

MEDICIÓN DE RIESGO DE MERCADO PARA PORTAFOLIO DE TES  
MEDIANTE METODOLOGIA DE VAR CON PRUEBA DE BACKTESTING

YULIANY PAOLA MANTILLA PÉREZ



SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNAB

Administración

B. Jardín  B. Bosque  B. Caidas  CFOM  Precio \$ 2000

Clasificación \_\_\_\_\_

Proceder \_\_\_\_\_

Compra  Donación  Canje  UNAB

Fecha de ingreso: DD \_\_\_\_\_ MM \_\_\_\_\_ AÑ \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIAS ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA FINANCIERA  
BUCARAMANGA

2009

**MEDICIÓN DE RIESGO DE MERCADO PARA PORTAFOLIO DE TES  
MEDIANTE METODOLOGIA DE VAR CON PRUEBA DE BACKTESTING**

**YULIANY PAOLA MANTILLA PÉREZ**

Trabajo de grado como requisito para optar por el título de  
**Ingeniero financiero**



**Gloria Inés Macías Villalba**  
**Ing. Financiera**

---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIAS ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA FINANCIERA  
BUCARAMANGA  
2009**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por sus infinitas bendiciones y fortaleza, para cumplir este sueño.

A mi madre Nelly Pérez y mi tía Yolima Pérez por brindarme su amor y apoyo incondicional y por ser mi fuente de perseverancia y optimismo.

A los Profesores en general y especialmente a Gloria Inés Macías, por transmitirme de la manera mas amable y objetiva sus conocimientos y por ser mi guía en los momentos decisivos que hicieron que este proyecto se hiciera realidad.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera aportaron un granito de arena para hacer realidad este sueño.

Yuliany Paola Mantilla Pérez

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1. MERCADO DE DEUDA PUBLICA	3
2. TITULOS DE TESORERIA TES	4
2.1 ORIGEN DE LOS TES	4
2.2 TITULOS DE TESORERIA CLASE B	5
2.2.1 Características Generales	5
2.2.2 Condiciones Financieras	6
2.3 Nuevos Instrumentos de Financiación	8
2.3.1 TES Clase B denominación en dólares	8
2.4 TES Clase B Mixtos	10
2.5. TES Clase B a Tasa Fija denominados en Unidades de Valor Real Constante –UVR	11
3. Índice representativo del mercado de deuda Pública interna (I-TES)	13
3.1. DESCRIPCIÓN DEL I-TES	14
4. ANALISIS CANASTA I-TES	16
4.1. ANALISIS CANASTA I-TES 2005	16
4.1.1. TITULOS MAS TRANSADOS MES A MES	16
4.1.2. ANALISIS CANASTA I-TES 2007	17
5. ANALISIS DE LA DEUDA INTERNA EN EL PERIODO 2005-2006	18
6. COMPORTAMIENTO GENERAL DE LOS TES EN LOS ULTIMOS AÑOS.	22
6.1. COMPORTAMIENTO DE LOS TES 2005-2007	23
6.1.1. ANALISIS DE 2005	23
6.1.2. ANALISIS 2006	24



6.1.3. ANALISIS DE 2007	27
7. METODOLOGIA UTILIZADA EN LA ESCOGENCIA DE LOS TITULOS DEL PORTAFOLIO.	28
8. ANALISIS ESTADISTICO DEL PORTAFOLIO	29
8.1. PRUEBAS DE NORMALIDAD	29
8.1.1. Prueba de Jarque Bera.	29
8.1. TES FEBRERO DE 2010	31
8.2. TES SEPTIEMBRE DE 2014	34
8.3. TES JULIO DE 2020	36
9. METODOLOGIA DE CÁLCULO DE VAR PARA PORTAFOLIO DE TES	39
10. Método Paramétrico. Método No-Paramétrico o de simulación histórica. Simulación de Montecarlo. VAR NO PARAMETRICO	40
10.1. Cálculo de variables Método No-Paramétrico	46
11. METODOLOGIA DE CÁLCULO DEL BACKTESTING	52
12. GRAFICAS BACKTESTING	54
12.1. METODOLOGIA PARAMETRICA	54
12.2. METODOLOGIA NO PARAMETRICA	56
12.3. METODOLOGIA SIMULACIÓN DE MONTECARLO	58
CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFIA	61

---

## INTRODUCCION

Toda actividad económica, incluyendo por supuesto la financiera, consiste en la asunción de riesgos. La clave del éxito no consiste en evitarlos, porque sería tanto como renunciar a ejercer la actividad económica, sino en conocerlos o medirlos, evaluarlos o sopesarlos con los rendimientos esperados y gestionarlos, es decir, tomar decisiones.

En los últimos años se ha venido desarrollando un conjunto de metodologías tendientes a medir el riesgo asociado con la pérdida de valor de los activos financieros. Se puede afirmar, con algún grado de certeza, que los agentes económicos son más conscientes de los riesgos que están asumiendo en un activo financiero, y que estos riesgos los están contrastando cada vez más con el rendimiento que les ofrecen a la hora de tomar decisiones.

La demanda de títulos de deuda pública se ha hecho mucho más atractiva en los últimos años dados el constante crecimiento de los portafolios de pensiones en el país.

Es por esto que en el presente trabajo se realizó la medición del riesgo de mercado en un portafolio de títulos de deuda pública, dada la volatilidad que presentan por ser negociados en un mercado secundario. Esta medición permitió estimar la ganancia o pérdida máxima que podría registrar un portafolio en un intervalo de tiempo con un nivel de probabilidad o confianza del 99%.

Adicional a esto se realizó la prueba de Backtesting que permitió evaluar la efectividad del modelo de valor en riesgo y, en consecuencia, decidir sobre la conveniencia de calibrarlo.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Realizar la medición de riesgo de mercado para un portafolio de Tes, mediante metodología de VaR y prueba de Backtesting.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar el comportamiento de los títulos de deuda pública en Colombia por medio del índice Ites en el periodo 2005-2007.
- Analizar los títulos de mayor liquidez y volumen de negociación para determinar un portafolio de inversión.
- Calcular el VAR para el portafolio de TES basado en las metodologías paramétrica, simulación de Montecarlo y simulación histórica.
- Validar el VAR a través de la prueba de backtesting por un periodo de un año.

## 1. MERCADO DE DEUDA PUBLICA

Es el mercado a través del cual el Gobierno coloca títulos de deuda, denominados TES, para financiar sus necesidades.

Los TES son instrumentos financieros a través de los cuales el gobierno capta recursos del mercado interno. Si bien estos papeles son liquidados en la moneda local, pueden estar ligados a la TRM o a la UVR.

El gobierno entrega estos títulos a través de subastas (con entidades financieras y comisionistas de bolsa), o por previo acuerdo con entidades públicas (colocaciones convenidas) o de manera forzosa (también con entidades públicas obligadas a invertir sus excedentes en este tipo de instrumento).

El papel que cumplen los creadores de mercado (CM) y aspirantes de mercado (ACM) es el de distribuir los TES en el mercado financiero a través de su participación en las subastas, que previamente programa el gobierno a través de Crédito Público Interno.

Los CM también tienen como finalidad darle profundidad y fomentar adecuadas condiciones de financiación para la Nación en el mercado interno de capitales. El grupo de creadores de mercado está conformado por entidades financieras y comisionistas de bolsa, que cumplen ciertas condiciones previamente establecidas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Para la subasta el Ministerio de Hacienda define los títulos y montos a ser emitidos, mientras que CM o ACM establecen sus demandas, para luego ser



estas confrontadas y otorgadas a los inversionistas dispuestos a pagar más por ellos, es decir, a los que exijan una menor tasa.

Una vez estos títulos estén en manos de los CM o ACM de las entidades públicas, éstos pueden ser transados en el Mercado Secundario, donde se cruzan ofertas y demandas y se fijan precios para estos papeles con el resto de inversionistas, que pueden ser: el mismo Banco de la República y la Tesorería General de la Nación, los fondos de pensiones, las fiduciarias, las empresas del sector público y real, inversionistas extranjeros, personas naturales y en general el público inversionista.

Las transacciones de estos títulos se hacen por medio del Sistema Electrónico de Negociación (SEN), en el cual los CM y ACM realizan compras y ventas de los papeles de cada una de las fechas en circulación. Tal y como sucede con cualquier activo, también los participantes de este mercado pueden especular o apostar a una determinada tasa a través de compras o ventas anticipadas, lo cual comúnmente se conoce en el mercado como posiciones largas o cortas, respectivamente.

## **2. TITULOS DE TESORERIA TES**

### **2.1 ORIGEN DE LOS TES**

Los Títulos de Tesorería -TES- fueron introducidos como mecanismo de financiación interna del gobierno nacional mediante la Ley 51 de 1.990, con el objetivo de ser utilizados para financiar las operaciones presupuestales, reemplazar a su vencimiento los Títulos de Ahorro Nacional -TAN - y los Títulos de Participación.<sup>i</sup> Esta Ley dispuso dos tipos de TES:

---

<sup>i</sup> Ministerio de hacienda y crédito público

- TES Clase A que serían utilizados para cubrir el pasivo existente con el Banco Central (Banco de la República), y para sustituir a su vencimiento la deuda contraída en Operaciones de Mercado Abierto (OMAS) a través de Títulos de Participación creados con base en las resoluciones 28 de 1.986 y 50 de 1.990.

- TES Clase B destinados a la financiación de la Nación (Apropiaciones presupuestales y Operaciones temporales de Tesorería del Gobierno Nacional), para sustituir a su vencimiento a los Títulos de Ahorro Nacional (TAN) y para emitir nuevos títulos para reponer los que se amorticen o deterioren sin exceder los montos de emisión autorizados.

Además de lo anterior, los TES Clase B cumplen con los siguientes objetivos:

1. Desarrollar y profundizar el mercado de capitales Colombiano.
2. Incentivar el ahorro interno a largo plazo.
3. Informar al mercado financiero sobre las expectativas y precios por plazo.
4. Implementar una curva de rendimientos dentro del mercado que permite su profundización.
5. Atraer inversionistas institucionales.
6. Son instrumentos para las operaciones monetarias (Operaciones de Mercado Abierto) del Banco Central a partir de 1.999.

---

## **2.2 TITULOS DE TESORERIA CLASE B**

### **2.2.1. Características Generales**

En la Ley 384 de 1.997, el Decreto reglamentario 1250 de 1.992 y las Circulares Reglamentarias del Banco de la República UOM-33 de marzo 20 de 1.996 y UOM- 41 de abril 1 de 1.997, se establecieron las características de los TES Clase B y los requisitos para su emisión.



- Los TES Clase B se dividen según su rendimiento en TES Clase B de Tasa Fija y TES Clase B de Tasa Variable. Los TES Clase B de Tasa Fija son emitidos para los plazos de 1, 2, 3, 5, 7 y 10 años, mientras que los plazos para los de Tasa Variable son de 5, 7 y 10 años.
- Los TES Clase B son emitidos por la Nación y cuentan con la garantía de ésta.
- El estimativo de los ingresos de su colocación se incluirá en el Presupuesto General de la Nación como recursos de capital.
- Sus rendimientos y redención se atienden con cargo a los recursos del Presupuesto General de la Nación.
- Pueden ser administrados directamente por la Nación o ésta puede celebrar con el Banco de la República o con otras entidades nacionales o extranjeras, contratos de administración fiduciaria y todos aquellos necesarios para la agencia, edición, emisión, colocación, garantía, administración o servicio de los mismos.
- Cada emisión requiere el concepto de la Junta Directiva del Banco de la República sobre las características y condiciones financieras que tendrá, además del Decreto que la autorice y fije las condiciones financieras específicas.
- Su emisión no afecta el cupo de endeudamiento y esta limitada, para las destinadas a financiar las apropiaciones presupuestales, por el monto de éstas.

Después de haber sido colocados por primera vez en 1.993 son reintroducidos al Mercado de Deuda Pública Interna en el año 2.000

- El Ministerio de Hacienda y Crédito Público definirá el inicio y cierre de cada emisión.

### 2.2.2 Condiciones Financieras

Dentro de las mismas disposiciones legales señaladas, se establecieron las siguientes condiciones:

- Los TES Clase B pueden estar conformados por el principal y cupones de intereses anuales. Tanto el principal como los cupones pueden ser negociados de forma independiente.
- Son títulos a la orden, no gozan de liquidez primaria antes de su vencimiento y son libremente negociables en el mercado secundario. La transferencia de los valores que se encuentren en el Depósito Centralizado de Valores –DCV puede hacerse por el registro previa orden escrita del titular de dichos valores o de su mandatario. Además, pueden ser materializados a solicitud y expensas del depositante directo.
- El uso del Depósito Centralizado de Valores será pagado por el Gobierno Nacional, emisor de los títulos, y en consecuencia el usuario no incurrirá en ningún costo por el servicio prestado.
- Los TES Clase B devengan intereses periodo vencido sobre los cuales se aplica retención en la fuente, al igual que sí se colocan con descuento primariamente.
- Los TES Clase B colocados por subasta se consideran títulos de emisión serial no masiva, por lo cual no generan retención en la fuente para los establecimientos de crédito vigilados por la Superintendencia Bancaria.
- Fungibilidad: Los TES Clase B a tasa fija de una misma emisión podrán reunirse en un solo título que los reemplazaría, con el objeto de homogeneizar un volumen importante de títulos.
- El valor mínimo del principal es de quinientos mil pesos y se expedirán títulos en múltiplos de cien mil pesos.

- Pueden ser denominados en moneda extranjera o en unidades de valor real constante –UVR-, dependiendo de las condiciones de la emisión.
- Las obligaciones emanadas de los intereses y del capital de los títulos prescriben a los cuatro años, contados a partir de la fecha de su exigibilidad. Las acciones judiciales para su cobro caducan en el mismo periodo de tiempo.

En el siguiente cuadro se pueden observar las características financieras de los Títulos de Tesorería TES Clase B a Tasa Fija, Con la colocación de \$400.000 millones de pesos, Colombia inició el calendario de financiamiento en el mercado local mediante el mecanismo de subastas a través del esquema de Creadores de Mercado y Aspirantes a Creadores de Mercado.

SUBASTA DE TES EN PESOS TASA FIJA					
CIFRAS EN MILLONES				9-Ene-08	
PLAZO (Años)	FECHA VENCIMIENTO	TASA CUPON	OFERTAS RECIBIDAS	MONTO APROBADO	TASA CORTE
3	14-may-09	8.750%	454,801	100,000	10.120%
5	14-nov-13	10.250%	331,877	120,000	10.439%
10	28-oct-15	8.000%	210,227	80,000	10.449%
15	24-jul-20	11.000%	380,975	100,000	10.449%
TOTAL =====>			1,377,880.000	400,000.000	10.364%
Relacion monto ofrecido / monto demandado	3.445				

## 2.3 Nuevos Instrumentos de Financiación.

### 2.3.1 TES Clase B denominados en dólares.

Durante 1.997 los TES B tuvieron gran movilidad, y su desarrollo en el mercado fue sorprendente; sin embargo, las altas tasas de interés durante 1.998 no permitieron un dinamismo similar en la colocación de deuda pública en el



mercado interno. En este sentido, surgió la idea de emitir deuda en el mercado local denominada en dólares ya que esta ofrecía grandes ventajas tanto al agente colocador como a los posibles compradores.

Para el gobierno, el atractivo radicaba en colocar papeles de deuda interna, los cuales no se podían vender a causa de las altas tasas de interés a las que estos se demandan. Y para el inversionista resultaba interesante en la medida en que adquiriría un instrumento de cobertura, el cual adicionalmente ofrecía un rendimiento similar al de los papeles de deuda externa.

Durante el 2.000 se realizaron 3 subastas con TES B denominados en dólares a 2 y 3 años, estos papeles se negociaron bastante bien debido a la demanda de los inversionistas por un papel con garantía nación que les permita cubrirse del riesgo cambiario y les reconozca una rentabilidad de mercado.

#### **2.3.1.1 Características Generales:**

- Son títulos denominados en dólares de los Estados Unidos de América y su plazo al vencimiento será mayor o igual a un año calendario.
- Los títulos están conformados por el principal, el cual será amortizado al vencimiento; y cupones de intereses pagaderos año vencido. El cupón y el principal no se pueden negociar por separado.
- Se colocarán y liquidarán en pesos a la Tasa Representativa del Mercado vigente el día de liquidación.
- Los TES Clase B denominados en dólares tendrán un valor mínimo de mil dólares de Estados Unidos de América (USD 1.000), y la expedición se hará en múltiplos de cien dólares de Estados Unidos de América (USD 100).
- Son títulos a la orden, no gozan de redención antes de su vencimiento, y son libremente negociables en el mercado secundario. La

transferencia de los valores que se encuentren en el Depósito Central de Valores -DCV- puede hacerse por el registro previa orden escrita impartida por el titular de dichos valores o de su mandatario. El costo por el uso del Depósito Central de Valores será pagado por el Gobierno Nacional –entidad emisora-.

- Sobre los intereses devengados el Banco de la República efectuará la retención en la fuente, al igual que sí se colocan con descuento.
- Fungibilidad: los TES Clase B denominados en dólares podrán reunirse en un solo título con el objeto de homogeneizar un volumen importante de títulos.
- Su administración estará a cargo del Banco de la República y afectarán el cupo global de TES clase B aprobado por la Junta Directiva del Banco de la República para cada año.
- Los TES denominados en Dólares no contarán con la garantía del Banco de la República.
- Se encuentran inscritos en las bolsas de valores del país.

## **2.4 TES Clase B Mixtos**

En Octubre de 1.998 se introdujo al mercado colombiano una nueva clase de TES Clase B cuya característica fundamental y distintiva es la combinación de tasa fija y variable para el pago de sus rendimientos. Es por esta razón que se denominan TES Clase B Mixtos.

### **2.4.1 Características Generales:**

- Estos Títulos se colocaron a través de la suscripción de un Contrato de Underwriting.
- Los TES Clase B Mixtos tienen una fecha única de emisión y un plazo de diez (10) años contados a partir de la misma. Los dos (2) primeros años serán

Títulos de Renta Fija a tasa fija y los ocho (8) años restantes se constituirán en Títulos de Renta Fija a tasa variable.

- Rendimientos: Estos títulos tienen durante los dos (2) primeros años una tasa efectiva anual pagadera año vencido y establecida por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Durante los últimos ocho (8) años devengan un rendimiento anual correspondiente a un margen fijo sobre los saldos de capital, los cuales se incrementan anualmente y hasta su vencimiento en el porcentaje que determine la tasa de referencia.
- La tasa de referencia es el Índice de Precios al Consumidor (IPC) anualizada, publicada por el Departamento Nacional de Estadística (DANE), calculado para el mes anterior.

## 2.5. TES Clase B a Tasa Fija denominados en Unidades de Valor Real Constante –UVR

En el mes de mayo de 1.999, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público de conformidad con la Ley 51 de 1.990 desarrolló y colocó en el mercado una nueva clase de TES clase B, éstos se caracterizan por que tanto el principal como los cupones están denominados en Unidades de Valor Real Constante.

La UVR es una unidad de cuenta que refleja el poder adquisitivo de la moneda, con base en la variación mensual del Índice de Precios al Consumidor –IPC total nacional- certificada por el DANE; para el cálculo de su valor se estableció como base la UVR del 15 de mayo de 1.999 equivalente a (\$100) cien pesos moneda legal colombiana, a partir del cual se modificará diariamente, de acuerdo a la siguiente fórmula:



$$UVR_t = UVR_{15,m} * (1 + IPC_{m-1})^{t/dm}$$

Donde:

$UVR_t$  : UVR transcurridos t días calendario, contados desde el día 16 del mes.

$UVR_{15,m}$ : UVR el día 15 del mes, m.

$IPC_{m-1}$ : Variación mensual del IPC durante el mes calendario anterior al mes, m, expresada como porcentaje.

$t$ : Días calendario desde el día 16 del mes, m.

$dm$ : Número de días calendario del mes, m.

### 2.5.1 Características generales:

- A. Son Títulos cuyo principal y cupón están denominados en UVR con una renta fija a tasa fija y su plazo al vencimiento será mayor o igual a 3 años calendario.
- B. Los TES en UVR serán colocados y pagados en moneda legal colombiana utilizando el valor de la UVR vigente el día de exigibilidad.
- C. La denominación mínima del principal será de 10.000 unidades y la expedición se hará en múltiplos de 1.000 unidades, el valor del principal será amortizado a su vencimiento.
- D. Son títulos a la orden libremente negociables en el mercado, no gozan de redención antes de su vencimiento, la transferencia de los valores que se encuentren en el Depósito Central de Valores podrá hacerse mediante el registro previa autorización escrita del titular de dichos valores o de su mandatario.
- E. Los TES UVR tienen la garantía de la Nación.

F. Serán administrados en forma desmaterializada en el Depósito Central de Valores del Banco de la República; el uso del DCV será pagado por la entidad emisora.

G. Fungibilidad: Los TES en UVR de una misma emisión podrán reunirse en un solo título que los reemplazará, con el objeto de homogeneizar un volumen importante de títulos.

H. Están inscritos en las bolsas de valores del país.

E. Emisiones De Los Títulos De Tesorería TES.

La emisión de Títulos de Tesorería TES Clase B requiere concepto de la Junta Directiva del Banco de la República sobre las características de la emisión y sus condiciones financieras, además requiere de un Decreto que las autorice y fije sus condiciones financieras específicas. De esta manera desde 1.993 se han realizado varias emisiones en desarrollo de un mercado de deuda pública interna.

### **3. Índice representativo del mercado de deuda Pública interna (I-TES)**

El importante volumen de negociaciones de TES a tasa fija en el mercado secundario de deuda pública interna y la aceptación que han tenido estos títulos como alternativas de inversión han llevado a desarrollar un índice práctico y representativo de este mercado que le permita a los diferentes agentes tenerlo como referencia para evaluar la evolución de los precios de los papeles del Gobierno.

### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL I-TES

El **I-TES** es un índice que resulta del análisis cuantitativo de una canasta de 12 títulos de tesorería (TES) a tasa fija que representan más del 95% del promedio diario de las operaciones totales de títulos por el Sistema Electrónico de Negociación (SEN) que administra el Banco de la República. El índice involucra tanto la liquidez del papel como la volatilidad de su precio limpio.

Antes de entrar en detalle a la metodología de cálculo del **I-TES** es importante explicar el por qué de la selección del precio limpio. Este precio es aquel que no está afectado por el cupón causado desde el último pago a la fecha de operación. Es decir, el que no involucra el efecto de la cercanía del pago de los cupones y es una medida más exacta del precio del papel ante la estabilidad de la tasa de rendimientos en el mercado secundario. En el siguiente cuadro se observa cómo a una tasa de retorno (TIR) de 16% E.A., el precio limpio del título permanece casi fijo (sólo se incrementó 0,01%), mientras el sucio tiene un incremento de 0,20%, durante los seis días analizados debido al efecto de los cupones. De usarse el precio sucio y de, por ejemplo, mantenerse las tasas estables de los títulos más significativos de la canasta, el **I-TES** mostraría un incremento que no necesariamente es reflejo de una mayor demanda por estos títulos en el mercado secundario.

**Variación del precio limpio y del sucio de un título con rendimientos iguales**

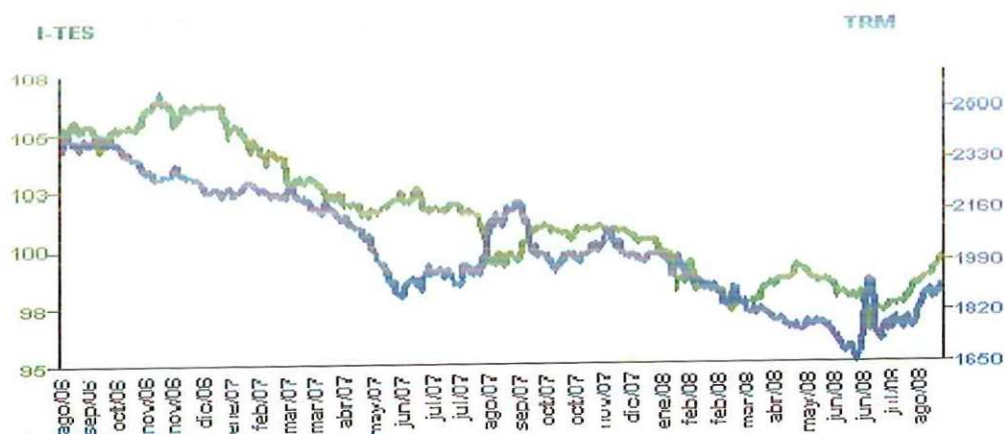
Último Cupón	25-Ene-02	25-Ene-02	25-Ene-02	25-Ene-02	25-Ene-02	25-Ene-02
Tasa Cupón	15,000%	15,000%	15,000%	15,000%	15,000%	15,000%
Fecha Maduración	25-Ene-12	25-Ene-12	25-Ene-12	25-Ene-12	25-Ene-12	25-Ene-12
Fecha Cumplimiento	25-Nov-02	26-Nov-02	27-Nov-02	28-Nov-02	29-Nov-02	30-Nov-02
Rendimiento (TIR)	16,000%	16,000%	16,000%	16,000%	16,000%	16,000%
Pagos al Año	1	1	1	1	1	1
Precio Limpio	95,196	95,198	95,201	95,204	95,207	95,209
Efecto Cupón	12,493	12,534	12,575	12,616	12,658	12,699
Precio Sucio	107,689	107,733	107,777	107,820	107,864	107,908

Fuente: Corfinsura y Suvalor.



El precio limpio es una mejor aproximación al precio de mercado del título y permite hacer un seguimiento de su evolución. Los valores para este precio limpio serán los “precios de cierre” proveídos por el Banco de la República en su archivo “cierres SEN” que puede ser transferido desde <http://www.banrep.gov.co/sen/estadis4.htm>. Estos valores son los oficiales para el mercado secundario de deuda pública que se opera por el SEN y son el resultado de las operaciones que realizan los agentes pertenecientes al programa de Creadores y Aspirantes a Creadores de mercado del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

**Grafica 1. Evolución del Índice del Mercado de Renta Fija I-TES vs. TRM**



Fuente: Banco de la República, Grupo Bancolombia.

La grafica anterior presenta la evolución del índice del mercado de renta fija (I-TES), junto con la evolución de la Tasa Representativa de Mercado (TRM), durante los años 2006, 2007 y 2008, al desplazarse de izquierda a derecha según el tiempo se puede observar en el I-TES y en la TRM la baja en sus cotizaciones.

Para el año del 2006, el I-TES en relación a la TRM tuvo una tendencia alcista, ya que en este año es en donde se presentan las mayores cotizaciones de los índices. En los tres últimos meses de este año se puede observar que las cotizaciones del I-TES fueron superiores a las de la TRM, destacándose que posee una fuerza relativa significativa y notoria entre estos dos índices, puesto que el I-TES se mantiene arriba de la TRM en muchos lapsos.

Para el periodo del 2007 el I-TES y la TRM presentaron una tendencia bajista. En el caso del I-TES se presenta poca variación en sus cotizaciones casi durante todo el año, en el transcurso de enero a julio, meses en los cuales se pierde la fuerza de la tendencia alcista. El I-TES sufre en sus cotizaciones un gran desplome en el mes de agosto manteniéndose así hasta principios de octubre, meses en los cuales la TRM tuvo una tendencia alcista.

El periodo comprendido entre noviembre del 2007 y marzo del 2008 para el I-TES, la grafica nos muestra una línea en donde la evolución del índice de precios tiene una tendencia bajista, se muestra que el comportamiento de la TRM y el I-TES es muy similar durante estos meses. En el mes de junio de 2008, el I-TES y la TRM ven afectadas sus cotizaciones, ya que fueron las mínimas en lo recorrido de estos tres últimos años, lo cuales se traduce en la máxima pérdida que obtuvieron los inversionistas en los TES. Aunque los dos índices en los últimos meses de este año, como lo son julio y agosto se han recuperado, el grafico no nos muestra con claridad la tendencia de estos índices, lo cual no es muy claro para la toma de decisiones de los inversionistas.

Cabe resaltar que los índices siguen una evolución muy similar, la sobre posición de las líneas permite ver que los dos índices adquieren trayectorias parecidas con el curso de los meses.

#### 4. ANALISIS CANASTA I-TES

##### 4.1. ANALISIS CANASTA I-TES 2005

##### 4.1.1. TITULOS MAS TRANSADOS MES A MES

Enero	09/09/05	26/04/12	
Marzo	09/09/05	26/04/12	09/11/07
Abril	09/09/05	26/04/12	09/11/07
Mayo	26/04/12	09/11/07	12/09/14
Junio	26/04/12	09/11/07	12/09/14
Agosto	12/09/14	12/02/10	07/04/06
Septiembre	12/09/14	07/04/06	12/02/10
Octubre	12/09/14	07/04/06	12/02/10

Analizando la liquidez de los TES en el año 2005 podemos concluir lo siguiente:

- El TES con mayor liquidez en todo el año fue el del vencimiento del 12 de septiembre de 2014 quien se mantuvo superior a los demás desde el mes de mayo hasta fin de año.



- El TES con vencimiento del 26 de abril del 2012 se mantuvo el primer semestre del año, pero el siguiente semestre tuvo una disminución considerable quedando al final del año con una ponderación del 1.8% del total de la canasta, lo que hizo que fuera considerado el de menor liquidez.
- Los TES con vencimiento 12 de Febrero de 2010 y 7 de abril de 2006 junto al TES de 12 de septiembre de 2014 fueron los más líquidos en el segundo semestre del año, siendo este último el de mayor ponderación presentada al final del año con un 32,2%, como producto de la alta participación en el mercado secundario de deuda pública.

En la siguiente grafica se puede ver el crecimiento que tuvo el TES con mayor liquidez en el año 2005:



Fuente: Elaboración Propia

En el año 2006 se mantuvo el comportamiento de los títulos del 2005 debido a que este año sólo se redistribuyeron las referencias vigentes y no se emitieron nuevos papeles a un plazo mayor del máximo actual, 15 años.

#### 4.1.2. ANALISIS CANASTA I-TES 2007

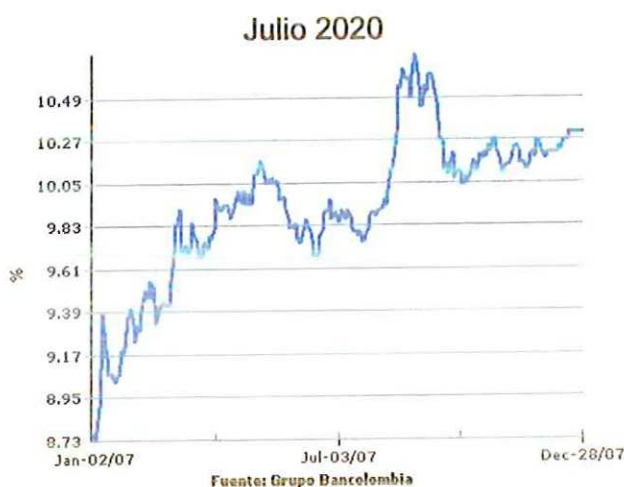
Analizando la liquidez de los TES en el año 2007 podemos concluir lo siguiente:

- El TES con mayor liquidez en todo el año fue el del vencimiento del **24 de julio de 2020** quien se mantuvo superior a los demás todo el año
- El TES con vencimiento del **11 de abril del 2008** mantuvo un alza el primer semestre del año, pero el otro semestre por el contrario tuvo una disminución acelerada debido a la aproximación a su vencimiento.



- El TES con vencimiento del **10 de julio de 2009** comenzó el año con un buen porcentaje de transacción, en el transcurso del año su liquidez fue disminuyendo notablemente.
- El TES con vencimiento del 12 de septiembre del 2014 fue el menos líquido en todo el año, su participación fue menor al 10% en todo el año.

En la siguiente grafica se puede ver el crecimiento que tuvo el TES con mayor liquidez en el año 2007



## 5. ANALISIS DE LA DEUDA INTERNA EN EL PERIODO 2005-2006

La deuda interna de 2005 a 2006 tiene los mismos efectos de la deuda externa en el sentido de una gran acumulación, concentración en emisiones de bonos y gran sensibilidad a los cambios de la tasa de interés y de inflación, debido a que en su mayoría corresponde a colocación de títulos.

La deuda interna se concentra en emisiones de TES con un saldo en el año 2006 de \$84,828 billones (81,4% de total); le siguen en monto los bonos pensionales con \$12,156 billones y los bonos y títulos utilizados para el saneamiento del sector financiero con \$5,774 billones (Bonos Ley 546, Bonos

TRD y los bonos del Banco Agrario); el resto, entre bonos para la paz, asunciones, acuerdos y otros bonos, suman \$1,379 billones.

Crédito	2005	2006	Variación absoluta	Participación %
<b>Titulos de Tesorería</b>	<b>77.907</b>	<b>84.828</b>	<b>6.921</b>	<b>81,43</b>
TES B en pesos	59.127	65.387	6.260	62,77
TES B – UVR	15.911	16.680	770	16,01
TES B – U\$	770	324	-446	0,31
TES B Corto Plazo	2.099	2.437	338	2,34
<b>Saneamiento Sector Financiero</b>	<b>6.020</b>	<b>5.774</b>	<b>-246</b>	<b>5,54</b>
Titulos Reducción de Deuda TRD	3.493	3.709	216	3,56
TES Ley 546	1.703	1.379	-325	1,32
Asunción deuda Caja Agraria	824	687	-137	0,66
<b>Bonos de Pensiones</b>	<b>11.616</b>	<b>12.156</b>	<b>539</b>	<b>11,67</b>
Bonos pensionales	9.901	10.434	533	10,02
Bonos de Valor Constante Serie B	1.678	1.681	3	1,61
B V C universidades	37	41	3	0,04
Bonos de solidaridad para la paz	1.283	1.093	-190	1,05
Otros Bonos, Asunciones, Acuerdos	371	321	-50	0,31
ii Total	97.198	104.173	6.975	100

El cuadro anterior muestra, en forma separada, los componentes de emisión de títulos para el financiamiento presupuestal, como son los TES, y los bonos emitidos para respaldar:

- 1) contingencias del Estado, como la crisis del sector financiero
- 2) Asunciones de la deuda pública de entidades estatales nacionales
- 3) el reconocimiento de pasivos pensionales del Estado y directos por emisión de bonos pensionales que respaldan pensiones de las antiguas cajas nacionales y el ISS, o mediante la emisión de bonos de valor constante, que respaldan las pensiones de las universidades pertenecientes al orden nacional.

ii Fuente: Contraloría General de la República, situación de la deuda pública colombiana 2005-2006, [http://www.contraloriagen.gov.co:8081/internet/central\\_doc/Archivos/334/Inf\\_deuda2006.pdf](http://www.contraloriagen.gov.co:8081/internet/central_doc/Archivos/334/Inf_deuda2006.pdf)

A octubre 31 de 2006 la composición de la deuda pública colombiana indicaba que la participación de las colocaciones en moneda extranjera había perdido un importante espacio dentro del total de emisiones. Esto concordaba con la estrategia del Gobierno de disminuir el riesgo cambiario y suavizar los gastos asociados al servicio a la deuda.

Entre tanto, esta modalidad de deuda fue reemplazada por operaciones de colocaciones en títulos de tasa fija. Es así como la deuda interna emitida en pesos ganó 6 puntos porcentuales frente al 69% de participación con la que contaba en el 2005.

#### Composición por fuente a octubre 31 de 2006

Título	Valor	Vida media	Cupón
TES	83.727	3,9	12,4
Bonos Fogafin	2.337	2,3	8,7
TES Ley 546	1.444	1,7	9,9
TRD	3.704	6,4	0,0
Bonos de Paz	1.098	0,0	0,0
Otros	120	0,0	0,0
<b>Totales</b>	<b>92.430</b>	<b>5,1</b>	<b>10,6</b>

Fuente: Cálculos Grupo Bancolombia con base en información suministrada por el Minhacienda.  
Cifras en miles de millones de pesos. Fecha de Corte: octubre 31 de 2006.

La duración media de la deuda pública interna en el 2006 se ubicó en 2,8 años, apenas 0,2 por encima del resultado de 2005, debido a que este año sólo se redistribuyeron las referencias vigentes y no se emitieron nuevos papeles a un plazo mayor del máximo actual, 15 años. No obstante, el cupón promedio sí presentó un leve repunte al registrar una cifra del 11,6% en el 2006 frente al 11,7% del periodo anterior.



### Cupón, Vida media y Duración de la deuda pública

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Cupón promedio (%)</b>						
Deuda Interna	14,0	14,0	12,4	12,1	11,7	11,6
Deuda Externa	9,2	8,7	9,1	8,7	8,3	7,5
<b>Vida media (años)</b>						
Deuda Interna	4,4	4,2	3,9	3,7	3,9	3,9
Deuda Externa	6,3	6,3	7,2	7,0	7,5	8,8
<b>Duración (años)</b>						
Deuda Interna		2,3	2,3	2,4	2,6	2,8
Deuda Externa	3,8	3,9	4,2	3,8	4,5	5,2

Fuente: Grupo Bancolombia

### Presupuesto y cumplimiento de colocaciones en 2006

Mecanismo	Presupuesto	Ejecución	Cumplimiento
Forzosas	6.000	5.600	93%
Convenidas**	8.300	8.100	98%
Subastas*	8.600	8.604	100%
<b>Total</b>	<b>22.900</b>	<b>22.304</b>	<b>97%</b>

Fuente: Cálculos Grupo Bancolombia con base en información suministrada por el Minhacienda.  
Cifras en miles de millones de pesos. Fecha de corte: diciembre 07 de 2006

Al 7 diciembre de 2006 el cumplimiento del presupuesto de financiamiento de deuda pública interna se había ejecutado en un 97%. Este indicador ha sido el resultado de una meta menor de financiamiento a la prevista inicialmente para este año, la cual en el 2007 se ubica en \$8,6 billones, y una ejecución del 75% del presupuesto de colocaciones.

Es importante tener en cuenta que el mercado de TES tiende a anticipar este comportamiento. De esta manera una inflación mensual negativa en octubre de

2006, de -0,14%, hizo pensar a los agentes del mercado de TES que el UVR repuntaría a partir del 15 de diciembre, anticipando que la variación mensual del IPC para noviembre estaría muy probablemente por encima a la de octubre.

Así, en el canje que realizó Crédito Público en noviembre se observó que de los \$3,2 billones operados, el 51% fue intercambiado por TES UVR feb-15, lo que se interpretó como el reflejo de las expectativas de inflación al alza de los inversionistas para los meses siguientes.

Por último, a enero de 2007 la inflación mensual se ubicó en 0,77%<sup>iii</sup>, lo que confirmó un incremento del UVR para comienzos del año.

Resultados de la subasta de canje de TES a tasa fija y UVR

Referencia recibidas	Tasa de compra	Referencia emitidas	Tasa de emisión	Demanda Miles de Millones \$
14-Mar-07	7,50%	22-Ago-06	9,30%	656
12-Ene-07	3,20%	24-Nov-10	9,00%	4
26-Jul-07	3,30%	28-Oct-15	9,30%	1
09-Nov-07	7,70%	24-Jul-20	9,00%	583
<b>Total Tasa fija</b>				<b>1244</b>
22-Ene-08	3,50%	22-Sep-10	4,35%	335
02-Sep-11	4,50%	25-Feb-15	4,89%	1658
17-Ene-12	4,70%			
15-May-12	4,71%			
<b>Total UVR</b>				<b>2093</b>
<b>Total</b>				<b>3247</b>

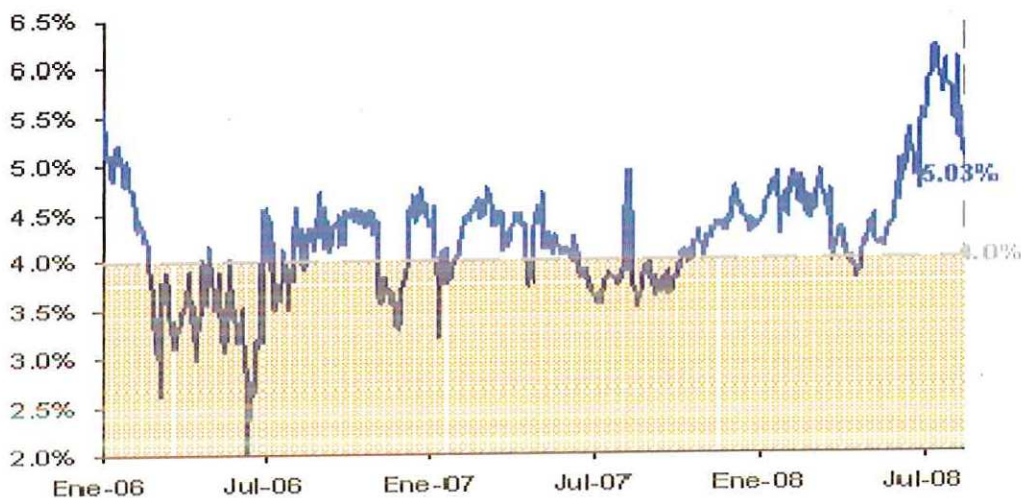
Fuente: Cálculos Bancolombia y Valores Bancolombia con base en datos de Crédito Público y SEN

## 6. COMPORTAMIENTO GENERAL DE LOS TES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

En los últimos tres años todos los títulos operaron con alzas en sus precios, lo que ha hecho más atractiva la inversión en títulos de renta fija, ya que el riesgo ha disminuido de manera considerable hasta alcanzar el nivel histórico más bajo que hasta el momento se había presentado, bajo esta situación los títulos más favorecidos por la compra fueron los instrumentos de dólares y con mayor plazo ya que fueron los que registraron mayores ganancias, ante esta expectativa de crecimiento, el (PBI) también subió de manera considerable hasta lograr su crecimiento esperado.

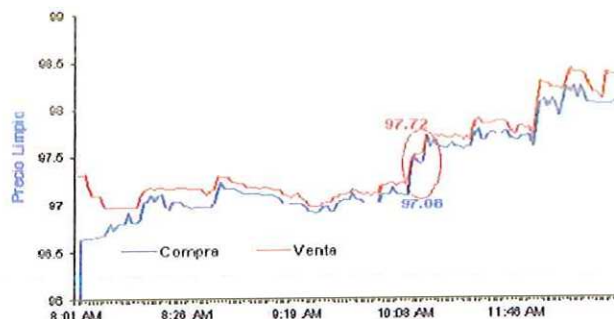
<sup>iii</sup> Fuente: DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

**Gráfica 2. Break Even Inflation TES**



Fuente: Banco de la República, Grupo Bancolombia.

**Gráfica 3. Evolución Intra-diaria del precio de los TES Julio 2020**



Fuente: MEC.

Según el análisis técnico las tasas de los papeles del gobierno colombiano con maduración en julio de 2020 deberían continuar una tendencia ascendente.

## 6.1. COMPORTAMIENTO DE LOS TES 2005-2007

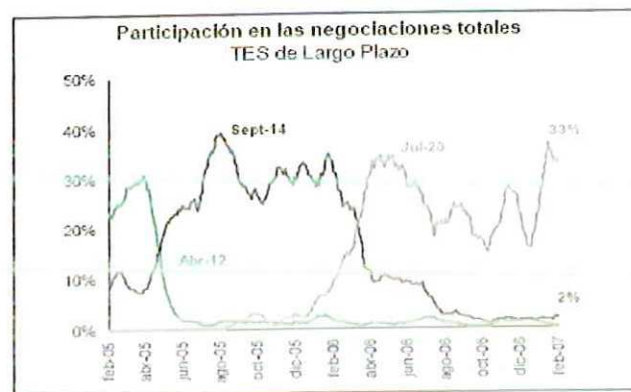
### 6.1.1. ANALISIS DE 2005

Los Títulos de Tesorería (TES B) son los que dominan el mercado nacional de valores y, de hecho, este es el papel más representativo por el menor riesgo, mayor rendimiento y más alto volumen. Obviamente, esto tiene muchas implicaciones que están relacionadas con la coyuntura de los mercados y los



fundamentales económicos, ya que también son los que estarían más expuestos a los vaivenes del mercado y están supeditados al manejo de las variables propias del Banco de la República –tasas de interés y control de la inflación-, al buen momento de la economía y al manejo responsable del gasto por parte del gobierno nacional. Veamos con más detalle estos tipos de riesgo con esta fuente de financiación.

En el año 2005 el título que más líquido fue el TES con vencimiento en septiembre de 2014



Fuente: Corficolombiana

### 6.1.2. ANALISIS 2006

Durante ese año se observó un comportamiento mixto en las tasas de los TES con vencimiento en Julio de 2006, que fueron los más líquidos del mercado. En este año alcanzó su mínimo histórico en el mes de Febrero - 7.054% -, y el máximo histórico en el mes de Junio -12.079%.

Fecha	Apertura	Máximo	Mínimo	Cierre
31/01/06	8.965	9.028	8.156	8.234
28/02/06	8.288	8.353	7.054	7.089
31/03/06	7.102	7.850	7.077	7.650
30/04/06	7.763	8.922	7.626	8.810
31/05/06	8.905	9.989	8.385	9.570
30/06/06	9.542	12.079	9.103	10.370
31/07/06	10.140	10.950	9.745	9.930

Fuente: acciones de Colombia

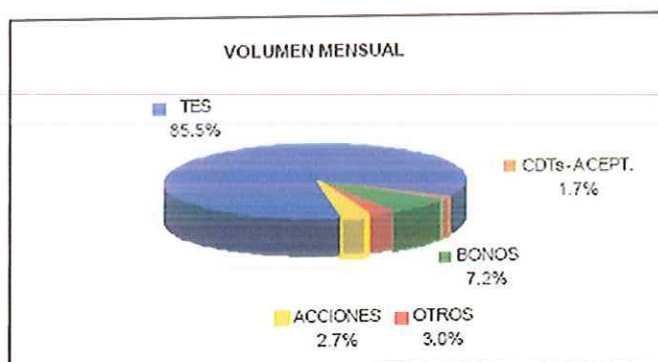
Para los primeros meses del año se observó una tendencia bajista que empezó a cambiar en el mes de marzo alcanzando una tasa máxima histórica de 12.07% en medio de un panorama internacional complicado, debido a la existencia de expectativas frente a aumentos en las tasas de la Reserva Federal.

En el mes de Junio, la tasa de negociación (12.07%) superó incluso la tasa cupón de estos títulos (11%), en medio de jornadas con altas volatilidades que superaban los 40 puntos básicos diarios.



Fuente: Grupo AVAL

En el 2006, la participación de los títulos de deuda pública interna (TES), obtuvieron el mayor porcentaje de participación en el volumen total transado en la Bolsa de Valores de Colombia. Se movilizaron recursos por \$118,4 billones, que representan el 85,5%.



Fuente: Bolsa de Valores de Colombia

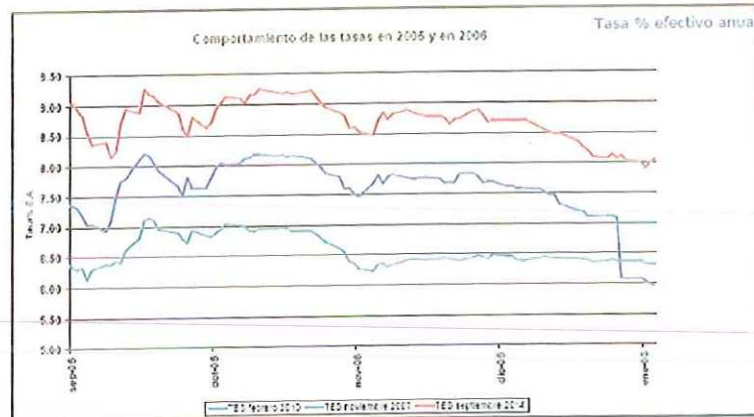
En esta grafica se observa que a diciembre de 2005 este porcentaje llegó al 80,5% con \$73,6 billones. En este campo, el TES más líquido continúa siendo el que tiene vencimiento a septiembre de 2014.

Los precios de los títulos de deuda publica emitidos por el Gobierno Nacional para financiarse terminaron con importantes valorizaciones. Los inversionistas mostraron su especial interés en estas emisiones gracias al buen comportamiento de sus tasas.

Los TES con vencimientos a septiembre de 2014, noviembre de 2007 y febrero de 2010 mantuvieron sus valores por debajo del 10% Efectivo Anual.

Según los analistas, se vio un interés en el mercado de deuda pública interna y se reflejó en la liquidez de algunos títulos. Por ejemplo, el que tiene vencimiento en septiembre de 2014 alcanzó los \$283,8 billones en enero.

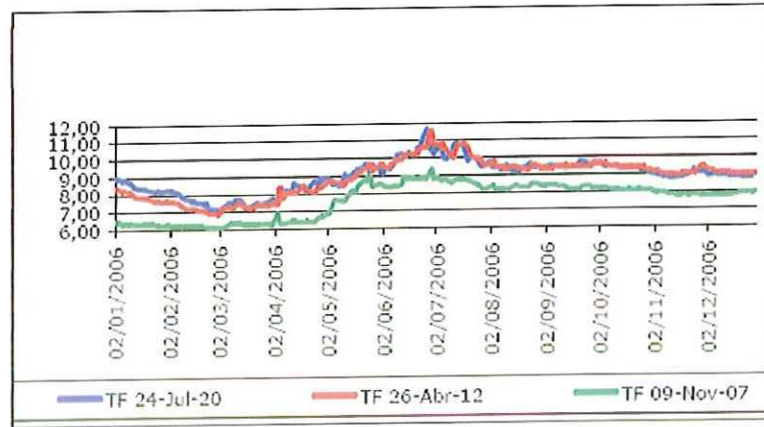
De acuerdo con las cifras del Mercado Electrónico Colombiano (MEC), la tasa del TES con vencimiento a septiembre de 2014 cayó 72 puntos básicos en enero y 436 p.b en el año 2006, pues cerró en 7,98% E.A. El papel con vencimiento en febrero de 2010 evidenció una caída de 62 p.b en el mes y cerró en 6,97% E.A. El título a noviembre de 2007 tuvo un descenso en su tasa de 11 p.b.



Fuente: Bolsa De Valores de Colombia



### TASAS TES - AÑO 2006



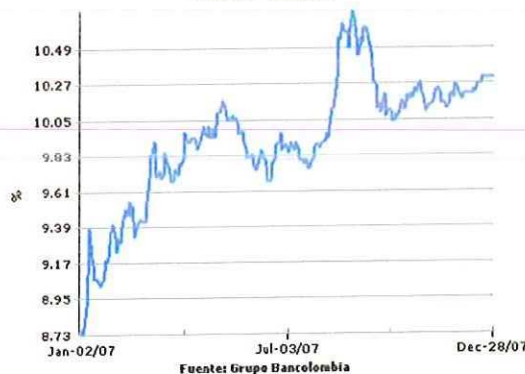
Fuente: Bloomberg

### 6.1.3. ANALISIS DE 2007

En este año dos títulos fueron muy transados el TES con vencimiento en Julio 2020 y Febrero de 2010, lo cual se puede ver en las siguientes graficas.

- Tuvo una cotización máxima de 10.71% en el mes de agosto y el resto del año lo mantuvo por arriba del 10% su tasa de negociación, lo cual nos permite ver que fue muy liquido en este año

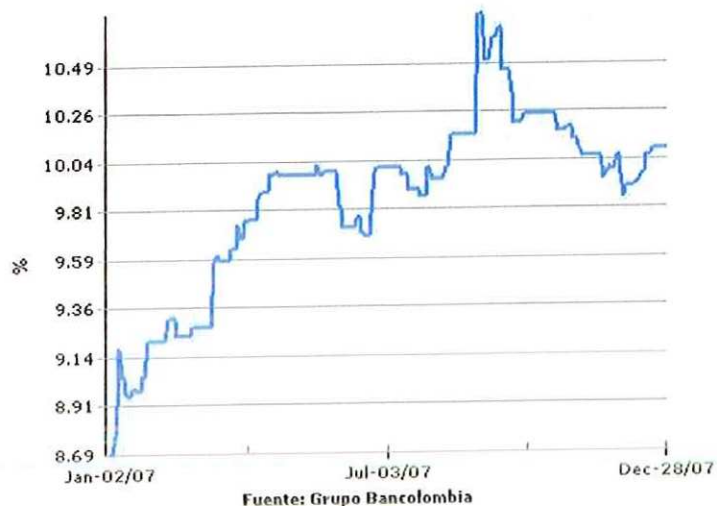
#### Julio 2020



Fuente: Grupo Bancolombia

- En este TES se alcanzo un máximo de 10.71% en el mes de agosto y septiembre. La mayor parte del año la tasa de negociación se mantuvo entre 9% y 10%

Febrero 2010



**7. METODOLOGIA UTILIZADA EN LA ESCOGENCIA DE LOS TITULOS DEL PORTAFOLIO.**

Para la selección de títulos que conforman el portafolio a evaluar, fue necesario hacer un análisis de rentabilidad versus riesgo a diferentes títulos que cotizan en la bolsa de valores de Colombia.

Se tomaron los precios de los títulos, y teniendo en cuenta las cotizaciones existentes de estos TES, se seleccionaron los que tenían un número mayor de cotizaciones, de lo que resultó un total de 7 títulos, los cuales se les realizó un análisis de rentabilidad Vs Riesgo, con el fin de determinar cuáles ofrecían mayor rentabilidad a menor nivel de riesgo.

**Tabla 3. Rentabilidad Vs Riesgo**

	TFIT15240720	TFIT06130210	TFIT10120914
Rentabilidad	0.0043%	0.0033%	0.0038%
Riesgo	0.1124%	0.0956%	0.1197%

Por medio de este análisis se determino que los títulos con los cuales se conformaría el portafolio son los títulos con vencimiento en el año 2020, 2010, 2014, UVR 2010 y UVR 2015 ya que estos son los que ofrecen mayor rentabilidad a menor riesgo.

## 8. ANALISIS ESTADISTICO DEL PORTAFOLIO

El análisis estadístico permite obtener por medio de un resumen la información que se recoge en la distribución de frecuencias.

- **Moda:** Valor de las variables que más se repiten.
- **Media:** Rendimiento promedio de un portafolio.
- **Mediana:** Es el valor que divide las observaciones en dos con igual cantidad de datos a los lados siendo ésta la mitad.
- **Desviación estándar:** Es la raíz cuadrada positiva de la varianza y tiene la ventaja que está en las mismas unidades de medida que las observaciones de los factores de riesgo.

En un portafolio la media es simplemente su rendimiento promedio, y la desviación estándar es la volatilidad de este mismo.<sup>iv</sup>

### 8.1. PRUEBAS DE NORMALIDAD

Las pruebas de normalidad son realizadas con el objetivo de saber si una distribución de frecuencias se comporta de acuerdo con una distribución normal.

#### 8.1.1. Prueba de Jarque Bera.

Valor crítico	5.991464547	→ Se obtiene mediante $F_x =$
Estadístico de prueba	109.80023	→ Se calcula el estadístico de prueba dado por $B = [n [\text{Coeficiente de asimetría}^2/6] + [\text{curtosis}^2/24]]$

Las pruebas de hipótesis consisten en:

**H0:** La variable se comporta como una distribución normal.

**H1:** La variable no se comporta como una distribución normal.

**5%** = nivel de significancia.

**2=** Grados de libertad (coeficiente de asimetría, curtosis).

<sup>iv</sup>DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros, p. 31.



**Tabla 18. Resultados Obtenidos prueba Jarque Bera**

<i>TFIT10130914</i>	
valor critico	5.99198675
estadístico de prueba	118.85581

<i>TFIT06130210</i>	
valor critico	5.99864285
estadístico de prueba	125.14521

<i>TFIT15240720</i>	
valor critico	6.19958775
estadístico de prueba	248.58742

<i>TFIT10250215</i>	
valor critico	7.45833219
estadístico de prueba	260.542253

<i>TFIT07220910</i>	
valor critico	5.99785321
estadístico de prueba	109.25486

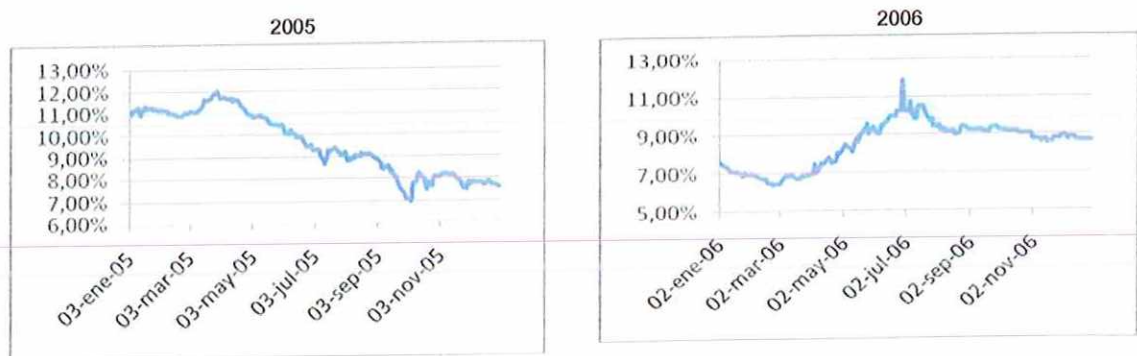
En los casos en que el estadístico de prueba es mayor que 5.99, se concluye que no se acepta la hipótesis de interés o hipótesis nula, es decir, que la serie de tiempo no se comporta de acuerdo con una curva normal, con un nivel de confianza del 99%. Y en los menores a 5.99 se dice que se acepta la hipótesis de interés o nula, es decir, la serie de tiempo se comporta de acuerdo con la curva normal, con un nivel de confianza del 99%.

## 8.1. TES FEBRERO DE 2010

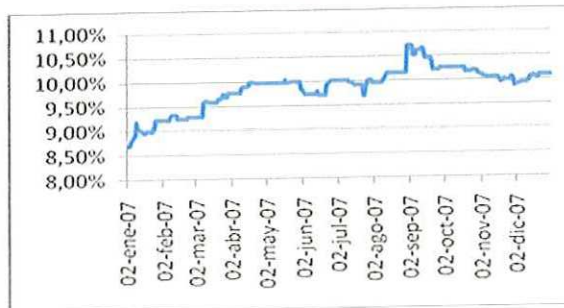
### Comportamiento durante el periodo 2005-2007



Se puede ver que el tes con vencimiento febrero de 2010 tuvo un comportamiento decreciente en el periodo analizado (2005-2007), el cual estuvo mas marcado en el año 2005 y registrando su mínimo en el mes de febrero de 2006 con 6.41%.



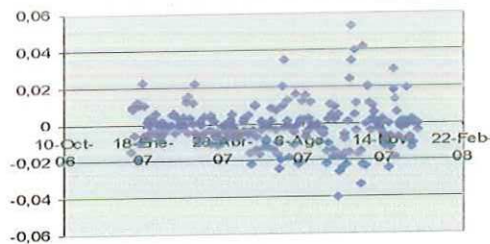
2007



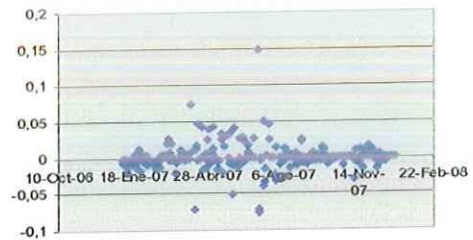
Fuente: Elaboración propia

Al observar los gráficos lineales de cada uno de los años analizados se encuentra que el 2006 fue el año que presentó mayor volatilidad, lo que podría deberse a que en ese año se mantuvo un alto nerviosismo dado a las señales confusas que dejaban las reuniones del FED acerca de las decisiones que tomaría en el futuro y la confirmación sobre que los peligros inflacionarios en la economía de EE.UU. seguían existiendo.

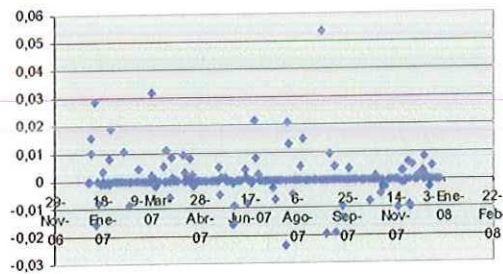
2005



2006



2007





El TES de febrero de 2010 se comporto estadísticamente de la siguiente manera:

2005		2006		2007	
Media	-0,1577%	Media	0,0558%	Media	0,0606%
Error típico	0,0762%	Error típico	0,1226%	Error típico	0,0421%
Mediana	-0,2119%	Mediana	0,0000%	Mediana	0,0000%
Moda	0,0000%	Moda	0,0000%	Moda	0,0000%
Desviación estándar	1,1932%	Desviación estándar	1,9188%	Desviación estándar	0,6587%
Varianza de la muestra	0,0142%	Varianza de la muestra	0,0368%	Varianza de la muestra	0,0043%
Curtosis	3,1928	Curtosis	17,0191	Curtosis	21,7069
Coefficiente de asimetría	0,7803	Coefficiente de asimetría	1,6380	Coefficiente de asimetría	2,7441
Rango	9,3626%	Rango	22,5381%	Rango	7,7211%
Mínimo	-4,0225%	Mínimo	-7,6961%	Mínimo	-2,3506%
Máximo	5,3401%	Máximo	14,8420%	Máximo	5,3704%
Suma	-38,6400%	Suma	13,6660%	Suma	14,8380%
Cuenta	245	Cuenta	245	Cuenta	245
Nivel de confianza(95,0%)	0,00150152	Nivel de confianza(95,0%)	0,00241463	Nivel de confianza(95,0%)	0,000828929

Fuente: Elaboración propia.

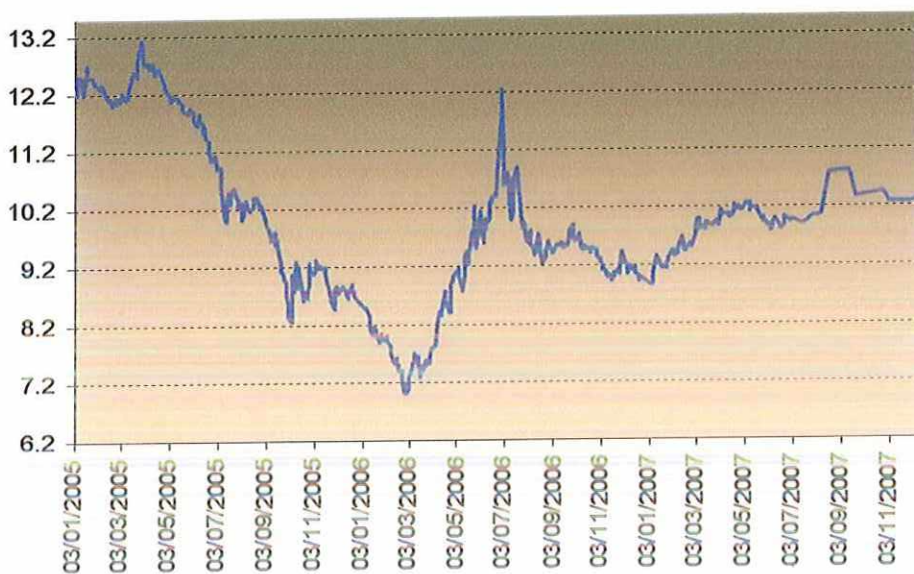
Según los datos estadísticos se puede decir que el título presento mayor volatilidad en el año 2006, con un 1.92%.

Al analizar el coeficiente de asimetría, se encuentra que los datos son asimétricos, es decir que están situados a un lado de la curva en este caso a la derecha de la curva por ser positivos.

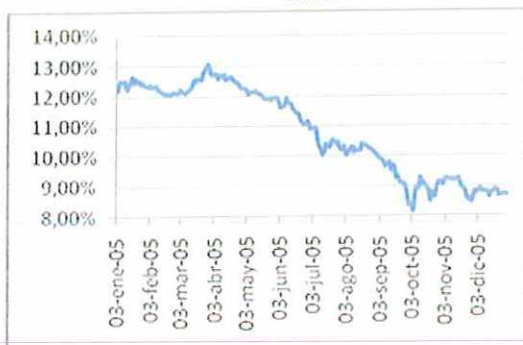
La Curtosis analiza el grado de concentración que presentan los valores alrededor de la zona central de la distribución; en el caso del tes de febrero de 2010 en el año 2007 se presenta una mayor concentración de los valores con respecto a los años anteriores. El mínimo valor registrado en los tres años fue -7.69% en el 2006 y el máximo fue de 5.37% en el 2007.

## 8.2. TES SEPTIEMBRE DE 2014

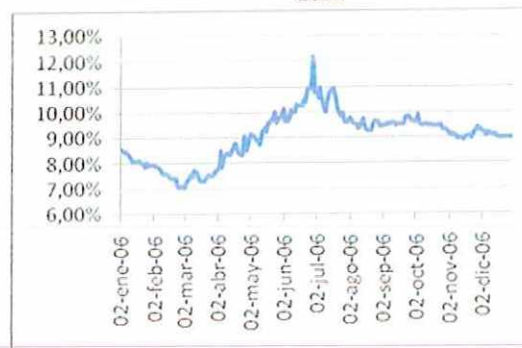
### Comportamiento durante el periodo 2005-2007



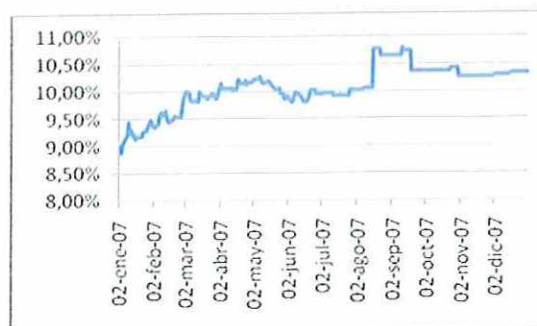
2005



2006



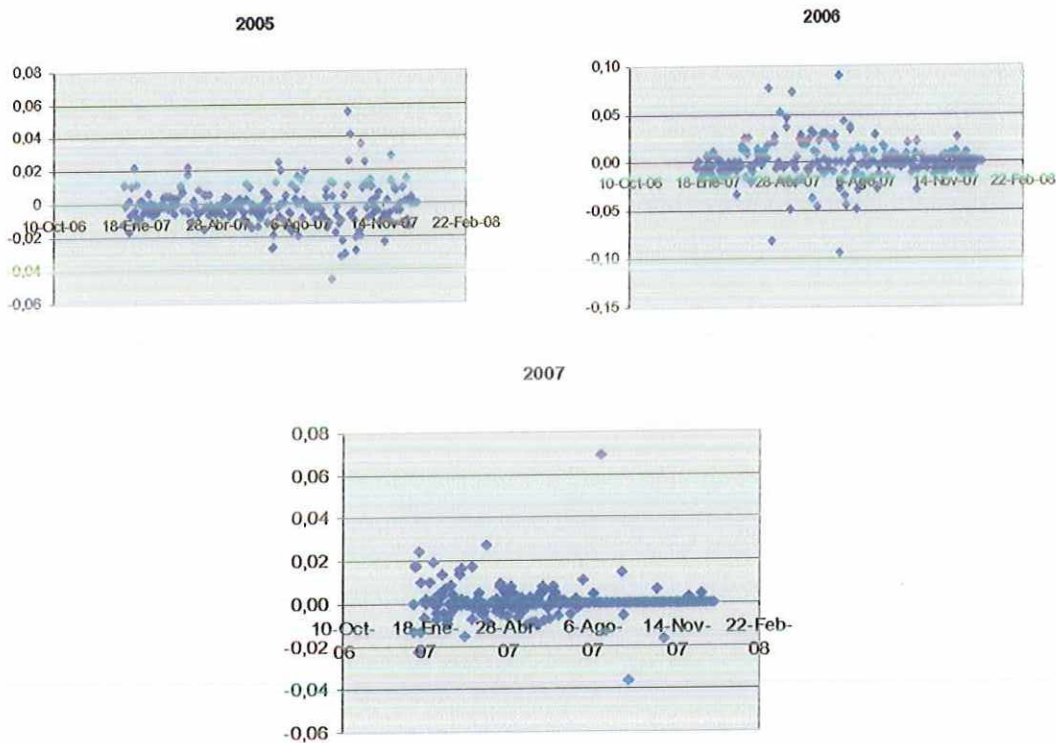
2007



Fuente: Elaboración propia

Observando los gráficos lineales del tes de septiembre de 2014 se encuentra que el título presento una alta volatilidad en el periodo analizado, siendo esta más notable en el 2006 donde podemos ver más datos atípicos y un mayor movimiento de la curva.

En el 2005 el título presento un comportamiento decreciente y constante; solo hasta el mes de marzo de 2006 la curva presenta una subida que obtiene su máximo valor el 28 de junio de 2006 con un 12.15%.



	2005	2006	2007
Media	-0,1438%	Media	0,0197%
Error típico	0,0732%	Error típico	0,1242%
Mediana	-0,1974%	Mediana	-0,1067%
Moda	0.0000%	Moda	0.0000%
Desviación estándar	1.1408%	Desviación estándar	1.9360%
Varianza de la muestra	0,0130%	Varianza de la muestra	0,0375%
Curtosis	4,1279	Curtosis	6,3271
Coefficiente de asimetría	0,6642	Coefficiente de asimetría	0,1464
Rango	10.0844%	Rango	18.3524%
Mínimo	-4.5438%	Mínimo	-9.4041%
		Media	0,0563%
		Error típico	0,0482%
		Mediana	0.0000%
		Moda	0.0000%
		Desviación estándar	0,7515%
		Varianza de la muestra	0.0056%
		Curtosis	31,4669%
		Coefficiente de asimetría	3,0183
		Rango	10.5182%
		Mínimo	-3.6057%



Máximo	5.5406%	Máximo	8.9483%	Máximo	6.9125%
Suma	-34.9523%	Suma	4.7791%	Suma	13.6859%
Cuenta	243	Cuenta	243	Cuenta	243
Nivel de confianza(95,0%)	0,00144152	Nivel de confianza(95,0%)	0,00244628	Nivel de confianza(95,0%)	0,0009496

Fuente: Elaboración propia

Al observar los datos que arrojó el análisis estadístico descriptivo para este título, se puede ver que la volatilidad mas alta presentada en el periodo analizado se dio en el año 2006 con 1.94%.

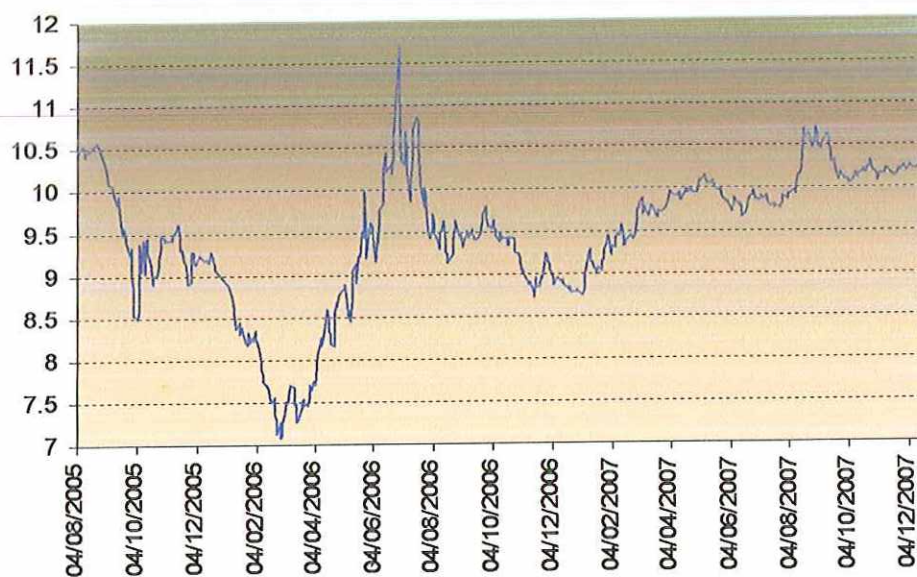
El coeficiente de asimetría permite decir que los datos son asimétricos lo que indica que están en este caso ubicados a la derecha de la curva, por ser positivos, y siendo el del año 2007 el mayor de los tres coeficientes, lo que indica que en este año los datos estuvieron mucho mas alejados de la curva normal.

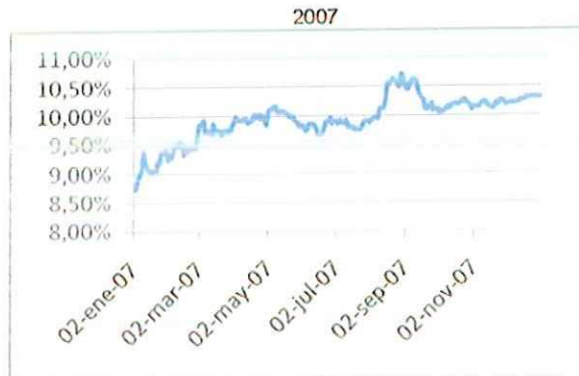
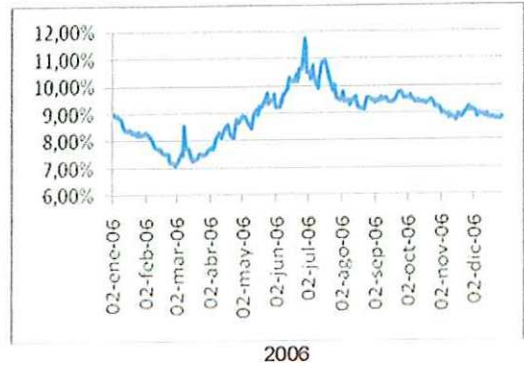
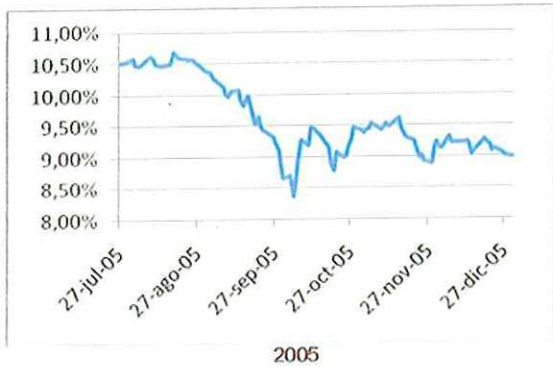
La Curtosis más alta se dio en el año 2007 con un 31.46 lo cual nos indica que los datos estuvieron más concentrados en la zona central de distribución con respecto a los otros periodos analizados.

El mínimo registrado fue de -9.40% en el año 2006, y el máximo fue de 8.95% en el mismo año.

### 8.3. TES JULIO DE 2020

Comportamiento durante el periodo 2005-2007





Fuente: elaboración propia

Durante el año 2006 se observó un comportamiento mixto en las tasas de los TES con vencimiento en Julio de 2020 – los más líquidos del mercado-.

De esta manera así como llegaron a su mínimo histórico en el mes de Febrero de 2006 -7.054%, también alcanzaron el máximo histórico en el mes de Junio del mismo año 12.079%

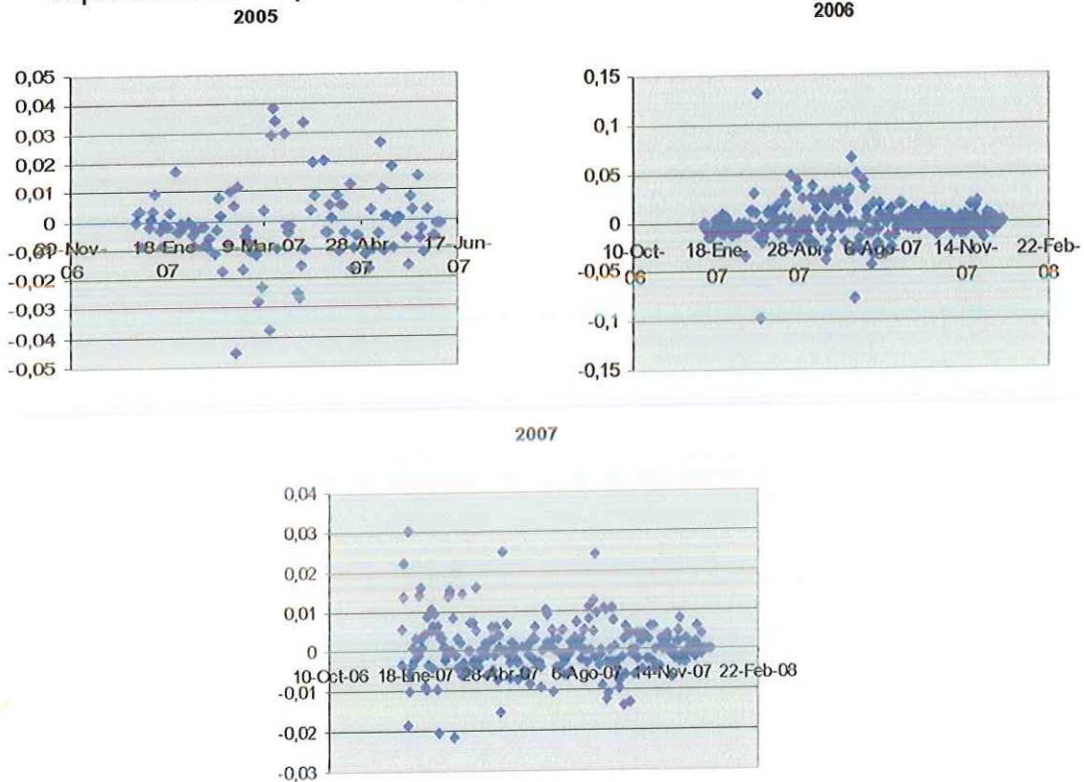
“Estos acontecimientos estuvieron influenciados por causas internas y externas como la mejora de la perspectiva de la calificación de Colombia por parte de la agencia calificadora S&P en el mes de febrero de 2006, en medio de un panorama local positivo con inflación controlada, crecimiento sostenido, control de la deuda, panorama político estable y credibilidad internacional.” concluye la firma comisionista de bolsa Acciones de Colombia.

De esta manera para los primeros meses del año 2006 se observó una marcada tendencia bajista que empezó a revertirse en el mes de marzo alcanzando una tasa máxima histórica de 12.07% en medio de un panorama internacional complicado, donde las expectativas frente a aumentos en las tasas de la Reserva Federal parecían cada vez más evidentes, ante los



temores por las presiones inflacionarias en la economía más importante del mundo.

En el mes de Junio, la tasa de negociación (12.07%) superó incluso la tasa cupón de estos títulos (11%), en medio de jornadas con altas volatilidades que superaban los 40 puntos básicos diarios.



Mínimo	4.51359%	Mínimo	9.7307%	Mínimo	2.1397%
Máximo	3.8641%	Máximo	13.2861%	Máximo	3.0305%
Suma	15.5262%	Suma	2.1361%	Suma	16.1948%
Cuenta	107	Cuenta	245	Cuenta	245
Nivel de confianza(95,0%)	0,00254989	Nivel de confianza(95,0%)	0,00242134	Nivel de confianza(95,0%)	0,00083947
Mediana	0,2114%	Mediana	0,1331%	Mediana	0.0000%
Moda	0.0000%	Moda	0.0000%	Moda	0.0000%
Desviación estándar	1.3304%	Desviación estándar	1.9241%	Desviación estándar	0,6671%
Varianza de la muestra	0,0177%	Varianza de la muestra	0,0370%	Varianza de la muestra	0.0044
Curtosis	2,0866	Curtosis	12,4816	Curtosis	3,2676
Coefficiente de asimetría	0,2837	Coefficiente de asimetría	0,9148	Coefficiente de asimetría	0,62037
Rango	8.3777%	Rango	23.0168%	Rango	5.1702%



Al observar los datos que arrojó el análisis estadístico descriptivo para este título, se puede ver que la volatilidad mas alta presentada en el periodo analizado se dio en el año 2006 con 1.92%.

El coeficiente de asimetría permite decir que los datos son asimétricos lo que indica que están en este caso ubicados a la derecha de la curva, por ser positivos, y siendo el del año 2006 el mayor de los tres coeficientes, lo que indica que en este año los datos estuvieron mucho mas alejados de la curva normal.

La Curtosis más alta se dio en el año 2006 con un 12.48 lo cual nos indica que los datos estuvieron más concentrados en la zona central de distribución con respecto a los otros periodos analizados, lo que se refleja en una grafica mas con un pico en la parte donde se presento la mayor concentración de valores.

El mínimo registrado fue de -9.73% en el año 2006, y el máximo fue de 13.28% en el mismo año.

## 9. METODOLOGIA DE CÁLCULO DE VAR PARA PORTAFOLIO DE TES

El Valor en Riesgo (VaR) es una medida del riesgo de tipo estadístico. Puede utilizarse para estimar el riesgo de mercado de una cartera (o de una inversión) para la que no existe una serie histórica de precios, bien porque no se recogieron los datos o porque la composición de la cartera ha cambiado recientemente.

El VaR de una cartera se define como la máxima pérdida esperada debida a un movimiento adverso, dentro de un determinado intervalo de confianza, a lo largo de un determinado horizonte temporal. Por ejemplo, un típico informe del VaR indicaría que una cartera determinada tiene una probabilidad del 5% de perder más de 10 millones de euros en la próxima semana (o que hay un 95% de probabilidad de perder como mucho 10 millones de euros).

Otro ejemplo, un VaR diario del 99% es la cantidad de dinero máxima que la cartera perderá en 99 de cada 100 días (es decir, sólo un día de cada cien podría superar dicha cantidad), teniendo en cuenta la composición actual de la cartera y el comportamiento reciente del mercado.

El VaR tiene tres componentes:

- Un periodo de tiempo (día, mes, año)
- Un nivel de confianza (95% o 99%)
- Una pérdida máxima (expresada en moneda o en porcentaje)

El valor en riesgo (VAR) se puede calcular mediante tres métodos:

1. Método paramétrico
2. Método no-paramétrico o de simulación histórica
3. Métodos Mixtos (Simulación de Montecarlo)

**9.1. Método Paramétrico.** Tienen como característica el supuesto de que los rendimientos del activo en cuestión se distribuyen de acuerdo con una curva de densidad de probabilidad normal.

El modelo Paramétrico que determina el valor en riesgo de una posición es el siguiente:

$$VaR = VA * Z * \sigma * \sqrt{t}$$

Donde:

VA= Monto total de la inversión o la exposición total en riesgo

Z = Factor que determina el nivel de confianza del cálculo, en este caso se trabajo un nivel de confianza de 95%, la equivalencia de Z es 1,645.

$\sigma$ : Desviación estándar de los rendimientos del activo.

T = Horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR (*holding period*)

**9.2. Método No-Paramétrico o de simulación histórica.** Consiste en utilizar una serie histórica de precios de la posición de riesgo (portafolios) para construir una serie de tiempo de precios y/o rendimientos simulados o hipotéticos, con el supuesto de que se ha conservado el portafolio durante el periodo de tiempo de la serie histórica.<sup>v</sup>

**9.3. Simulación de Montecarlo.** "Este método consiste en la generación de números aleatorios para calcular el valor de la cartera generando escenarios de cambio en los factores de riesgo. Un nuevo número número aleatorio sirve para generar un nuevo valor de la cartera o precio del activo con igual probabilidad de ocurrencia que los demás y determinar la pérdida o ganancia del mismo. La mayor ventaja del método es poder valorar instrumentos no lineales como opciones".<sup>vi</sup>

Para el cálculo del VAR paramétrico de cada uno de los títulos que conforma el portafolio es necesario realizar los siguientes pasos:

1. Obtener los datos históricos de las cotizaciones diarias de cada título en un periodo de dos años (2005-2007), estos datos se obtuvieron de la

<sup>v</sup> Medición y control de riesgos financieros/Alfonso de Lara Haro / pag68

<sup>vi</sup> MACÍAS V., Ing. Gloria Inés. Universidad Autónoma de Bucaramanga.



página de Grupo aval.  
[http://www.grupoaval.com.co/portal/page?\\_pageid=33,115460184&\\_da d=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.grupoaval.com.co/portal/page?_pageid=33,115460184&_da d=portal&_schema=PORTAL))

- Una vez se tuvo la base de datos, se procedió a calcular un delta, llamado en el archivo Delta i, el cual muestra el cambio porcentual con respecto al día anterior de cada uno de los títulos

	FECHA	TASA	DELTA I
7	27/07/2005	10.50%	
8	592 28/07/2005	10.50%	0.00%
9	593 29/07/2005	10.50%	0.00%
10	594 30/07/2005	10.50%	0.00%
11	595 31/07/2005	10.50%	0.00%
12	596 01/08/2005	10.48%	-0.02%
13	597 02/08/2005	10.47%	-0.01%
14	598 03/08/2005	10.45%	-0.02%
15	599 04/08/2005	10.43%	-0.02%
16	584 05/08/2005	10.55%	0.02%
17	583 10/08/2005	10.48%	-0.01%
18	581 12/08/2005	10.48%	0.00%
19	580 15/08/2005	10.48%	0.00%
20	579 15/08/2005	10.48%	0.00%

- Se elevó el delta al cuadrado, como parte del proceso para el cálculo de la desviación del título en el periodo de tiempo evaluado.

	FECHA	TASA	DELTA I	DELTA I^2
7	27/07/2005	10.50%		
8	592 28/07/2005	10.50%	0.00%	0
9	593 29/07/2005	10.50%	0.00%	9E-08
10	594 30/07/2005	10.50%	0.00%	1.5E-07
11	595 31/07/2005	10.48%	-0.00%	8.1E-07
12	596 01/08/2005	10.48%	-0.02%	4E-08
13	597 02/08/2005	10.47%	-0.01%	1E-08
14	598 03/08/2005	10.45%	-0.02%	1.6E-07
15	599 04/08/2005	10.43%	-0.02%	0.000001
16	584 05/08/2005	10.55%	0.02%	9E-08
17	583 10/08/2005	10.48%	-0.01%	8.1E-08
18	581 12/08/2005	10.48%	0.00%	1E-08
19	580 15/08/2005	10.48%	0.00%	4E-08
20	579 15/08/2005	10.48%	0.00%	9E-08

- Se tiene un Lambda y un RMSE (Margen de error), que se realizan con el fin de suavizar el cálculo del VAR. Inicialmente el valor del Lambda es de 0.9 para efectos de los cálculos de cada una de las columnas en las



que se ve involucrado dicho dato, luego se corre la función solver con el fin de que este dato sea el preciso con respecto al RMSE calculado.

	FECHA	TASA	DELTA I	DELTA I <sup>2</sup>	LAMBDA*(I-1)
7	27/07/2005	10.50%			
8	28/07/2005	10.50%	0.00%	0	0.06407E-28
9	29/07/2005	10.53%	0.03%	9E-08	1.00712E-27
10	30/07/2005	10.57%	0.04%	1.6E-07	1.11502E-27
11	31/07/2005	10.48%	-0.09%	8.1E-07	1.24236E-27
12	01/08/2005	10.42%	-0.07%	4E-08	1.38151E-27
13	04/08/2005	10.47%	-0.01%	1E-08	1.53501E-27
14	05/08/2005	10.51%	0.04%	1.6E-07	1.70556E-27
15	08/08/2005	10.61%	0.10%	0.000001	1.89507E-27
16	09/08/2005	10.58%	-0.03%	9E-08	2.10563E-27
17	10/08/2005	10.40%	-0.09%	8.1E-07	2.33052E-27
18	11/08/2005	10.48%	-0.01%	1E-08	2.56955E-27
19	12/08/2005	10.46%	-0.02%	4E-08	2.82839E-27
20	15/08/2005	10.49%	0.03%	9E-08	3.10512E-27

5. Elevo el Lambda al número de datos u observaciones menos 1.
6. El dato anteriormente obtenido, se multiplica por el delta que elevé al cuadrado. Llamemos a este resultado Y con fines prácticos.

	FECHA	TASA	DELTA I	DELTA I <sup>2</sup>	LAMBDA*(I-1)	LAMBDA*(I-1)*DELTA I <sup>2</sup>
7	27/07/2005	10.50%				
8	28/07/2005	10.50%	0.00%	0	0.06407E-28	0
9	29/07/2005	10.53%	0.03%	9E-08	1.00712E-27	9.06407E-35
10	30/07/2005	10.57%	0.04%	1.6E-07	1.11502E-27	1.79043E-34
11	31/07/2005	10.48%	-0.09%	8.1E-07	1.24236E-27	1.00712E-33
12	01/08/2005	10.42%	-0.07%	4E-08	1.38151E-27	5.52603E-35
13	04/08/2005	10.47%	-0.01%	1E-08	1.53501E-27	1.53501E-35
14	05/08/2005	10.51%	0.04%	1.6E-07	1.70556E-27	2.72849E-34
15	08/08/2005	10.61%	0.10%	0.000001	1.89507E-27	1.89507E-33
16	09/08/2005	10.58%	-0.03%	9E-08	2.10563E-27	1.89507E-34
17	10/08/2005	10.40%	-0.09%	8.1E-07	2.33052E-27	1.89507E-33
18	11/08/2005	10.48%	-0.01%	1E-08	2.56955E-27	2.56955E-35
19	12/08/2005	10.46%	-0.02%	4E-08	2.82839E-27	1.13516E-34
20	15/08/2005	10.49%	0.03%	9E-08	3.10512E-27	2.82839E-34

7. Multiplico Y por uno menos el lambda. Este dato es la varianza. El último dato que tengo de varianza va a ser el utilizado en el cálculo de la desviación.

FECHA	TASA	DELTA 1	DELTA 2	LAMBDA (t-1)	LAMBDA (t) DELTA 2	VARIANZA	VARIANZA t
22/07/2007	10.20%	0.00%	0.00%	0	0.000000	0	0
28/07/2007	10.50%	0.00%	0.00%	0	0.000000	0	0
29/07/2007	10.50%	0.00%	0.00%	0.00	0.000000	0	0
03/08/2007	10.57%	0.04%	0.04%	0.00	0.000000	0	0
02/08/2008	10.48%	-0.09%	-0.09%	0.00	0.000000	0	0
03/08/2008	10.48%	-0.09%	-0.09%	0.00	0.000000	0	0
06/08/2008	10.52%	0.04%	0.04%	0.00	0.000000	0	0
08/08/2008	10.52%	0.04%	0.04%	0.00	0.000000	0	0
09/08/2008	10.58%	-0.06%	-0.06%	0.00	0.000000	0	0
10/08/2008	10.48%	-0.09%	-0.09%	0.00	0.000000	0	0
11/08/2008	10.44%	-0.05%	-0.05%	0.00	0.000000	0	0
12/08/2008	10.48%	-0.09%	-0.09%	0.00	0.000000	0	0
14/08/2008	10.44%	-0.05%	-0.05%	0.00	0.000000	0	0
17/08/2008	10.48%	-0.09%	-0.09%	0.00	0.000000	0	0
17/08/2008	10.48%	-0.09%	-0.09%	0.00	0.000000	0	0

La desviación en el periodo t, es igual a la raíz cuadrada del último dato de varianza obtenido. Para efectos del cálculo del VAR es recomendable utilizar una desviación dinámica, la cual me permitirá aproximar más a la realidad los datos.

La desviación dinámica la obtengo de la siguiente manera:  
 $RAIZ ((1-\text{lambda}) * \text{delta}^2 + \text{Lambda} * \text{desviación } t^2)$

FECHA	TASA	DELTA 1	DELTA 2	LAMBDA (t-1)	LAMBDA (t) DELTA 2	VARIANZA	VARIANZA t
06/12/2007	10.21%	0.01%	0.01%	1F-08	0.37470880	5.8742E-05	5.8742E-05
07/12/2007	10.20%	-0.01%	-0.01%	1E-08	0.43046721	4.50457E-05	4.50457E-05
09/12/2007	10.21%	0.01%	0.01%	1E-08	0.47889559	4.78897E-05	4.78897E-05
11/12/2007	10.23%	0.02%	0.02%	4E-08	0.511845	4.2576E-05	4.2576E-05
13/12/2007	10.21%	-0.02%	-0.02%	1E-08	0.550259	2.3515E-05	2.3515E-05
15/12/2007	10.22%	0.01%	0.01%	3E-08	0.5855	3.3615E-05	3.3615E-05
16/12/2007	10.24%	0.02%	0.02%	1E-08	0.625	2.28E-05	2.28E-05
17/12/2007	10.22%	0.01%	0.01%	1E-08	0.681	8.1E-06	8.1E-06
18/12/2007	10.21%	-0.01%	-0.01%	1E-07	0.74	1.44E-07	1.44E-07
19/12/2007	10.26%	0.05%	0.05%	2E-08	1	2E-08	2E-08
01/01/2008	10.37%	0.07%	0.07%	4E-07		DESVIACION t	DESVIACION t
01/01/2008	10.44%	0.07%	0.07%	4E-07		DESVIACION t	DESVIACION t
02/01/2008	10.44%	0.07%	0.07%				
03/01/2008	10.46%	0.02%	0.02%	4E-08			
07/01/2008	10.50%	0.01%	0.01%	1E-07			
09/01/2008	10.52%	0.02%	0.02%	4E-08			
11/01/2008	10.48%	0.04%	0.04%	1E-07			
13/01/2008	10.53%	0.05%	0.05%	0E-08			
15/01/2008	10.54%	0.02%	0.02%	9E-08			
16/01/2008	10.55%	0.04%	0.04%	4E-07			
17/01/2008	10.44%	0.04%	0.04%	4E-07			

8. En la siguiente columna, cálculo la multiplicación de la varianza por el lambda.



TASA	DELTA1	DELTA^2	LAMBDA*(1-J)	LAMBDA*(1-J)*DELTA^2	VARIANZA	VARIANZA/LAMBDA
10.00%						
10.05%	0.02%		0.000000			
10.10%	0.04%		0.000000			
10.15%	0.06%		0.000000			
10.20%	0.08%		0.000000			
10.25%	0.10%		0.000000			
10.30%	0.12%		0.000000			
10.35%	0.14%		0.000000			
10.40%	0.16%		0.000000			
10.45%	0.18%		0.000000			

9. Finalmente resto al dato de  $\Delta^2$  el dato anterior (varianza por lambda). Y el resultado obtenido lo elevo al cuadrado. La sumatoria de todos estos valores me servirán en el cálculo del RMSE.

TASA	DELTA1	DELTA^2	LAMBDA*(1-J)	LAMBDA*(1-J)*DELTA^2	VARIANZA	VARIANZA/LAMBDA
10.00%						
10.05%	0.02%		0.000000			
10.10%	0.04%		0.000000			
10.15%	0.06%		0.000000			
10.20%	0.08%		0.000000			
10.25%	0.10%		0.000000			
10.30%	0.12%		0.000000			
10.35%	0.14%		0.000000			
10.40%	0.16%		0.000000			
10.45%	0.18%		0.000000			

10. Las primeras tres columnas las calculo también para el periodo a utilizar en el backtesting (2008).

TASA	DELTA1	DELTA^2	LAMBDA*(1-J)	LAMBDA*(1-J)*DELTA^2	VARIANZA	VARIANZA/LAMBDA
10.00%						
10.05%	0.02%		0.000000			
10.10%	0.04%		0.000000			
10.15%	0.06%		0.000000			
10.20%	0.08%		0.000000			
10.25%	0.10%		0.000000			
10.30%	0.12%		0.000000			
10.35%	0.14%		0.000000			
10.40%	0.16%		0.000000			
10.45%	0.18%		0.000000			



11. Pego la tabla en donde calculo el precio del título y duración modificada para hacer uso de estos datos en el cálculo del VAR.

12. Una vez tengo todos estos datos puedo calcular el VAR, de la siguiente forma:

$$\text{Dur Mod} * \text{Valor Actual} * \text{Desviación } t+1 * Z * \text{Raíz } (t)$$

Una vez se obtiene el VAR de cada uno de los títulos que compone el portafolio, se procedió a calcular el VAR para el portafolio, de manera que todos los títulos coincidan en sus fechas de cotización para una mayor precisión en el cálculo.

VALOR EN RIESGO (VAR) PARAMÉTRICO DEL PORTAFOLIO										
FECHA	DELTA									
	TFIT0612021	TFIT1012091	TUVT122502	TUVT072209	TFIT15240720	TFIT06120210	TFIT10120914	TUVT12250215	TUVT07220910	TFIT15240720
27/07/2005	0.0908	0.1039	0.0534	0.0443	0.105	-0.0004	-0.0015	-0.0013	-0.0016	0
28/07/2005	0.0904	0.1024	0.0521	0.0425	0.105	-1E-04	0.0005	-0.0011	-0.001	0.0003
29/07/2005	0.0903	0.1029	0.051	0.0415	0.1053	0.0015	0.0003	0.001	0.0015	0.0004
01/08/2005	0.0918	0.1032	0.052	0.043	0.1057	-0.002	-0.0016	-1E-04	0.0003	-0.0009
02/08/2005	0.0898	0.1014	0.0519	0.0433	0.1048	-0.0019	-0.0012	0.0005	0.0002	-0.0002
03/08/2005	0.0879	0.1002	0.0524	0.0435	0.1048	0.0002	0.0008	0.0009	0.0004	0.0001
04/08/2005	0.0881	0.101	0.0533	0.0439	0.1047	0.0001	0.0008	0.0013	0.0016	0.0004
05/08/2005	0.0882	0.1016	0.0548	0.0455	0.1051	0.0011	0.0016	0.0016	0	0.001
06/08/2005	0.0893	0.1034	0.0584	0.0455	0.1051	0.0002	-0.0011	-0.0002	0.0011	-0.0003
08/08/2005	0.0895	0.1023	0.0582	0.0458	0.1058	-0.0008	0	-0.0025	-0.0015	-0.0009
09/08/2005	0.0889	0.1023	0.0537	0.0451	0.1049	0.0014	-0.0008	0.0016	0	-1E-04
11/08/2005	0.0903	0.1017	0.0555	0.0451	0.1048	-0.0004	0.0003	-0.0007	0.0013	-0.0002
12/08/2005	0.0899	0.102	0.0548	0.0464	0.1046	0.0003	0.0002	0.0005	0.0009	0.0003
18/08/2005	0.0902	0.1022	0.0553	0.0473	0.1049	0.0011	0.002	0.0013	0.0013	0.0018
17/08/2005	0.0913	0.1042	0.0568	0.0488	0.1087	-0.0002	-0.0009	-1E-04	-0.0004	-0.0004
18/08/2005	0.0911	0.1033	0.0585	0.0482	0.1063	0	0.0009	-0.0003	-0.0002	-0.0004
19/08/2005	0.0911	0.1042	0.0582	0.048	0.1059	0	-0.0005	-0.0004	-0.0009	-1E-04
22/08/2005	0.0911	0.1037	0.0558	0.0471	0.1058	-0.0001	-0.0007	-0.0009	-0.0013	-0.0002
23/08/2005	0.091	0.103	0.0549	0.0458	0.1058	0	-0.0002	-0.0002	0.0002	0
24/08/2005	0.091	0.1028	0.0547	0.046	0.1058	-0.0002	-0.0008	-0.0009	-0.0002	-0.0001
25/08/2005	0.0908	0.1022	0.0539	0.044	0.1055	-0.0003	0.0003	-0.0001	-0.0003	-0.0005
26/08/2005	0.0905	0.1025	0.0537	0.0437	0.105	-0.0009	-0.0011	-0.001	-0.0008	-0.0009
29/08/2005	0.0898	0.1014	0.0527	0.0431	0.1041	-0.0004	0	-1E-04	0.0004	-0.0003
30/08/2005	0.0892	0.1014	0.0528	0.0435	0.1038	-0.0004	-0.0009	-0.0008	-0.0009	-0.0002

MATRIZ DE VOLATILIDAD DE PRECIOS					
	TFIT15240720	TFIT06120210	TFIT10120914	UVT0722091	TUVT12250215
TFIT15240720	3,78%	0	0	0	0
TFIT06120210	0	0,53%	0	0	0
TFIT10120914	0	0	2,36%	0	0
TUVT07220910	0	0	0	0,42%	0
TUVT12250215	0	0	0	0	1,47%

MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA					
	TFIT15240720	TFIT06120210	TFIT10120914	UVT0722091	TUVT12250215
TFIT15240720	0,001428445	0,000195826	0,000860531	0,00014483	0,000528873
TFIT06120210	0,000195826	2,81534E-05	0,000122387	2,0625E-05	7,492E-05
TFIT10120914	0,000860531	0,000122387	0,000558118	9,1832E-05	0,000329453
TUVT07220910	0,000144832	2,06252E-05	9,18324E-05	1,7275E-05	5,86871E-05
TUVT12250215	0,000528873	7,492E-05	0,000329453	5,8687E-05	0,000215238

VARIANZA DEL PORTAFOLIO	1,6577%
1era Metodología	VAR DEL PORTAFOLIO DIVERSIFICADO \$ (104.676.346,75)
2da Metodología	VAR DEL PORTAFOLIO DIVERSIFICADO \$ (104.676.346,75)

Una vez hechos los cálculos de varianza, covarianza y correlación de los datos, se determinó el VAR para el portafolio por la metodología paramétrica y el resultado fue una pérdida estimada de (\$104.676.346.75).

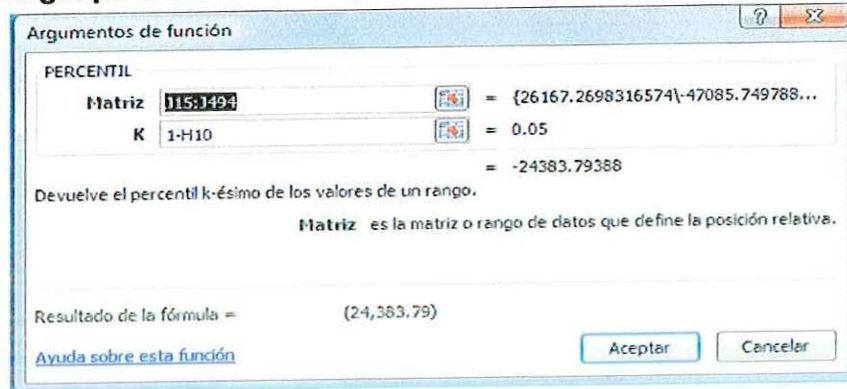
## 10. VAR NO PARAMETRICO

### 10.1. Cálculo de variables Método No-Paramétrico

<b>Último Precio:</b> Precio del bono
<b>VA:</b> Valor nominal de la inversión * precio del bono
<b>% de cambio en el precio:</b> $-Dm * \delta i * \text{tasa}$
<b>Escenario de precios St:</b> (Ult. Precio * (1+%cambio en el precio))
<b>Escenario de posición VF:</b> Escenario de precios St* VN inversión
<b>Escenarios de P/G VF-VA:</b> Escenario de posición VF - VA
<b>VaR:</b> Se utiliza la función de Excel PERCENTIL



## Metodología para hallar el VaR, con función PERCENTIL.



1. Matriz= Se introduce el rango de datos correspondientes a los escenarios de P/G.
2. K = 1 – Nivel de confianza dado

FECHA	TASA	DELTA I	% CAMBIO PRECIO	ESCENARIO S PRECIOS	ESCENARIOS POSICION	ESCENARIOS P/G	NIVEL CONFIAN	99%	TES FERRER
3-Ene-05	11.17%							128.21%	VENCIMEN
4-Ene-05	11.01%	-0.18%	-0.257%	128.54%	642,688,457.00	1,649,432.28		500,000,000.00	CUPON
5-Ene-05	11.12%	0.11%	-0.177%	127.99%	639,603,040.02	-1,133,564.69		641,037,024.72	VN
6-Ene-05	11.22%	0.10%	-0.161%	128.02%	640,006,129.54	-1,030,695.17		1,408,695.17	F VALORAC
7-Ene-05	11.16%	-0.06%	0.060%	128.93%	641,655,581.82	618,537.10			FIR MOD
10-Ene-05	11.20%	0.14%	-0.225%	127.92%	639,589,771.47	-1,448,259.24			DM
11-Ene-05	11.09%	-0.21%	0.333%	128.64%	649,201,804.58	2,164,878.87			VN INVERS
12-Ene-05	11.09%	-0.21%	0.333%	128.64%	649,201,804.58	2,164,878.87			
13-Ene-05	10.98%	-0.11%	0.177%	128.49%	642,171,009.41	1,133,834.69			
14-Ene-05	11.10%	0.12%	-0.169%	127.96%	639,789,850.51	-1,287,074.21			REC
17-Ene-05	11.26%	0.26%	-0.418%	127.97%	638,154,597.26	-2,600,327.45			31/12
18-Ene-05	11.26%	-0.10%	0.161%	128.41%	642,067,918.33	1,080,895.17			18/02
19-Ene-05	11.20%	-0.06%	0.060%	128.93%	641,655,581.82	618,537.10			18/02
20-Ene-05	11.32%	0.12%	-0.189%	127.96%	639,789,850.51	-1,287,074.21			18/02
21-Ene-05	11.26%	-0.06%	0.060%	128.93%	641,655,581.82	618,537.10			
24-Ene-05	11.28%	0.02%	-0.092%	128.17%	640,830,845.45	-208,178.08			
25-Ene-05	11.20%	-0.08%	0.128%	128.37%	641,861,740.93	824,715.14			
26-Ene-05	11.20%	0.00%	0.000%	128.21%	641,037,024.72	-			
27-Ene-05	11.24%	0.04%	-0.064%	128.12%	640,824,656.45	-412,858.07			DURACION
28-Ene-05	11.20%	-0.04%	0.064%	128.26%	641,448,382.79	412,858.07			

Para el cálculo del VAR no paramétrico de cada uno de los títulos que conforma el portafolio es necesario realizar los siguientes pasos:



1. Se deben incluir las columnas que aparecen en la gráfica.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4	FECHA	TASA	DELTA I	% CAMBIO PRECIO	ESCENARIO S PRECIOS	ESCENARIOS POSICION	ESCENARIOS P/G	
5	3-Ene-05	11.17%						
6	4-Ene-05	11.01%	-0.16%	0.257%	128.54%	642,686,457.00	1,649,432.28	
7	5-Ene-05	11.12%	0.11%	-0.177%	127.98%	639,903,040.02	- 1,133,984.69	
8	6-Ene-05	11.22%	0.10%	-0.161%	128.00%	640,006,129.54	- 1,030,895.17	
9	7-Ene-05	11.16%	-0.06%	0.096%	128.33%	641,655,561.82	618,537.10	
10	11-Ene-05	11.30%	0.14%	-0.225%	127.92%	639,593,771.47	- 1,443,253.24	
11	12-Ene-05	11.09%	-0.21%	0.338%	128.64%	643,201,904.58	2,164,879.87	
12	13-Ene-05	10.98%	-0.11%	0.177%	128.43%	642,171,009.41	1,133,984.69	
13	14-Ene-05	11.10%	0.12%	-0.193%	127.96%	639,799,950.51	- 1,237,074.21	

2. En la columna % cambio precio, se calcula la variación del precio de un día para otro, multiplicando el delta i por la duración modificada del día en cuestión.

3. En la columna Escenarios Precio se calcula el precio teniendo en cuenta la variación encontrada en la columna anterior y se calcula de la siguiente forma, %cambio precio \* (1+ ultimo precio)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4	FECHA	TASA	DELTA I	% CAMBIO PRECIO	ESCENARIO S PRECIOS	ESCENARIOS POSICION	ESCENARIOS P/G			
5	3-Ene-05	11.17%								
6	4-Ene-05	11.01%	0.16%	0.257%	$128.54\% \times (1 + 0.257\%)$		1,649,432.28			
7	5-Ene-05	11.12%	0.11%	-0.177%	127.98%	639,903,040.02	- 1,133,984.69			
8	6-Ene-05	11.22%	0.10%	-0.161%	128.00%	640,006,129.54	- 1,030,895.17			
9	7-Ene-05	11.16%	-0.06%	0.096%	128.33%	641,655,561.82	618,537.10			
10	11-Ene-05	11.30%	0.14%	-0.225%	127.92%	639,593,771.47	- 1,443,253.24			
11	12-Ene-05	11.09%	-0.21%	0.338%	128.64%	643,201,904.58	2,164,879.87			
12	13-Ene-05	10.98%	-0.11%	0.177%	128.43%	642,171,009.41	1,133,984.69			
13	14-Ene-05	11.10%	0.12%	-0.193%	127.96%	639,799,950.51	- 1,237,074.21			
14	17-Ene-05	11.36%	0.26%	-0.418%	127.67%	638,356,697.26	- 2,680,327.45			
15	18-Ene-05	11.26%	-0.10%	0.161%	128.41%	642,067,919.89	1,030,895.17			
16	19-Ene-05	11.20%	-0.06%	0.096%	128.33%	641,655,561.82	618,537.10			
17	20-Ene-05	11.32%	0.12%	-0.193%	127.96%	639,799,950.51	- 1,237,074.21			
18	21-Ene-05	11.26%	-0.06%	0.096%	128.33%	641,655,561.82	618,537.10			
19	24-Ene-05	11.28%	0.02%	-0.092%	128.17%	640,830,845.68	- 206,179.03			

NIVEL CONFIAN	99%
ULT PRECIO	128.21%
VNI INVERSION	500,000,000.00
VA	641,037,024.72
DUR MOD	1.608167914
VAR	- 3,774,107.23

4. En la columna de escenarios posición se calcula el valor total de inversión, es decir el precio por el valor de la inversión.

FECHA	TASA	DELTA I	% CAMBIO PRECIO	ESCENARIOS \$ PRECIOS	ESCENARIOS POSICION	ESCENARIOS P/G
3-Ene-05	11.17%			128.54%	+66*5161	1,649,432.28
4-Ene-05	11.01%	-0.16%	0.257%	127.98%	639,603,040.02	- 1,133,684.69
5-Ene-05	11.12%	0.11%	-0.177%	128.00%	640,006,129.54	- 1,030,695.37
6-Ene-05	11.22%	0.10%	-0.161%	128.33%	641,655,561.82	618,537.10
7-Ene-05	11.16%	-0.06%	0.066%	127.92%	639,593,771.47	1,443,252.24
10-Ene-05	11.30%	0.14%	0.225%	128.64%	643,201,804.58	2,164,879.67
11-Ene-05	11.05%	-0.21%	0.338%	128.13%	642,171,009.41	- 1,133,681.69
12-Ene-05	10.98%	-0.11%	0.177%	127.56%	639,789,850.51	- 1,237,074.21
13-Ene-05	11.10%	0.12%	-0.153%	127.67%	638,356,697.26	- 2,680,327.15
14-Ene-05	11.26%	0.26%	-0.118%	128.41%	642,067,819.89	1,030,695.17
15-Ene-05	11.20%	-0.10%	0.165%	128.34%	641,655,561.82	618,547.10
16-Ene-05	11.20%	-0.10%	0.165%	127.96%	639,789,850.51	- 1,237,074.21
17-Ene-05	11.32%	0.12%	-0.153%	127.96%	639,789,850.51	- 1,237,074.21
18-Ene-05	11.26%	-0.10%	0.165%	128.17%	640,630,815.68	206,179.03
19-Ene-05	11.28%	0.02%	-0.032%			

NIVEL CONFIAN	99%
ULT PRECIO	128.21%
VN INVERSION	500,000,000.00
VA	641,037,024.72
DUR MOD	1.503167314
VAR	- 3,774,107.23

5. Se incluye la tabla de cálculo de precio del título de la siguiente forma:

NIVEL CONFIAN	99%
ULT PRECIO	128.21%
VN INVERSION	500,000,000.00
VA	641,037,024.72
DUR MOD	1.503167314
VAR	- 3,774,107.23

TES FEBRERO 2010	
VENCIMIENTO	15/02/2010
CUPON	15.00% AV
VN	100%
F VALORACION	15/12/2008
TIR MDO	9.50%
EM	0.760843337
VN INVERSION	500,000,000.00

FECHA	DIAS	AÑOS	FI	VFFI	VFFI'
15/12/2008					
15/01/2009	-305	-0.83	13.00%	14.0914%	-0.119211079
15/02/2009	57	-0.15	13.00%	12.8398%	0.000004282
15/02/2010	422	1.15	113.00%	101.9161%	1.171385314
				118.2074%	1.072173521

DURACION	C. E.	AÑOS	
		202	DIAS

En esta metodología, el VAR se calcula como el percentil de la columna donde se encuentran los escenarios de pérdidas y ganancias con un k de 1 menos el nivel de confianza, así:



ESCEARIOS POSICION	ESCEARIOS P/S	NIVEL CONFIANZA	59%	TES FEBRERO 2010	12/02/2010
E42 885,457.00	1,649,432.28	J.T.PRECIO	128.21%	VENCIMIENTO	13.00% AV
E39 508,040.02	- 1,183,584.69	VN INVERSION	500,000,000.00	CUPON	100%
E40 006,129.54	- 1,080,895.17	VA	641,037,024.72	F VALORACION	33/12/2007
E41 655,561.62	618,537.10	DUR MOD	1.608167914	VAR	+PERCENTIL(66.6745, 1-)
E39 508,771.47	- 1,448,263.24			DM	1.537414689
E43 201,604.88	2,164,879.87			VN INVERSION	500,000,000.00
E42 171,090.41	1,133,584.69				
E39 799,550.51	- 1,237,074.21				
E38 858,487.24	- 2,480,327.45				
E42 067,510.60	1,003,895.17				
E41 655,561.62	618,537.10				
E39 799,550.51	- 1,237,074.21				
E41 655,561.62	618,537.10				
E40 830,845.48	- 206,179.03				
E41 651,740.66	824,716.14				
E41 037,024.72					
E40 624,666.65	- 412,358.67				

FECHA	DIAS	AÑOS	FI	VFF
31/12/2007				
13/02/2008	44	0.12	13.00%	12.850
13/02/2009	410	1.12	13.00%	11.670
13/02/2010	775	2.12	113.00%	52.155
				116.671

DURACION	1.53 años
----------	-----------

### VALOR EN RIESGO (VAR) NO PARAMÉTRICO DEL PORTAFOLIO

BONO	DM	N CONFIANZA	T	Z
TFIT15240720	6.174427112	0.99	1	-1.644853627
TFIT06120210	0.949683504			
TFIT10120914	3.654264667			
TUVT07220910	1.581781105			
TUVT12250215	4.754865962			

BONO	VN INVERSION	ULT. PRECIO	VA	VAR I
TFIT15240720	500,000,000.00	107.01%	535,041,138.61	- 12,518,382.22
TFIT06120210	500,000,000.00	128.21%	641,037,024.72	- 3,742,149.48
TFIT10120914	500,000,000.00	104.87%	524,346,201.53	- 12,517,882.23
TUVT07220910	500,000,000.00	107.43%	537,126,069.39	- 2,571,159.09
TUVT12250215	500,000,000.00	114.31%	571,564,738.13	- 10,775,592.75
SUMA --->			2,809,114,172.37	
VAR			(42,125,165.77)	

El cálculo del VAR para el portafolio por metodología No – Paramétrica arrojó una pérdida estimada de (\$42.125.165.77) a un nivel de confianza del 99%.



Calculo del VAR por metodología de Simulación de Montecarlo:

**VALOR EN RIESGO (VAR) DEL PORTAFOLIO POR SIMULACIÓN DE MONTECARLO**

FECHA	DELTA										FFIT06120210	FFIT10120914	
	FFIT06120210	FFIT10120914	TUVT07220910	TUVT12250215	FFIT06120210	FFIT10120914	TUVT07220910	TUVT12250215	FFIT06120210	FFIT10120914			
27/07/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
28/07/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
29/07/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
30/07/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
31/07/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
01/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
02/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
03/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
04/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
05/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
06/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
07/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
08/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
09/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
10/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
11/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
12/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
13/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
14/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
15/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
16/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
17/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
18/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
19/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
20/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
21/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
22/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
23/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
24/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
25/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
26/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
27/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
28/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
29/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
30/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003
31/08/2009	0.0094	0.0039	0.0534	0.0443	0.05	-0.0004	-0.0076	-0.0003	-0.0019	-0.0019	0.0003	-0.0003	-0.0003

BONO	DM	MEDIA	DESVIACION	N CONFIANZA	T	Z
FFIT15240720	6.174427112	-0.0042935	0.03773476	0.99	1	-1.6448533
FFIT06120210	0.000000000	-0.000000000	0.000000000			
FFIT10120914	3.85426467	-0.0028552	0.023024512			
TUVT07220910	1.581791100	-0.0004641	0.004156337			
TUVT12250215	4.754885982	-0.0016815	0.01467038			

BONO	VN INVERSION	ULT. PRECIO	VA	VAR I
FFIT15240720	500.000.000.00	107.009%	535.041.138.51	(\$ 9.805.688.79)
FFIT06120210	500.000.000.00	128.207%	641.037.024.72	(\$ 2.855.602.92)
FFIT10120914	500.000.000.00	104.889%	524.346.201.53	(\$ 1.899.080.30)
TUVT07220910	500.000.000.00	107.425%	537.125.059.39	(\$ 1.439.848.75)
TUVT12250215	500.000.000.00	114.313%	574.524.758.43	(\$ 1.952.143.74)
SUMA-->			2.607.754.262.06	

MATRIZ DE CORRELACIONES

	FFIT15240720	FFIT06120210	FFIT10120914	TUVT07220910	TUVT12250215
FFIT15240720	1	0.97650459	0.963767083	0.921981132	0.9538054
FFIT06120210	0.976504594	1	0.976354122	0.935238847	0.9624388
FFIT10120914	0.963767083	0.976354122	1	0.935238847	0.950542
TUVT07220910	0.921981132	0.935238847	0.935238847	1	0.9624388
TUVT12250215	0.953805351	0.9624388	0.950541976	0.962438801	1

VAR	(17.523.160.98)
-----	-----------------

La metodología de Simulación de Montecarlo, contempla diferentes escenarios que podrían suceder en un determinado tiempo, es por esto que en el caso puntual del portafolio analizado, se dió un escenario bastante optimista de la situación, arrojando una perdida estimada de (\$18.070.933.36). Ademas de esto, se vio influenciado el cálculo por la frecuencia poco coincidente de los titulos que conforman el portafolio.

## 11. METODOLOGIA DE CÁLCULO DEL BACKTESTING

El backtesting es un procedimiento estadístico utilizado para validar la calidad y la precisión de un modelo VaR, mediante la comparación de los resultados reales de las posiciones de trading y las medidas de riesgo generadas por los modelos. Dado que el backtesting permite detectar defectos en los modelos de riesgo, aquellos bancos que han desarrollado e introducido modelos VaR usan normalmente técnicas de backtesting.

Adicionalmente, el Comité de Basilea, y los reguladores en general, exigen el uso de backtesting en forma rutinaria en los bancos que usan metodologías VaR para determinar capitales mínimos regulatorios.

Existen distintas técnicas posibles para hacer backtesting. Estas técnicas continúan evolucionando, al mismo tiempo que siguen desarrollándose los modelos cuya calidad se pretende evaluar. Los bancos más sofisticados usan incluso diferentes tipos de backtesting a la vez. Según las características propias de cada método, surgen también diferentes interpretaciones de los resultados.

El proceso de backtesting implica calcular "excepciones", entendidas como la cantidad de veces en que las pérdidas reales del período subsiguiente superaron a la medida de VaR del modelo usado. Una vez detectadas las excepciones, se evalúa si se han presentado en un número superior al esperable. Por ejemplo, si se trabaja con una metodología VaR que usa parámetros correspondientes a un nivel de confianza del 99%, es esperable que las pérdidas excedan el VaR calculado 1 de cada 100 períodos.

Para el cálculo del backtesting es necesario tener un periodo de tiempo amplio con el cual pueda realizar la comparación de los datos reales vs los estimados por el VAR. Lo primero que debe hacerse es determinar el periodo de tiempo para el cual se va a hacer el backtesting, que como su nombre lo indica, es una retrospectiva de los cálculos para determinar que tan bien estimados estuvieron. En el caso específico del portafolio analizado en el presente trabajo, el backtesting se hace para el año 2008.

En la siguiente grafica, se puede apreciar la dinámica del cálculo del backtesting. Inicialmente insertamos en la fecha de valoración cada una de las fechas a evaluar; seguido a esto la tasa de cotización del título en cada uno de los días va a ser la tir de mercado utilizada en el cálculo del precio. El precio que nos arroje será insertado en la columna de precios, tal como se aprecia, de igual forma la duración modificada.



La desviación para efectos del cálculo del backtesting debe ser así, el primer dato utilizado será el mismo que se halló inicialmente como desviación dinámica y en base a éste se calcularán los demás de la siguiente forma,  $RAIZ((1-\lambda)\delta^2(\text{del día en cuestión}) + \lambda\delta^2(\text{desviación del día anterior})^2)$ .

Una vez se tienen estos datos, se incluye en la siguiente columna el VAR para cada día y se va comparando con el del día anterior de manera que se obtiene la diferencia entre el valor en riesgo estimado y el real.

FECHA	TASA	ULT PRECIO	VA	DUR MOD	DEV (I-1)	VAR (I)	P/0 REALES	VAR (R)
19/12/2007	10.35%	178.0730%	545.184.932.58	8.264372008	0.05438%	361.505.87	101.836.13	361.505.87
22/12/2007	10.37%	178.9927%	544.983.556.40	8.484242022	0.06821%	432.857.18	17.921.149.14	428.557.51
23/12/2007	10.44%	178.8225%	542.642.448.27	8.778888888	0.08081%	508.155.08	78.051.42	504.000.00
24/12/2007	10.48%	178.5137%	542.878.354.89	8.475772488	0.08079%	502.888.48	110.746.11	503.388.48
25/12/2007	10.50%	178.1856%	541.428.187.04	8.458118381	0.08298%	508.810.72	11.181.247.50	508.101.72
26/12/2007	10.52%	178.1739%	540.478.797.32	8.447830714	0.08489%	514.089.87	145.308.88	514.089.87
27/12/2007	10.48%	178.4848%	542.421.449.30	8.468884900	0.08849%	528.732.78	1.584.548.88	528.732.78
28/12/2007	10.51%	178.9841%	541.830.418.18	8.479018427	0.09024%	536.516.87	105.708.84	536.516.87
19/01/2008	10.54%	178.1850%	540.534.737.20	8.481884811	0.09028%	545.128.11	188.665.88	545.128.11
22/01/2008	10.64%	177.8538%	537.784.792.88	8.408280000	0.09028%	548.465.82	11.228.932.81	548.465.82
23/01/2008	10.70%	178.8888%	535.181.822.48	8.308800701	0.09489%	570.218.88	14.891.470.50	570.218.88
24/01/2008	11.31%	175.7128%	515.084.721.58	8.303405554	0.09499%	578.651.72	13.087.800.80	578.651.72
25/01/2008	11.45%	174.2828%	522.407.608.11	8.289228934	0.09534%	585.289.27	5.343.884.88	585.289.27
26/01/2008	11.18%	174.8117%	521.184.838.84	8.272008888	0.10880%	618.518.88	151.000.78	618.518.88
27/01/2008	11.12%	174.8184%	520.832.838.84	8.272008888	0.11741%	638.808.88	1.133.618.88	638.808.88
28/01/2008	11.08%	174.8000%	520.801.808.20	8.271818884	0.11811%	642.408.84	8.108.808.88	642.408.84
29/01/2008	11.14%	174.8878%	521.987.788.17	8.287747981	0.11760%	641.808.78	14.813.282.03	641.808.78
30/01/2008	11.08%	174.8500%	528.748.772.14	8.281111009	0.11870%	647.881.14	8.782.008.89	647.881.14
31/01/2008	11.04%	175.8128%	528.511.858.08	8.276811788	0.12485%	668.564.04	811.480.87	668.564.04
01/02/2008	11.08%	175.2448%	525.722.021.15	8.278801128	0.13000%	687.211.42	10.818.834.87	687.211.42
02/02/2008	11.04%	176.8088%	538.832.841.78	8.287881884	0.14282%	758.808.81	810.800.88	758.808.81
03/02/2008	11.12%	176.8712%	524.108.648.72	8.273028288	0.13888%	754.244.78	12.177.892.02	754.244.78
04/02/2008	11.18%	178.4218%	517.087.888.04	8.248797248	0.12840%	807.818.48	17.087.784.72	807.818.48
05/02/2008	11.31%	175.8897%	518.438.644.11	8.184202571	0.12500%	817.808.87	1.493.781.00	817.808.87

Para el cálculo del backtesting por metodología no paramétrica, se debe hacer lo siguiente:

Al igual que en la metodología paramétrica en el backtesting debe irse ingresando tanto fecha de valoración como tir de mercado para re calcular el precio, duración modificada y VAR para cada día, con el objetivo de ir comparando el Valor en riesgo calculado con el real.

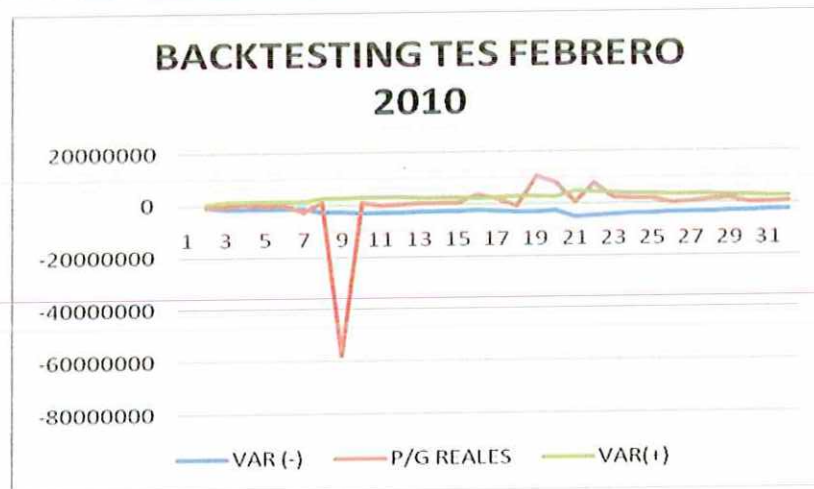


FECHA	TASA	ULT PRECIO	VA	DUR MOD	VAR (-)	P/G REALES	VAR(+)
31-Dic-07	10.00%	116.68%	583,380,375.18				
8-Ene-08	10.26%	116.58%	582,911,538.85	1.637614596	3,248,197.54	-468,836.34	3,248,197.54
10-Ene-08	10.33%	116.51%	582,567,151.72	1.614411738	3,199,601.38	-344,387.13	3,199,601.38
15-Ene-08	10.35%	116.63%	583,166,069.87	1.608167914	3,185,343.72	598,918.15	3,185,343.72
16-Ene-08	10.40%	116.57%	582,859,171.47	1.595390332	3,188,618.47	-306,898.40	3,188,618.47
17-Ene-08	10.40%	116.60%	583,017,187.55	1.592005432	3,186,940.42	158,016.09	3,186,940.42
21-Ene-08	10.70%	116.07%	580,346,871.74	1.589523795	3,187,804.42	-2,670,315.83	3,187,804.42
24-Ene-08	10.72%	116.24%	581,198,518.46	1.57316573	3,287,055.76	851,646.72	3,287,055.76
2-Abr-08	11.10%	117.87%	589,358,253.17	1.56645493	3,291,889.46	8,169,734.71	3,291,889.46
4-Abr-08	11.03%	118.06%	590,280,366.17	1.389577004	3,469,507.20	912,113.00	3,469,507.20
7-Abr-08	11.09%	118.06%	590,299,988.87	1.38576985	3,475,277.27	19,622.70	3,475,277.27
8-Abr-08	11.07%	118.13%	590,632,514.91	1.377406848	3,475,592.80	392,526.05	3,475,592.80
9-Abr-08	11.00%	118.27%	591,370,670.88	1.375260247	3,477,350.55	738,155.97	3,477,350.55
11-Abr-08	10.97%	118.39%	591,952,037.19	1.378911242	3,481,686.44	581,365.31	3,481,686.44
14-Abr-08	10.97%	118.49%	592,458,687.71	1.369452884	3,485,119.24	506,650.52	3,485,119.24
30-Abr-08	10.77%	119.35%	596,746,366.81	1.362046218	3,488,102.14	4,287,679.10	3,488,102.14
30-May-08	11.12%	119.83%	599,159,747.83	1.325653002	3,513,345.87	2,413,381.02	3,513,345.87
10-Jun-08	11.41%	119.79%	598,949,056.02	1.246252723	3,527,554.65	-210,091.82	3,527,554.65
14-Ago-08	11.96%	122.18%	610,907,450.69	1.21491785	3,526,314.20	11,658,304.67	3,526,314.20

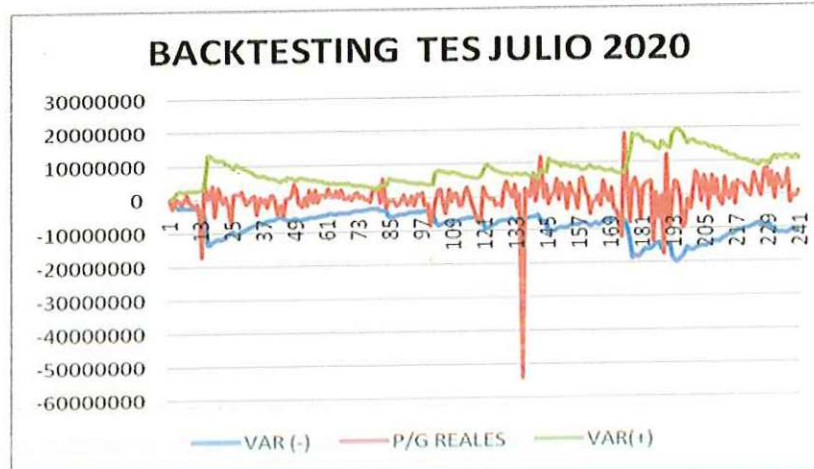
## 12. GRAFICAS BACKTESTING

### 12.1. METODOLOGIA PARAMETRICA

#### 11.1.1 TES FEBRERO 2010



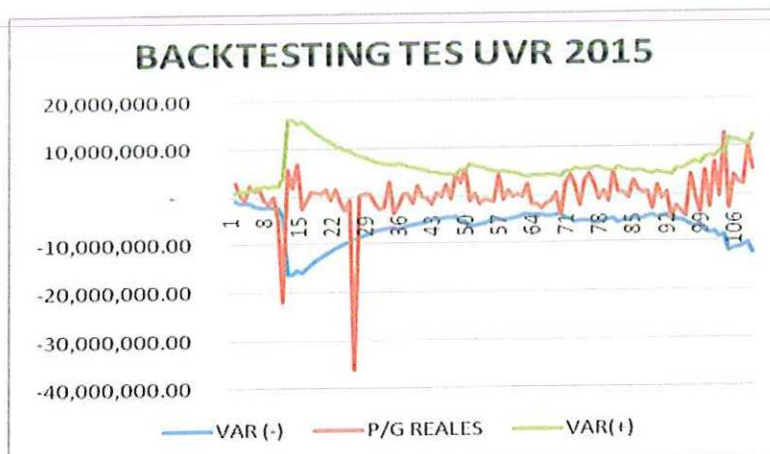
### 12.1.2. TES JULIO 2020



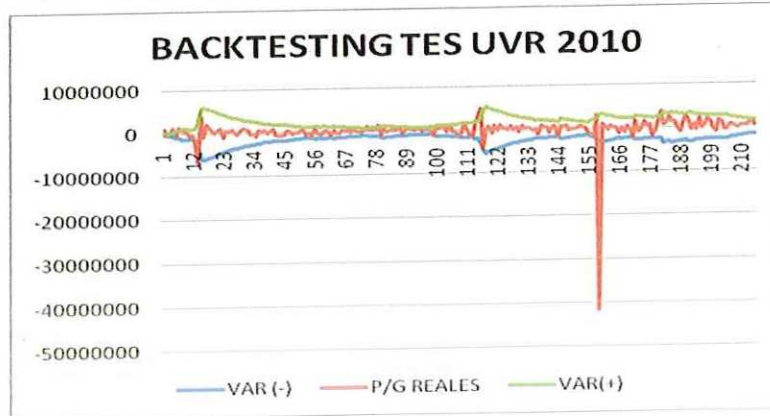
### 12.1.3. TES SEPTIEMBRE 2014



### 12.1.4. TES UVR FEBRERO 2015

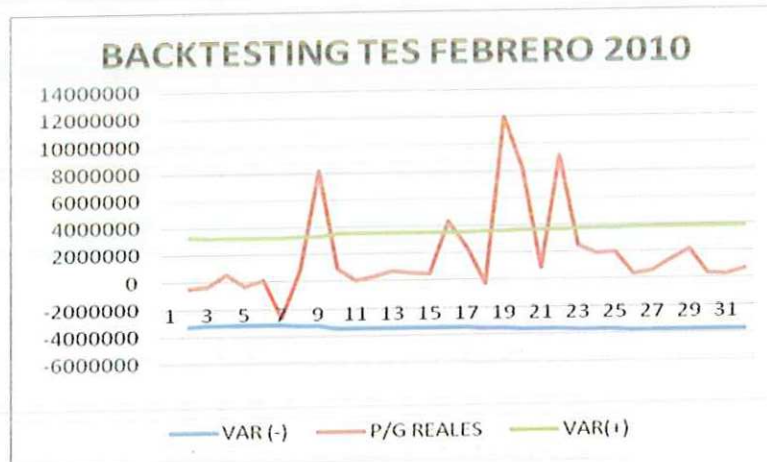


### 12.1.5. TES UVR SEPTIEMBRE 2010

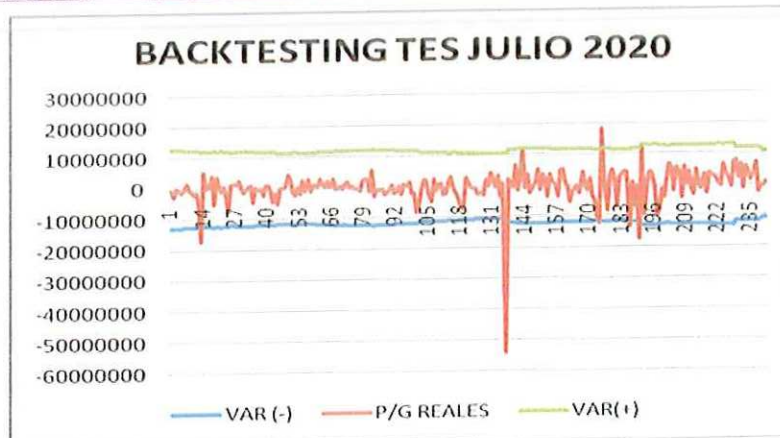


## 12.2. METODOLOGIA NO PARAMETRICA

### 12.2.1. TES FEBRERO 2010

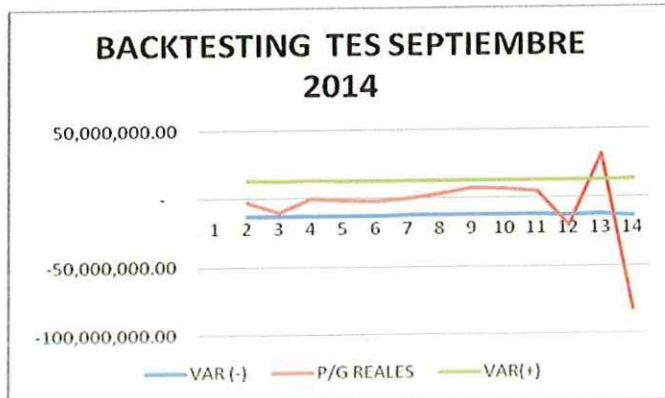


### 12.2.2. TES JULIO 2020

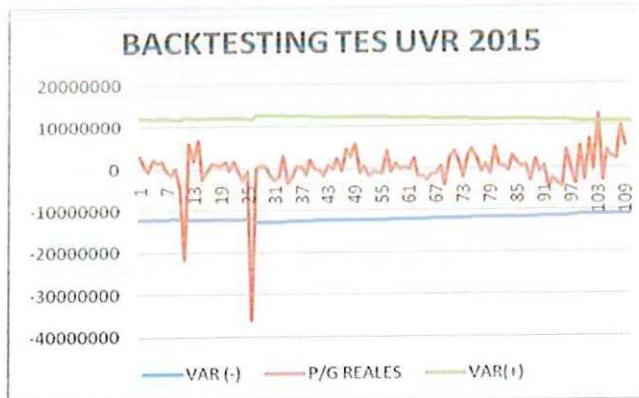




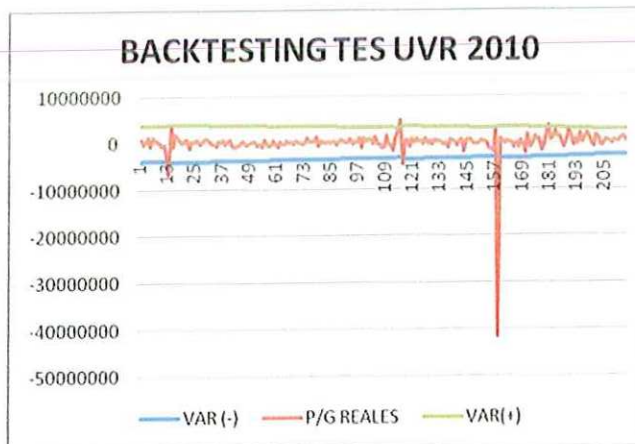
### 12.2.3. TES SEPTIEMBRE 2014



### 12.2.4. TES UVR 2015

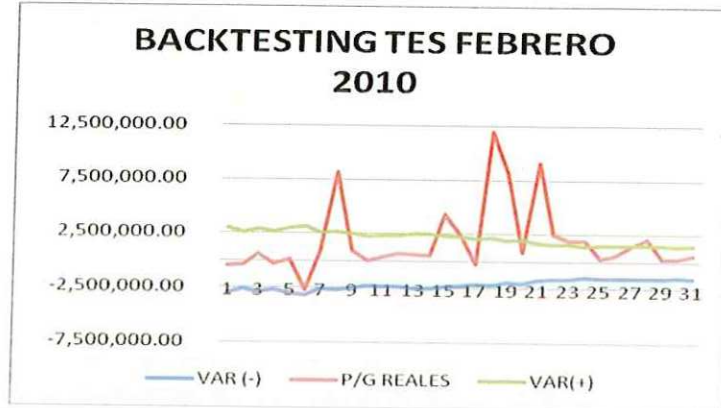


### 12.2.5. TES UVR 2010

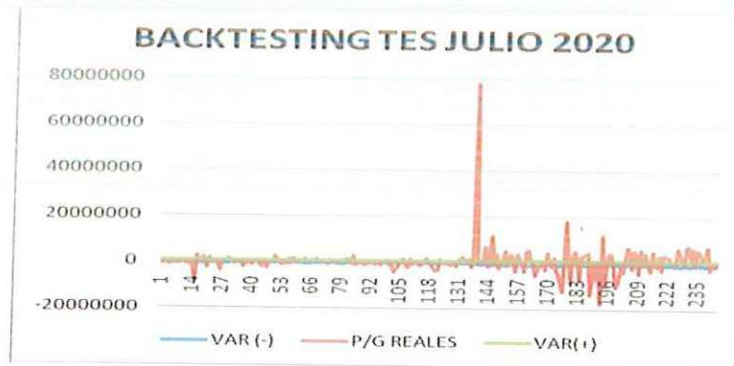


### 12.3. METODOLOGIA SIMULACIÓN DE MONTECARLO

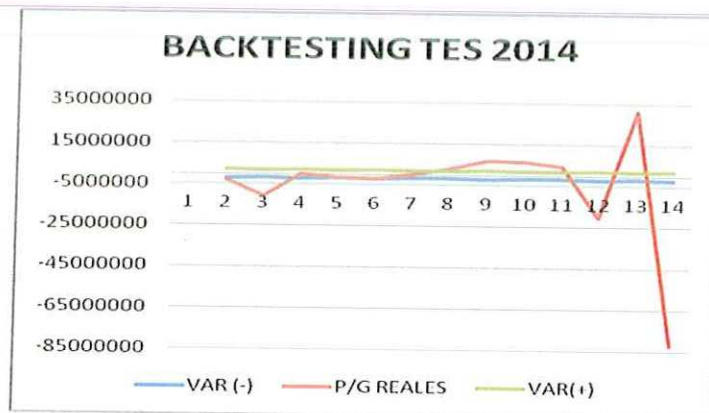
#### 12.3.1. TES FEBRERO 2010



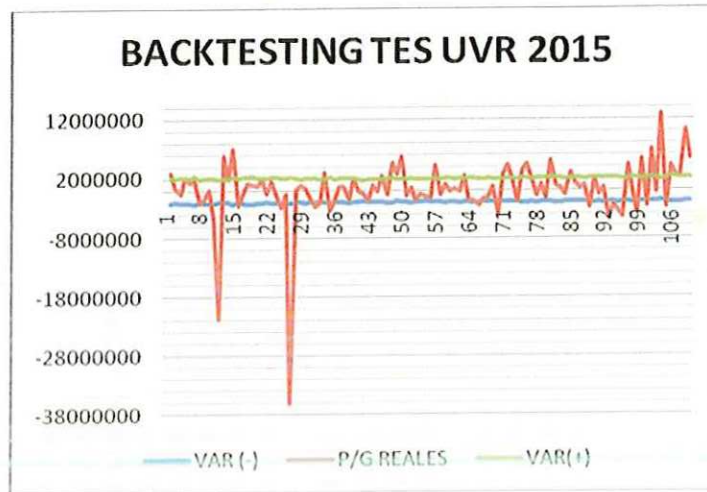
#### 12.3.2. TES JULIO 2020



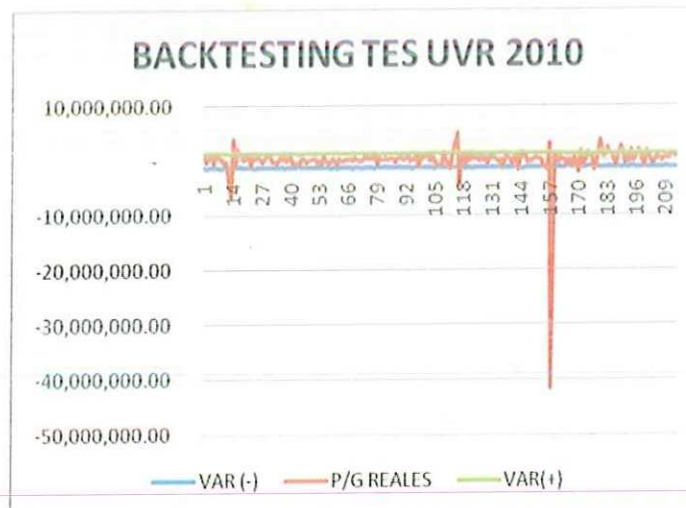
#### 12.3.3. TES SEPTIEMBRE 2014



### 12.3.4. TES UVR 2015



### 12.3.5. TES UVR 2010





## CONCLUSIONES

- Los títulos de deuda pública en Colombia se han hecho mucho más atractivos en los últimos años dado el constante crecimiento de los portafolios de pensiones en el país.
- El título mas transado en los últimos tres años es el Tes con vencimiento a 24 de Julio de 2020.
- La metodología VAR permitió analizar las pérdidas potenciales que alcanzaron los títulos que conformaron el portafolio en el periodo de tiempo evaluado.
- Por medio de la generación escenarios de P/G en la metodología de simulación de Montecarlo, se pudo determinar el VAR en otras condiciones que no existen en el momento pero que se pueden llegar a presentar dados los cambios en las condiciones de mercado.
- Las pruebas de backtesting aplicadas al modelo, permitieron determinar las veces que las pérdidas o ganancias fueron mayores al VAR, con el fin de medir la eficiencia del modelo.
- El método de Kupiec, permitió determinar el número de excepciones (observaciones fuera del VAR) que presentó cada titulo en cada una de las metodologías aplicadas.
- Por medio de las pruebas de Backtesting se determino que el modelo que mas se ajusta al comportamiento real del los TES que conforma el portafolio es el no paramétrico.
- Después de analizar los títulos de renta fija del mercado colombiano, se encontró que los títulos que ofrecen mayor rentabilidad son los que tienen vencimiento en Julio 2020, Febrero 2010 y septiembre de 2014 con las siguientes especificaciones,

	<b>TFIT15240720</b>	<b>TFIT06130210</b>	<b>TFIT10130914</b>
Fecha de emisión	24 de julio del año 2005	12 de febrero del 2004	12 Septiembre de 2004
Cupón	11%	13%	13.5%
Fecha de vencimiento	24 de julio del 2020	13 de febrero del 2010	12 Septiembre del 2014

## BIBLIOGRAFÍA

DE LARA HARO, Alfonso. Medición y Control de Riesgos Financieros. 2 Ed. Editorial Limusa Noriega Editores, S.A.

JORION, Philippe, Valor en riesgo; Limusa; México; 1999.

Reuters, Cursos sobre mercados de renta fija.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Tesis y otros trabajos de grado: normas técnicas colombianas sobre documentación. Bogotá, Colombia. 2008

Asociación bancaria de Colombia, Asobancaria. [www.asobancaria.com](http://www.asobancaria.com).

Ministerio de hacienda, Que son los Tes?,

[www.minhacienda.gov.co/portal/page?\\_pageid=44,584749&\\_dad=portal30&\\_sc\\_hema=PORTAL30](http://www.minhacienda.gov.co/portal/page?_pageid=44,584749&_dad=portal30&_sc_hema=PORTAL30)

El Riesgo de Mercado de la Deuda Pública: ¿Una Restricción a la Política Monetaria ? El Caso Colombiano.

<http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra382.pdf>

Títulos de deuda publica TES

[www.minhacienda.gov.co/pls/portal30/docs/PAGE/ENDEUDAMIENTO/TES\\_GENERALIDADES\\_VER2/QUESON/GENERALIDADESTES.PDF](http://www.minhacienda.gov.co/pls/portal30/docs/PAGE/ENDEUDAMIENTO/TES_GENERALIDADES_VER2/QUESON/GENERALIDADESTES.PDF)

Informe [www.bancodelarapublica.com](http://www.bancodelarapublica.com)

Informes financieros [www.grupoaval.com](http://www.grupoaval.com)

Informes Financieros Corfinsura. [www.conrfinsura.com](http://www.conrfinsura.com)

Informes financieros [www.porvenirinversiones.com](http://www.porvenirinversiones.com)

Investigaciones [www.bancolombia.com](http://www.bancolombia.com)

[www.supervalores.gov.co/](http://www.supervalores.gov.co/)