

***Índice representativo del mercado de deuda pública interna:
IDXTES¹***



***Alejandro Reveiz Hernaut
Carlos Eduardo León Rincón***

***Banco de la República
Colombia***

¹ La serie Borradores de Economía es una publicación de la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República. Los trabajos son de carácter provisional, las opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y sus contenidos no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

Índice representativo del mercado de deuda pública interna: IDXTES[†]

Alejandro Reveiz Herault*
Carlos Eduardo León Rincón*
Banco de la República
Colombia

Resumen

Los mercados de títulos soberanos cumplen varias funciones para los mercados de capitales. Son fuente de financiación para el gobierno que los emite, cumplen el rol de activo libre de riesgo -de crédito- del mercado, al tiempo que sirven como referencia o *benchmark* para las diferentes alternativas de inversión del mercado. En el caso colombiano es claro que los Títulos de Tesorería (TES) cumplen las dos primeras funciones, pero se reconoce que aún es limitada su utilidad como *benchmark* del mercado local.

La práctica internacional demuestra que el desarrollo de índices representativos del mercado de deuda pública permite contar con un *benchmark* apropiado. Con tales índices se consigue una serie de precios que sobrevive al vencimiento de los títulos, que permite hacer comparaciones en el largo plazo, y que permite capturar de mejor manera la dinámica del mercado.

La práctica sobre *benchmarks* en Colombia consiste en una simple comparación con uno o dos títulos en particular, los más líquidos del mercado en un momento en el tiempo, lo cual representa serias limitaciones técnicas y analíticas. Así mismo, existen índices cuya metodología los hace poco aptos para cumplir función de *benchmark* del mercado de deuda pública local.

Por lo tanto, basado en la práctica internacional y con el fin de realizar un aporte inicial en el desarrollo de metodologías que permitan contar con un *benchmark* para el mercado local, este documento desarrolla y presenta el índice *IDXTES*.

Palabras claves: índice de renta fija; *benchmark*; portafolio de referencia; TES.

Clasificación JEL: G1, G11, G12, H63.

[†] Las ideas y opiniones expresadas en este documento son responsabilidad de los autores. El documento se enriqueció con los comentarios y apreciaciones de Silvia Juliana Mera, Ernesto Murillo, Camilo Restrepo y Marco Ruiz.

* Investigador Principal de la Subgerencia Monetaria y de Reservas, areveihe@banrep.gov.co.

* Profesional Experto en Apoyo de Liquidez y Control de Riesgos del Departamento de Operaciones y Desarrollo de Mercados de la Subgerencia Monetaria y de Reservas, cleonrin@banrep.gov.co.

1. Introducción

Pese al rápido crecimiento del mercado de deuda pública local, el cual ha servido al gobierno nacional como mecanismo de financiación y de recomposición del perfil de deuda, y al mercado de capitales local como fuente de dinámica y como base de las metodologías existentes para la valoración de activos financieros, el mercado aún no cuenta con índices que cumplan con los principios y propósitos de un *benchmark*².

Esta carencia dificulta las labores de administración de portafolio, limita la capacidad de los agentes para tomar decisiones de inversión, dificulta el análisis y comparación del desempeño del mercado de deuda pública, al tiempo que compromete el desarrollo de productos financieros tales como futuros y opciones.

Con el fin de contar con un *benchmark* para el mercado de deuda pública local, el presente documento describe los principales fundamentos y principios metodológicos para la construcción de índices de deuda pública existentes a nivel internacional, para luego ajustar los mismos al caso colombiano.

La organización del documento es la siguiente: en el segundo capítulo se revisa la experiencia internacional sobre índices de renta fija, con especial énfasis en los principios y propósitos que debe cumplir un índice para que pueda ser considerado como *benchmark*, así como en la parte metodológica de su desarrollo. En el tercer capítulo se aplican los hallazgos del capítulo anterior al caso del mercado de deuda pública local. En el penúltimo capítulo se presenta la calibración realizada con el fin de contar con un índice ajustado a las características del mercado colombiano. Finalmente, en el último capítulo se presentan los resultados del índice desarrollado, así como sus principales características.

2. Aspectos generales de los índices de renta fija

Con base en una recopilación de la experiencia internacional, esta sección pretende hacer una revisión de los principales aspectos que determinan la construcción de índices de renta fija³. Los aspectos revisados son: principios, propósitos y consideraciones metodológicas.

2.1. Principios y propósitos de los índices

La creación de un índice debe estar soportada en varios principios, los cuales se reconocen como aplicables tanto a un índice de renta fija, como a uno de renta variable:

² Actualmente existe el índice iTES, desarrollado por Bancolombia y Suvalor, el cual, por sus características metodológicas, no es apropiado para cumplir a cabalidad las funciones de un *benchmark* del mercado de deuda pública.

³ Con base en Citigroup (2007), JPMorgan (1999), JPMorgan (2004), JPMorgan (2006), Lehman Brothers (2002), Merrill Lynch (2000), Pawaskar, Roy y Darbha (2002), Standard & Poor's (2006), Standard & Poor's (2007) y Standard & Poor's (2007b). Por practicidad se omitió la cita específica de cada fuente en el desarrollo de esta sección.

- Representatividad: con el fin de reflejar las oportunidades disponibles para los inversionistas, el índice debe representar apropiadamente la situación del mercado.
- Replicabilidad: con el fin de que sea replicable por parte de los agentes del mercado, el índice sólo debe incluir instrumentos que un inversionista puede comprar o vender con facilidad y eficiencia. Como consecuencia deseable de la replicabilidad, en el largo plazo un índice debe reflejar de manera realista la estrategia básica que un inversionista pasivo podría implementar.
- Estabilidad: un índice no debe cambiar su composición frecuentemente, y sus cambios deben ser fácilmente entendidos y predecibles. Un inversionista no debe ser forzado a ejecutar un gran número de transacciones o a asumir costos considerables para seguir el índice.
- Precisión: el retorno del índice debe reflejar los cambios en el valor de un portafolio que contenga los mismos instrumentos.
- Transparencia: La metodología debe ser fácil de entender y aplicar. La metodología y la información requerida debe ser de dominio público.
- Oportunidad: El valor del índice debe ser publicado inmediatamente después del cierre del mercado.

Por otra parte, se reconoce que un buen índice debe cumplir con una serie de propósitos, los cuales se enumeran a continuación:

- Ser una referencia (*benchmark*) para administración de portafolio, que exprese las oportunidades de inversión del mercado al que pertenece.
- Ser un indicador del comportamiento y desarrollo del mercado.
- Permitir comparaciones con otros mercados.
- Ser la base del desarrollo de otros productos, tales como futuros y opciones.

El cumplimiento de estos propósitos y principios resulta en un índice que efectivamente captura la dinámica del mercado que pretende representar; permite medir y comparar el desempeño de los administradores de portafolio y de otros activos o mercados, tanto para el inversionista profesional, como para el no experto; al tiempo que, gracias a la mayor provisión de información, facilita el desarrollo del mercado en sí, así como de otros mercados.

2.2. Consideraciones metodológicas

A diferencia de los principios y propósitos, las consideraciones metodológicas son diferentes para la construcción de un índice de renta fija y de un índice de renta variable. Los títulos de renta fija (v.g. bonos), a diferencia de los de renta variable (acciones), tienen un plazo al vencimiento, son emitidos con alguna periodicidad y su grado de liquidez gira

en torno a su ciclo de vida, entre otros. Estas características implican que un índice de renta fija sea más susceptible de experimentar cambios frecuentes en su composición, así como situaciones en las cuales se dificulta conseguir precios de mercado, por lo cual la inclusión de un criterio de liquidez en el proceso de selección puede ser recomendable.

Las principales consideraciones metodológicas para la construcción de un índice de renta fija parten de la definición de las características del mismo. De acuerdo con la práctica internacional, las características del índice recaen en cuatro ítems:

- Definición del universo de títulos
- Método para la inclusión y exclusión de títulos
- Método de ponderación
- Método de cálculo del retorno

A continuación se describe cada uno de estos ítems:

- Definición del universo de títulos: El primer paso para construir el índice consiste en determinar qué instrumentos o activos harán parte del mismo. Este proceso de definición parte de discriminar entre conceptos tales como emisor; país, región, sector o calificación de riesgo a la que pertenece; jurisdicción legal; moneda de denominación, entre otros.
- Método para la inclusión y exclusión de títulos: Luego de definir el universo de títulos del índice, se debe establecer la metodología que determinará la entrada y salida de títulos de la canasta que lo compone.

Al respecto, los índices pueden clasificarse de manera general en aquellos basados en métodos de reglas (*rule-based*) o de portafolio (*portfolio-based*). Los primeros consisten en que la inclusión y exclusión de títulos recae en el cumplimiento de un conjunto de reglas preestablecidas y pasivas, mientras que en los segundos la inclusión y exclusión es consecuencia de un proceso de selección arbitrario y activo.

Algunas de las reglas tradicionales (*rule-based*) encontradas en la revisión metodológica fueron las siguientes:

- Exclusión de títulos cuyo plazo al vencimiento sea inferior a un número determinado de meses (v.g., 12, 13, 18 meses)
 - Exclusión de títulos con opcionalidades
 - Exclusión de títulos que no son transados durante un periodo determinado
 - Exclusión de títulos cuyo saldo nominal no alcanza cierta cuantía
- Método de ponderación: la ponderación de los títulos al interior de la canasta puede definirse de varias maneras. Las formas más utilizadas son:

- Capitalización nominal: la ponderación al interior del índice resulta de la participación del valor nominal (par) de un título dentro del total del valor nominal (par) de la canasta que compone el índice.
- Capitalización de mercado: la ponderación al interior del índice resulta de la participación del valor del mercado de un título dentro del total del valor de mercado de la canasta que compone el índice.
- Capitalización de mercado diversificada: como paso posterior a una ponderación por capitalización de mercado, se revisa que ningún título tenga una ponderación superior a un nivel máximo preestablecido. De existir títulos que excedan dicho nivel, el exceso de ponderación es repartido entre los títulos que aún se encuentran por debajo del mismo, con lo cual se busca evitar concentraciones en la composición del índice.
- Equidad: la ponderación es igual para todos los títulos que componen el índice, por lo cual no se hace supuesto alguno sobre la liquidez o representatividad de cada título al interior del mismo.
- Liquidez: la ponderación resulta de determinar la participación del valor transado (de mercado o nominal) de cada título dentro del total del valor transado de la canasta que compone el índice.

La capitalización de mercado es la metodología más utilizada. Esto se debe a que las emisiones de bonos de mayor tamaño tienden a ser las más líquidas y a representar de mejor manera al mercado. La capitalización de mercado es estable en comparación con otras formas de ponderación, en especial la liquidez, y permite comparar de mejor manera títulos que tienen características diferentes.

La ponderación debe ser recalculada periódicamente en lo que se constituye en el rebalanceo del índice, el cual busca que éste refleje de mejor manera la evolución del mercado. Es siempre deseable que el rebalanceo no afecte el valor del índice, ya que este sólo debe cambiar como consecuencia del cambio en el precio de los títulos que lo conforman. La mayor parte de los índices revisados en la experiencia internacional tienen un rebalanceo mensual.

- Método de cálculo del retorno: de acuerdo con el método de cálculo de retorno, los índices se pueden clasificar en índices de retorno-precio (*price return indices*) o índices de retorno-total (*total return indices*).
 - Índices de retorno-precios: son índices cuyo valor refleja el cambio en el precio limpio de los títulos que lo conforman, y por tanto miden el desempeño del capital invertido. No consideran la causación de intereses, ni la reinversión de los flujos de caja producidos por el pago de cupones.

El cálculo del retorno-precio del índice se realiza de manera individual, por cada instrumento, a partir del precio limpio actual y del precio limpio del día anterior, aplicando la siguiente fórmula:

$$RP_{t,x} = \frac{P_{t,x} + A_{t,x,\{t=am\}}}{P_{t-1,x}} - 1$$

Donde,

$RP_{t,x}$	Retorno-precio del título x en t
$P_{t,x}$	Precio limpio del título x en t
$P_{t-1,x}$	Precio limpio del título x en $t-1$
$A_{t,x,\{t=am\}}$	Flujo de caja condicional a que la fecha de cálculo del índice (t) coincida con la fecha de amortización de capital (am) del título x

Luego, utilizando las ponderaciones de la canasta de títulos, se consigue el retorno-precio del índice para el día t .

$$RP_t = \sum_{x=1}^N RP_{t,x} \times W_{t,x}$$

RP_t	Retorno-precio del índice
$RP_{t,x}$	Retorno-precio del título x
$W_{t,x}$	Ponderación del título x
N	Total de títulos que conforman el índice

- Índices de retorno-total: son aquellos que reconocen que el valor de los títulos y del índice proviene de dos fuentes: una estocástica, que corresponde al cambio en la tasa de interés (*yield*) del mercado, la cual es fruto de la interacción entre oferta y demanda de los títulos, y que se refleja finalmente en el precio limpio; y una determinística, que corresponde al aumento en el valor de los títulos como consecuencia de la causación de intereses por el paso del tiempo. Los índices de retorno total reconocen que el retorno proviene de ambas fuentes y, por tanto, debe calcularse con base en el precio sucio⁴ de los títulos.

El cálculo del retorno total del índice se realiza de manera individual, por cada instrumento, a partir del precio sucio actual, del precio sucio del día anterior y de los flujos de caja generados por los pagos de cupón y amortizaciones, aplicando la siguiente fórmula:

⁴ El precio sucio equivale a la sumatoria del precio limpio y el valor del cupón causado hasta el momento del cálculo del índice.

$$RT_{t,x} = \frac{PS_{t,x} + C_{t,x,\{t=pc\}} + A_{t,x,\{t=am\}}}{PS_{t-1,x}} - 1$$

Donde,

$RT_{t,x}$	Retorno-total del título x en t
$PS_{t,x}$	Precio sucio del título x en t
$PS_{t-1,x}$	Precio sucio del título x en $t-1$
$C_{t,x,\{t=pc\}}$	Flujo de caja condicional a que la fecha de cálculo del índice (t) coincida con la fecha de pago de cupón (pc) del título x
$A_{t,x,\{t=am\}}$	Flujo de caja condicional a que la fecha de cálculo del índice (t) coincida con la fecha de amortización de capital (am) del título x

Luego, utilizando las ponderaciones de la canasta de títulos, se consigue el retorno de precio del índice para el día t .

$$RT_t = \sum_{x=1}^N RT_{t,x} \times W_{t,x}$$

Donde,

RT_t	Retorno-total del índice
$RT_{t,x}$	Retorno-total del título x
$W_{t,x}$	Ponderación del título x
N	Total de títulos que conforman el índice

La práctica internacional respecto de *benchmarks* se basa en los índices de retorno-total. Esto se debe a que usar los precios limpios no permite reconocer que el tenedor de un portafolio de títulos obtiene retornos tanto por cambios en los precios, como por la acumulación de intereses, lo cual hace que su utilización como *benchmark* sea limitada.

No obstante, para modelos de riesgo de mercado puede ser preferible contar con índices de retorno-precio, ya que la dinámica de éstos se limita al efecto producido por los cambios de la tasa de interés del mercado; de utilizar un índice de retorno-total se podría subestimar el riesgo de mercado, ya que la acumulación de intereses genera un sesgo positivo sobre los retornos de los títulos.

Dada la liquidez de los mercados donde se calculan los principales índices de renta fija internacionales documentados, el precio utilizado para el cálculo diario de los mismos corresponde a un minuto específico del día (v.g. 3:00PM EST), cercano a la hora de cierre del mercado, ya sea de las pantallas de transacción o a través de consultas hechas a *traders*.

Por otra parte, al interior de la metodología de cálculo del retorno se encuentra el tratamiento que reciben los flujos de caja generados durante la vida del título, los cuales resultan de los cupones (pagos de intereses), amortizaciones (pagos de capital) y prepagos, si los hubiere; si el índice es de retorno-total habrá que considerar todos los flujos generados por el título, mientras que si es de retorno-precio no se deberán considerar los flujos resultantes del pago de cupones. Al respecto, existen varios tratamientos posibles para los flujos de caja:

- Excluir los flujos de caja recibidos del cálculo del índice: es conveniente sólo si el objetivo del índice es medir el desempeño del capital invertido, razón por la cual es inconveniente para un índice de retorno-total.
- Invertir los flujos en una cuenta a la vista sin intereses: durante periodos de tiempo considerables, y especialmente si los cupones son altos, la cuenta a la vista puede tornarse de tamaño considerable, entorpeciendo el buen desempeño del índice: por ejemplo, en un entorno de precios a la baja el índice tendría un mejor desempeño que el mercado, y viceversa. Adicionalmente no se reconoce el valor del dinero en el tiempo por el periodo que los flujos permanezcan en la cuenta a la vista.
- Invertir los flujos en una cuenta a la vista con una tasa remuneratoria apropiada: pese a reconocer el valor del dinero en el tiempo, este tratamiento exige el escoger una tasa apropiada en cuanto a plazo de la inversión, riesgo de crédito, etc. Persiste el problema de entorpecimiento del buen desempeño del índice antes mencionado.
- Reinvertir el flujo en el título que lo generó: títulos con cupones altos pueden resultar favorecidos en su ponderación al interior del índice, sesgando la composición y comportamiento del mismo.
- Reinvertir el flujo en el índice, respetando las ponderaciones del mismo: evita todos los inconvenientes de las alternativas anteriores, pero, al igual que todas, ignora los costos de transacción, al tiempo que puede no considerar los montos mínimos de negociación del mercado.

3. Consideraciones metodológicas sobre índices de renta fija en el mercado de deuda pública colombiano

A continuación se revisan y aplican las consideraciones metodológicas de la experiencia internacional al mercado de deuda pública colombiano.

3.1. Definición del universo de títulos

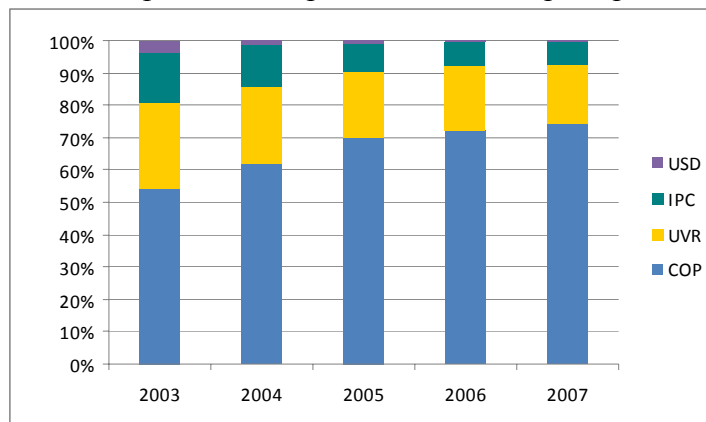
El mercado de deuda pública colombiano se concentra en los Títulos de Tesorería, mejor conocidos como TES⁵. De la deuda interna del GNC⁶, la cual asciende a finales del 2007 a 99.06 billones de pesos, los TES representan cerca del 91,61% del total.

Los tipos de TES existentes en el mercado son:

- TES COP Tasa Fija (COP): denominados en pesos colombianos, con un cupón fijo anual.
- TES UVR Tasa Fija (UVR): denominados en Unidades de Valor Real, pagaderos en pesos colombianos, con un cupón fijo anual.
- TES USD Tasa Fija (USD): denominados en dólares de los Estados Unidos, pagaderos en pesos colombianos, con un cupón fijo anual.
- TES COP Tasa Variable (IPC): denominados en pesos colombianos, con un cupón anual correspondiente al IPC de los últimos doce meses más un margen fijo.

De acuerdo con el saldo nominal en circulación, la evolución de la composición del portafolio de TES por tipo es la siguiente:

Gráfico No. 1
Composición del portafolio de TES por tipo



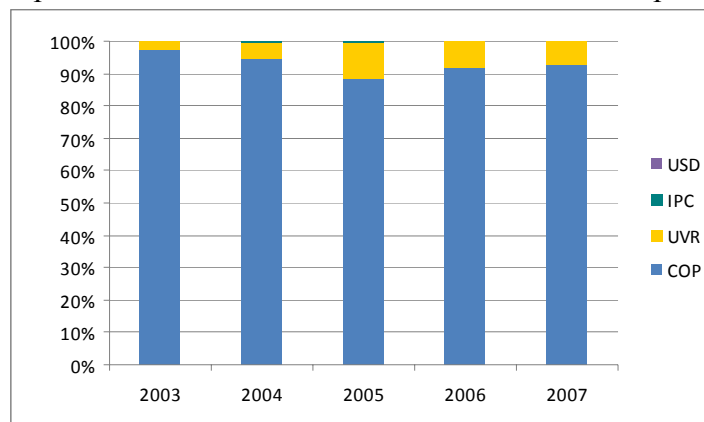
Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público

La dinámica del valor de mercado de las transacciones en el SEN por tipo de TES es la siguiente:

⁵ Los TES fueron introducidos como mecanismo de financiamiento del GNC en el mercado local mediante la Ley 51 de 1990. Fueron creados con el objetivo de ser utilizados para financiar las apropiaciones presupuestales del GNC, reemplazar a su vencimiento los Títulos de Ahorro Nacional (TAN) y los Títulos de Participación (TP). Con información del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (www.minhacienda.gov.co).

⁶ Corresponde a la definición de Deuda Interna Bruta Ajustada del GNC, la cual incluye, entre otros, TES, Bonos Fogafín, Bonos Ley 546 y TRD, sin incluir rezago presupuestal, ni deuda pensional. Con información del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (www.minhacienda.gov.co).

Gráfico No. 2
Composición de las transacciones de TES en el SEN por tipo



Fuente: SEN

Un índice que busque representar el mercado de deuda pública local debería tener como universo todos los tipos de TES existentes, con lo cual adicionalmente se podría contar con subíndices por tipo de TES.

No obstante, dado que la participación de los TES COP Tasa Fija es históricamente la más representativa, tanto por participación del saldo en circulación, como participación del total transado en el SEN, este primer documento se concentra en ese tipo, sin que por ello exista una falencia de representatividad del índice; para documentos posteriores se podrán contemplar los demás tipos de TES.

Por lo anterior, el universo de títulos de los índices de que trata este documento se circunscribe a los TES COP Tasa Fija.

3.2. Método para la inclusión y exclusión de títulos

Luego de haber definido que el universo de títulos estará compuesto por TES COP Tasa Fija, y ya que los índices de que trata este documento pretenden seguir el mercado de acuerdo a sus características y no a una visión sobre el desempeño futuro de los títulos, se determinó que la inclusión y exclusión de títulos obedecerá a un conjunto de reglas preestablecidas (*rule-based*).

Dado que se trata de índices de renta fija, los cuales tienen las consideraciones del ciclo de liquidez de los títulos que los componen, y en atención al bajo número de títulos en el mercado colombiano, así como al limitado número de éstos que puede ser considerado como líquidos, las reglas de entrada y salida de los títulos deben conseguir que el índice refleje adecuadamente la liquidez del mercado, pero sin forzar cambios abruptos y frecuentes en su composición.

Por lo anterior, a algunas de las reglas tradicionales que se encontraron en la revisión metodológica se adicionaron otras que pretenden conformar una canasta de títulos líquida, donde se minimice la posibilidad de no encontrar precios de mercado y se promueva la representatividad y replicabilidad, sin obligar a una alta y frecuente rotación de los títulos que hacen parte del índice. Las reglas que se consideraron convenientes para los índices de que trata este documento son las siguientes⁷, en su orden:

- Exclusión de títulos cuyo plazo al vencimiento sea inferior a 13 meses.
- No inclusión de títulos cuya fecha de emisión no sea anterior a tres meses.
- Inclusión de los títulos cuyo volumen nominal transado acumulado descendientemente⁸ represente hasta un nivel definido de liquidez del mercado durante el último trimestre⁹.

3.3. Método de ponderación

En especial consideración a los principios de estabilidad, replicabilidad y representatividad, así como el papel de *benchmark* que pretende tener el índice de que trata este documento, se eligió el método de capitalización de mercado.

Esta selección se hizo teniendo en cuenta que en el proceso de inclusión y exclusión de títulos se contemplaron reglas tendientes a conseguir una canasta de títulos líquidos, y con la especial motivación de lograr una composición estable, representativa y replicable de los títulos existentes en el mercado¹⁰.

Por lo anterior, luego de tener el conjunto de títulos elegibles para conformar el índice, estos se ponderaron de acuerdo con su participación en el valor de mercado total de la canasta.

⁷ Dado que los TES no contienen opcionalidades al momento de la elaboración de este documento, no se incluyó una regla que excluya este tipo de títulos; de ser emitido un nuevo tipo de TES que contenga opcionalidades, se incluiría una regla a este respecto.

⁸ Esto quiere decir que de los títulos que sobrevivieron a las reglas anteriores se toman aquellos que fueron transados durante el trimestre respectivo, se ordenan descendientemente de mayor a menor participación porcentual en el volumen total transado, luego de lo cual se acumula su participación. Finalmente se incluye en el índice aquella canasta de títulos que representa hasta el nivel de liquidez acumulada definido previamente, con lo cual se excluyen títulos que pueden ser considerados como de menor liquidez.

⁹ Como trimestre anterior se entiende los tres meses calendario anteriores al mes para el cual se calcula la liquidez, sin considerar los cinco últimos días hábiles del último mes; lo anterior con el fin de que exista un plazo prudente entre la definición de la nueva canasta (*fixing date*) y su entrada en vigencia, con lo que se asegura la continua replicabilidad del índice por parte de los agentes del mercado.

¹⁰ La utilización del volumen transado (liquidez) como base para determinar la importancia de los títulos al interior de la canasta conlleva algunos problemas: en un mercado como el colombiano, la composición de la canasta sería considerablemente volátil si la medición de la liquidez no abarca una ventana de tiempo considerable, lo cual propiciaría una alta rotación de los títulos de la canasta y haría que la replicación del índice por parte de los agentes del mercado sea más difícil y tenga altos costos de transacción.

3.4. Método de cálculo del retorno

Dado que el fin último es presentar un índice que pueda considerarse como un *benchmark* del mercado de deuda pública local, este documento se concentra en el desarrollo y utilización de un índice de retorno-total, el *IDXTES*. No obstante lo anterior, paralelamente se presenta el desarrollo del índice de retorno-precio (*IDXTES_P*), el cual es una descomposición del *IDXTES* que, como se señaló anteriormente, corresponde a la porción del *IDXTES* que mide exclusivamente el desempeño del capital invertido y, por tanto, resulta de utilidad para ejercicios de valoración de riesgo de tasa de interés.

A continuación, de acuerdo con las características de los TES, el cálculo del retorno de cada título en particular se realizará de la siguiente manera¹¹:

$$\begin{array}{cc}
 \text{IDXTES_P} & \text{IDXTES} \\
 \\
 RP_{t,x} = \frac{P_{t,x}}{P_{t-1,x}} - 1 & RT_{t,x} = \frac{PS_{t,x} + C_{t,x,\{t=pc\}}}{PS_{t-1,x}} - 1
 \end{array}$$

Donde,

$RP_{t,x}$	Retorno-precio del título x en t
$RT_{t,x}$	Retorno-total del título x en t
$P_{t,x}$	Precio limpio del título x en t
$P_{t-1,x}$	Precio limpio del título x en $t-1$
$PS_{t,x}$	Precio sucio del título x en t
$PS_{t-1,x}$	Precio sucio del título x en $t-1$
$C_{t,x,\{t=pc\}}$	Flujo de caja condicional a que la fecha de cálculo del índice (t) coincida con la fecha de pago de cupón (pc) del título x

Luego, utilizando las ponderaciones de la canasta de títulos, se consigue el retorno de cada índice para el día t :

$$\begin{array}{cc}
 \text{IDXTES_P} & \text{IDXTES} \\
 \\
 IDXTES_P_t = \sum_{x=1}^N RP_{t,x} \times W_{t,x} & IDXTES_t = \sum_{x=1}^N RT_{t,x} \times W_{t,x}
 \end{array}$$

¹¹ Se excluyó de las fórmulas los flujos provenientes de la amortización de los títulos. Los TES son títulos cuyo pago de capital se produce al vencimiento (*bullet*), razón por la cual al momento de elaborar este documento no es necesario considerar flujos provenientes de amortizaciones periódicas.

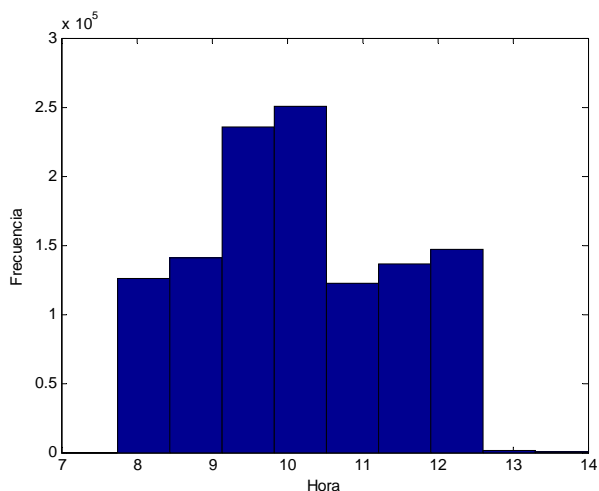
Respecto del tratamiento que tendrán los flujos de caja provenientes de los cupones de cada título, se escogió su reinversión en el índice. Esta elección obedece a que esta alternativa, como se describió anteriormente, presenta ventajas técnicas y prácticas sobre las demás, al tiempo que su implementación resulta sencilla cuando se trata de un índice de capitalización de mercado¹².

Los precios con los cuales se calcula el índice, así como los volúmenes de transacción utilizados para evaluar la liquidez de los títulos, tienen como fuente el SEN. Esta elección obedece a que las transacciones que tienen lugar en el SEN son representativas de un mercado mayorista; donde existe homogeneidad de los agentes en cuanto a su oportunidad de acceso a la información; donde hay un compromiso explícito de brindar liquidez por parte de los participantes; en el que los precios reflejan de mejor manera las características del mercado y están más cercanos a condiciones de no arbitraje.

Por otra parte, a diferencia de la experiencia internacional, donde se utilizan los precios de un minuto cercano al cierre del mercado, en consideración a las limitaciones en cuanto a liquidez se refiere, se decidió utilizar el precio ponderado por volumen de las transacciones que tienen lugar entre las 9:30AM y las 10:30AM de cada día¹³.

Le escogencia de esta ventana de tiempo obedece a que en ésta históricamente se concentra una porción significativa de los cierres de cada día, aproximadamente el 25.76% de las transacciones, donde la hora promedio de transacción se encuentra alrededor de las 10:15AM.

Gráfico No. 3
Histograma del número de cierres a través del día (1999-2007)



¹² La reinversión basada en las ponderaciones de un índice de capitalización de mercado resulta de la caída en la ponderación del título que tuvo el pago de cupón y el aumento relativo de la ponderación de los otros instrumentos del portafolio, lo cual matemáticamente resulta en la reinversión cruzada en el índice. Con base en JPMorgan (2004).

¹³ De utilizar el precio más cercano al cierre del mercado se corre el riesgo de tomar un precio poco representativo y líquido (Ver Gráfico No.3).

En la medida que la liquidez del mercado aumente será posible reducir la amplitud de la ventana utilizada para calcular el precio de mercado, con lo cual disminuirán las posibilidades de arbitraje del índice.

4. Calibración del índice

Al interior de las reglas de inclusión y exclusión de títulos se pueden encontrar aquellas que son de tipo tradicional (plazo al vencimiento y fecha de emisión) y aquella que busca hacer líquida, pero estable, la canasta del índice.

La regla de liquidez, consistente en solo incluir títulos que pertenecen a un $\phi\%$ de la liquidez acumulada, requirió de especial atención durante el proceso de calibración del índice, ya que ésta determina finalmente el balance escogido entre estabilidad, replicabilidad y representatividad para el índice.

De escogerse un nivel $\phi\%$ relativamente bajo se estaría propiciando un alto nivel de representatividad y replicabilidad del índice –se escogerían títulos en extremo líquidos en términos relativos-, pero con el inconveniente de tener una canasta bastante volátil, que exige una alta rotación de títulos para seguir el índice; por el contrario, escoger un nivel $\phi\%$ relativamente alto asegura que la canasta sea bastante estable, pero con el riesgo de incluir títulos poco transados, haciendo que el índice sea poco representativo y difícilmente replicable.

Como parámetros de decisión sobre el nivel adecuado de liquidez ($\phi\%$) se utilizó el número de títulos incluidos en el índice a través del tiempo y la duración (en años) del índice. El primer indicador sirve como aproximación a la estabilidad del tamaño de la canasta que compone el índice y el segundo, dado que refleja las características de los títulos¹⁴, aproxima la estabilidad de la composición de la misma.

Luego de varias pruebas preliminares se decidió comparar el resultado de los parámetros antes mencionados para tres niveles de liquidez (90%, 95% y 98%), con los siguientes resultados¹⁵:

¹⁴ De ser perfectamente estable la canasta de títulos que compone el índice, la duración del mismo solo se vería afectada por cambios en la tasa de descuento de los títulos (el cupón, periodicidad de pago y demás condiciones faciales permanecen constantes), cayendo gradualmente en el largo plazo como consecuencia del paso del tiempo. Los cambios abruptos en la duración denotarían un cambio en la composición de la canasta.

¹⁵ Todas las comparaciones por criterio de liquidez incluyen la regla según la cual el índice nunca puede estar compuesto por menos de dos títulos.

Gráfico No. 4
IDXTES por criterio de liquidez ($\varphi\%$)

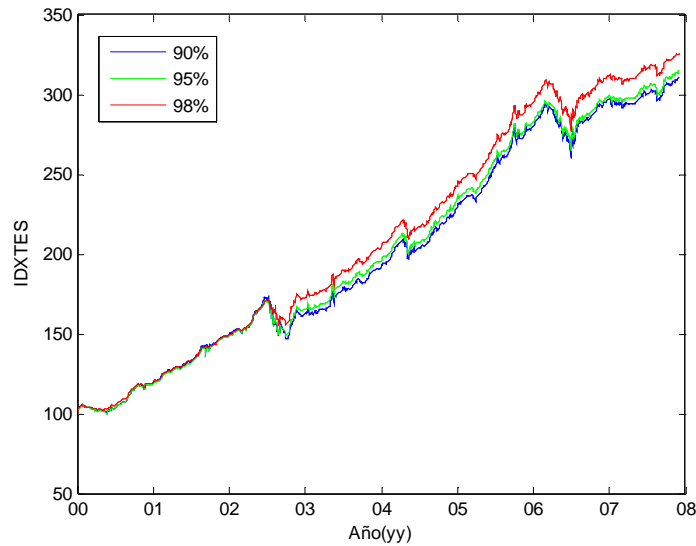
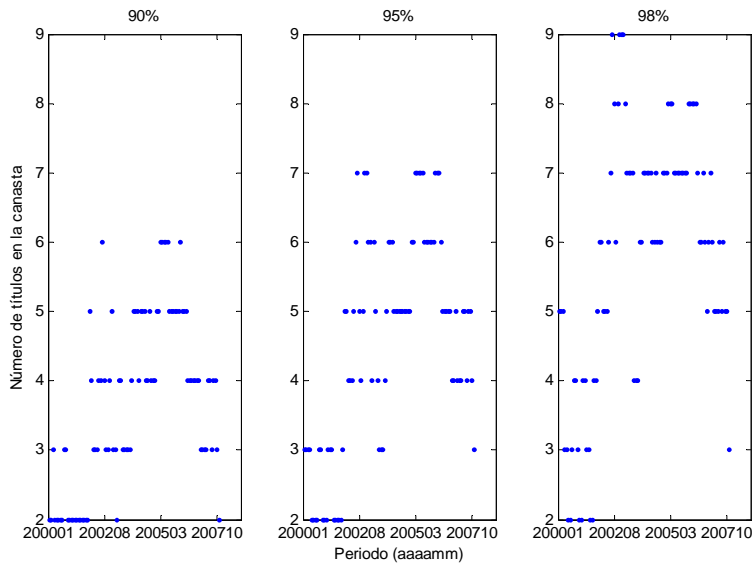


Gráfico No. 5
 Número de títulos en la canasta del índice por criterio de liquidez ($\varphi\%$)

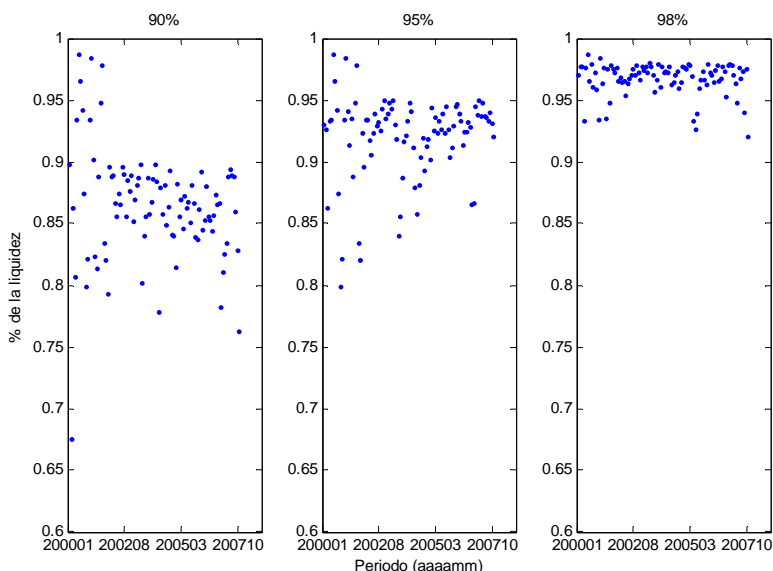


Como era de esperar, cuando el nivel de liquidez acumulada es del 90% la cantidad de títulos incluida en el índice resulta más limitada, mientras que cuando es del 98% dicha cantidad es más amplia. Que exista un mayor número de títulos puede ser deseable en cuanto a que la salida o entrada de un título tiene un menor impacto marginal en el valor y las propiedades del índice; pero, de ser muy elevado el número de títulos, puede existir la tendencia a incluir títulos poco líquidos.

Se puede observar también que en los primeros años la liquidez se encontraba concentrada en muy pocos títulos, lo cual tiene como resultado que en varias ocasiones entre 1999 y 2001 el índice alcanzó el límite inferior de número de títulos que puede contener el índice (2), en especial cuando el nivel de liquidez es del 90%. A mediados del periodo de análisis la concentración de la liquidez disminuye para los tres niveles de liquidez presentados, para aumentar nuevamente en el periodo 2005-2007.

La liquidez efectiva conseguida por cada nivel de liquidez ($\varphi\%$) muestra una mayor dispersión para niveles del 90% y 95%, niveles en los cuales la liquidez efectiva llega a caer hasta el 80%; la liquidez efectiva para el nivel del 98% no es inferior al 90%.

Gráfico No. 6
Liquidez efectiva acumulada del índice por criterio de liquidez ($\varphi\%$)¹⁶



La duración del índice por criterio de liquidez comprueba que la composición del índice tiende a ser más volátil cuando el criterio de liquidez es más exigente (90%). La desviación estándar para cada nivel de liquidez ($\varphi\%$) confirma que la menor volatilidad de la composición del índice se consigue al 98%. Lo anterior corrobora que el nivel del 98% implica un menor impacto marginal en el valor y las propiedades del índice ante el rebalanceo del mismo.

¹⁶ Que exista un nivel de liquidez efectiva superior al criterio definido (90%, 95%, 98%) siempre obedece a la regla según la cual el índice nunca puede estar compuesto por menos de dos títulos; esto es característico de los primeros periodos del índice, cuando la liquidez se encontraba concentrada en pocos títulos. La existencia de un nivel de liquidez efectiva inferior al criterio definido ($\varphi\%$) obedece a que la inclusión del siguiente título ordenado por liquidez implicaría su incumplimiento.

Gráfico No. 7
Duración del índice por criterio de liquidez ($\varphi\%$)

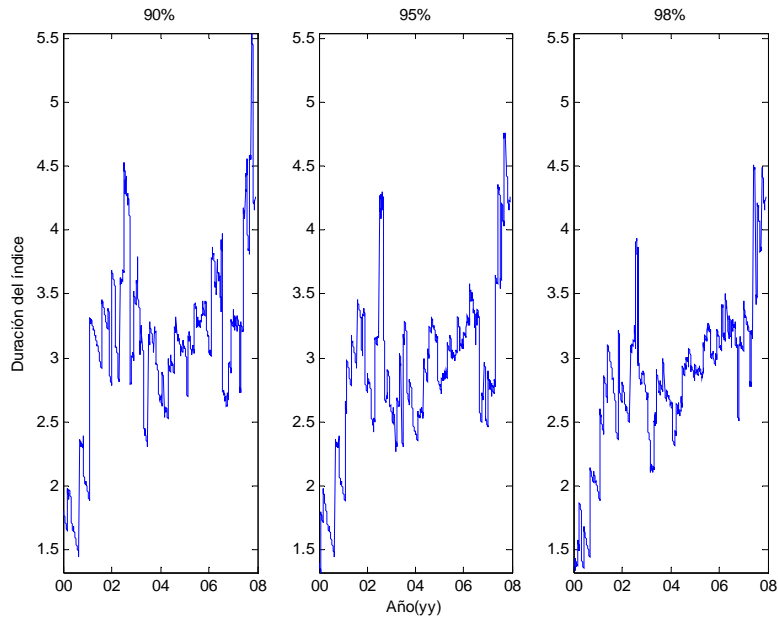
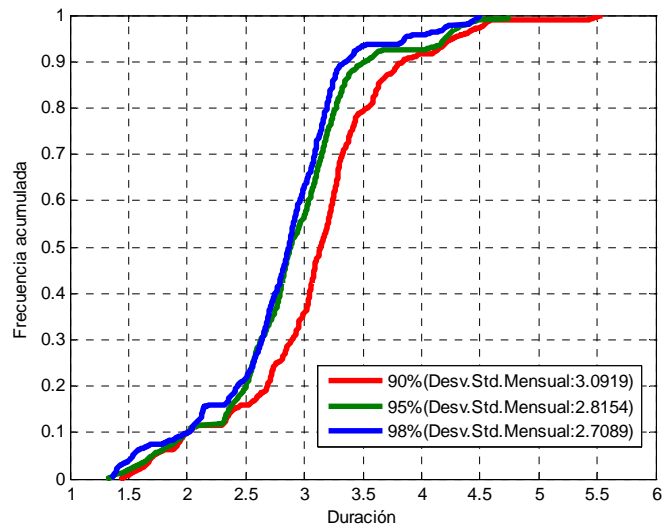


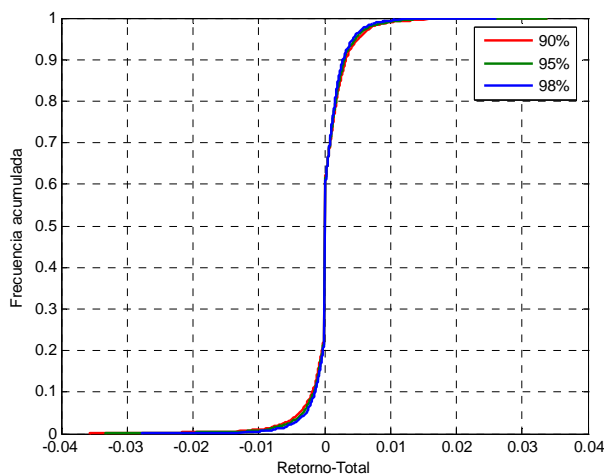
Gráfico No. 8
Distribución acumulada de la duración del índice por criterio de liquidez ($\varphi\%$)



Con base en los resultados antes presentados, teniendo en cuenta la existencia de criterios que buscan hacer que la canasta sea representativa, y en procura de un índice estable, cuyo rebalanceo no implique costos exagerados que lo hagan difícilmente replicable, el nivel de liquidez escogido ($\varphi\%$) es del 98%.

Esta decisión se soporta también en el impacto que tiene la escogencia del nivel de liquidez en los retornos del índice. Gráficamente las distribuciones de los retornos del *IDXTES* para cada nivel de liquidez no son considerablemente diferentes.

Gráfico No. 9
Distribución acumulada de los retornos por criterio de liquidez ($\varphi\%$)



Al aplicar la prueba Kolmogorov-Smirnov, utilizada para comparar la distribución de dos muestras, no se pudo rechazar la hipótesis nula que indica que los retornos son extraídos de la misma distribución, lo cual corrobora la inspección gráfica.

No obstante lo anterior, dado que en la literatura no existe una calibración por liquidez como la utilizada en este documento, consideramos que este procedimiento puede ser objeto de un perfeccionamiento posterior, el cual permita hallar un balance óptimo entre el riesgo de liquidez, riesgo de mercado y costo de transacción implícitos en el índice. Este será el objeto de desarrollos posteriores de esta metodología.

5. Resultados

Teniendo en cuenta las consideraciones hechas en los numerales anteriores, las características del *IDXTES*, así como su valor, duración, cupón promedio y composición, se presentan a continuación:

Tabla No.1
Características del *IDXTES*

Criterio	Descripción
Universo de títulos	TES COP Tasa Fija
Plazo al vencimiento	> 395 días (aprox. 13 meses)
Emisión	> 90 días (aprox. 3 meses)
Liquidez	Títulos que pertenezcan al 98% de liquidez acumulada del último trimestre, donde éste se entiende como los últimos tres meses calendario, sin considerar los últimos cinco días calendario del último mes. La canasta resultante de aplicar este criterio no puede estar compuesta por menos de dos títulos.
Restricciones por tamaño de la emisión	No
Fuente de información (precios y volumen de transacción)	Sistema Electrónico de Negociación (SEN). El precio diario corresponde al precio promedio ponderado por volumen de la ventana de tiempo comprendida entre las 9.30AM y 10.30AM.
Metodología de ponderación	Capitalización de Mercado
Metodología de cálculo del retorno	Retorno-Total
Metodología de reinversión de cupones	Reinversión inmediata en el índice
Rebalanceo	Mensual, el último día del mes, con base en los saldos del vigésimo día del mes inmediatamente anterior. La canasta de títulos permanece constante durante el mes calendario para el cual fue establecida.
Tratamiento de días sin precios de mercado	Se utiliza el último precio disponible. No hay valoración en días no hábiles.
Fecha de inicio del índice (= 100)	Enero 1 de 2000
<i>Fixing date</i> (fecha de definición de la canasta)	Con el fin de hacer el índice replicable, la canasta puede ser definida con antelación al primer día calendario del mes en el que será aplicada. Esta antelación, de acuerdo con los parámetros de rebalanceo y de las reglas de inclusión y exclusión, asciende a cuatro días calendario.

Gráfico No. 10
Valor del *IDXTES* y *IDXTES_P*

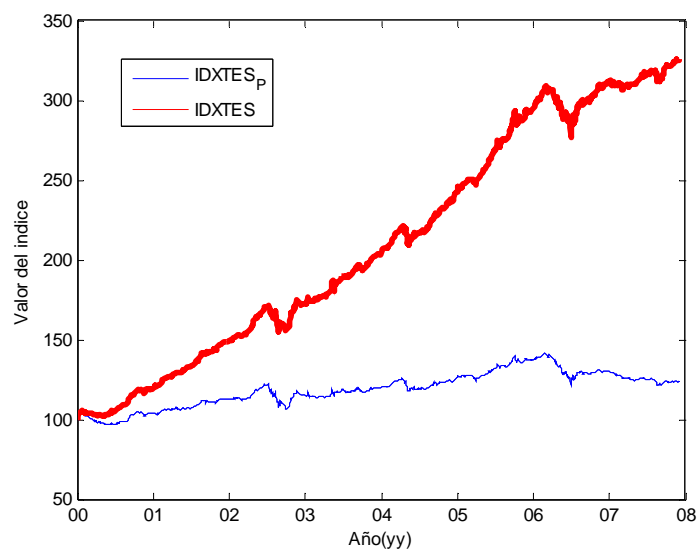


Gráfico No. 11
Duración del *IDXTES*

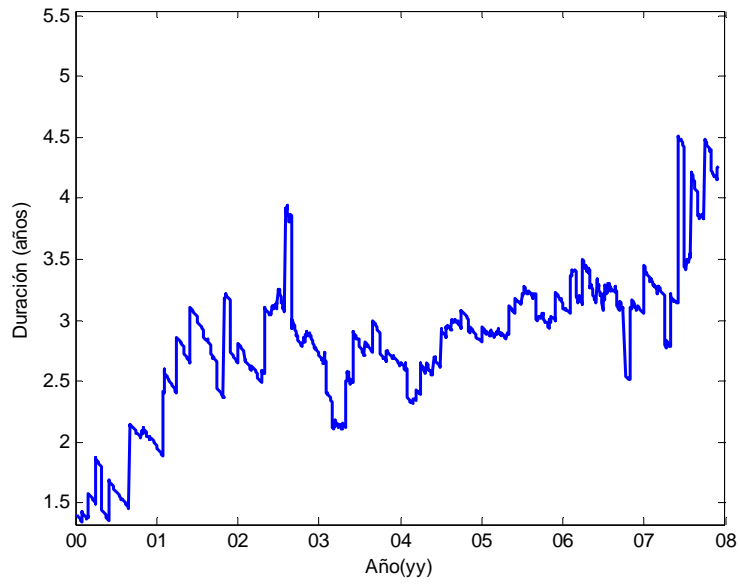


Gráfico No. 12
Cupón promedio del *IDXTES*

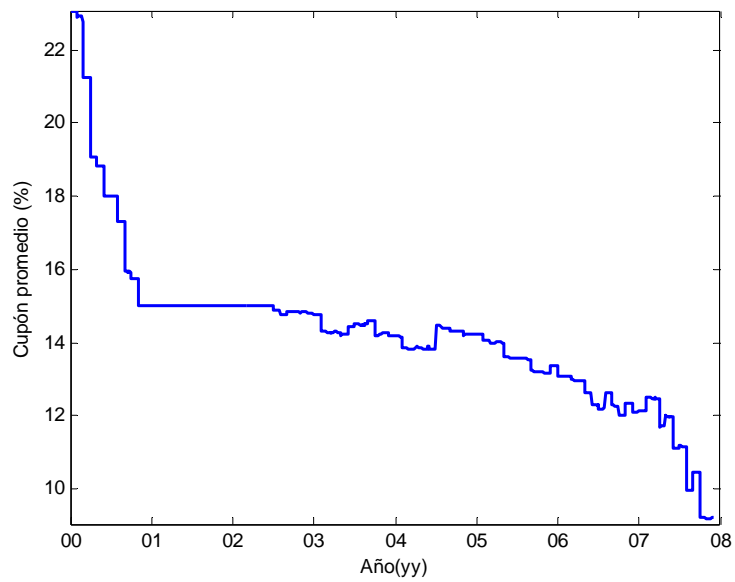


Tabla No.2
Composición del *IDXTES*

Periodo	Título	Participación
30-Jun-01	TFIT05081105	47,0%
	TFIT05040205	53,0%
30-Jun-02	TFIT10250112	16,1%
	TFIT07220808	11,5%
	TFIT05250706	10,0%
	TFIT07120209	3,7%
	TFIT03250604	17,4%
	TFIT05140307	4,5%
	TFIT03160404	19,6%
	TFIT05030506	10,3%
TFIT05040205	6,9%	
30-Jun-03	TFIT05250706	26,6%
	TFIT05140307	26,5%
	TFIT03110305	28,0%
	TFIT10250112	18,9%
30-Jun-04	TFIT10260412	12,5%
	TFIT07220808	18,3%
	TFIT04091107	9,7%
	TFIT05250706	21,4%
	TFIT05140307	16,6%
	TFIT02270505	14,9%
	TFIT06120210	6,6%
30-Jun-05	TFIT10120914	9,6%
	TFIT04091107	19,9%
	TFIT06120210	16,1%
	TFIT10260412	12,4%
	TFIT07220808	14,3%
	TFIT05100709	14,1%
TFIT05140307	13,6%	
30-Jun-06	TFIT15240720	7,1%
	TFIT05100709	22,0%
	TFIT10120914	22,8%
	TFIT04091107	18,7%
	TFIT03110408	12,9%
	TFIT06120210	16,6%
30-Jun-07	TFIT15240720	25,5%
	TFIT05100709	24,3%
	TFIT05241110	16,4%
	TFIT10120914	24,5%
	TFIT10281015	9,2%

6. Consideraciones finales

Finalmente, en atención a las características del mercado de deuda pública local, así como a la operatividad que puede significar la implementación del *IDXTES*, a continuación señalamos algunas consideraciones que estimamos son relevantes.

- Buena parte del éxito del índice por parte del mercado depende de la capacidad de los agentes y administradores de portafolio para predecir su recomposición e indexar sus portafolios respectivamente. Como se presenta en la Tabla No.1, el criterio de liquidez que determina la canasta de títulos se calcula con información del último trimestre calendario, sin considerar los últimos cinco días calendario del último mes; con esto se aseguraría que un agente cuenta con cuatro días calendario

en los que puede consultar las bases de datos de transacciones del SEN que publica el Banco de la República¹⁷ para determinar los títulos que componen el índice.

Respecto a las ponderaciones, dado que es un índice de capitalización de mercado, los agentes tomarían la canasta de títulos antes determinada y calcularían la ponderación con los saldos vigentes al vigésimo día del mes en el que se realiza el cálculo, según se propone en la Tabla No.1; la información de saldos se encuentra en la página Web del Ministerio de Hacienda y Crédito Público¹⁸ y se actualiza semanalmente.

De acuerdo con lo anterior, el *fixing date* o día en el cual se puede determinar la composición del índice, sería de aproximadamente cuatro días calendario antes de la fecha de rebalanceo.

- La utilización de una ventana de liquidez para obtener el precio promedio de cada título para calcular el valor y el retorno del índice obedece a la dificultad para implementar un minuto específico del día (v.g. 10:00am) o una ventana de menor amplitud. La práctica internacional, consistente en adoptar un minuto específico del día, busca asegurar a los administradores de portafolios un momento durante el día alrededor del cual deberían ejecutar sus operaciones, minimizar la existencia de arbitrajes en contra del índice, así como garantizar condiciones de arbitraje de la curva de rendimientos.

Utilizar una ventana relativamente amplia, como lo es la escogida en el documento, busca reconocer que el mercado aún no es lo suficientemente líquido como para adoptar la práctica internacional. De utilizar un minuto específico del día o una ventana muy reducida, es muy probable no encontrar precios de mercado para algunos títulos, lo cual obligaría a utilizar precios teóricos y a asumir riesgo de modelo al interior del índice.

En la medida que la liquidez del mercado aumente y se pueda garantizar que de un periodo corto de tiempo se pueden conseguir los precios para los títulos que componen el índice, se podrá reducir o eliminar la ventana.

- La utilización por parte del mercado de un índice que incluya un criterio de liquidez para la conformación de la canasta puede llegar a acentuar las diferencias de liquidez existentes entre los títulos del mercado. A este respecto consideramos que las marcadas diferencias de liquidez que existen en el mercado obedecen principalmente al ciclo natural de vida de los títulos, el cual es bien conocido por el mercado, y se caracteriza por la pérdida de liquidez de las emisiones al ser cerradas

¹⁷ Esta información está disponible en http://www.banrep.gov.co/sistema-financiero/sip_cierr1.htm#c_diar, pero se actualiza mensualmente. Por lo anterior, dentro de las consideraciones operativas estaría la actualización semanal de esta información.

¹⁸ Esta información está disponible en www.minhacienda.gov.co, siguiendo la ruta “Financiamiento” → “Financiamiento Interno” → “Perfil de TES” → “Informe Semanal”.

una vez han alcanzado cierto valor nominal o por la emisión de una nueva referencia con un vencimiento similar.

Si bien es cierto que es muy probable que la existencia y masificación de un índice como el propuesto puede acentuar las diferencias de liquidez entre las referencias del mercado, consideramos que esto simplemente refleja las características de este último, así como la existencia de reglas tales como las de cotización obligatoria de algunos títulos en el programa de creadores de mercado.

7. Bibliografía

- Citigroup (2007) “Citigroup Global Fixed-Income Index Catalog – 2007 Edition”, Global Index Group, August 31st.
- Grupo Bancolombia (2005) “Índice representativo del Mercado de deuda pública interna BANCOLOMBIA y SUVALOR”, Artículos de Coyuntura, diciembre.
- JPMorgan (1999) “Introducing the JPMorgan Emerging Markets Bond Index Global (EMBI Global)”, August 3th.
- JPMorgan (2004) “EMBI Global and EMBI Diversified / Rules and Methodology”, JPMorgan Securities Inc., September.
- JPMorgan (2006) “Introducing the JPMorgan Government Bond Index-Emerging Markets (GBI-EM)”, JP Morgan Securities Inc., January.
- Lehman Brothers (2002) “A guide to the Lehman Global Family of Fixed Income Indices”, Fixed Income Research, February.
- Merrill Lynch (2000) “Bond Index Rules & Definitions / General Calculation Methodology & Classification Scheme”, Merrill Lynch & Co., October 12th
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, (www.minhacienda.gov.co)
- Pawaskar, Roy y Darbha (2002) “The NSE-Government Securities Index: Issues in Construction”, National Stock Exchange of India, September.
- Standard & Poor’s (2006) “S&P/CITIC China Bond Indices / Index Methodology”, S&P, October.
- Standard & Poor’s (2007) “S&P Canadian Bond Indices / Index Methodology”, S&P, April.
- Standard & Poor’s (2007b) “S&P National Municipal Bond Index / Index Methodology”, S&P, September.