cumplimiento de la subasta.

**k:** variable que toma valores enteros entre 1 y N.

Características generales y especiales	Títulos que se coloquen en el mercado primario, destinados a financiar operaciones temporales de tesorería	Títulos que se coloquen en el mercado primario, destinados a financiar apropiaciones del Presupuesto General de la Nación
Rendimiento, liquidación de intereses y precio de los TES de largo plazo a tasa variable	Los TES de largo plazo a tasa variable, cuya tasa de rendimiento está compuesta por la variación del índice de precios al consumidor más un porcentaje de rendimiento adicional o margen, serán denominados en moneda legal.	Los TES de largo plazo a tasa variable, cuya tasa de rendimiento está compuesta por la variación del índice de precios al consumidor más un porcentaje de rendimiento adicional o margen, serán denominados en moneda legal.
	Forma de liquidación del cupón de intereses	Forma de liquidación del cupón de intereses
	Los intereses se liquidan anualmente por períodos vencidos con base en la tasa compuesta por la variación de doce meses del IPC publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, para el mismo mes en que se realice el pago de rendimientos más el margen aprobado en la subasta. La tasa para el cálculo de los cupones de intereses será obtenida con la aplicación de la siguiente fórmula:	Los intereses se liquidan anualmente por períodos vencidos con base en la tasa compuesta por la variación de doce meses del IPC publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, para el mismo mes en que se realice el pago de rendimientos más el margen aprobado en la subasta. La tasa para el cálculo de los cupones de intereses será obtenida con la aplicación de la siguiente fórmula:
	Tasa cupón = $(1 + IPC) * (1 + Margen) - 1$	Tasa cupón = $(1 + IPC) * (1 + Margen) - 1$
	Donde:	Donde:
	Tasa cupón: será la tasa de interés con la cual se calculan los rendimientos periódicos de los títulos.	Tasa cupón: será la tasa de interés con la cual se calculan los rendimientos periódicos de los títulos.
	IPC: será la variación de doce meses del Índice de Precios al Consumidor publicado por el DANE, vigente en la fecha de exigibilidad de los rendimientos periódicos de los títulos.	IPC: será la variación de doce meses del Índice de Precios al Consumidor publicado por el DANE, vigente en la fecha de exigibilidad de los rendimientos periódicos de los títulos.
	Margen: será el porcentaje de rendimiento aprobado en la subasta, sin tener en cuenta el componente inflacionario.	Margen: será el porcentaje de rendimiento aprobado en la subasta, sin tener en cuenta el componente inflacionario.
	El valor de liquidación de los TES de largo plazo se obtendrá conforme se señala a continuación:	El valor de liquidación de los TES de largo plazo se obtendrá conforme se señala a continuación:
	<b>Valor de liquidación de TES de largo plazo a tasa fija y variable denominados en pesos.</b>	<b>Valor de liquidación de TES de largo plazo a tasa fija y variable denominados en pesos.</b>
	Los TES de corto plazo se liquidarán y pagarán en moneda legal colombiana y su valor será el resultado de multiplicar el valor nominal de los títulos por su precio, dividiendo este último entre cien (100). La Nación no reconocerá intereses sobre los días no hábiles bancarios que transcurran entre el vencimiento de los títulos y su fecha de pago efectivo cuando el vencimiento ocurra en días no hábiles bancarios.	El valor de liquidación en moneda legal colombiana de los TES de largo plazo a tasa fija y variable denominados en pesos será el resultado de multiplicar el valor nominal de los títulos por su precio, dividiendo este último en cien (100).
	Valor de liquidación	Valor de liquidación de TES de largo plazo a tasa fija denominados en dólares.
		El valor de liquidación en moneda legal colombiana de los TES de largo plazo a tasa fija denominados en dólares será el resultado de multiplicar el valor nominal de los títulos por su precio, dividiendo este último en cien (100), y por la tasa representativa del mercado (TRM) vigente el día de cumplimiento de las ofertas.
		Valor de liquidación de TES de largo plazo a tasa fija denominados en UVR.
		El valor de liquidación en moneda legal colombiana de los TES de largo plazo a tasa fija denominados en UVR será el resultado de multiplicar el valor nominal de los títulos por su precio, dividiendo este último en cien (100), y por la UVR vigente el día de cumplimiento de las ofertas.

Tabla 1. Características de los Títulos de Tesorería TES Clase B  
Fuente: elaboración propia, con base en información tomada de la Resolución 6401 de diciembre de 2008, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público

La tabla 1 da a conocer elementos claves de las características de los Títulos de Tesorería TES, emitidos por el gobierno colombiano. La estructura y características dan razón de que estos títulos son emitidos en primera instancia para cubrir operaciones temporales de tesorería, como en el caso de los títulos de corto plazo y de otro lado, para cubrir apropiaciones presupuestales, como los títulos de largo plazo.

Además de las características de los TES, es importante conocer los diferentes mecanismos de negociación que tienen estos instrumentos financieros, tanto en el mercado primario como en el mercado secundario; a continuación, en

el numeral 1.3, encontramos las formas de colocación en el mercado primario y en el numeral 1.4, su forma de operar en el mercado secundario. La importancia de conocer las condiciones de negociación (montos, plazos y precios) radica en que de su comportamiento depende el comportamiento del futuro, objeto de estudio de este artículo, dado que los TES son el producto implícito o subyacente del futuro.

### 1.3. Formas de colocación de TES

En el mercado primario de TES, las formas de colocación son subasta, operación forzosa y operación convenida.



Figura 1. Formas de colocación de los TES en el Mercado Primario, según el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, *Títulos de Tesorería TES*, p. 16

#### 1.3.1. Subasta

Es un mecanismo por el cual se lleva a cabo la colocación de TES clase B en el mercado primario. Los TES de corto y largo plazo son colocados mediante subastas de tipo

holandés,<sup>2</sup> en las cuales el Ministerio de Ha-

2 En la subasta holandesa, el subastador comienza subastando con un alto precio, que es rebajado hasta cuando algún participante está dispuesto a aceptar el precio del subastador o hasta cuando se llega al precio de reserva,

cienda y Crédito Público establece las reglas para definir la tasa de corte y dependiendo del cupo de colocación anunciado, se adjudican las ofertas cuya tasa sea menor o igual a esta (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2009, p. 16).

La Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional es responsable de definir la fecha de emisión de los títulos a subastar con anterioridad al día de convocatoria de la subasta. Así mismo, determina el monto y el período de duración de cada emisión.

El Banco de la República anuncia por medio de su sistema electrónico SEBRA (Servicios Electrónicos del Banco de la República), en nombre del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, las condiciones de monto y período de los TES a subastar.

### **1.3.2. Operaciones forzosas**

Es la suscripción de títulos TES de largo plazo en el mercado primario por parte de las entidades públicas con excedentes de liquidez originados en la administración de recursos propios.

Los establecimientos públicos del orden nacional y las entidades estatales a las cuales se les apliquen las disposiciones de orden presupuestal, están obligados a invertir sus excedentes de liquidez en títulos de tesorería TES clase B. Estos TES deben ser adquiridos directamente en la Dirección General de Crédito Público (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2009).

### **1.3.3. Operaciones convenidas**

Es la suscripción de los TES de largo plazo en el mercado primario por parte de las entidades públicas a las cuales les han sido aceptados sus excedentes de liquidez en moneda nacional por parte de la Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2009).

### **1.4. Mercado secundario de deuda pública TES**

Es aquel en el que se transan tanto los títulos de tesorería TES clase B como otros títulos de deuda, por parte de los diferentes intermediarios y de los creadores de mercado. “La profundización de este mercado se hace atractiva en la medida que permite satisfacer las necesidades de endeudamiento a una menor relación costo-riesgo. Además, se evita que el financiamiento público interfiera con la política macroeconómica y mejora el funcionamiento y desarrollo de los mercados financieros y de capitales” (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Subdirección de Financiamiento Interno de la Nación, 2009, p. 39).

Con el mercado de deuda pública en Colombia, dados su liquidez y ventajas para el desarrollo del mercado financiero y de capitales, y su atractivo para inversionistas institucionales, individuales y de capital extranjero, surge la necesidad de hacer de este un mercado cada vez más líquido, profundo, transparente, de bajos costos de transacción y con gran cantidad de información, que permita una formación adecuada de precios y de generación de curvas de rendimiento; y un desarrollo de productos

---

que es el precio mínimo aceptado para esa venta. El participante ganador paga el último precio anunciado. [http://es.wikipedia.org/wiki/Subasta\\_holandesa](http://es.wikipedia.org/wiki/Subasta_holandesa)

derivados, para lograr que el consumidor final pueda trabajar con seguridad y proteger su inversión.

Para lograr el buen funcionamiento de dicho mercado de deuda pública es necesario que técnicamente sea:

- Un mercado ciego
- Con puntas de compra y de venta
- Con adjudicación al mejor postor
- Diferenciando las ofertas de altos y bajos montos, y
- Con información en tiempo real (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2009, p. 40).

Las mencionadas características se explican a continuación:

**Mercado ciego:** sistema de negociación en el mercado secundario que garantiza la realización de operaciones de compra y venta sin que las contrapartes se conozcan e interactúen directamente (compradores y vendedores).

**Con puntas de compras y de venta:** corresponden a los precios (puntas) de mercado que se forman por el libre juego de oferta y demanda sobre un activo y en un momento determinado.

**Con adjudicación al mejor postor:** proceso de asignación del activo financiero al comprador que presenta la mejor oferta para hacerse con el activo; el criterio de adjudicación es el de precio limpio.

**Diferenciando las ofertas de altos y bajos montos:** capacidad de identificar volúmenes y tamaños de ofertas en el mercado, a fin de determinar las contrapartes más afines.

**Con información en tiempo real:** oportunidad y rapidez en la información proporcio-

nada por los mercados y por los títulos que los componen, lo que permite la adecuada y óptima toma de decisiones de compra y venta.

Lo esbozado hasta el momento en relación con los TES—su origen, sus características, sus formas de colocación en el mercado primario y su operación en el mercado secundario—, permite conocer los mecanismos de operación que tiene este valioso instrumento financiero en el mercado de capitales colombiano y se puede concluir que este instrumento de deuda pública constituye un referente relevante de los demás activos del mercado.

### 1.5. Sistemas de negociación

Los TES Clase B se pueden transar en el Sistema Electrónico de Negociación, SEN o en el Mercado Electrónico Colombiano, MEC.

El SEN, administrado por el Banco de la República, es un sistema centralizado en el cual entidades creadoras de mercado realizan transacciones (compra y venta) sobre títulos depositados en el Depósito Centralizado de Valores, DCV, por medio de estaciones remotas.

El MEC—al igual que el SEN—permite la realización de transacciones de compra y venta desde estaciones remotas por parte de entidades previamente inscritas, habilitadas y reglamentadas por la Bolsa de Valores de Colombia (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2009, pp. 40-41, 43).

### 1.6. Descripción del nemotécnico títulos TES

Sistema Electrónico de Negociación – SEN. Títulos de Tesorería TES Clase B a 1, 2, 3, 5, 7 y 10 años a tasa fija.

## Descripción del nemotécnico:

TFI	T	03	30502
-----	---	----	-------

Las primeras letras se utilizan para identificar el título. Para este caso, es un TES Clase B. En la cuarta posición se registra: P cuando se negocia solo el principal, C cuando se negocia solo el cupón, y T cuando se negocia el título completo (principal y cupones). En las dos siguientes posiciones se registra el plazo en años y en las últimas seis posiciones se registra la fecha de vencimiento del título (día, mes, año) (Sistema Electrónico de Negociación, SEN, s.f. En línea: [http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/DFV-OPE-MA-127-MANUAL\\_DE\\_OPERACION\\_DEL\\_SEN.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/DFV-OPE-MA-127-MANUAL_DE_OPERACION_DEL_SEN.pdf)).

Sistema Electrónico de Negociación – SEN.  
Títulos de Tesorería TES Clase B a tasa variable.

TBV	T	03	100100
-----	---	----	--------

Las primeras letras se utilizan para identificar el título. Para este caso, es un TES Clase B a tasa variable. En la cuarta posición se registra: T cuando se negocia el título completo (principal y cupones). En las dos siguientes posiciones se registra el plazo en años y en las últimas seis posiciones se registra la fecha de vencimiento del título (día, mes, año) (Sistema Electrónico de Negociación SEN, s.f. En línea: [http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/DFV-OPE-MA-127-MANUAL\\_DE\\_OPERACION\\_DEL\\_SEN.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/DFV-OPE-MA-127-MANUAL_DE_OPERACION_DEL_SEN.pdf)).

**1.7. Los TES como activo subyacente**

En el desarrollo del mercado de derivados, además de las facilidades que la regulación ha establecido e implementado a fin de dar transparencia al mercado y generar la confianza de

los inversionistas que participan en el mismo,<sup>3</sup> ha sido necesario explorar diferentes instrumentos derivados que cumplan las condiciones de cobertura, liquidez y formación transparente de precios requeridas para este tipo de escenario financiero.

En esta búsqueda continua de instrumentos financieros apropiados para las condiciones del mercado de valores, la incorporación y la consolidación de los TES como uno de los activos subyacentes más líquidos y seguros, han significado un verdadero despegue para el mercado de derivados colombiano.

Los TES representan los títulos más negociados en el frente de renta fija de la bolsa de valores. Solo durante el último día de operaciones de noviembre de 2010, las negociaciones de renta fija representaron el 94,5% del volumen transado por el mercado de valores (sin incluir el registro de divisas). Los TES (pesos, UVR y variable) por su lado fueron el 78% de este total (Bolsa de Valores de Colombia, s.f. En línea: [http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/enlinea/rentafija?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27\\_11de9ed172b\\_-73dc7f000001=action%3Dbuscar%26org.springframework.web.portlet.mvc.ImplicitModel%3Dtrue%26](http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/enlinea/rentafija?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27_11de9ed172b_-73dc7f000001=action%3Dbuscar%26org.springframework.web.portlet.mvc.ImplicitModel%3Dtrue%26))).

Y la razón por la cual los TES se presentan como uno de los activos financieros preferidos por los inversionistas es clara, si se comparan con los demás títulos del mercado. Los TES vie-

3 Introducción de la Ley del Mercado de Valores de 2005 (Ley 964 de 2005) y creación de la Cámara Central de Riesgo de Contraparte mediante la Resolución 0923 de 2008, de la Superintendencia Financiera, sobre las cuales se expone en el tercer capítulo del documento.

nen ofreciendo una rentabilidad mayor a la de otros activos financieros tanto de renta fija como de renta variable (acciones, bonos, CDT) negociados también en el mercado de valores colombiano; esto sin tener en cuenta las ganancias por valorización obtenidas en la renta variable.

Además, el Estado se considera como un emisor más seguro en la medida en que las posibilidades de *default* son menores en comparación con un emisor privado (cuenta con más alternativas de fuentes de financiación internas y externas), lo cual genera una mayor confianza para los inversionistas que entienden claramente que subsisten

riesgos pero que estos pueden ser despreciables frente a los existentes en otro tipo de inversiones.

Finalmente, estas condiciones de rentabilidad y seguridad, aunadas a los importantes volúmenes de financiamiento interno que ha venido requiriendo el gobierno en los últimos años, lo cual ha generado emisiones de bonos por montos incluso superiores al billón de pesos, hacen que en términos generales los TES se presenten como títulos de alta liquidez en el mercado secundario y, por consiguiente, en los demás mercados soportados por este, como el mercado de derivados.

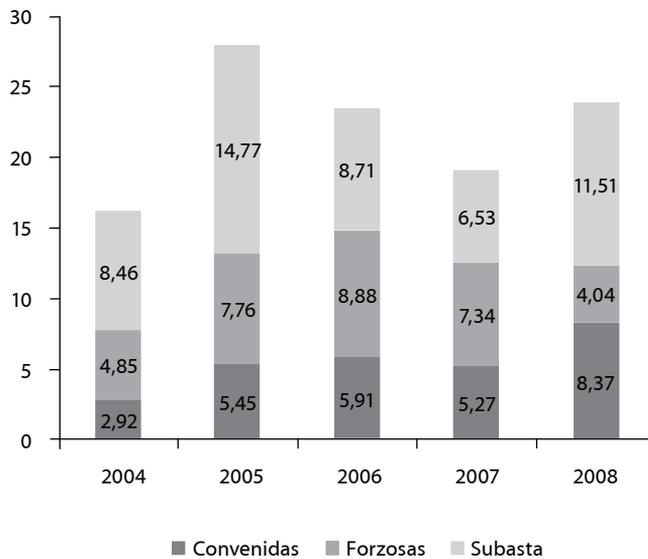


Figura 2. Evolución del TES

Fuente: elaboración propia, con base en la información del Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Títulos de Tesorería TES, p. 30.

## 2. Estructura temporal de las tasas de interés, ETTI

### 2.1. Definición y generalidades

La estructura temporal de las tasas de interés, o diferencial de rendimiento, es un

concepto financiero bien establecido que en años recientes ha demostrado contener información útil para predecir el futuro de la actividad económica (González, 2006).

...las diferencias entre tipos de interés que comparten las mismas características y se generan en un mismo mercado se deben

exclusivamente al diferente plazo de vencimiento asociado a cada uno de ellos. Esta relación se denomina *Estructura Temporal de los Tipos de Interés*, ETTI. Puesto que la ETTI no se observa directamente, salvo en mercados como el interbancario, el de Letras del Tesoro o el euromercado, se requiere un proceso previo de estimación, para el cual se suelen considerar instrumentos de deuda pública, pues en ellos el riesgo de impago es inexistente (Abad & Robles, 2003).

Según Pilar Abad-Romero & María Dolores Robles-Fernández (2003), la ETTI es una herramienta muy importante para los agentes económicos, en general y para los operadores y analistas de los mercados financieros, en particular. Conocer su comportamiento, lo que es y sus aplicaciones es esencial pues contiene información valiosa desde distintas perspectivas económicas. Desde el punto de vista macroeconómico, su utilidad es inmediata. Mientras que las autoridades monetarias controlan los tipos a más corto plazo, las decisiones de ahorro e inversión de los agentes económicos buscan y tienen su mirada puesta en los tipos a largo plazo. Por ello, conocer los determinantes de la ETTI permite comprender el impacto de la política monetaria en la economía y sus mecanismos de transmisión. Desde el punto de vista de las finanzas, el análisis de la ETTI es vital, ya que permite la valoración de gran cantidad de activos financieros, la evaluación del riesgo y el diseño de estrategias de cobertura.

Podría decirse que la ETTI se ha convertido en un marco de referencia para el mercado y se ha utilizado para la valoración de activos

de renta fija y obligaciones. De igual modo, es un punto de partida que permite establecer rentabilidades en los diferentes sectores de los mercados de deuda, dado que representa la estructura de las tasas de títulos de alto nivel crediticio (bajo nivel de riesgo), que guardan características muy similares entre sí, pues la diferencia en las tasas está dada por los diferentes plazos de vencimiento.

La curva de rendimiento gubernamental constituye la columna vertebral de los mercados de capitales desarrollados. La estructura temporal de tasas de interés, ETTI, se considera el rendimiento de una inversión con el menor riesgo crediticio a largo plazo del mercado local y determina los tipos de interés de los flujos futuros de cualquier activo financiero.

La estructura temporal de tasas de interés, ETTI, es utilizada como referencia para las emisiones de deuda privada denominadas en moneda local y es un referente para los créditos otorgados a cualquier plazo por las entidades financieras, por cuanto se convierte en un insumo obligado para el cálculo de las tasas mínimas de retorno de los proyectos de inversión de largo plazo.

## 2.2. Alternativas de la curva cupón cero

Utilizar la curva cupón cero supone ver de manera completa la ETTI; de modo que cada flujo de caja se descuenta con un tipo de interés distinto más ajustado a la realidad. Roberto Knop (2005) manifiesta que hay relaciones entre TIR y curva cupón cero, de tal modo que se debería llegar al mismo precio del bono teórico, utilizando la TIR o una curva cupón cero siempre y cuando esta haya sido obtenida por una me-

todo de estimación de la curva cupón cero para títulos TES en pesos bajo la metodología de Charles R. Nelson y Andrew F. Siegel, que es la utilizada en Colombia y en especial en la Bolsa de Valores de Colombia para la valoración de futuros.

La metodología que incorpore los precios de mercado de los bonos existentes y que su construcción esté basada en la réplica exacta de los precios de mercado.

Las metodologías basadas en la minimización de errores conseguirán aproximaciones por lo que es posible que el precio teórico obtenido con ellas no converja exactamente al generado con la TIR.

En este sentido, se pueden definir dos corrientes metodológicas para abordar este tema: econométrica y recursiva.

### 2.2.1. Métodos econométricos

Los modelos econométricos incorporan en su estructuración una forma funcional a la curva que dependa de un número finito y reducido de parámetros que se han de ajustar para obtener una curva teórica que minimice los errores. Entre algunos de estos métodos se destacan:

1. Polinómica (Chambers, Carletton & Waldman, 1984)
2. Splines cúbicos polinómicos (McCulloch, 1971, 1975)
3. Splines exponenciales (Vasicek & Fong, 1982)
4. Parsimonious Modeling of Yield Curve (Nelson & Siegel, 1987)
5. Estimated and Interpreting Forward Interest Rates (Svensson, 1994)

El principal inconveniente de estos modelos es que no permiten ajustar exactamente los precios de mercado, por lo que se ajustan mediante la realización de un proceso de minimización de errores.

Para el alcance de este documento, solo se definirán algunos elementos generales del mé-

todo de estimación de la curva cupón cero para títulos TES en pesos bajo la metodología de Charles R. Nelson y Andrew F. Siegel, que es la utilizada en Colombia y en especial en la Bolsa de Valores de Colombia para la valoración de futuros.

El modelo de Nelson-Siegel (1987) es uno de los más populares en la modelación de la curva de rendimientos. Es una metodología que presenta numerosas ventajas (Chacón-Mosquera, 2006, p. 11) como:

- Mínima discrecionalidad en su estimación
- Buen ajuste
- Reducida fluctuación
- Parsimonia
- Estimación de tasas para el corto y el largo plazo
- Buen ajuste a la curva de rendimiento del mercado

La ventaja de Nelson-Siegel es que es un modelo parsimonioso, es decir, requiere un número pequeño de parámetros para caracterizar completamente la curva de rendimiento (Alfaro, 2009).

En resumen, las ventajas del modelo Nelson-Siegel muestran que es un modelo que minimiza errores, que tiene un buen esquema de ajuste a la curva de rendimiento del mercado, es fácil de implementar y minimiza los parámetros requeridos para su determinación, lo que hace que este sea más eficiente.

Este método fue desarrollado por Nelson y Siegel (1987) con la intención de minimizar el número de parámetros que se desea estimar suponiendo que la tasa *forward* instantá-

nea es la solución a una ecuación diferencial de segundo orden con raíces iguales y repetidas. De esta forma, la tasa *forward* instantánea con maduración en  $t$  tiene la siguiente expresión:

$$f(t) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) + \beta_2 \times \frac{t}{\tau} \times \exp\left(\frac{t}{\tau}\right)$$

Donde  $(\beta_0 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \tau)$  son los parámetros para estimar en el modelo.

Dependiendo del valor de los parámetros, la ecuación anterior puede tomar las diferentes formas que más comúnmente toma la estructura de tasas. Entre las formas que pueden tomar las curvas se encuentran curvas monótonas crecientes, en forma de  $S$  o en forma de  $U$  invertida.

Integrando la ecuación que relaciona la tasa *spot* con la tasa *forward* que se presentó anteriormente se obtiene la siguiente expresión para la tasa *spot* ( $s(t)$ ):

$$s(t) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \times \left[ \frac{1 - \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)}{\left(\frac{t}{\tau}\right)} \right] - \beta_2 \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)$$

Este método se lleva a cabo minimizando la suma de los errores cuadráticos entre los precios observados y estimados, de la siguiente forma:

$$\arg \min_{\beta, \tau} \sum_{i=1}^M (PO_i - PE_i)^2$$

El proceso de estimación se lleva a cabo empleando un método de máxima verosimilitud.

La tasa *spot* estimada es una tasa continua que se tiene que convertir a una tasa compuesta anual de forma discreta:

$$S_d(t) = \exp(S(t)) - 1 \text{ (Chacón-Mosquera, 2006).}$$

Los pasos antes expuestos fueron los seguidos en la determinación de la curva cupón cero con el método Nelson & Siegel (Anexo 5. Curva cupón cero. Metodología Nelson & Siegel).

### 2.2.2. Métodos recursivos

**Iterative Bootstrapping.** Es una técnica basada en crear una curva que se ajuste exactamente al precio de los activos en mercado. Requiere, por tanto, información de precios de activos de renta fija y se basa en:

- Estimación directa de los tipos cupones cero a partir de los precios de instrumentos con cupones cero.
- Estimación recursiva o iterativa para el resto de instrumentos, partiendo de la premisa de que el precio a replicar es siempre el precio al que se cotiza en mercado.

#### Proceso

Se ordenan los productos según su vencimiento. Generalmente, los primeros serán letras o pagarés al descuento. De estos se podrán obtener los tipos cupón cero directamente mediante:

$$P = \frac{1}{(1 + Z)^T}$$

$$Z = \left[ \frac{1}{P} \right]^{\left(\frac{1}{T}\right)}$$

Donde,

P: Factor de descuento

Zi: Tasa cupón cero

T: Años

Cuando se tengan activos con cupones intermedios, se actualizarán los mismos interpolando los tipos previamente obtenidos. En los cupones de vencimiento posterior al último tipo cupón cero obtenido de forma directa por la anterior expresión, se actualizarán en una primera iteración con el último tipo disponible. Una vez que se dispongan de todos los flujos actualizados, excepto el último de la amortización, este se actualizará aplicando:

$$P = \sum_{i=1}^{n-1} C \times FD_i + (100\% + C)FD_n$$

$$FD_n = \frac{P - \sum_{i=1}^{n-1} C \times FD_i}{(100\% + C)}$$

En donde,

FD: Factor de descuento

P: Precio del bono

Z: Tipo cupón cero

Obtenido el factor de descuento (consiguientemente el tipo cupón cero) del último flujo del bono, los cupones actualizados al último tipo antes disponible directamente ahora se vuelven a estimar interpolando linealmente entre dicho tipo y el obtenido para el último flujo. La premisa fundamental será replicar exactamente el precio del bono en mercado, actualizando sus flujos a los tipos estimados. Esquemáticamente por ejemplo, si conocemos el precio de una letra al descuento a 6 meses, a 12 meses y el de un bono con cupones semestrales a 2 años haríamos (Knop, 2010b, pp. 3-7):

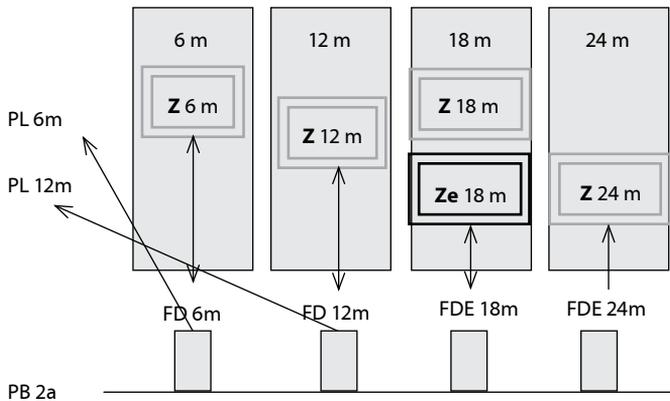


Figura 3. Esquema Iterative Bootstrapping  
Fuente: Roberto Knop (2010b), p. 6

Para el presente documento, la metodología Iterative Bootstrapping fue aplicada a los bonos de los julios del 20. Se obtienen como resultado unas tasas muy similares a las del

mercado y esto pudo ser contrastado con la curva que muestra la compañía Bloomberg, que arroja un resultado muy similar a las tasas de mercado.

07-oct-10 Bootstrapping Iterative

<b>Id</b>	<b>Bonds</b>	<b>Type</b>	<b>Ask Price</b>	<b>Maturity</b>	<b>Start date</b>	<b>Start Coupon</b>	<b>Coupon</b>	<b>Freq</b>	<b>Basis</b>	<b>AccCoupon</b>	<b>TotPrice</b>
1	TES 7,5% (11/10)	B	100,5670	24-nov-10	24-nov-09	24-nov-10	7,50%	1	2	6,51	107,08%
2	TES 11% (5/11)	B	104,4120	18-may-11	18-may-10	18-may-11	11,00%	1	2	4,28	108,69%
3	TES 15% (1/12)	B	113,0705	25-ene-12	25-ene-10	25-ene-11	15,00%	1	2	10,48	123,55%
4	TES 15% (4/12)	B	115,5480	26-abr-12	26-abr-10	26-abr-11	15,00%	1	2	6,74	122,29%
5	TES 9,25% (8/12)	B	108,5490	15-ago-12	15-ago-10	15-ago-11	9,25%	1	2	1,34	109,89%
6	TES 6% (4/13)	B	102,0460	17-abr-13	17-abr-10	17-abr-11	6,00%	1	2	2,84	104,89%
7	TES 10,25% (11/13)	B	113,1120	14-nov-13	14-nov-09	14-nov-10	10,25%	1	2	9,18	122,29%
8	TES 9,25% (5/14)	B	111,0350	14-may-14	14-may-10	14-may-11	9,25%	1	2	3,70	114,74%
9	TES 13,5% (9/14)	B	124,9700	12-sep-14	12-sep-10	12-sep-11	13,50%	1	2	0,92	125,89%
10	TES 8% (10/15)	B	105,6280	28-oct-15	28-oct-09	28-oct-10	8,00%	1	2	7,54	113,17%
11	TES 7,25% (6/16)	B	102,1264	15-jun-16	15-jun-10	15-jun-11	7,25%	1	2	2,26	104,39%
12	TES 11,25% (10/18)	B	121,7670	24-oct-18	24-oct-09	24-oct-10	11,25%	1	2	10,73	132,49%
13	TES 11% (7/20)	B	126,9500	24-jul-20	24-jul-10	24-jul-11	11,00%	1	2	2,26	129,21%
14	TES 10% (7/24)	B	120,7900	24-jul-24	24-jul-10	24-jul-11	10,00%	1	2	2,05	122,84%

	07/10/2010	06/01/2011	24/07/2011	15/09/2011	24/07/2012	12/09/2012	24/07/2013	24/07/2014	12/09/2014	24/07/2015	28/10/2015	24/07/2016	24/07/2017	24/07/2018	24/07/2019	24/07/2020
Curva definitiva	3,295%	3,87%	4,03%	4,78%	4,90%	5,52%	6,24%	6,34%	6,69%	6,80%	6,94%	6,94%	7,14%	7,3449%	7,54%	7,54%
Meses	3	10	11	22	24	34	46	48	58	62	71	83	95	107	119	
Plazos (años)	0,25	0,79	0,94	1,80	1,93	2,80	3,80	3,93	4,80	5,06	5,80	6,80	7,80	8,80	9,80	
TES TCO36406011	99,20															
TES TCO364150911	96,36		100,00													
TES TFIC08120912	91,18				100,00											
TES TFIC01020914	78,52							100,00								
TES TFIC02081015	71,71															100,00

Titulos uph en cero

	07/10/2010	06/01/2011	24/07/2011	15/09/2011	24/07/2012	12/09/2012	24/07/2013	24/07/2014	12/09/2014	24/07/2015	28/10/2015	24/07/2016	24/07/2017	24/07/2018	24/07/2019	24/07/2020	
TES 11% (7/20)	126,95	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	111,00	
Iteraciones previas=																	
Factores de descuento	0,991950	0,970272	0,963600	0,911810	0,860443	0,794542	0,785210	0,732959	0,717110	0,677669	0,625983	0,575705	0,527516	0,481250			
Flujos de caja actualizados																	
Hoy	3	10	11	22	24	34	46	48	58	62	71	83	95	107	119		
	99,20		99,195														
	96,36		96,36														
	91,18			91,181													
	78,52							78,521									
	71,71								71,711								
	126,95	10,67298894		10,11525244		9,464871677	8,73996479		8,0625459		7,45435486	6,8881625	6,33275781	5,80267459			

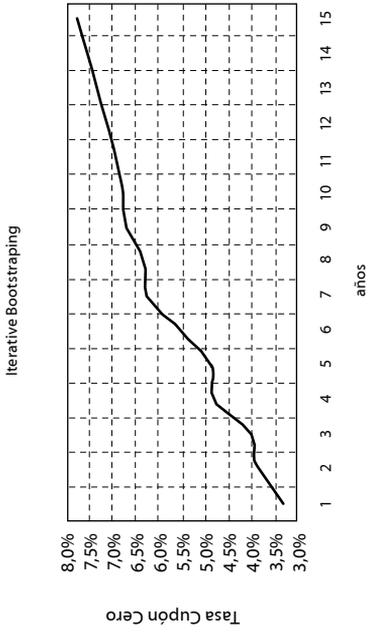


Figura 4. Modelo Iterative Bootstrapping  
Fuente: elaboración propia

### 3. Futuro TES tasa fija

#### 3.1. Generalidades de un contrato de futuro

Un futuro es un contrato mediante el cual dos partes se comprometen y obligan, una a comprar y la otra, a vender un activo determinado, en una fecha futura y a un precio prefijado (Knop, 2005).

Quien compra un contrato de futuros adquiere el derecho a recibir, en la fecha de vencimiento del contrato, el activo subyacente objeto de la negociación y, por consiguiente, la obligación de pagar por lo adquirido. Alternativamente, dependiendo del tipo de contrato de futuro (Delivery o Non-Delivery)<sup>4</sup> puede darse una liquidación monetaria por diferencias, caso en el que el comprador no recibirá materialmente el activo, sino que recibirá la diferencia entre el precio final de mercado y el pactado. El comprador de un contrato de futuros le apuesta a que el precio va a subir. En el caso en el que el precio pactado sea superior al precio de mercado, la liquidación sería negativa para el comprador y positiva para el vendedor del contrato de futuros.

El vendedor de un contrato de futuros adquiere la obligación de entregar, en la fecha de vencimiento de contrato, el activo subyacente objeto de la negociación y, por consiguiente, el derecho a recibir lo pagado por lo vendido. Alternativamente, dependiendo del tipo de contrato de futuro, puede darse una liquidación monetaria por diferencias, caso en que el ven-

dedor no entregará materialmente el activo, sino que pagará la diferencia entre el precio final de mercado y el pactado. El vendedor de un contrato de futuros le apuesta a que el precio va a bajar. En el caso en el que el precio pactado sea inferior al precio de mercado, la liquidación sería negativa para el vendedor y positiva para el comprador del contrato de futuros. (figura 5).

La cotización de un futuro se lleva a cabo en un mercado estandarizado en el cual una cámara de compensación (en Colombia, Cámara de Riesgo Central de Contraparte, CRCC) regula el mercado, liquida las operaciones y asume el riesgo de contrapartida. Los futuros se caracterizan por la estandarización de las cláusulas de los contratos. Al vencimiento del contrato, el precio del futuro siempre coincidirá con el precio del mercado de contado.

La Cámara de Compensación es una de las claves del éxito del mercado de futuros en el mundo. Esta hace de comprador al vendedor y de vendedor al comprador, lo que supone eliminar el riesgo de contraparte y permitir el anonimato de las partes en el proceso de negociación. Entre las principales funciones de la Cámara se encuentran:

1. Actuación como contrapartida de las partes contratantes.
2. Determinación diaria de los depósitos de garantía por posiciones abiertas.
3. Liquidación diaria de las pérdidas y ganancias.
4. Liquidación al vencimiento de los contratos.
5. Control de límite operativo diario (LOD), por el que se evitan la adopción

4 Delivery: entrega efectiva del activo subyacente. Non Delivery: no se entrega el activo subyacente, sino que se liquida la diferencia entre el precio pactado y el precio final de mercado.

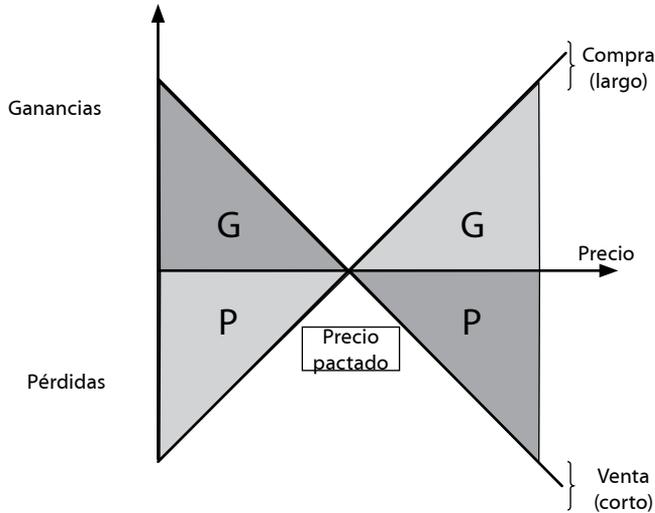


Figura 5. Derivado de un futuro  
 Fuente: BVC (2012). Futuros sobre TES

de exposiciones excesivas por parte de los miembros del mercado durante una sesión.

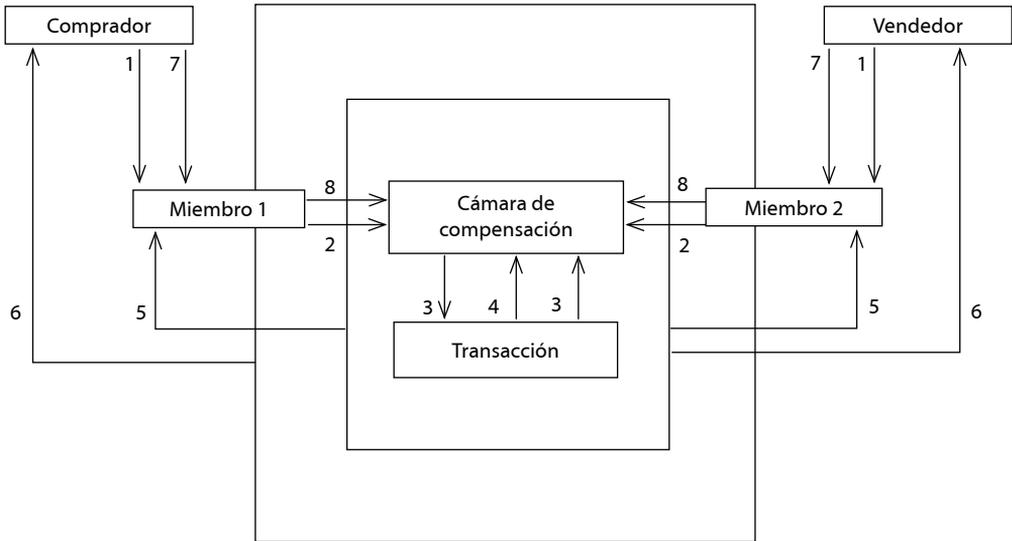
La Cámara es la responsable ante cada uno de los agentes a quienes exigirá la dotación de unas garantías que le permitan no incurrir en pérdidas ante una posible insolvencia de algún miembro del mercado en función del número y tipo de contratos comprados o vendidos. Para que dicha garantía permanezca inalterable, la Cámara de Compensación irá ajustándola diariamente por medio de la actualización de depósitos o liquidación de pérdidas y ganancias (Knop, 2005) (figura 6).

El futuro de TES pertenece a los derivados estandarizados, cuya negociación se realiza en mercados organizados como la Bolsa de Valores y bajo condiciones establecidas, en relación con el tipo de producto, las especificaciones del subyacente, el volumen y la fecha de vencimien-

to. En este tipo de instrumentos, se elimina el riesgo de contraparte, debido a que la Cámara de Compensación se encarga de la administración de los riesgos inherentes a las operaciones de derivados estandarizados y de la compensación y liquidación de estos y actúa como contraparte de las operaciones, lo cual asegura que el riesgo crediticio sea nulo para los agentes y que las posiciones se administren de forma eficiente.

### 3.2. Contextualización, definiciones y generalidades del mercado de futuros de TES en Colombia

Desde la creación de los títulos de deuda pública TES B en los comienzos de los años noventa, el mercado colombiano ha presentado una continua evolución. Podría decirse que esta evolución ha alcanzado una cierta madurez que se materializó en la generación de liquidez y una cada vez mejor formación de precios. Además, la Ley de Mercado de Valores del 2005, que reúne en un único cuerpo



1. Formulación de órdenes y firma del contrato
2. Traspaso de la orden a la cámara de compensación
3. Casamiento de órdenes
4. Registro de las órdenes por la cámara de compensación
5. Información y exigencia de garantías a los miembros
6. Información y exigencia de garantías a los clientes finales
7. Depósito de garantías de los clientes a los miembros
8. Depósito de garantías de los miembros a la cámara

Figura 6. Funcionamiento básico de una Cámara de Compensación dentro de un mercado de futuros  
 Fuente: Roberto Knop (2005), p. 25

la legislación relativa a los mercados y establece los objetivos y criterios propios de este (propendiendo por la profesionalización de la industria, el buen gobierno corporativo y un régimen legal que responda a los nuevos desarrollos del mercado), trajo consigo la creación de la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CRCC). Sin embargo, la mayor carencia del mercado ha sido la ausencia de instrumentos derivados que provean herramientas para la administración de riesgos, tanto para participantes que deseen cubrir sus posiciones como para aquellos que buscan generar ventajas ante la volatilidad de los mercados.

Como respuesta a esta nueva legislación y a la evolución del proyecto de creación de la CRCC, se permitió el desarrollo de un mercado organizado de derivados y se diseñó una primera propuesta de un instrumento derivado de futuro sobre un bono nocional. El 1 de septiembre de 2008, la BVC lanzó el mercado de futuros de bono nocional, el primer derivado estandarizado en Colombia sobre instrumentos de renta fija.

El mercado estandarizado —realizado en la Cámara de Riesgo Central de Contraparte CRCC— a diferencia del mercado OTC de derivados, favorece el aumento de la liquidez y la formación de precios, lo que permite a los

participantes mantener sus posiciones o realizar su neteo en cualquier momento durante el período comprendido entre la realización de la operación y su final. El mercado organizado facilita tomar posiciones sin tener que comprar o vender el subyacente. Cualquier ganancia o pérdida se contabiliza diariamente.

Para lograr la estandarización, se requiere el previo diseño del contrato. Para cada contrato, se definen el instrumento subyacente y los términos del contrato. Entre estos están el valor nominal, el método de liquidación y el plazo, de forma que solamente el precio del futuro es la variable negociable.

### 3.3. Futuros sobre bonos

#### 3.3.1. Definición

Transacción *forward* estándar, realizada entre dos partes, sobre un bono de tasa fija. Este bono, denominado *bono nocional*, es uno teóricamente emitido a precio a la par el día de

vencimiento del contrato del futuro, con características de emisión previamente establecidas.

Esta transacción se enmarca en un contrato que obliga a comprar o vender bonos a futuro. El *bono subyacente* es un *bono teórico* o *nocional*, si bien al vencimiento se liquida un bono emitido por el Estado. La Cámara de Compensación crea un bono teórico con cupones fijos que sustituirá los bonos subyacentes de la cesta de entregables para efectos exclusivamente de negociación. De este modo, el futuro se cotiza sobre un bono teórico con cupones y vida fija a una fecha valor futura. Habitualmente, estos contratos de futuros tienen vencimientos en las diversas Cámaras de Compensación en las que se negocian en marzo, junio, septiembre y diciembre. Si bien se trata de futuros de gran liquidez (incluso superior a la de los bonos reales sobre los que se conciben las cestas de entregables), su negociación se suele concentrar en el vencimiento vivo más próximo (Knop, 2010a, p. 3).



Figura 7. Entendimiento de un futuro  
Fuente: Roberto Knop (2010a), p. 13

#### 3.3.2. Bono teórico

**Definición.** El bono nocional es un bono teórico emitido a la par en la fecha de vencimiento del contrato de futuro con un cupón fijo definido por la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CCRC).

de TES entregables para el contrato definidas por la CRCC y se relaciona con cada una de ellas a través de un factor de conversión (FC) que se mantiene constante a lo largo de la vida de contrato (Vargas-P., 2008).

El bono nocional sirve como herramienta de estandarización de las diferentes referencias

Se negocia un bono artificial, definido por la Cámara de Compensación que es el Bono Teórico Nocional, aunque al vencimiento se en-

tregará un bono real, que corresponde a uno de los bonos de la cesta de entregables, que fueron definidos al momento de la creación del futuro. Se debe escoger un bono de la cesta de entregables, el cual se denomina *Cheapest to Delivery*. Esta opción siempre la tiene el vendedor de futuros. Si asume la lógica de maximización de su posición, tenderá a escoger aquel bono que menos valor relativo tenga respecto al resto y así mismo en relación con su precio futuro (Knop, 2010a, p. 5). Esa elección por parte del

vendedor del contrato de futuros es equivalente a mantener una opción comprada (que da derecho a escoger entregar el bono más conveniente) y tendrá muchas implicaciones en la operativa de los futuros sobre bonos.

**3.3.3. Características del bono nocional**

La siguiente tabla resume las características de los futuros de TES tasa fija en relación con su activo subyacente, su estructuración, el tamaño del contrato y la forma de liquidación.

<b>Contrato futuro TES tasa fija</b>			
<b>Condiciones generales</b>	<b>Corto plazo</b>	<b>Mediano plazo</b>	<b>Largo plazo</b>
Activo subyacente	El futuro de TES a corto plazo (TESS) se construye sobre un bono teórico llamado bono nocional de tasa fija que es emitido a par, el día de vencimiento de cada contrato. Este bono teórico cuenta con las siguientes características:	El futuro de TES a mediano plazo (TESM) se construye sobre un bono teórico llamado bono nocional de tasa fija que es emitido a par, el día de vencimiento de cada contrato. Este bono teórico cuenta con las siguientes características:	El futuro de TES a largo plazo (TESL) se construye sobre un bono teórico llamado bono nocional de tasa fija que es emitido a par, el día de vencimiento de cada contrato. Este bono teórico cuenta con las siguientes características:
Activo subyacente	<p><b>Título:</b> TES B tasa fija en pesos  <b>Madurez:</b> 2 años  <b>Periodicidad cupón:</b> anual  <b>Cupón:</b> 10%</p> <p>Este instrumento está respaldado por una canasta de títulos TES clase B a tasa fija en pesos de corto plazo, con los cuales se relaciona mediante un factor de conversión.</p> <p>Al vencimiento, los tenedores de los contratos que hubieren resultado con posición de venta podrán decidir e informar a la Cámara el (los) título(s) de la canasta con el (los) que cumplirán su obligación para que esta entregue a los tenedores de los contratos que hubieren resultado con posición de compra. Lo anterior está sujeto a las condiciones y procedimientos de la Cámara Central de Riesgos de Contraparte (CCRC).</p>	<p><b>Título:</b> TES B tasa fija en pesos  <b>Madurez:</b> 5 años  <b>Periodicidad cupón:</b> anual  <b>Cupón:</b> 11%</p> <p>Este instrumento está respaldado por una canasta de títulos TES clase B a tasa fija en pesos de mediano plazo, con los cuales se relaciona mediante un factor de conversión.</p>	<p><b>Título:</b> TES B tasa fija en pesos  <b>Madurez:</b> 10 años  <b>Periodicidad cupón:</b> anual  <b>Cupón:</b> 8%</p> <p>Este instrumento está respaldado por una canasta de títulos TES clase B a tasa fija en pesos de largo plazo, con los cuales se relaciona mediante un factor de conversión.</p>

Contrato futuro TES tasa fija			
Condiciones generales	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Factor de conversión	<p>La Bolsa deberá calcular un factor de conversión (FC) para cada título de la canasta, el cual corresponde al precio limpio de cada título valorado a la fecha de vencimiento del contrato dividido entre cien (100). Este cálculo se realiza a partir del flujo de caja de cada uno de los títulos de la canasta, para lo cual se emplea la tasa de rendimiento del bono nocional. La fórmula utilizada para determinarlo es la siguiente:</p> $FC = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^{\frac{t_i}{365}}} - IC$ <p>Donde:</p> <p><b>FC:</b> factor de conversión de cada título de la canasta.  <b>Fi:</b> flujo de caja de cada título que compone la canasta de entregables.  <b>IC:</b> intereses corridos calculados hasta la fecha de vencimiento del contrato.  <b>t:</b> número de días entre la fecha de vencimiento del contrato y el flujo de caja i, el cual sigue la convención de conteo de días de los títulos TESB tasa fija en pesos, es decir NL/365.  <b>r:</b> tasa cupón del bono nocional.</p>		
Tamaño del contrato y unidad de negociación	Cada contrato de futuro de TES—sea de corto, mediano o largo plazo— tiene un valor nominal de doscientos cincuenta millones de pesos colombianos (COP 250.000.000). Los contratos se negociarán por precio.		
Generación del contrato	<p>Los vencimientos de los futuros de TES son mensuales y trimestrales dentro del ciclo de marzo (marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año). En el sistema se listan los cuatro (4) contratos con vencimientos más cercanos, así: los tres (3) contratos con vencimientos mensuales más cercanos y los trimestres dentro de este ciclo hasta seis (6) meses. Así mismo, se listan los contratos de <i>Time Spread</i> asociados a estos vencimientos.</p> <p>En el día hábil siguiente al día de vencimiento de cada contrato, quedará activo para negociación el nuevo contrato que asegure la estructura de vencimientos del inciso anterior. De igual modo, se activarán los contratos <i>time spread</i> correspondientes</p>		
Tick de precio	<p>Mínima unidad de variación del precio establecida para la cotización de un contrato. Los contratos de futuro de TES tendrán un <i>tick</i> de precio y de cotización de 0,005 unidades de precio, fluctuación equivalente a doce mil quinientos (12.500) pesos colombianos.</p> <p>Tick o multiplicador: “son las unidades de divisa que cada cámara asigna a la variación de cada centésima de precios a efectos de la revaluación periódica de pérdidas y ganancias y que viene recogido en la normativa de cada contrato según la cámara que lo regule” (Knop, 2005, p. 85).</p>		
Método de liquidación	La liquidación de las operaciones sobre contratos de futuros se realizará por entrega física del activo subyacente el día de vencimiento del contrato y estará sujeta al procedimiento que establezca la cámara en su reglamentación		
Garantía	3,5%	7,5%	11%
Último día de negociación	El último día de negociación para cada contrato de futuro de TES es el miércoles de la primera semana del mes de vencimiento del contrato. Cuando el miércoles de la primera semana corresponda a un día no hábil, se negociará hasta el día hábil anterior.		
Día de vencimiento del contrato	El día de vencimiento para cada contrato de futuro de TES es el viernes de la primera semana del mes de vencimiento del contrato. Cuando el viernes de la primera semana corresponda a un día no hábil, el día del vencimiento corresponderá al día hábil siguiente.		

Tabla 2. Características del bono nocional

Fuente: elaboración propia, con base en información tomada de la Circular Única del Mercado de Derivados de la BVC. Versión actualizada hasta el 29 de junio de 2010 – Normativo derivados 014 del 28 de junio de 2010

La tabla 2 permite conocer aspectos fundamentales respecto a la estructuración y desarrollo propio del futuro sobre TES tasa fija, al tiempo que ayuda a comprender y conocer aspectos básicos de este, así como los elementos claves a tener en cuenta al momento de realizar y analizar su valoración que será presentada a continuación en el numeral 3.4.

### 3.4. Valoración del futuro de TES

A continuación, se presentan dos alternativas de valoración de los futuros de TES. La primera corresponde a la metodología propuesta por la BVC en la Circular Única de Mercado de Derivados, en su versión actualizada del 28 de junio de 2010 y la segunda es la metodología de valuación seguida en el mercado de derivados en España.

#### 3.4.1. Metodología de cálculo de precios teóricos de futuros

La metodología propone el siguiente proceso:

1. *Calcular un precio forward para todos los bonos de la canasta de entregables.*

La forma de calcular el precio *forward* de los entregables es hallar el valor presente de los cupones entre la fecha de valoración y el vencimiento del contrato (cupones intermedios), aplicando la siguiente fórmula:

$$I = \sum_{i < T} Ce^{-r_c i}$$

Donde:

C: es el cupón asociado a cada bono

$r_c$ : es la tasa libre de riesgo o tasa de interés en pesos continua para los días  $i$ .

$i$ : es el número anualizado de días (base 365) entre la fecha de valoración y la fecha de pago del cupón intermedio.

T: es el número anualizado de días (base 365) entre la fecha de valoración y el último día de negociación.

Una vez se ha calculado el valor presente del cupón intermedio, este se resta al precio del bono (precio sucio) y se lleva a futuro mediante la siguiente expresión:

$$fwd_{i,t} = (S_0 - I)e^{r_c t}$$

Donde:

$fwd_{i,t}$ : es el precio *forward* del bono  $i$ , al vencimiento del contrato en  $t$  años.

$S_0$ : es el precio sucio del bono en la fecha de valoración.

$r_c$ : tasa de interés en pesos continua evaluada para los días al vencimiento del contrato.

$t$ : días al vencimiento del contrato anualizado (base 365).

$I$ : valor presente de los cupones intermedios.

2. *Calcular el precio futuro estimado (precio forward/factor de conversión) de todos los bonos de la canasta de entregables.*

Una vez se ha calculado el precio *forward* de todos los bonos que componen la canasta de entregables, se calcula un precio futuro asociado a cada uno de los bonos utilizando el factor de conversión. La fórmula aplicada es:

$$F_{i,t} = \frac{fwd_{i,t} - c \cdot n}{FC}$$

Donde:

- $F_{i,t}$ : es el precio futuro teórico del bono  $i$ , al vencimiento del contrato en  $t$  años.
- $c$ : cupón asociado a cada bono.

$fwd_{i,t}$  es el precio *forward* del bono  $i$ , al vencimiento del contrato en  $t$  años.

- $FC$ : factor de conversión
- $n$ : tiempo en años entre la fecha del cupón intermedio y el último día de negociación del futuro. Su cálculo se puede realizar mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\text{Último día de negociación} - \text{Fecha de pago de cupón intermedio}}{365}$$

Si no existe un pago de cupón intermedio, la fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$n = \frac{\text{Último día de negociación} - \text{Fecha del último pago de cupón}}{365}$$

De lo anterior se deduce que  $c \cdot n$  en la fórmula anterior corresponde al cupón acumulado del bono al último día de negociación del futuro.

Se debe tener en cuenta que si el último día de negociación del futuro hay un pago de cupón, se tiene que:

$$I = 0$$

$$c \cdot n = c * 365/365 = c$$

(en este caso se asume que  $n = 1$ )

El menor precio futuro estimado corresponde al precio futuro teórico al respectivo vencimiento.

El precio futuro teórico corresponde al menor de los precios futuros calculados para cada bono:  $Min(F_{1,T}, F_{2,T}, \dots, F_{h,T})$

Cuando el contrato se encuentra en el último día de negociación, el precio del futuro corresponde a:

$$F = Min(Spot_i/FC_i), i = 1, \dots, n$$

$Spot_i$  = Precio limpio del bono  $i$ .

$FC_i$  = Factor de conversión del bono  $i$ .

$n$  = número de bonos en la canasta de entregables.

(Anexo 3. Valoración de futuros. En el Anexo 7. Futuros sobre TES - Bloomberg. Vencimiento 5 de noviembre de 2010, podemos observar la valoración de Bloomberg y contrastar con la valoración realizada en el anexo 3).

### 3.4.2. Valoración futuros sobre bonos

#### 3.4.2.1. Cotización de bonos a plazo

El precio a plazo de un activo de renta fija está en función del:

Precio plazo (PP) =  $f$  (precio contado (PC), tiempo ( $t$ ), coste de financiación ( $F$ ))

La cotización a plazo está definida en términos de interés compuesto; sin embargo, si se de-

sarrolla su aplicación a interés continuo se llega a los mismos resultados de la propuesta de la BVC.

Para asegurarse un precio a plazo, hay dos vías fundamentales:

1. Comprar al contado asumiendo costes e ingresos entre la fecha del contado y el plazo.
2. Acudir a un mercado de operaciones a plazo en el que me aseguren el precio. Este precio tiene que ser “no arbitrable” con la otra vía.

En condiciones de equilibrio financiero, en cualquier instante, el precio a plazo consistente—dado un precio al contado, considerando el tiempo y el coste de financiación de mercado—debe ser aquel que haga indiferente la operación a plazo o la compra del bono al contado y su financiación al tipo de mercado hasta la fecha de vencimiento de la propia operación.

En virtud de lo anterior, el precio a plazo de un bono vendrá dado por la siguiente expresión:

Si se realiza a interés compuesto.

$$PP = \left[ (PC + CC_c) \times \left( 1 + \frac{F \times t}{base} \right) \right]$$

Si hubiera un pago de cupón entre el contado y el plazo, la igualdad se expresaría:

$$PP_{ec} = \left[ (PC + CC_c - \sum VP(C \text{ intermedios})) \times \left( 1 + \frac{F \times t}{Base} \right) \right] - CC_p$$

Donde,

VP (C intermedios): valor presente cupones intermedios.

De igual modo, puede desarrollarse la aplicación a interés continuo.

Si se realiza a interés continuo.

$$PP = \left[ (PC + CC_c) \times e^{\left( \frac{F \times t}{base} \right)} \right]$$

Donde:

PP: precio a plazo

PC: precio al contado

CCc: cupón corrido al contado

F: tipo repo de mercado (coste de financiación)

t: plazo en días

Base: número de días en el año según la base convencional (Colombia 365)

El precio a plazo excluyendo cupón corrido a plazo, se calcula con la fórmula siguiente:

$$PP_{ec} = \left[ (PC + CC_c) \times \left( 1 + \frac{F \times t}{base} \right) \right] - CC_p$$

PPec: precio a plazo excluyendo cupón corrido.

CCp: cupón corrido a plazo

### 3.4.2.2. ¿Cómo puede cotizar un bono a plazo?

Un bono puede cotizar a plazo en tres situaciones:

1. Con prima: si el precio futuro es mayor que el precio contado.
2. A la par del contado: si el precio futuro es igual al de precio contado.
3. Con descuento: si el precio futuro es menor que el precio contado.

Las distintas formas de cotización dependen de la relación de dos variables fundamentales: el repo contado/futuro (coste de financiación del bono) y la rentabilidad por cupón del bono en cuestión. La rentabilidad por cupón de un bono viene dada por su cupón nominal y el precio total de compra del mismo. Representa la rentabilidad que genera este bono solo por el pago de cupones a lo largo de un año natural.

$$RC = \frac{C}{(PC + CC_c)}$$

Donde,

RC: rentabilidad del cupón

C: cupón

PC: precio de contado

CCc: cupón corrido contado

- Si repo implícito > rentabilidad por cupón, entonces  $PF > PC$
- Si repo implícito < rentabilidad por cupón, entonces  $PF < PC$

### 3.5. Aspectos técnicos de los futuros de TES

#### 3.5.1. Factor de conversión

En los mercados organizados de futuros, se negocia un bono teórico, inexistente en el mercado real de activo subyacente. Esta forma de cotización elimina en gran medida las limitaciones de liquidez que surgen de determinados bonos concretos y que podrían sesgar el precio. La utilización de un bono teórico elimina distorsiones durante el período de negociación. Sin embargo, para las posiciones que llegan al vencimiento, la

entrega se hará efectiva con bonos reales emitidos por el Estado (Knop, 2010a, p. 6).

Considerando esta doble figura que surge en los futuros de TES —bono cotizado (teórico) y bono liquidado (real)—, surge la necesidad de hallar una equivalencia. Se trata de un factor que traduce de forma absolutamente estática las características de cada bono real existente en la cesta con el bono teórico definido por la Cámara de Compensación. El factor de conversión es, por tanto, la cantidad de bono real equivalente a cada unidad de bono teórico o notional.

El factor de conversión hace que bonos de la canasta, con cupón, precio y fechas de vencimiento diferentes, sean comparables entre ellos, al establecer una conexión que hace que los precios de los bonos entregables y el bono notional resulten financieramente equivalentes. Cada título de la canasta de entregables tiene su respectivo factor de conversión, que es definido para cada vencimiento del contrato por la BVC. El factor de conversión no cambia durante la vida del contrato.

El factor de conversión de un bono de la canasta de entregables representa el precio, en términos porcentuales, al cual debería transarse este bono para que rente el cupón par (CP) del bono notional. De esta forma, el FC es diferente para cada instrumento en la canasta de entregables pero se mantiene constante durante toda la vida del futuro.

#### Cálculo del factor de conversión

El factor de conversión es el valor presente de los flujos del bono, valorados a la fecha de vencimiento del contrato futuro, dividido entre 100. La tasa a la cual se descuentan los flujos es

la TIR del bono teórico a la par, que se establece desde la creación del contrato futuro, por lo cual el FC de cada bono no cambia durante la vida del contrato. Todos los títulos de la canasta son descontados con la misma tasa (TIR) (Bolsa de Valores de Colombia, 2010).

Las tasas a las que se descuentan los flujos del bono teórico utilizadas en Colombia son:

- los títulos de la canasta del contrato de futuro de corto plazo se descuentan con una TIR del 10% del bono teórico a la par,
- los títulos de la canasta del contrato de futuro de mediano plazo se descuentan con una TIR del 11%,
- y los de largo con 8%.

$$FC = VP (\text{flujos futuros del bono entregable} \\ \text{descontado con la tasa CP}) / 100$$

De este modo, los bonos entregables con cupones inferiores al cupón par del bono notional —CP— tendrán un FC inferior a uno (1), indicando que estos bonos tendrían un precio al descuento; de la misma manera, los bonos con cupones superiores al CP tendrán FC superior a uno (1), señalando un precio a la prima. Para cada entregable, el precio ajustado del futuro se estima como el producto entre el precio del futuro y el correspondiente FC.

$$FC = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1 + TIR)^{\frac{t}{Base}}} - CC}{100\%(N)}$$

Donde,

FC: factor de conversión

TIR: TIR del bono teórico a la par

n: cupones pendientes de cobro

F: flujos de caja

CC: cupón corrido a la entrega

t: días reales

Base: días base anual (Colombia 365)

### 3.5.2. Entregable

Dada la condición teórica del subyacente, el día de vencimiento del futuro, se selecciona el entregable de una canasta de bonos definidos como elegibles que cuentan con ciertas características de maduración determinadas de acuerdo a un rango preestablecido. Dependiendo de la curva de rendimientos, el precio de algunos de estos bonos elegibles tendrá un mayor impacto en el precio del futuro.

La característica de bono notional o teórico que tiene el activo subyacente de un contrato de futuro de TES, es la esencia sobre la que descansa este tipo de futuro. Esta situación hace que el futuro no contemple la posibilidad de liquidación por diferencias de las posiciones llevadas hasta el vencimiento de los contratos, sino que establece la entrega obligatoria en esa fecha del activo subyacente, por parte del vendedor. Para posibilitar esta entrega, al momento en que se define cada contrato, la BVC determina y publica al mismo tiempo una lista de referencias de bonos susceptibles de ser entregados al vencimiento y es lo que se denomina *cesta de entregables*. Además de estas referencias de la canasta de entregables, para cada título de la canasta se define el respectivo factor de conversión.

El vendedor tiene la opción de elegir los bonos a entregar en la fecha de vencimiento del contrato, por lo cual resulta esencial determinar qué criterio orientará esta selección. La respuesta resulta casi obvia, pues escogerá aquel bono

cuyo precio al contado sea el más barato posible respecto a su propio precio a futuro en relación con los demás bonos de la cesta. Esto significa que el vendedor debe comprar al contado aquel bono de la cesta que comparativamente le resulte más ventajoso. Esta operación doble combinada es sintéticamente una inversión.

...el vendedor pretende maximizar esta inversión comprando aquel cuyo precio de mercado sea el menor respecto a la valoración del teórico en términos de ese mismo bono a plazo. Así, el entregable más barato estimado será aquel bono que maximice en cada momento la expresión:

$$(PF \times FC_x) - PC_x$$

o lo que es lo mismo, maximice el repo contado futuro (Knop, 2005, p. 93).

Este criterio es el más aplicado por su simplicidad técnica y justificación financiera. El vendedor del futuro comprará para entregar en el futuro aquel bono que implícitamente le genere el mayor tipo de inversión en esos momentos.

**3.5.2.1. Repo implícito**

El instrumento entregable debe incorporar el costo relativo de entrega del instrumento, el cual es indicado por la tasa repo implícito.

Las compras y ventas de futuros sobre bonos suelen estar asociadas con operaciones al contado, sobre todo en aquellas que hayan sido adoptadas con la intención de llegar hasta el vencimiento. De este modo, quien vende un contrato de futuros con la intención de llegar con dicha posición hasta el vencimiento, deberá comprar un bono al contado para poder atender a dicha obligación final adquirida.

Por el contrario, quien compra futuros sobre bonos a la espera de recibir al vencimiento algún título de los que componen la cesta de entregables, podrá cubrir la posición de riesgo fundamental de caída de precio tomando una posición vendedora al contado.

En cualquiera de los dos casos anteriores se está definiendo implícitamente una operación financiera. La compra al contado y venta al futuro genera sintéticamente una operación de inversión (se paga al momento inicial un precio por un bono para venderlo en un futuro a otro precio fijado al comienzo y que permitirá al vencimiento la recuperación de la inversión más un interés). La venta al contado y compra de futuro genera sintéticamente una operación de financiación (se recibe al inicio un capital a cambio de un bono para devolverlo en un futuro a cambio también de un bono que será entregado por el vendedor del futuro escogiendo el que más le convenga dentro de la cesta de entregables).

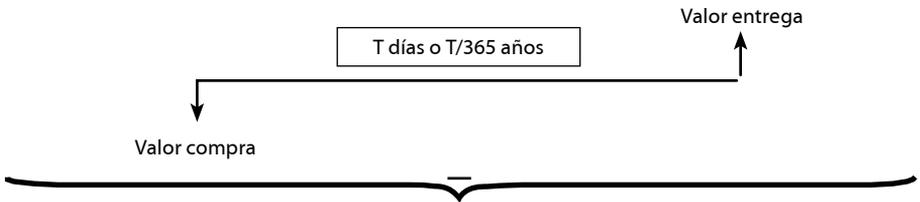


Figura 8. ¿Cómo decide el vendedor qué bono entregar?  
Fuente: BVC (2010). Futuros sobre TES

$$\text{Repo implícito} = \left( \frac{\text{Valor de entrega}}{\text{Valor de compra}} - 1 \right) \times \frac{\text{Días por año}}{\text{Días al vencimiento}}$$

El tipo de interés al que se llevan a cabo estas dos operaciones es el que se denomina repo implícito contado futuro (RCF) (Knop, 2005, p. 96).

$$r_{cf} = \left[ \frac{(PF_{Br} \times FC_{Br}) + CC_{BrF}}{(PC_{Br} + CC_{BrC})} - 1 \right] \times \frac{365}{T-t}$$

Donde,

PF: precio del futuro

PC: precio del contado

Bt: bono teórico

Br: bono real

FC: factor de conversión

CC: cupón corrido

t: fecha del contado

T: fecha del futuro

Por tanto, el bono con la *mayor repo implícita* es el más barato de entregar (Anexo 4. Aspectos técnicos de la valoración de futuros).

### 3.5.3. Operativa básica del futuro de bonos

Como la operativa en cualquier otro futuro, la de los bonos es sencilla, pero reúne algunas particularidades que están asociadas principalmente a la forma de cotizar y liquidar ese contrato.

Los hitos en la operativa simple de los futuros (Knop, 2010a, p. 8) son:

1. Cotizar o atacar una posición de mercado para realizar la compra o venta del futuro.
2. Al cierre del día en el que se ha tomado la posición, se debe aportar en la Cámara la garantía estipulada.

3. Al cierre de cada día se deben reconocer monetariamente las pérdidas y ganancias respecto al precio de cierre de la sesión anterior. Esta liquidación estará dada por la diferencia de las cotizaciones multiplicada por el valor monetario de un punto básico.
4. En caso de desearlo, antes de la fecha de vencimiento del contrato de futuros se podrá cerrar la posición adoptada, tomando en el mercado una posición contraria (*Rolllover*).
5. En caso de llegar al vencimiento con la posición abierta, se liquidará por entrega física del bono. El vendedor entregará el bono que haya escogido de la cesta de entregables para ser entregado al comprador y que pagará al precio de cierre convertido (con el factor de conversión correspondiente) del último día de negociación. Por su parte, la Cámara reembolsará la garantía aportada en el momento de apertura de la operación.

En la figura 9, se puede observar cómo en el momento  $t_0$  el precio acordado de negociación ( $f$ ) es de 105. En el momento  $t_1$  el precio baja a 103 (2 menos), con lo cual la liquidación respecto al precio del período anterior genera una ganancia para el comprador de 2 y una pérdida para el vendedor de los mismos 2. Así se liquidan periódicamente las pérdidas y ganancias para cada una de las partes hasta el momento del vencimiento de la operación (si así lo deciden las partes) cuando se debe hacer entrega del bono.

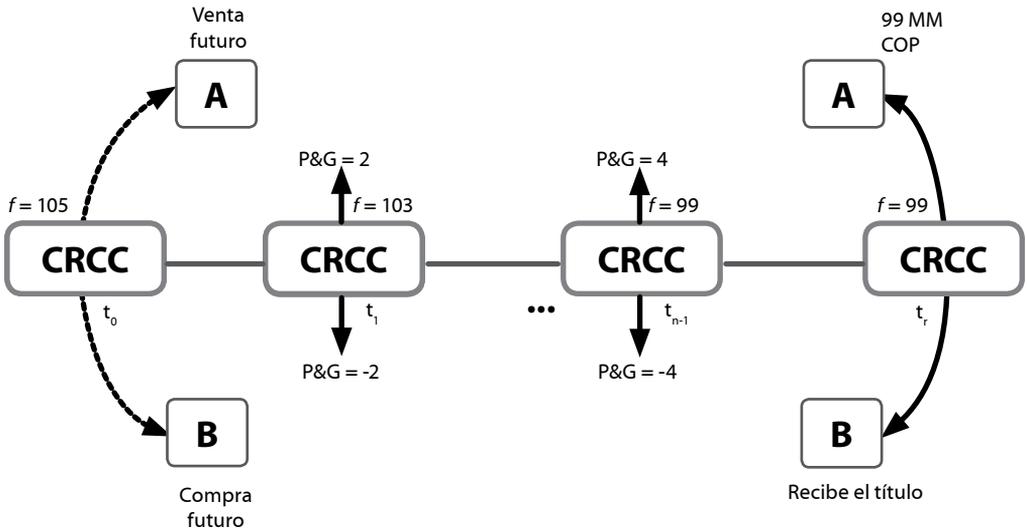


Figura 9. Operativa del futuro  
Fuente: BVC (2012). Futuros sobre TES

**3.5.4. Garantías o depósito y pérdidas y ganancias**

Las garantías se exigen por cada posición abierta o contrato comprado o vendido de futuros. Las garantías varían según el mercado, y corresponden a un porcentaje del nominal del contrato.

*Pérdidas y ganancias diarias.* Las cámaras de compensación exigen el reconocimiento diario de pérdidas y ganancias de las posiciones abiertas. Esto significa que diariamente se evaluarán las posiciones de la siguiente manera:

$$P/G \text{ comprador} = P \text{ cierre hoy} - P \text{ ayer (o } P \text{ original en caso de operaciones de la misma sesión)}$$

$$P/G \text{ vendedor} = P \text{ cierre ayer (o } P \text{ original en caso de operaciones de la misma sesión)} - P \text{ cierre hoy}$$

A estas diferencias en puntos de índice se les aplicará el multiplicador (*tick*). En caso de valores negativos, se exigirá el depósito de esas

cantidades a la Cámara. En casos positivos, se permite la retirada de esos fondos.

Para reevaluar diariamente las pérdidas y ganancias de todas las posiciones abiertas al cierre del mercado, la Cámara de Compensación debe contar con un precio de referencia. Para que este sea objetivo y difícilmente manipulable por cualquier agente del mercado en función de sus propios intereses, las cámaras calculan una media ponderada por volúmenes de las últimas operaciones cruzadas en el mercado. El número de operaciones utilizado para el cálculo depende de cada Cámara de Compensación.

La tabla 3 es un ejemplo del cálculo del depósito de garantía para una posición de venta de un futuro y la liquidación diaria (6 días) de las pérdidas y ganancias para esa posición de acuerdo a la evolución del precio de cierre del contrato (futuro).

Tamaño contrato \$ 250.000.000  
 Cantidad de contratos 1  
 Garantía 3,50%  
 Precio de compra \$ 110,000

Comprador	Día	Precio cierre futuros	Cambio precio	P&G diaria futuro	P&G acumulado futuro	Garantía diaria	P&G diaria garantías	P&G acumulado garantías	P&G diaria total	Flujo de caja acumulado
	0	\$ 110,000								
	1	\$ 110,800	\$ 0,800	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 9.695.000	\$ (9.695.000)	\$ (9.695.000)	\$ (7.695.000)	\$ (7.695.000)
	2	\$ 109,590	\$ (1,210)	\$ (3.025.000)	\$ (1.025.000)	\$ 9.589.125	\$ 105.875	\$ (9.589.125)	\$ (2.919.125)	\$ (10.614.125)
	3	\$ 109,650	\$ 0,060	\$ 150.000	\$ (875.000)	\$ 9.594.375	\$ (5.250)	\$ (9.594.375)	\$ 144.750	\$ (10.469.375)
	4	\$ 109,200	\$ (0,450)	\$ (1.125.000)	\$ (2.000.000)	\$ 9.555.000	\$ 39.375	\$ (9.555.000)	\$ (1.085.625)	\$ (11.555.000)
	5	\$ 110,000	\$ 0,800	\$ 2.000.000	\$ -	\$ 9.625.000	\$ (70.000)	\$ (9.625.000)	\$ 1.930.000	\$ (9.625.000)
	6	\$ 110,200	\$ 0,200	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ -	\$ 9.625.000	\$ -	\$ 10.125.000	\$ 500.000
Vendedor	Día	Precio cierre futuros	Cambio precio	P&G diaria futuro	P&G acumulado futuro	Garantía diaria	P&G diaria garantías	P&G acumulado garantías	P&G diaria total	Flujo de caja acumulado
	0	\$ 110,000								
	1	\$ 110,800	\$ 0,800	\$ (2.000.000)	\$ (2.000.000)	\$ 9.695.000	\$ (9.695.000)	\$ (9.695.000)	\$ (11.695.000)	\$ (11.695.000)
	2	\$ 109,590	\$ (1,210)	\$ 3.025.000	\$ 1.025.000	\$ 9.589.125	\$ 105.875	\$ (9.589.125)	\$ 3.130.875	\$ (8.564.125)
	3	\$ 109,650	\$ 0,060	\$ (150.000)	\$ 875.000	\$ 9.594.375	\$ (5.250)	\$ (9.594.375)	\$ (155.250)	\$ (8.719.375)
	4	\$ 109,200	\$ (0,450)	\$ 1.125.000	\$ 2.000.000	\$ 9.555.000	\$ 39.375	\$ (9.555.000)	\$ 1.164.375	\$ (7.555.000)
	5	\$ 110,000	\$ 0,800	\$ (2.000.000)	\$ -	\$ 9.625.000	\$ (70.000)	\$ (9.625.000)	\$ (2.070.000)	\$ (9.625.000)
	6	\$ 110,200	\$ 0,200	\$ (500.000)	\$ (500.000)	\$ -	\$ 9.625.000	\$ -	\$ 9.125.000	\$ (500.000)

Tabla 3. Operación de los márgenes o garantías  
 Fuente: BVC (2012). Futuros sobre TES

3.5.5. Composición del nemotécnico

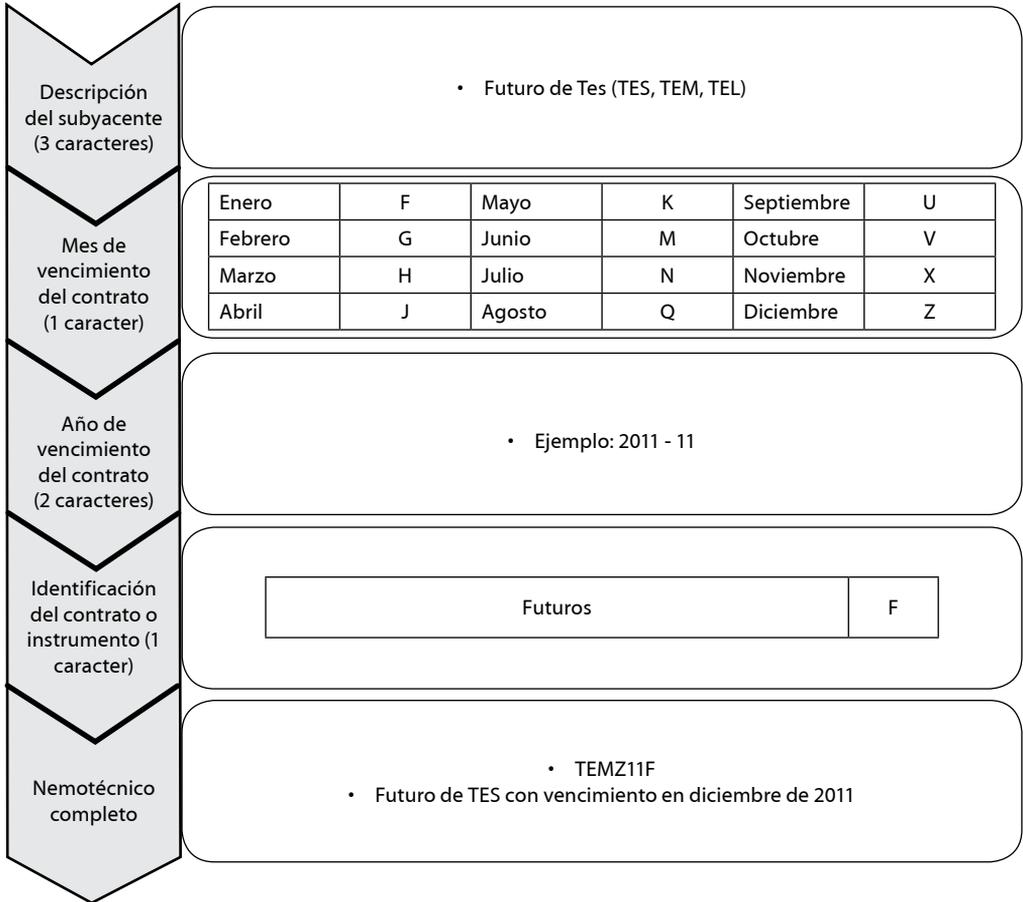


Figura 10. Nemotécnico del futuro  
Fuente: BVC (2012). Futuros sobre TES

3.5.6. Rollover

El *rollover* es una operación por la cual se tras-pasa una posición de un vencimiento hacia otro más lejano.

La operativa o mecánica del rollover está vinculada a la necesidad de trasladar aquellas posiciones que los operadores tengan en un contrato de futuro a un vencimiento posterior. La limitación de este tipo de operaciones viene

dada por el vencimiento del primer contrato, por lo que la traslación de órdenes debe reali-zarse con la adecuada antelación para no tener que sufrir las situaciones que a último momen-to pudiesen presentarse, pero al mismo tiem-po no tener que asumir primas de iliquidez del contrato más lejano. Solo hasta 7-10 días de vencimiento del primer contrato, suele iniciarse la dinámica de operación del *rollover*.

Hay dos posibilidades de *rollover*:

1. Compra de *rollover*: compra del contrato más cercano y venta del lejano, y
2. Venta de *rollover*: venta del contrato más cercano y compra del lejano.

### 3.5.7. *Time spread*

Es el instrumento que hace viable el *rollover*. Cerrar posición antes del vencimiento y abrir posición en el próximo vencimiento (quedar comprado en el próximo vencimiento).

Un *time spread* es la compra y venta simultánea de dos contratos con diferente vencimiento y se utiliza por ejemplo para mantener la posición sobre un contrato. El sistema armoniza los libros de órdenes de los contratos vinculados mediante órdenes implícitas (BVC, 2008).

En esta compra y venta simultánea de los respectivos contratos, lo único que se negocia es el diferencial. El *diferencial* está definido como el precio del instrumento de vencimiento cercano *menos* el del vencimiento más lejano:

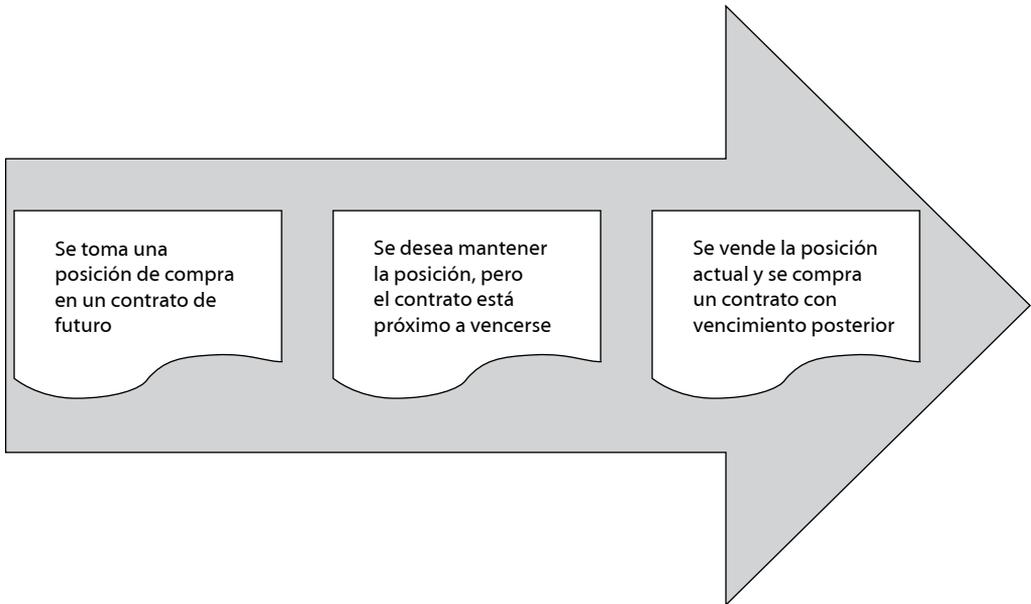


Figura 11. Rollover  
Fuente: elaboración propia

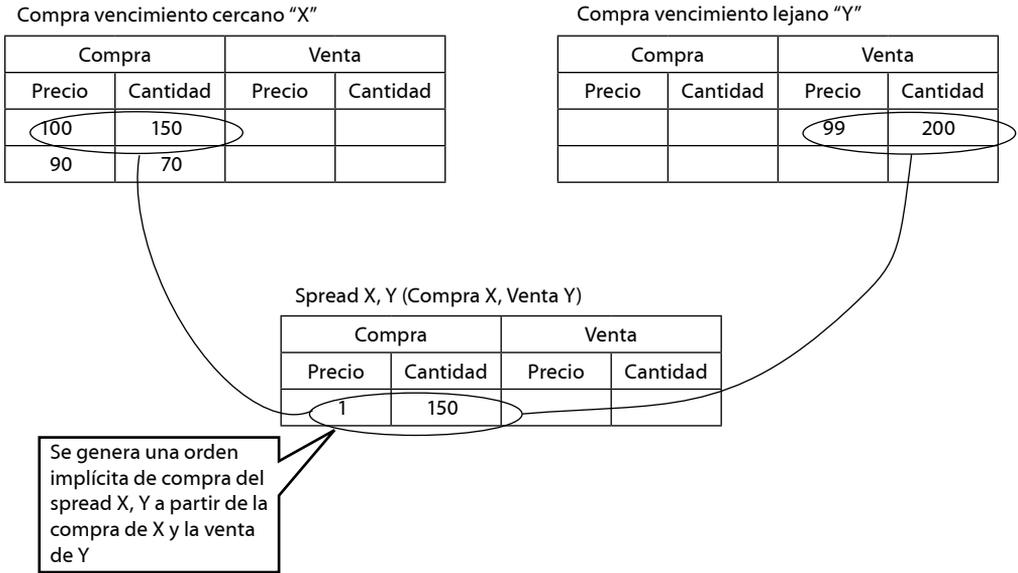


Figura 12. Precio futuro vencimiento cercano – precio futuro vencimiento lejano  
 Fuente: BVC (2008). Negociación de estrategias – *time spread*

## Conclusiones

El desarrollo de este documento ha permitido una aproximación al estudio de los derivados, en especial al producto derivado futuro de TES tasa fija en pesos, y ha proporcionado un significativo valor agregado al entorno académico, dada la incipiencia del análisis e investigación sobre el tema, así como al entorno financiero en el cual la dinámica de negociación de estos activos ha empezado a tomar gran fuerza y protagonismo en el mercado de capitales colombiano.

Partiendo de la relevancia que en el mercado colombiano tienen los TES, cuya función principal es la de servir como instrumento de deuda pública y, por consiguiente, contar como su fortaleza principal con el hecho mismo de ser emitidos por el gobierno, se infiere

que este título se constituye como un activo altamente atractivo para el mercado de capitales en Colombia y en especial para el mercado de derivados que empieza a hacer carrera en el país.

Con esta conclusión inicial, el documento pasa al estudio y profundización del producto derivado—futuro de TES tasa fija en pesos colombianos—obteniendo un conocimiento importante no solo sobre el primer producto derivado estandarizado en Colombia, su estructuración, conceptualización, valoración y ventajas, sino también sobre la oportunidad existente para su evolución en el mercado de valores colombiano.

El futuro de TES tasa fija en pesos colombianos es un producto financiero que ha tenido efectos importantes en el mercado, al aumentar la liquidez de los títulos TES en el mercado

de contado, al tiempo que le ha dado liquidez al mercado a plazos (derivados). En este sentido, podría decirse que ha abierto la puerta a otros productos derivados, que se han ido desarrollando de manera subsecuente.

Entre sus ventajas, se encuentra el hecho de dar paso a un mercado altamente apalancado, en el cual los depósitos de garantía oscilan entre 3,5% para el corto plazo y 11% para el largo plazo, con lo cual las barreras de entrada a este mercado son prácticamente inexistentes, lo que permite la participación de un buen número de inversionistas potenciales y dinamiza así el mercado de valores colombiano.

De otro lado, en la construcción de la curva cupón cero como herramienta útil para los agentes económicos en general, dado que su comportamiento es básico y contiene información importante desde diferentes perspectivas económicas y financieras, se identificó claramente la relación con la valoración de activos financieros y la evaluación de su riesgo.

Esta y otras herramientas necesarias para llevar a cabo el desarrollo del presente documento como el Sistema Bloomberg,<sup>5</sup> apoyaron el mejor entendimiento y logro del objetivo en lo referente a los títulos de renta fija, los TES y en especial al futuro de TES, toda vez que permitieron contrastar los resultados obtenidos en el proceso de valoración y en la aplicación de algunos aspectos técnicos del futuro como tal, como el factor de

descuento, el repo implícito y el valor del derivado como tal en una fecha específica.

En conclusión, el desarrollo de este documento permitió estructurar de manera clara y didáctica un tema poco explorado pero que presenta atractivas oportunidades para el desarrollo del mercado de capitales colombiano, lo que hace viable la construcción de documentos más robustos que orienten a los interesados en este tipo de operaciones financieras en Colombia.

## Referencias

- Abad-Romero, Pilar & Robles-Fernández, María Dolores (2003). Estructura temporal de los tipos de interés: teoría y evidencia empírica. *Revista Asturiana de Economía, RAE*, 27, 7-47. Disponible en: <http://www.revistaasturiana-deeconomia.org/raepdf/27/ABAD.pdf>
- Alfaro, Rodrigo (2009). La curva de rendimiento bajo Nelson-Siegel. Documentos del Banco Central de Chile. Disponible en: <http://www.bcentral.cl/eng/studies/working-papers/pdf/dtbc531.pdf>
- Bolsa de Valores de Colombia, BVC (2008). *Los sistemas de negociación para operaciones con derivados*. Disponible en: <http://www.amvcolombia.org.co/attachments/data/20080820113529.pdf>
- Bolsa de Valores de Colombia, BVC (2010). *Circular Única del Mercado de Derivados de la Bolsa de Valores de Colombia*. Versión actualizada de 2013; [http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Regulacion/Sistemas\\_Administrados/Derivados](http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Regulacion/Sistemas_Administrados/Derivados)
- Bolsa de Valores de Colombia, BVC (2010). *Futuros de TES*. Versión de 2012:

5 El sistema Bloomberg es una revolucionaria red interactiva de información financiera que contribuye al entendimiento de los mercados mundiales. Es el principal proveedor global de negocios, noticias y datos financieros. Disponible en: <http://www.invertirforex.com/informes-del-mercado/sistema-bloomberg.htm>

- [http://50.63.53.217/BVCeducacion/media/14253/bvc\\_-\\_md\\_futuro\\_tes\\_201207.pdf](http://50.63.53.217/BVCeducacion/media/14253/bvc_-_md_futuro_tes_201207.pdf)
- Chacón-Mosquera, Ramiro (2006). *Construcción de la curva cupón cero, caso colombiano*. I Simposio de docentes de Finanzas. Disponible en: [http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/decisiones/simposio/documentos/30\\_curva\\_cupon\\_cero\\_chacon.pdf](http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/decisiones/simposio/documentos/30_curva_cupon_cero_chacon.pdf)
- Chambers, Donald R.; Carleton, Willard T. & Waldman, Donald W. (1984). A New Approach to Estimation of the Term Structure of Interest Rates. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19 (3), 233-252.
- Colombia (1990). Ley 51 de 1990, por la cual se autorizan unas operaciones de endeudamiento interno y externo de la Nación; se autorizan operaciones para el saneamiento de obligaciones crediticias entre entidades públicas; se otorga una facultad y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*, 36.9615, 11, 31 de diciembre de 1990. Disponible en: [http://juriscol.banrep.gov.co/contenidos.dll/Normas/Leyes/1990/ley\\_51\\_1990](http://juriscol.banrep.gov.co/contenidos.dll/Normas/Leyes/1990/ley_51_1990)
- Colombia (2005). Ley 964 de 2005, por la cual se dictan normas generales y se señalan en ellas los objetivos y criterios a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular las actividades de manejo, aprovechamiento e inversión de recursos captados del público que se efectúen mediante valores y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*, 45.963, 8 de julio de 2005. Disponible en: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2005/ley\\_0964\\_2005.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2005/ley_0964_2005.html)
- González, Jorge G. (2006). Factores determinantes de la estructura temporal de las tasas de interés: el caso mexicano. *Comercio Exterior*, 56 (4), 278-288.
- Julio, Juan Manuel; Mera, Silvia Juliana & Revéiz, Alejandro (2002). *La curva Spot (cero cupón). Estimación con splines cúbicos suavizados, usos y ejemplos*. Banco de la República, Subgerencia Monetaria y de Reservas. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra213.pdf>
- Knop, Roberto (2005). *Manual de instrumentos derivados. Tres décadas de Black-Scholes*. Madrid: Empresa Global.
- Knop, Roberto (2010a). *Futuros sobre bonos*. Conferencia Gestión Portafolios Futuros de TES. Disponible en: [http://50.63.53.217/BVCeducacion/media/14100/futuro\\_sobre\\_bonos.pdf](http://50.63.53.217/BVCeducacion/media/14100/futuro_sobre_bonos.pdf)
- Knop, Roberto (2010b). *Valoración de bonos*. Disponible en: [http://50.63.53.217/BVCeducacion/media/14103/valoraci\\_n\\_de\\_bonos.pdf](http://50.63.53.217/BVCeducacion/media/14103/valoraci_n_de_bonos.pdf)
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2008). *Resolución 6401 de diciembre de 2008, por la cual se establecen las características generales y especiales, y se fija el procedimiento para la colocación por subasta en el mercado primario de los títulos de tesorería TES clase B, destinados a financiar tanto operaciones temporales de Tesorería, como aquellos destinados a financiar apropiaciones del Presupuesto General de la Nación. Deroga las resoluciones 1992 y 2885 de 2001, 1212 y 4891 de 2008*. Disponible en: [http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2009/47244/r\\_mh\\_6401\\_2008.html](http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2009/47244/r_mh_6401_2008.html)
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Subdirección de Financiamiento Interno de la Nación (2009). *Títulos de Tesorería TES*.

McCulloch, J. Huston (1971). Measuring the Term Structure of Interest Rates. *The Journal of Business*, 44 (1), 19-31.

McCulloch, J. Huston (1975). An Estimate of the Liquidity Premium. *Journal of Political Economy*, 83 (1), 95-119.

Nelson, Charles R. & Siegel, Andrew F. (1987). Parsimonious Modeling of Yield Curve. *The Journal of Business*, 60 (4), 473-489. <http://www.math.ku.dk/~rolf/teaching/Nelson-Siegel.pdf>

Sistema Electrónico de Negociación, SEN (s.f.). En línea: [http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/DFV-OPE-MA-127-MANUAL\\_DE\\_OPERACION\\_DEL\\_SEN.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/DFV-OPE-MA-127-MANUAL_DE_OPERACION_DEL_SEN.pdf)

Superintendencia Financiera (2008). *Resolución 0923 de 2008, por la cual se otorga un certificado de autorización y se inscribe a una Cámara de Riesgo Central de Contraparte en el Registro Nacional de Agentes del Mercado de Valores*. Disponible en: [www.superfinanciera.gov.co/NormativaFinanciera/Archivos/r0923\\_08.rtf](http://www.superfinanciera.gov.co/NormativaFinanciera/Archivos/r0923_08.rtf)

Svensson, Lars E. O. (1994). Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994. *IMF Working Paper No. 94/114*.

Vargas-P., Andrés M. (2008). Deuda pública: reflexiones sobre su composición. *Investigaciones Económicas y Estratégicas, Grupo Bancolombia*. Disponible en: <http://investigaciones.bancolombia.com/Inveconomicas/sid/12576/2008112013100066.pdf>

Vasicek, Oldrich & Fong, H. Gifford (1982). Term Structure Modeling Using Exponential Splines. *Journal of Finance*, 37 (2), 339-348.

- Fecha de recepción: 11 de marzo de 2013
- Fecha de aceptación: 12 de julio de 2013

#### Para citar este artículo

Cano-Muñoz, Alexandra & Sánchez-Serna, Aracely del Socorro (2013). Futuros sobre TES tasa fija en pesos, producto derivado en el mercado de capitales colombiano. *Cuadernos de Contabilidad*, 14 (35), 513-579.

## Anexos

### Anexo 1. Valoración de TES

07-oct-10						
** TES 9,25% (8/12)						
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	
15-ago-11	312	0,85	9,25	8,92	7,63	
15-ago-12	678	1,86	109,25	100,97	187,56	
			Precio sucio	109,89		
			Cupón corrido	1,34		
			Precio limpio	108,55		
TIR	4,33%					

** TES 6% (4/13)						
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	
17-abr-11	192	0,53	6	5,84	3,07	
17-abr-12	558	1,53	6	6,00	9,17	
17-abr-13	923	2,53	106	93,05	235,30	
			Precio sucio	104,89		
			Cupón corrido	2,84		
			Precio limpio	102,05		
TIR	5,29%					

** TES 9,25% (5/14)						
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	
14-may-11	219	0,60	9,25	8,95	5,37	
14-may-12	585	1,60	9,25	8,46	13,56	
14-may-13	950	2,60	9,25	8,00	20,82	
14-may-14	1.315	3,60	109,25	89,33	321,85	
			Precio sucio	114,73		
			Cupón corrido	3,70	14-may-10	
			Precio limpio	111,03		
TIR	5,75%					

<b>** TES 7,25% (6/16)</b>						
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	
15-jun-11	251	0,69	7,25	6,93	4,77	
15-jun-12	617	1,69	7,25	6,49		
15-jun-13	982	2,69	7,25	6,08		
15-jun-14	1.347	3,69	7,25	5,69		
15-jun-15	1.712	4,69	7,25	5,33		
15-jun-16	2.078	5,69	107,25	73,87		
			Precio sucio	104,39		
			Cupón corrido	2,26	15-jun-10	
			Precio limpio	102,13		
TIR	6,77%					

<b>** TES 11% (7/20)</b>						
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	
24-jul-11	290	0,79	11	10,42	8,28	
24-jul-12	656	1,80	11	9,73	17,48	
24-jul-13	1.021	2,80	11	9,08	25,41	
24-jul-14	1.386	3,80	11	8,48	32,22	
24-jul-15	1.751	4,80	11	7,92	38,01	
24-jul-16	2.117	5,80	11	7,40	42,91	
24-jul-17	2.482	6,80	11	6,91	46,99	
24-jul-18	2.847	7,80	11	6,45	50,33	
24-jul-19	3.212	8,80	11	6,03	53,03	
24-jul-20	3.578	9,80	111	56,78	556,63	
			Precio sucio	129,21		
			Cupón corrido	2,26		
			Precio limpio	126,95		
TIR	7,08%					

<b>** TES 10% (7/24)</b>						
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	
24-jul-11	290	0,79	10	9,44	7,50	
24-jul-12	656	1,80	10	8,78	15,78	
24-jul-13	1.021	2,80	10	8,17	22,84	
24-jul-14	1.386	3,80	10	7,59	28,84	
24-jul-15	1.751	4,80	10	7,06	33,89	
24-jul-16	2.117	5,80	10	6,57	38,10	

**		TES 10% (7/24)				
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	
24-jul-17	2.482	6,80	10	6,11	41,55	
24-jul-18	2.847	7,80	10	5,68	44,33	
24-jul-19	3.212	8,80	10	5,29	46,52	
24-jul-20	3.578	9,80	10	4,92	48,18	
24-jul-21	3.943	10,80	10	4,57	49,39	
25-jul-22	4.309	11,81	10	4,25	50,19	
25-jul-23	4.674	12,81	10	3,95	50,64	
24-jul-24	5.039	13,81	110	40,46	558,55	
			Precio sucio	122,84		
			Cupón corrido	2,05	24-jul-10	
			Precio limpio	120,79		
TIR	7,51%					

VP: valor presente

Anexo 2. Valoración de TES por TIR y Cupón Cero

Valoración del título con TIR y con cupón cero							
TES 11% (7/20)							
Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo VP	Años x Flu VP	FD CCC	VP C
24-jul-11	290	0,79	11	10,42	8,28	0,97027172	10,67298894
24-jul-12	656	1,80	11	9,73	17,48	0,91956840	10,11525244
24-jul-13	1.021	2,80	11	9,08	25,41	0,86044288	9,46487168
24-jul-14	1.386	3,80	11	8,48	32,22	0,79454225	8,73996479
24-jul-15	1.751	4,80	11	7,92	38,01	0,73295871	8,06254586
24-jul-16	2.117	5,80	11	7,40	42,91	0,67766862	7,45435486
24-jul-17	2.482	6,80	11	6,91	46,99	0,62598330	6,88581625
24-jul-18	2.847	7,80	11	6,45	50,33	0,57570526	6,33275781
24-jul-19	3.212	8,80	11	6,03	53,03	0,52751587	5,80267459
24-jul-20	3.578	9,80	111	56,78	556,63	0,48125021	53,41877278
			Precio sucio	129,21			126,95000000
			Cupón corrido	2,26			
			Precio limpio	126,95			
TIR	7,08%						

**Anexo 3. Valoración Futuros**

Ejemplo futuro sobre bono nacional  
 Se tienen 4 contratos sobre Bono nacional con los siguientes vencimientos:

Vencimientos fut.	Bono nacional
Vto. 1	05/11/2010
Vto. 2	03/12/2010
Vto. 3	07/01/2011
Vto. 4	04/03/2011



Fecha de Valoración	
07/10/2010	

**Canasta de entregables**

TFIT04150812	Corto
TFIT04170413	Corto
TFIT06140514	Mediano
TFIT07150616	Mediano
TFIT15240720	Largo
TFIT16240724	Largo

Solución

Es necesario valorar cada uno de los TES y luego determinar el Cheapest to Delivery

1. Valoración TES TFFIT04150812

Futuro sobre bono notacional (TES corto plazo)		Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo
Tes de la canasta	TFFIT04150812	TFFIT04150812	TFFIT04150812	TFFIT04150812	TFFIT04150812
Vencimiento de los Títulos de la canasta	15/08/2012	15/08/2012	15/08/2012	15/08/2012	15/08/2012
Cupón	9,25%	9,25%	9,25%	9,25%	9,25%
Ask YTM (tasa de valoración)	4,34%	4,34%	4,34%	4,34%	4,34%
Precio sucio	109,89%	109,89%	109,89%	109,89%	109,89%
Precio limpio	108,55%	108,55%	108,55%	108,55%	108,55%
CC	1,34%	1,34%	1,34%	1,34%	1,34%
CF	0,987304	0,987602	0,988050	0,988947	0,988947

Último pago de cupón 15/08/2010

Este Proceso se debe realizar para cada uno de los TES que componen la canasta de entregables:

Vencimiento del contrato (último día de negociación)	Días al vencimiento	Curva cero cupón continua	Fecha cupón intermedio	Fecha cupón -hoy	Tasa de descuento cupón	Cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato	Pr. fwd.	Precio teórico futuro
2010-11-05	28	2,2512%				2,08%	110,08%	109,39%
2010-12-03	56	2,3844%				2,79%	110,29%	108,86%
2011-01-07	91	2,5461%				3,67%	110,59%	108,21%
2011-03-04	147	2,7939%				5,09%	111,14%	107,23%

Precio futuro del bono teórico o TES que se seleccione y que compone la canasta de entregables para cada uno de los vencimientos. Precio forward ajustado por el factor de conversión

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

1 2 3 4

- 1  $I = \sum_{t < T} c e^{-r t}$
- 2 c \* n    Cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato  
 c    Cupón  
 n    Tiempo en años entre la fecha del cupón intermedio y el último día de negociación del futuro. Su cálculo se puede realizar mediante la siguiente fórmula:

Fórmula n     $n = \frac{\text{Último día de negociación} - \text{Fecha de último pago de cupón}}{365}$

Si no existe un pago de cupón intermedio, la fórmula es:

n =  $\frac{\text{Último día de negociación} - \text{Fecha de último pago de cupón}}{365}$

3  $fwd_{i,t} = (S_0 - I)e^{r t}$

- $fwd_{i,t}$  : es el precio forward del bono i, al vencimiento del contrato en t años
- $S_0$  : es el precio sucio del respectivo bono tomado de las tablas de renta fija
- $r_c$  : tasa de interés en pesos continua evaluada para los días al vencimiento del contrato
- t : días al vencimiento del contrato anualizados (base parámetro 365 o 360)
- : valor presente de los cupones intermedios, es decir, pagaderos entre la fecha actual y un día antes del último día de negociación

Si el último día de negociación del futuro existe un pago de cupón, se tiene que:

I = 0,  
 c.n =  $c * 365 / 365 = c$

(En este caso, se asume  $n=1$ )

$$F_{i,t} = \frac{fwd_{i,t} - c \cdot n}{FC}$$

$fwd_{i,t}$  : es el precio forward del bono  $i$ , al vencimiento del contrato en  $t$  años

$c \cdot n$  : cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato

$FC$  : factor de conversión

**2. Valoración TES TFIT04170413**

Futuro sobre bono notional (TES corto plazo)	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo
TES de la canasta	TFIT04170413	TFIT04170413	TFIT04170413	TFIT04170413
Vencimiento de los títulos de la canasta	17/04/2013	17/04/2013	17/04/2013	17/04/2013
Cupón	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
Precio sucio	104,89%	104,89%	104,89%	104,89%
Precio limpio	102,05%	102,05%	102,05%	102,05%
CC	2,84%	2,84%	2,84%	2,84%
CF	0,915696	0,918054	0,921074	0,926073

Último pago de cupón  
17/04/2010

$$fwd_{i,t} = (S_0 - D)e^{r \cdot t}$$

Vencimiento del contrato (último día de negociación)	Días al vencimiento	Curva cero cupón continua	Fecha cupón intermedio	Fecha cupón hoy	Tasa de descuento cupón	VP cupón intermedio	Cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato	Precio forward	Precio futuro teórico
05/11/2010	28	2,2512%					3,32%	105,07%	111,12%
03/12/2010	56	2,3844%					3,78%	105,27%	110,55%
07/01/2011	91	2,5461%					4,36%	105,56%	109,87%
04/03/2011	147	2,7939%					5,28%	106,08%	108,85%

Precio futuro teórico del bono o TES que se seleccione y que compone la canasta de entregables para cada uno de los vencimientos. Precio forward ajustado por el factor de conversión

$$I = \sum_{t=1}^n e^{-rt} C_t \quad \text{1} \quad \text{2} \quad C_{\text{acumulado}} = (n/365)^y * c$$

### 3. Valoración TES tfit06140514

Futuro sobre bono notional (TES mediano plazo)	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo
TES de la canasta	TFIT06140514	TFIT06140514	TFIT06140514	TFIT06140514
Vencimiento de los Títulos de la canasta	14/05/2014	14/05/2014	14/05/2014	14/05/2014
Cupón	9,25%	9,25%	9,25%	9,25%
Precio sucio	114,74%	114,74%	114,74%	114,74%
Precio limpio	111,04%	111,04%	111,04%	111,04%
CC	3,70%	3,70%	3,70%	3,70%
CF	0,949560	0,950449	0,951651	0,953784

Último pago de cupón 14/05/2010

Vencimiento (últimos días de negociación)	Días al vencimiento	Curva cero cupón continua	Fecha cupón intermedio	Fecha cupón - hoy	Tasa de descuento Cupón	VP cupón intermedio	Cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato	Precio forward	Precio futuro teórico	Precio futuro teórico del bono o TES que se seleccione y que compone la canasta de entregables para cada uno de los vencimientos. Precio forward ajustado por el factor de conversión
05/11/2010	28	2,2512%					4,43%	114,93%	116,37%	
03/12/2010	56	2,3844%					5,14%	115,16%	115,75%	
07/01/2011	91	2,5461%					6,03%	115,47%	114,99%	
04/03/2011	147	2,7939%					7,45%	116,03%	113,84%	

→ → → → →  
1 2 3 4

**4. Valoración TES TFIT07150616**

**Futuro sobre bono notional (TES mediano plazo)**

TES de la canasta	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo	Último pago de cupón
TFIT07150616	TFIT07150616	TFIT07150616	TFIT07150616	TFIT07150616	15/06/2010
Vencimiento de los Títulos de la canasta	15/06/2016	15/06/2016	15/06/2016	15/06/2016	
Cupón	7,25%	7,25%	7,25%	7,25%	
Precio sucio	104,39%	104,39%	104,39%	104,39%	
Precio limpio	102,13%	102,13%	102,13%	102,13%	
CC	2,26%	2,26%	2,26%	2,26%	
CF	0,847558	0,849034	0,850959	0,854224	

Vencimiento (últimos días de negociación)	Días al vencimiento	Curva cero cupón continua	Fecha cupón intermedio	Fecha cupón - hoy	Tasa de descuento cupón	VP cupón intermedio	Cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato	Precio forward	Precio futuro teórico
05/11/2010	28	2,2512%					2,84%	104,57%	120,03%
03/12/2010	56	2,3844%					3,40%	104,77%	119,40%
07/01/2011	91	2,5461%					4,09%	105,06%	118,65%
04/03/2011	147	2,7939%					5,20%	105,57%	117,50%

Precio futuro teórico del bono o TES que se seleccione y que compone la canasta de entregables para cada uno de los vencimientos. Precio forward ajustado por el factor de conversión

→ 1 2 3 4

5. Valoración TES TFIT15240720

Futuro sobre bono nocional (TES mediano plazo)	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo
TES de la canasta	TFIT15240720	TFIT15240720	TFIT15240720	TFIT15240720
Vencimiento de los Títulos de la canasta	24/07/2020	24/07/2020	24/07/2020	24/07/2020
Cupón	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%
Preio sucio	129,21%	129,21%	129,21%	129,21%
Precio limpio	126,95%	126,95%	126,95%	126,95%
CC	2,26%	2,26%	2,26%	2,26%
CF	1,196167	1,194994	1,193587	1,191478

Último pago de cupón 24/07/2010

Vencimiento (Últimos días de negociación)	Días al vencimiento	Curva cero cupón continua	Fecha cupón intermedio	Fecha cupón - hoy	Tasa de descuento cupón	VP cupón intermedio	Cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato	Precio forward	Precio futuro teórico
05/11/2010	28	2,2512%					3,13%	129,43%	105,59%
03/12/2010	56	2,3844%					3,98%	129,68%	105,19%
07/01/2011	91	2,5461%					5,03%	130,03%	104,73%
04/03/2011	147	2,7939%					6,72%	130,67%	104,03%

→ 1    → 2    → 3    → 4

Precio futuro teórico del bono o TES que se seleccione y que compone la canasta de entregables para cada uno de los vencimientos. Precio forward ajustado por el factor de conversión

Último pago de cupón 24/07/2010

**6. Valoración TES TFIT16240724**

**Futuro sobre bono notional (TES mediano plazo)**

	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo
TES de la canasta	TFIT16240724	TFIT16240724	TFIT16240724	TFIT16240724
Vencimiento de los títulos de la canasta	24/07/2024	24/07/2024	24/07/2024	24/07/2024
Cupón	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Precio sucio	122,84%	122,84%	122,84%	122,84%
Precio limpio	120,79%	120,79%	120,79%	120,79%
CC	2,05%	2,05%	2,05%	2,05%
CF	1,161671	1,161044	1,160319	1,159295

Vencimiento (últimos días de negociación)	Días al vencimiento	Curva cero cupón continua	Fecha cupón intermedio	Fecha cupón - hoy	Tasa de descuento cupón	VP Cupón Intermedio	Cupón acumulado del bono al último día de negociación del contrato	Precio forward	Precio futuro teórico
05/11/2010	28	2,2512%					2,85%	123,06%	103,48%
03/12/2010	56	#n/a					3,62%	#n/a	#n/a
07/01/2011	91	#n/a					4,58%	#n/a	#n/a
04/03/2011	147	#n/a					6,11%	#n/a	#n/a

Precio futuro teórico del bono o TES que se seleccione y que compone la canasta de entregables para cada uno de los vencimientos.  
 Precio forward ajustado por el factor de conversión

↓      ↓      ↓      ↓      ↓  
 1      2      3      4

**Resultados**

El menor precio futuro estimado corresponde al precio futuro teórico al respectivo vencimiento

$$Min(F_{1,T}, F_{2,T}, \dots, F_{h,T})$$

$$F = Min(Spot_i / FC_i), i = 1, \dots, n$$

Spot<sub>i</sub> = precio limpio del bono i

FC<sub>i</sub> = factor de conversión del bono i

n = número de bonos en la canasta de entregables

Vencimiento (Ultimos dias de Negociación)	05/11/2010	03/12/2010	07/01/2011	04/03/2011
Corto plazo				
TFIT04150812	109,393%	108,857%	108,210%	107,227%
TFIT04170413	111,118%	110,553%	109,874%	108,847%
Precio valoración	109,393%	108,857%	108,210%	107,227%
Cheapest to delivery	0,02651	0,02347	-0,01091	-0,06192
Mediano plazo				
TFIT06140514	116,368%	115,746%	114,994%	113,844%
TFIT07150616	120,028%	119,403%	118,647%	117,496%
Precio valoración	116,368%	115,746%	114,994%	113,844%
Cheapest to delivery	0,0282	0,0235	-0,0087	-0,0562
Largo plazo				
TFIT15240720	105,587%	105,194%	104,726%	104,032%
TFIT16240724	103,478%	103,078%	102,603%	101,894%
Precio valoración	103,478%	103,078%	102,603%	101,894%
Cheapest to delivery	0,0017	0,0235	-0,0092	-0,0575



Anexo 4. Aspectos técnicos de la Valoración Futuros

$$FC = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Fi}{(1 + TIR)^{base}}}{100\%(N)}$$

- FC: factor de conversión del bono teórico
- TIR: cupones pendientes de cobro
- n: flujos de caja
- F: cupón corrido a la entrega
- CC: días reales
- t: días base anual

Calcular FC del bono de tesorería 9,25%- 2010 del futuro de corto con vencimiento en noviembre de 2010

Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo actual (100,76)	Cálculo FC
03/11/2010					
15/08/2011	285	0,781	9,25	8,59	Cupón del futuro 10%
15/08/2012	651	1,784	109,25	92,17	

Precios	
Bono notional	100,00
Bono real	100,76
Cupón corrido	2,03
Pc Ex-cupón	98,73
FC	0,987304

03/11/2010

15/08/2010

Calcular FC del bono de tesorería 6,0%- 2010 del futuro de corto con vencimiento en noviembre de 2010

Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo actual	Cálculo FC
03/11/2010				(94,86)	
17/04/2011	165	0,452	6	5,75	Cupón del futuro 10%
17/04/2012	531	1,455	6	5,22	
17/04/2013	896	2,455	106	83,89	
<b>Precios</b>					
					Bono notional 100,00
					Bono real 94,86
					Cupón corrido 3,29 03/11/2010
					Pc Ex-cupón 91,57 17/04/2010
					FC 0,915696

Calcular FC del bono de tesorería 9,25%- 2010 del futuro de mediano con vencimiento en noviembre de 2010

Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo actual	Cálculo FC
03/11/2010				(99,34)	
14/05/2011	192	0,526	9,25	8,76	Cupón del futuro 11%
14/05/2012	558	1,529	9,25	7,89	
14/05/2013	923	2,529	9,25	7,10	
14/05/2014	1.288	3,529	109,25	75,59	
<b>Precios</b>					
					Bono notional 100,00
					Bono real 99,34
					Cupón corrido 4,38 03/11/2010
					Pc Ex-cupón 94,96 14/05/2010
					FC 0,949560

Calcular FC del bono de tesorería 7,25%- 2010 del futuro de mediano con vencimiento en noviembre de 2010

Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo actual	Cálculo FC
03/11/2010				(87,56)	
15/06/2011	224	0,614	7,25	6,80	Cupón del futuro 11%
15/06/2012	590	1,616	7,25	6,12	
15/06/2013	955	2,616	7,25	5,52	<b>Precios</b>
15/06/2014	1.320	3,616	7,25	4,97	Bono notional 100,00
15/06/2015	1.685	4,616	7,25	4,48	Bono real 87,56
15/06/2016	2.051	5,619	107,25	59,66	Cupón corrido 2,80
					Pc Ex-cupón 84,76
					FC 0,847558

03/11/2010

15/06/2010

Calcular FC del bono de tesorería 11%- 2020 del futuro a 10 años con vencimiento en noviembre 2010

Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo actual	Cálculo FC
03/11/2010				(122,69)	
24/07/2011	263	0,721	11	10,41	Cupón del futuro 8%
24/07/2012	629	1,723	11	9,63	
24/07/2013	994	2,723	11	8,92	<b>Precios</b>
24/07/2014	1.359	3,723	11	8,26	Bono notional 100,00
24/07/2015	1.724	4,723	11	7,65	Bono real 122,69
24/07/2016	2.090	5,726	11	7,08	Cupón corrido 3,07
24/07/2017	2.455	6,726	11	6,56	Pc Ex-cupón 119,62
24/07/2018	2.820	7,726	11	6,07	FC 1,196167
24/07/2019	3.185	8,726	11	5,62	
24/07/2020	3.551	9,729	111	52,50	

03/11/2010

24/07/2010

Calcular FC del bono de tesorería 10%- 2024 del futuro a 14 años con vencimiento en noviembre de 2010

Fechas	Días	Años	Flujos	Flujo actual	Cálculo FC
03/11/2010				(118,96)	
24/07/2011	263	0,721	10	9,46	Cupón del futuro 8%
24/07/2012	629	1,723	10	8,76	
24/07/2013	994	2,723	10	8,11	
24/07/2014	1.359	3,723	10	7,51	Bono notional 100,00
24/07/2015	1.724	4,723	10	6,95	Bono real 118,96
24/07/2016	2.090	5,726	10	6,44	Cupón corrido 2,79
24/07/2017	2.455	6,726	10	5,96	Pc Ex-cupón 116,17
24/07/2018	2.820	7,726	10	5,52	FC 1,161671
24/07/2019	3.185	8,726	10	5,11	
24/07/2020	3.551	9,729	10	4,73	
24/07/2021	3.916	10,729	10	4,38	
24/07/2022	4.281	11,729	10	4,05	
24/07/2023	4.646	12,729	10	3,75	
24/07/2024	5.012	13,732	110	38,23	

03/11/2010

24/07/2010

**Determinación Factor de Conversión. Futuros con Vencimiento a Nov-10**

**Repo implícito**

$$\text{Repo implícito} = \left[ \frac{(PF_{br} \times FC_{br}) + CC_{br,t}}{PCBr + CC_{br,c}} - 1 \right] \times \frac{365}{T - t}$$

Donde,

- PF: precio del futuro
- PC: precio del contado
- Bt: bono teórico
- Br: bono real
- FC: factor de conversión
- CC: cupón corrido
- t: fecha del contado
- T: fecha del futuro

Costo de financiación	2,25986%	TCC	Para 29 días
Fecha valor	07/10/2010		
Fecha vencimiento futuro	05/11/2010	29	días

**Futuro TES corto plazo**

**Coltes 08/12**

Cupón	9,25%		
Fecha último cupón	15/08/2010		
PC - limpio	108,55		
CCBrC	1,34	07/10/2010	15/08/2010
PC sucio	109,89		
PFBt	109,435		
FCBr	0,987304		
CCBrF	2,08	05/11/2010	15/08/2010

**Coltes 04/13**

Cupón	6%		
Fecha último cupón	17/04/2010		
PC - limpio	102,05		
CCBrC	2,84		
PC sucio	104,89		
PFBt	109,44		
FCBr	0,915696		
CCBrF	3,32		

**Repo implícito**

0,026512187

**Cheapest to Delivery**

**Repo implícito**

-0,16322002

**Futuro TES mediano plazo**

**Coltes 05/14**

Cupón	9,25%	
Fecha último cupón	14/05/2010	
PC - limpio	111,03	
CCBrC	3,70	07/10/2010
PC sucio	114,73	14/05/2010
PFBt	116,43	
FCBr	0,949560	
CCBrF	4,43	05/11/2010
<b>Repo implícito</b>	0,028218987	<b>Cheapest to Delivery</b>

**Futuro TES largo plazo**

**Coltes 07/20**

Cupón	11,00%	
Fecha último cupón	24/07/2010	
PC - limpio	126,95	
CCBrC	2,26	07/10/2010
PC sucio	129,21	24/07/2010
PFBt	103,31	
FCBr	1,196167	
CCBrF	3,13	05/11/2010
<b>Repo implícito</b>	-0,2435613	

**Coltes 06/16**

Cupón	7,25%	
Fecha último cupón	15/06/2010	
PC - limpio	102,13	
CCBrC	2,26	07/10/2010
PC sucio	104,39	15/06/2010
PFBt	116,43	
FCBr	0,847558	
CCBrF	2,84	05/11/2010
<b>Repo implícito</b>	-0,34592234	

**Coltes 07/24**

Cupón	10,00%	
Fecha último cupón	24/07/2010	
PC - limpio	120,79	
CCBrC	2,05	07/10/2010
PC sucio	122,84	24/07/2010
PFBt	103,31	
FCBr	1,161671	
CCBrF	2,85	05/11/2010
<b>Repo implícito</b>	0,001741881	<b>Cheapest to Delivery</b>

### Anexo 5. Curva Cupón Cero. Metodología Nelson & Siegel

Fecha	Curva	B0	B1	B2	TAO	→	Puntos de la curva para el día de valoración
07/10/2010	CEC	8,109171	-5,994838	3,561482	2,643528		

Días vencimiento	Tiempo anualizado	Curva spot	Curva spot discreta	Curva spot continua
1	0,0027397260	0,0211928269	2,1418989705	0,0211928269
2	0,0054794521	0,0212422769	2,1469500100	0,0212422769
3	0,0082191781	0,0212916800	2,1519965111	0,0212916800
4	0,0109589041	0,0213410363	2,1570384777	0,0213410363
5	0,0136986301	0,0213903458	2,1620759140	0,0213903458
6	0,0164383562	0,0214396085	2,1671088240	0,0214396085
7	0,0191780822	0,0214888246	2,1721372116	0,0214888246
8	0,0219178082	0,0215379940	2,1771610808	0,0215379940
9	0,0246575342	0,0215871169	2,1821804358	0,0215871169
10	0,0273972603	0,0216361931	2,1871952805	0,0216361931
11	0,0301369863	0,0216852229	2,1922056189	0,0216852229
12	0,0328767123	0,0217342062	2,1972114551	0,0217342062
13	0,0356164384	0,0217831431	2,2022127929	0,0217831431
14	0,0383561644	0,0218320337	2,2072096366	0,0218320337
15	0,0410958904	0,0218808779	2,2122019899	0,0218808779
16	0,0438356164	0,0219296758	2,2171898570	0,0219296758
17	0,0465753425	0,0219784276	2,2221732418	0,0219784276
18	0,0493150685	0,0220271331	2,2271521483	0,0220271331
19	0,0520547945	0,0220757925	2,2321265805	0,0220757925
20	0,0547945205	0,0221244058	2,2370965424	0,0221244058
21	0,0575342466	0,0221729730	2,2420620379	0,0221729730
22	0,0602739726	0,0222214943	2,2470230710	0,0222214943
23	0,0630136986	0,0222699696	2,2519796458	0,0222699696
24	0,0657534247	0,0223183990	2,2569317661	0,0223183990
25	0,0684931507	0,0223667825	2,2618794359	0,0223667825
26	0,0712328767	0,0224151202	2,2668226592	0,0224151202
27	0,0739726027	0,0224634121	2,2717614400	0,0224634121
28	0,0767123288	0,0225116583	2,2766957822	0,0225116583
29	0,0794520548	0,0225598588	2,2816256898	0,0225598588
30	0,0821917808	0,0226080137	2,2865511666	0,0226080137
31	0,0849315068	0,0226561230	2,2914722167	0,0226561230

Días vencimiento	Tiempo anualizado	Curva spot	Curva spot discreta	Curva spot continua
32	0,0876712329	0,0227041867	2,2963888441	0,0227041867
33	0,0904109589	0,0227522049	2,3013010525	0,0227522049
34	0,0931506849	0,0228001777	2,3062088460	0,0228001777
35	0,0958904110	0,0228481050	2,3111122286	0,0228481050
36	0,0986301370	0,0228959870	2,3160112041	0,0228959870
37	0,1013698630	0,0229438236	2,3209057764	0,0229438236
38	0,1041095890	0,0229916150	2,3257959496	0,0229916150
39	0,1068493151	0,0230393611	2,3306817275	0,0230393611
40	0,1095890411	0,0230870621	2,3355631139	0,0230870621
41	0,1123287671	0,0231347179	2,3404401130	0,0231347179
42	0,1150684932	0,0231823286	2,3453127285	0,0231823286
43	0,1178082192	0,0232298942	2,3501809644	0,0232298942
44	0,1205479452	0,0232774148	2,3550448245	0,0232774148
45	0,1232876712	0,0233248905	2,3599043128	0,0233248905
46	0,1260273973	0,0233723212	2,3647594332	0,0233723212
47	0,1287671233	0,0234197071	2,3696101895	0,0234197071
48	0,1315068493	0,0234670481	2,3744565857	0,0234670481
49	0,1342465753	0,0235143443	2,3792986257	0,0235143443
50	0,1369863014	0,0235615958	2,3841363133	0,0235615958
51	0,1397260274	0,0236088026	2,3889696524	0,0236088026
52	0,1424657534	0,0236559647	2,3937986470	0,0236559647
53	0,1452054795	0,0237030822	2,3986233007	0,0237030822
54	0,1479452055	0,0237501551	2,4034436177	0,0237501551
55	0,1506849315	0,0237971835	2,4082596017	0,0237971835

Anexo 6. TES. Descripción de Valor – Bloomberg

**Message**

**SECURITY DESCRIPTION** Page 1 / 1

COLOMBIA TES COLTES9 ¼ 08/12 108.549/108.549 (4.34/4.34) BCSY

ISSUER INFORMATION		IDENTIFIERS		1
Name	TITULOS DE TESORERIA B	ISIN	COL17CT02369	2
Type	Sovereign	BB Number	EH7055278	3
Market of Issue	Domestic	Stock Exc	FIT04150812	4
SECURITY INFORMATION		RATINGS		5
Country	CO	Currency	COP	Moody's
Collateral Type	Bonds			NA
Calc Typ( 999)	STREET CONVENTION	S&P	NA	6
Maturity	8/15/2012 Series B	Fitch	NA	7
	NORMAL	DBRS	NA	8
Coupon	9 ¼ Fixed	ISSUE SIZE		9
ANNUAL	NL/365	Amt Issued/Outstanding		10
Announcement Dt	1/28/09	COP	14432116000 (M)/	
Int. Accrual Dt	8/15/08	COP	9,250,294,000 (M)	
1st Settle Date	1/28/09	Min Piece/Increment		
1st Coupon Date	8/15/09		500,000.00/100,000.00	
Iss Pr	104.2810	Par Amount	100,000.00	
		BOOK RUNNER/EXCHANGE		
NO PROSPECTUS		COLOMBIA		66) Send as Attachment

CPN-9.25%

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7508 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000  
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
CN 250450 6276-958-0 07-041-2010 16-27-13

**Message**

**SECURITY DESCRIPTION** Page 1 / 1

COLOMBIA TES COLTES6 04/17/13 102.046/102.046 (5.10/5.10) BCSY

ISSUER INFORMATION		IDENTIFIERS		1
Name	TITULOS DE TESORERIA B	ISIN	COL17CT02393	2
Type	Sovereign	BB Number	EI0658530	3
Market of Issue	Domestic	Stock Exc	FIT04170413	4
SECURITY INFORMATION		RATINGS		5
Country	CO	Currency	COP	Moody's
Collateral Type	Bonds			NA
Calc Typ( 999)	STREET CONVENTION	S&P	NA	6
Maturity	4/17/2013 Series B	Fitch	NA	7
	NORMAL	DBRS	NA	8
Coupon	6 Fixed	ISSUE SIZE		9
ANNUAL	NL/365	Amt Issued/Outstanding		10
Announcement Dt	4/17/09	COP	1,892,383,488 (M)/	
Int. Accrual Dt	4/17/09	COP	1,892,383,488 (M)	
1st Settle Date	4/17/09	Min Piece/Increment		
1st Coupon Date	4/17/10		500,000.00/100,000.00	
Iss Pr		Par Amount	100,000.00	
		BOOK RUNNER/EXCHANGE		
NO PROSPECTUS		COLOMBIA		66) Send as Attachment

1ST AVG YLD=6.10%

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7508 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000  
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
CN 250450 6276-958-0 07-041-2010 16-27-01

**Message**

**SECURITY DESCRIPTION** Page 1 / 1

COLOMBIA TES COLTES9 ¼ 05/14 111.035/111.035 (5.75/5.75) BCSY

ISSUER INFORMATION	IDENTIFIERS	
Name TITULOS DE TESORERIA B	ISIN COL1CT02377	1) Additional Sec Info
Type Sovereign	BB Number EH7195587	2) ALLQ
Market of Issue Domestic	Stock Ex:FIT06140514	3) Corporate Actions
SECURITY INFORMATION	RATINGS	4) Ratings
Country CO Currency COP	Moody's NA	5) Custom Notes
Collateral Type Bonds	S&P NA	6) Identifiers
Calc Typ( 999)STREET CONVENTION	Fitch NA	7) Sec. Specific News
Maturity 5/14/2014 Series B	DBRS NA	8) Issuer Information
NORMAL	ISSUE SIZE	9) Pricing Sources
Coupon 9 ¼ Fixed	Amt Issued/Outstanding	10) Related Securities
ANNUAL NL/365	COP 6,964,760,667 (M)/	
Announcement Dt 2/ 2/09	COP 7,851,469,000 (M)	
Int. Accrual Dt 5/14/08	Min Piece/Increment	
1st Settle Date 2/ 4/09	500,000.00/100,000.00	
1st Coupon Date 5/14/09	Par Amount 100,000.00	
Iss Pr 105.2860	BOOK RUNNER/EXCHANGE	
NO PROSPECTUS	COLOMBIA	66) Send as Attachment
CPN= 9.25		

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7220 7500 Germany 49 69 9004 1210 Hong Kong 852 2577 6000  
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1900 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
BN 250450 0576-998-0 07-001-2010 16-30-44

**Corp DES**

**SECURITY DESCRIPTION** Page 1 / 1

COLOMBIA TES COLTES7 ¼ 06/16 102.1264/102.1264 (6.78/6.78) BFV @16:37

ISSUER INFORMATION	IDENTIFIERS	
Name TITULOS DE TESORERIA B	ISIN COL1CT02401	1) Additional Sec Info
Type Sovereign	BB Number E10658936	2) ALLQ
Market of Issue Domestic	Stock Ex:FIT07150616	3) Corporate Actions
SECURITY INFORMATION	RATINGS	4) Ratings
Country CO Currency COP	Moody's NA	5) Custom Notes
Collateral Type Bonds	S&P NA	6) Identifiers
Calc Typ( 999)STREET CONVENTION	Fitch NA	7) Fees/Restrictions
Maturity 6/15/2016 Series B	DBRS NA	8) Sec. Specific News
NORMAL	ISSUE SIZE	9) Issuer Information
Coupon 7 ¼ Fixed	Amt Issued/Outstanding	10) Pricing Sources
ANNUAL NL/365	COP 956,869,752 (M)/	11) Related Securities
Announcement Dt 11/24/09	COP 956,869,752 (M)	
Int. Accrual Dt 6/15/09	Min Piece/Increment	
1st Settle Date 11/27/09	500,000.00/100,000.00	
1st Coupon Date 6/15/10	Par Amount 100,000.00	
Iss Pr	BOOK RUNNER/EXCHANGE	
NO PROSPECTUS	COLOMBIA	66) Send as Attachment
1ST AVG YLD=7.10%		

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7220 7500 Germany 49 69 9004 1210 Hong Kong 852 2577 6000  
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1900 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
BN 250450 0576-998-0 07-001-2010 16-30-03

**Message**

**SECURITY DESCRIPTION** Page 1 / 1  
 COLOMBIA TES COLTES 11 07/20 126.950/126.950 (7.08/7.08) BCSY

ISSUER INFORMATION		IDENTIFIERS		
Name	TITULOS DE TESORERIA B	ISIN	COL17CT02302	1) Additional Sec Info
Type	Sovereign	BB Number	EF0376436	2) ALLQ
Market of Issue	Domestic	Stock Exc	TFIT15240720	3) Corporate Actions
SECURITY INFORMATION		RATINGS		
Country CO	Currency COP	Moody's	NA	4) Ratings
Collateral Type	Bills	S&P	NA	5) Custom Notes
Calc Typ( 999)	STREET CONVENTION	Fitch	NA	6) Identifiers
Maturity	7/24/2020 Series B	Composite	NR	7) Sec. Specific News
NORMAL		ISSUE SIZE		8) Issuer Information
Coupon	11 Fixed	Amt Issued/Outstanding		9) Pricing Sources
ANNUAL	NL/365	COP	8,133,319,000 (M)/	10) Related Securities
Announcement Dt	7/26/05	COP	8,418,925,000 (M)	
Int. Accrual Dt	7/24/05	Min Piece/Increment		
1st Settle Date	7/29/05		500,000.00/100,000.00	
1st Coupon Date	7/24/06	Par Amount	100,000.00	
Iss Pr	97.59000	BOOK RUNNER/EXCHANGE		
NO PROSPECTUS		COLOMBIA		66) Send as Attachment

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9004 1210 Hong Kong 852 2977 6000  
 Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1900 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
 SH 250450 4576-958-0 07-001-2010 16 43 06

**Corp DES**

**SECURITY DESCRIPTION** Page 1 / 1  
 COLOMBIA TES COLTES 10 07/24 120.790/120.790 (7.52/7.52) BCSY

ISSUER INFORMATION		IDENTIFIERS		
Name	TITULOS DE TESORERIA B	ISIN	COL17CT02385	1) Additional Sec Info
Type	Sovereign	BB Number	EH7652033	2) ALLQ
Market of Issue	Domestic	Stock Exc	TFIT16240724	3) Corporate Actions
SECURITY INFORMATION		RATINGS		
Country CO	Currency COP	Moody's	NA	4) Ratings
Collateral Type	Bonds	S&P	NA	5) Custom Notes
Calc Typ( 999)	STREET CONVENTION	Fitch	NA	6) Identifiers
Maturity	7/24/2024 Series B	DBRS	NA	7) Sec. Specific News
NORMAL		ISSUE SIZE		8) Issuer Information
Coupon	10 Fixed	Amt Issued/Outstanding		9) Pricing Sources
ANNUAL	NL/365	COP	3,130,789,896 (M)/	10) Related Securities
Announcement Dt	3/18/09	COP	7,779,600,202 (M)	
Int. Accrual Dt	7/24/08	Min Piece/Increment		
1st Settle Date	3/19/09		500,000.00/100,000.00	
1st Coupon Date	7/24/09	Par Amount	100,000.00	
Iss Pr	108.3640	BOOK RUNNER/EXCHANGE		
HAVE PROSPECTUS		COLOMBIA		66) Send as Attachment
CPN RATE=10.00%				

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9004 1210 Hong Kong 852 2977 6000  
 Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1900 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
 SH 250450 4576-958-0 07-001-2010 16 44 38

Anexo 7. Futuros sobre TES - Bloomberg.  
Vencimiento Nov. 5-10

<HELP> for explanation, <MENU> for similar functions. ComdtyDLV  
Hit {NUMBER} <GO> to view Historical Basis/Repo

**Cheapest to Deliver** Trade 10/ 7/10 Dlv 11/ 5/10  
Colomb Bond Futur Nov10 **TECXO** 109.435 Set 10/ 7/10 Cheapest IRP= 2.65

Order	DR	re-sort	Price	Source	Conv. Yield	C.Factor	DECIMAL Gross Basis	29 Days Act/Implied Repo%	DECIMAL Actual Repo%	DECIMAL Net Basis	
											(Mid)
1	COLTES	9 3/4	08/12	108.55	BCSY	4.340	.987304	.503	2.65	.26	-.209
2	COLTES	6	04/17/13	102.05	BCSY	5.100	.915696	1.837	-16.32	.26	1.381

Australia 61 2 9277 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 49 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000  
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 4212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
BN 250450 H191-958-0 07-061-2010 17 21 32

<HELP> for explanation, <MENU> for similar functions. ComdtyDLV  
Hit {NUMBER} <GO> to view Historical Basis/Repo

**Cheapest to Deliver** Trade 10/ 7/10 Dlv 11/ 5/10  
Colomb Bond Futur Nov10 **TESXO** 116.43 Set 10/ 7/10 Cheapest IRP= 2.87

Order	DR	re-sort	Price	Source	Conv. Yield	C.Factor	DECIMAL Gross Basis	29 Days Act/Implied Repo%	DECIMAL Actual Repo%	DECIMAL Net Basis	
											(Mid)
1	COLTES	9 3/4	05/14	111.04	BCSY	5.750	.949560	.473	2.87	.26	-.239
2	COLTES	7 3/4	06/16	102.13	BFV	6.776	.847558	3.441	-34.54	.26	2.886

Australia 61 2 9277 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 49 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000  
Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 4212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
BN 250450 H191-958-0 07-061-2010 17 14 32

<HELP> for explanation, <MENU> for similar functions. ComdtyDLV  
 Hit {NUMBER} <GO> to view Historical Basis/Repo  
**Cheapest to Deliver** Trade 10/ 7/10 Dlv 11/ 5/10  
 Colomb Bond Futur Nov10 TELXO 103.310 Set 10/ 7/10 Cheapest IRP= .17

Order	re-sort	(Mid)	Conv.	Yield	C.Factor	DEBTAL Gross Basis	29 Days Implied Repo%	ACT/365 Actual Repo%	NET Net Basis	
0	COLTES10	07/24/24	120.79	BCSY	7.520	1.161671	.778	.17	.26	.009
0	COLTES11	07/24/20	126.95	BCSY	7.083	1.196167	3.374	-24.35	.26	2.526

Australia 61 2 9777 6600 Brazil 5511 2048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2877 6000  
 Japan 81 3 3201 0900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P.  
 BN 250450 H191-956-3 07-Dec-2010 17:19:00

