

111023

DEPOSITOS DIGITALES: ADAPTACION Y SIMULACION EN EL MERCADO  
COLOMBIANO



unab

SISTEMA DE DINEROS UNAB

ADQUISICIONES

B. Jardin  B. Bosque  B. Casas  CTOIM  Precio \$ 20.000

Clasificación \_\_\_\_\_ Especificar \_\_\_\_\_

Proveedor \_\_\_\_\_

Compra \_\_\_\_\_ Donación  Campes \_\_\_\_\_ Unab \_\_\_\_\_

Fecha de Ingreso: día \_\_\_\_\_ mes \_\_\_\_\_ año \_\_\_\_\_

JUAN MANUEL RUSSO LOPEZ

MARLY JULIANA SANJUAN SANGUINO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERIAS ADMINISTRATIVAS

PROGRAMA DE INGENIERIA FINANCIERA

BUCARAMANGA

2009

**DEPOSITOS DIGITALES: ADAPTACION Y SIMULACION EN EL MERCADO  
COLOMBIANO**



**JUAN MANUEL RUSSO LÓPEZ**

**MARLY JULIANA SANJUAN SANGUINO**

**TRABAJO DE GRADO**

**ASESOR: GLORIA INÉS MACIAS VILLALBA.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERIAS ADMINISTRATIVAS**

**PROGRAMA DE INGENIERIA FINANCIERA**

**BUCARAMANGA**

**2009**

TH.190 23

**Nota de aceptación**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Presidente del jurado**

\_\_\_\_\_  
**Jurado**

\_\_\_\_\_  
**Jurado**

**Bucaramanga, 17 de noviembre de 2009**

Dedico este trabajo primero que todo a Dios porque ha sido mi respaldo en todo momento, a mis padres y hermanas por estar conmigo en todo el desarrollo de mis estudios, a mi novio y compañero de trabajo que aunque no se lo imagina fue mi gran soporte para llegar a obtener lo que logramos.

***Marly Juliana Sanjuan Sanguino***

Primero que todo dedico este trabajo a Dios que ha sido mi apoyo y la luz en el camino de mi vida profesional, a mis papas y a mi hermano que si no fuera por ellos no estuviera donde estoy hoy en día, a mi compañera de trabajo que fue un soporte y una ayuda en el desarrollo de este proyecto, y por último a todas esas personas que me han brindado su ayuda y dedicación cuando la he necesitado.

***Juan Manuel Russo López***

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primero que todo a Dios por ser la persona que guía nuestras vidas, además agradecemos con sinceridad la participación de todas esas personas que de manera directa e indirecta nos ayudaron para la realización de este proyecto de grado.

En primer lugar, a la asesora de nuestro trabajo, la Ing. Gloria Inés Macías quien de alguna u otra manera siempre estuvo guiándonos en el proceso de desarrollo del trabajo para que todo saliera de maravilla.

A los evaluadores y profesores, Edgar Luna y Luz Helena Carvajal, por tener la cordialidad de revisar nuestro trabajo en repetidas oportunidades y dar sus aportes de mejoría para éste.

Y gracias a todas aquellas personas que nos ayudaron de alguna u otra manera para la realización de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
1. Introducción	8
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo general	9
2.1.1. Objetivos específicos	9
3. Los productos estructurados y los depósitos digitales	10
4. Generaciones de los productos estructurados	13
5. Productos estructurados: características, ventajas y desventajas	17
5.1. Desde el punto de vista de la entidad financiera	17
5.1.1. Ventajas que afectan a la gestión y rentabilidad	17
5.1.2. Ventajas que afectan al mercado	17
5.2. Desde el punto del inversionista	18
5.2.1. Ventajas y desventajas	18
5.3. Desde el punto de vista de los emisores	19

6. Tipología de los productos estructurados	21
6.1. Según las garantías para el inversor	21
6.2. Según la forma de percibir el rendimiento de la estructura	21
6.3. Según la finalidad perseguida	22
6.4. Según las tipologías estratégicas	22
6.5. Según el soporte jurídico	23
6.6. Según los subyacentes	24
7. Los depósitos digitales	28
7.1. Tipos de opciones digitales	29
7.2. Riesgo de los depósitos digitales	34
8. Construcción y valoración de un depósito digital	36
8.1. Construcción de un depósito digital	36
8.2. Valoración de un depósito digital	40
9. Aplicación de un depósito digital ligado al IGBC	45
9.1. Análisis estadístico del IGBC	49
9.1.1. Volatilidad de los precios del IGBC 2007-2008	59
9.2. Diseño del producto	60
9.2.1. Cálculo de las bandas	61
9.2.2. Plazo	63

9.2.3. Rendimiento	63
9.2.4. Valor nominal	64
9.2.5. Utilidad para el inversor	64
9.2.6. Valoración de opciones para el emisor	64
9.2.7. Resultados para el emisor	66
10. Conclusiones	67
11. Bibliografía	69



## 1. INTRODUCCION

Una de las características de la ingeniería financiera es buscar mejores y más confiables alternativas para las nuevas exigencias de los mercados financieros, por ello se ha visto la necesidad de crear productos más específicos y acordes a ellas. Los productos estructurados han sido creados por las necesidades de los inversionistas de encontrar, en productos financieros, rendimientos superiores a los del mercado.

El presente trabajo de investigación hace referencia al estudio de los productos estructurados, especialmente al de los depósitos digitales, los cuales están constituidos por opciones digitales o binarias que se definen como una estructura que proporciona una rentabilidad esperada superior a la del mercado, pues permite establecer un rango de pérdidas y de ganancias para el inversor. Esta una estructura que se negocia en el mercado *Over The Counter (OTC)* y principalmente es utilizada para llevar a cabo coberturas o especulaciones.

El objetivo principal de esta investigación es analizar la aplicación y adaptación de los depósitos digitales, para de esta manera entrar a determinar si este producto estructurado puede adaptarse al mercado Colombiano con sus respectivas características, para ello fue necesario recurrir al mercado Europeo pues son quienes actualmente manejan estas opciones.

Se realizaran tres etapas, la primera consiste en una etapa exploratoria la cual fue constituida por investigación teórica y documental, la segunda descriptiva, la cual permitirá especificar características, perfiles y la adaptación del producto, y en la tercera se llevo a cabo la etapa explicativa y experimental a través de la creación de un modelo que relaciona las variables ya determinadas.

Finalmente, con esta investigación se realizará una herramienta que permite simular escenarios sobre los depósitos digitales para el mercado Colombiano.

## 2. OBJETIVOS

- **2.1. Objetivo general:**

Analizar la adaptación que tiene los depósitos digitales en el mercado colombiano.

- **2.1.1. Objetivos específicos:**

- Realizar una exploración sobre los productos estructurados y las opciones digitales.
- Analizar la viabilidad de los depósitos digitales utilizados en otros países, al mercado colombiano.
- Crear una herramienta, haciendo uso de una hoja de cálculo (Excel), que permita simular escenarios sobre los depósitos digitales.

### 3. LOS PRODUCTOS ESTRUCTURADOS Y LOS DEPOSITOS DIGITALES

Los productos estructurados se definen como activos financieros de renta fija ligados a instrumentos derivados que brindan al inversionista una protección total o parcial del capital invertido. Algunas de sus características básicas es que son creados mediante una operación de intercambio financiero subyacente. Además estos surgen de la formación de dos o más instrumentos financieros y derivados ya utilizados en el mercado, en donde la rentabilidad de: depósitos, bonos, fondos de inversión, etc., y su financiación, se ven sometidos a la variación que afecta el índice bursátil, las acciones, etc.

El emisor soporta algunos riesgos implícitos pero en ocasiones se ven afectados los productos estructurados, ya que gran parte de su riesgo es cedido a su contraparte a través de operaciones en este caso serian operaciones *swap*. Por lo anterior el emisor puede crear o diseñar productos financieros que cumplan con las demandas de los inversionistas y así despreocuparse por el riesgo que tendría por la emisión, ya que lo puede cubrir por medio de la permuta financiera. A su vez el inversor solo tiene un riesgo notable que sería el del emisor el cual sería el de no poder pagarle ya que los productos estructurados no suelen tener ningún tipo de seguro, solo se tiene en cuenta la calificación crediticia de emisor.

Este tipo de productos son títulos de deuda que por lo general se encuentran constituidos por varios instrumentos, pueden ser estudiados analizando el bono y los componentes derivados de cada instrumento. No obstante, varios puntos importantes que causan un impacto sobre la volatilidad del precio y el comportamiento de los productos estructurados pueden ser: el apalancamiento, el plazo del título y el *riesgo de base* de la inversión, definido éste como el grado en que el índice de referencia del producto estructurado se encuentra

ligado con el mercado que el inversor utiliza como soporte o base para medir el comportamiento de su inversión.

En este caso el apalancamiento puede estar definido como el grado de exposición al que se encuentra el inversor, a las variaciones de un índice por cada título adquirido. "Así, por ejemplo, una emisión de 1.000 millones de pesetas en obligaciones en el momento de su amortización podría devolver el principal indiciado a cinco veces la variación habida en el tipo de cambio de dos monedas determinadas durante la vida de la obligación. Así que el impacto que el valor de mercado de los tipos de cambio ejerce sobre dicha inversión apalancada es equivalente al impacto que dicho valor de mercado ejerce sobre una inversión cinco veces mayor. Obviamente, cuanto más aumente el apalancamiento más aumentará la sensibilidad del rendimiento".<sup>1</sup>

También en los títulos tradicionales de renta fija, los productos estructurados están más ligados a las variaciones de los tipos de interés, cuanto mayor sea su plazo mas es el cambio sobre ellos. Se podría decir que el riesgo de interés sigue una variación lineal mientras más largo sea el plazo mayor será su riesgo, cabe decir que esto ocurre si los otros parámetros no varían.

El inversor se encuentra expuesto al riesgo el cual aumenta cuando las variables que determinan el rendimiento de un título tienen poco que ver con las referencias utilizadas para medir el comportamiento global de su cartera de valores. Este riesgo de base puede obtener resultados los cuales afectan a los productos estructurados de dos formas ya sean, mucho mayor o menor al rendimiento del mercado.

Por ello es muy importante tener en cuenta, que la persona que vaya a adquirir el producto estructurado necesariamente debe comprender que no solamente

---

<sup>1</sup> MASCAREÑAS, Juan, *Universidad complutense de Madrid: "Productos financieros estructurados: análisis y estudio de su cobertura"*. 2000. p. 2 y 3.

debe interesarle cómo está diseñado, sino también como se va a prevenir de los riesgos implícitos tanto el emisor como el intermediario.<sup>2</sup>

Para la Banca española *Gaixa Galicia*, los depósitos estructurados han sido los productos que mayor difusión han tenido en los últimos años, ya que estos presentan una fiscalidad cambiante lo que permite tener ventajas tributarias para los ahorros con plazos a dos años, y también tienen una gran volatilidad causada por los cambios de los mercados, lo que ha hecho que los inversionistas sean adversos al riesgo y se vean obligados a utilizar productos que normalmente son usados.

Estos depósitos dan la posibilidad de darle al ahorrador una mejor rentabilidad, permitiendo su mejor aprovechamiento, al mismo momento en que entran a **minimizar el riesgo dependiendo de la alternativa que ellos escojan:**

- I. Capital asegurado y rentabilidad total o parcialmente incierta.
- II. Capital parcialmente asegurado y rentabilidad total o parcialmente incierta.
- III. Capital incierto y rentabilidad asegurada.<sup>3</sup>

Existe gran variedad en cuanto a productos estructurados se trata, además la complejidad es muy variante cuando se utilizan opciones asiáticas en vez de las europeas y americanas. En función del grado de complejidad y riesgos

---

<sup>2</sup> MASCAREÑAS, Juan, *Universidad complutense de Madrid: "Productos financieros estructurados: análisis y estudio de su cobertura". 2000. p. 2 y 3.*

<sup>3</sup> CAIXA GALICIA. *¿Qué son los productos estructurados? [en línea].* <[http://www.caixagalicia.es/wvio004\\_contenido/esp/pags/wvio004p\\_emprbecprodestrt.asp](http://www.caixagalicia.es/wvio004_contenido/esp/pags/wvio004p_emprbecprodestrt.asp)>. [citado en 21 de abril de 2003].

incorporados se habla de productos estructurados de primera, segunda y tercera generación.

#### 4. GENERACIONES DE LOS PRODUCTOS ESTRUCTURADOS

*La primera generación* en 1985 nació la primera generación de los productos estructurados y tuvo las siguientes características:

1. La estructura posee índices y tipos de interés variables.
2. El vencimiento del índice coincide con el vencimiento del pago.
3. La moneda del índice de referencia debe ser igual a la del producto estructurado.
4. La estructura puede tener sobre el índice subyacente *caps y/o floors*, pero no opciones exóticas.

En la primera generación encontramos los productos estructurados más sencillos al momento de ser diseñados, y dado el hecho de que estas estructuras sean las más antiguas, su uso hoy en día aun sigue vigente y con un número de negociación bastante alto.

La razón por la que estos productos sean bastante negociados en el mercado es por la facilidad para entender las características de toda la estructura y por lo tanto los inversionistas comprenden de manera fácil su funcionamiento.

*La segunda generación* es un poco más compleja que las de la generación anterior, tienen las siguientes características:

1. Los pagos del índice no coinciden con el del producto.
2. El interés que se paga por el activo está determinado por una combinación de índices.
3. En algunos productos, se da la posibilidad de agregar opciones exóticas.

4. El índice de referencia puede ir en una moneda diferente a la de los pagos, como por ejemplo, el pago puede estar denominado en pesos colombianos y el índice de referencia en dólares.
5. En estas estructuras existe un alto apalancamiento.

La rentabilidad que proporcionan los productos estructurados de esta generación es mayor a la de los productos de la anterior, puesto que en esta se utilizan una mayor cantidad de instrumentos financieros y además existen muchos más riesgos, lo que hace que estos sean un poco complicados al momento de determinar que tan riesgosos puedan ser los productos.

El éxito de los productos estructurados radica en que las características de los flujos que estos ofrecen no tienen punto de comparación con un activo financiero normalmente encontrado en el mercado. Por lo tanto, los inversionistas tienen muy presente que la rentabilidad que ofrecen estas estructuras de la segunda generación son mayores y que estas se dan por la simple razón de que tienen más riesgo en el cambio de las tasas de interés y de la volatilidad. Por eso, es muy importante que se tenga muy presente los riesgos que se van a tener y los problemas que pueden traer las estructuras.

Lo siguiente son algunos ejemplos de estructuras de esta generación que actualmente son utilizadas en el mercado europeo según Juan Mascareñas: "los *FRNs* sobre activos del tesoro con plazo constante (*CMT FRN*), los bonos con diferencial *CMT-Libor*, los bonos con opciones exóticas implícitas, bonos amortizables indicados o *IAN*, estructuras *Quanto*, estructuras sobre apalancadas, etc."

La tercera generación está formada por bonos de categorías cruzadas (*cross-category notes*), estos productos fueron creados en los años 90 por la



necesidad de que los inversionistas querían que estos tuvieran rendimientos que no estuvieran enlazados a índices de renta fija del mercado doméstico.

Por esta razón, estas estructuras surgieron, pues estaban basadas en índices variables y no solamente fijos.

La tercera generación ofrece en las estructuras las siguientes características:

1. La estructura contiene bonos de categorías cruzadas.
2. Tienen índices de renta variables o instrumentos de renta fija.
3. Permiten asignar o reasignar activos sin tener que ir al mercado subyacente a negociar los.
4. Se utilizan algunas veces para beneficios de carácter legal, fiscal y contable.

Existen cuatro categorías en las que se puede clasificar los productos estructurados de esta tercera generación:

- I. Cupones indicados a divisas.
- II. Cupones indicados a activos físicos.
- III. Cupones ligados a índices de renta variable.
- IV. Cupones ligados a índices de renta fija.

Con lo anterior, se llega a concluir que estas estructuras dan la facilidad de reasignar sin tener la necesidad de ir a negociar los nuevamente al mercado de subyacentes. Por ello es muy útil revisar las regulaciones de carácter legal, fiscales y contables, antes de tomar la decisión de utilizar una estructura de cualquiera de las tres generaciones anteriormente mencionadas.

El inversionista debe estar sometido a controlar todos los riesgos de mercado que se pueden llegar a tener para de esta manera entrar a analizarlos de manera más detallada.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> MASCAREÑAS, Juan, *Universidad complutense de Madrid: "Productos financieros estructurados: análisis y estudio de su cobertura"*. 2000. p. 3-6.

## **5. PRODUCTOS ESTRUCTURADOS: CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

### **5.1. Desde el punto de vista de la entidad financiera**

#### **5.1.1. Ventajas que afectan a la gestión y rentabilidad**

- Permite la captación de recursos ajenos como una estrategia flexible la cual no afecta el costo ni el resto del pasivo evitando así la contaminación y dificultades de los estados financieros.
- Logran solucionar o facilitar la problemática del desarrollo integral de activos y pasivos.
- Se presenta un incremento del margen financiero.
- Los canales tradicionales de ventas de las entidades muestran una optimización.
- Los ratios de liquidez se mejoran con más facilidad evitando la migración de recursos a instituciones de inversión colectiva.

#### **5.1.2. Ventajas que afectan al mercado**

- Logra satisfacer necesidades más estandarizadas dadas por los clientes, esto se ve reflejado en los diferentes perfiles de riesgo los cuales serian si son amantes o adversos al riesgo y diferentes horizontes temporales dependiendo de qué tipo de cliente estemos analizando.

- Incremento de la lealtad y preferencia de los clientes, dando como resultado que el cliente invierta a plazos más largos y por lo tanto permanezca más tiempo vinculado a la institución.
- Hay una generación de posibilidades de venta de productos adicionales que contribuyen a incrementar el margen total de la empresa.
- Se diseñan estrategias conocidas de captación de recursos ajenos.

## 5.2. Desde el punto de vista del inversionista

### 5.2.1. Ventajas y desventajas:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son productos estandarizados es decir hechos a la medida para el inversor.</li> <li>• Logran una mejor y más eficiente diversificación de la cartera.</li> <li>• De una manera adecuada logran una optimización fiscal de sus inversores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se podría decir que la escasa liquidez de este tipo de estructura es un punto en contra.</li> <li>• La falta de transparencia en la formación de precio que está dada por lo sofisticado de la estructura y se da por la escasa cultura financiera del inversor quien no valora el riesgo en el que incurre.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se modifica el desarrollo por el cual están acostumbradas a ejecutar las inversiones.</li> <li>• Este tipo de estructuras conlleva a un desarrollo más eficaz y eficiente de los riesgos o al menos da la oportunidad al cliente de poder ejecutarla.</li> <li>• Apalancamiento.</li> <li>• Flexibilidad.</li> <li>• Acceso al mercado <i>Over The Counter (OTC)</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay que advertir que el cliente debe ser consciente de la existencia no solamente de riesgos de mercado, sino también de importantes riesgos de crédito y liquidez.</li> <li>• Mercados secundarios más estrechos y poca liquidez.</li> </ul>
<p><i>Fuente: LAMOTHE F., Prósper y PÉREZ S., Miguel. Opciones financieras y productos estructurados. Tercera edición, Madrid: McGraw Hill, 2005, p. 326-330 y 460 y 461.</i></p>	

### 5.3. Desde el punto de vista de los emisores:

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Costos menores para la financiación.</li><li>• Da la posibilidad de un mejor apalancamiento.</li><li>• Se pueden obtener coberturas más perfectas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiene mucha más dificultad la medición de riesgos.</li><li>• No son derivados puros.</li><li>• Obliga a que se lleve a cabo coberturas casi perfectas.</li></ul>

## 6. TIPOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS ESTRUCTURADOS

### 6.1. Según las garantías para el inversor:

- **Productos con principal garantizados:** el inversionista tiene la posibilidad de proteger el total de la inversión y lo único que pondría en riesgo es el rendimiento futuro que obtendría con ésta.
- **Productos sin garantizar el principal total o parcial:** el inversor, en este tipo de producto, tiene el riesgo de perder el nominal ya que este no garantiza el principal total, por lo que permite que con este instrumento se pueda obtener mayor rentabilidad. un ejemplo de este tipo de estructuras es el *Reverse Convertible*.

### 6.2. Según la forma de percibir el rendimiento de la estructura:

- **Estructuras con rendimiento implícito:** este tipo de estructuras permite únicamente liquidar, ya sea una rentabilidad fija o variable, al vencimiento del producto, es decir, solo se lleva a cabo una sola vez sin flujos intermedios.
- **Estructuras con rendimiento explícito:** esta estructura da la posibilidad de tener flujos favorables para el inversor, ya que este puede obtener sus rendimientos fijos o variables en diferentes tiempos de liquidación: trimestral, semestral, anual, etc.
- **Estructuras con rendimiento mixto:** en este tipo de estructuras encontramos productos con una combinación de rendimientos implícitos y explícitos. La parte fija puede ser liquidada en un

determinado tiempo durante la vida del producto y la parte variable si se liquida al vencimiento.

### 6.3. Según la finalidad perseguida:

- **Especulación:** en esta se busca tener provecho de las expectativas que el inversionista tiene para el activo subyacente, y el inversor determina una tendencia siempre y cuando él asume completamente con el riesgo.
- **Cobertura:** la cobertura busca proteger o limitar el riesgo existente en un producto, utilizando otros instrumentos financieros.
- **Optimización fiscal:** lo que busca es ajustar el producto a la legislación fiscal vigente.
- **Diversificación de carteras con diferentes criterios de asignación.**

### 6.4. Según la tipologías estratégicas:

- **Direccionales:** están determinadas por la expectativa del inversionista, ya sea alcista del activo subyacente o bajista del mercado, o también de manera inversa.
- **Diferenciales:** en este el producto obtiene su rendimiento en función de las variaciones del diferencial de un activo específico en comparación con otro.



- **Rangos de fluctuación en los precios de la variables de mercado:** estos productos están constituidos por la combinación de compras o ventas de opciones *Call/Put*.

#### 6.5. Según el soporte jurídico:

- **Formato depósito o imposición a plazo fijo cancelable y no cancelable:** en esta no se admite la cancelación anticipada, y quien utiliza este formato tiene la gran ventaja de suprimir completamente el riesgo de crédito, siempre y cuando su operación no sea superior a los veinte mil euros, según la legislación actual de esta moneda.
- **Instrumento Financiero Atípico (IFA):** es regulada por la CNMV, y ésta define estos contratos no negociados en mercados organizados secundarios en donde una entidad de crédito capta dinero o valores del público y ésta se ve obligada a realizar un reembolso de valores cotizados, por medio de pago de dinero, la cual está ligada a la evolución de uno o varios índices bursátiles, sin tener la obligación o el deber de reembolsar totalmente el capital que había sido recibido.
- **Eurodepósito cancelable o no cancelable:** este es un depósito que realiza una persona fuera de su país, y por lo tanto a este inversionista no se le aplica en sus rendimientos alguna retención fiscal.
- **En forma de bono listado emitido por la institución:** que haya sido emitido en el mercado nacional o internacional, o por otra institución diferente a la que lo distribuye.

- **En forma de nota internacional o certificado:** Existen dos clases de certificados:
  - Con vencimiento: los cuales son emitidos a plazos entre 3 y 5 años.
  - Sin vencimiento: los cuales son emitidos a perpetuidad.
- **Warrants.**
- **Contrato de valores financiero.**
- **Fondos Garantizados, inversiones o pensiones) y productos con formato de seguros.**

#### 6.6. Según los activos subyacentes:

Se pueden encontrar productos estructurados de renta variable y de renta fija, con lo que se puede determinar:

- **Renta Variable (equity links)**, estos productos se generan a partir del valor financiero de un cupón cero y el precio de las opciones pero negociadas sobre índices, acciones, etc.

Para su diseño hay que tener en cuenta variables técnicas, variables de diseño y la fijación de la composición del producto, y se pueden encontrar los siguientes productos:

- ✓ Productos estructurados con principal garantizado referenciados a un índice o acción individual/cesta de índices o acciones.
- ✓ Productos estructurados sin principal garantizado referenciados a una acción/cesta (estructuras "reverse convertibles").

- **Renta Fija** (*Fixed income links*), estos productos son el resultado de combinar el rendimiento de un cupón cero y el valor financiero de los cambios de la volatilidad futura de los tipos de interés en un tiempo determinado.

Dentro de los productos estructurados con renta fija se pueden encontrar los siguientes:

- ✓ **Inverse floater:** este es un depósito variable, que contiene un rendimiento que se comporta de una manera inversa a los tipos de corto plazo.
- ✓ **Capped floaters:** este también es un depósito variable, pero a diferencia del anterior, este tiene con su rendimiento un *cap* ya determinado.
- ✓ **Collared floating rate note:** su estructura es igual al *capped floaters* pero se diferencia en que el inversor además de vender un *cap*, compra un *floor* con precio de ejercicio diferente al *cap*.
- ✓ **Leveraged capped floater ("capped floater" apalancado):** en este el apalancamiento es igual a como se da en la venta de *caps*, es decir, con un importe del principal mayor al propio del depósito.

Dentro de este tipo de producto se encuentran los siguientes depósitos:

- Depósitos digitales.
- Depósito estructurado cupón cero con principal decreciente a veinticinco meses.

- **Materias Primas** (*commodity links*) y **Divisas** (*foreign Exchange links*), en este tipo de productos estructurados, las rentabilidades están ligadas a los cambios en los precios de materias primas y a las variaciones del tipo de cambio en las cotizaciones de las monedas. El principal puede estar garantizado o no, y si está garantizado, puede estarlo hasta el vencimiento del producto o por tiempos más cortos.
- **Crédito** (*Credit derivate links*), estos productos estructurados están relacionados a la curva cupón cero y al valor financiero de los derivados obtenidos por medio del riesgo de crédito ligados a una contraparte, a varias o a un índice que esté relacionado a este tipo de riesgo. Generalmente, se pueden considerar los siguientes efectos que se pueden conseguir al valorar el riesgo de crédito: *default, cross-default, convertibility, reestructuring, bankruptcy, material adverse change*.

Se pueden determinar dos clases de productos estructurados referidos al riesgo crediticio:

- *Credit linked notes*: estos productos dan una opción que favorecerá al emisor, en donde el inversionista acepta asumir el riesgo de crédito que fue emitido por una persona distinta al emisor original del producto frente a un activo financiero.
- *Basket credit linked notes*: en esta el activo subyacente es un grupo de préstamos. Si antes del vencimiento se incurre en un evento de crédito, dentro de los riesgos de crédito ya establecidos, este será tomado como vencido e inmediatamente es liquidado mediante la utilización de un bono/deuda de la empresa que incumplió.
- **Mixtas**: estos productos buscan que el inversionista tenga más opciones al momento de él entrar a participar en el mercado. Por lo que productos combinan activos subyacentes de naturaleza distinta.

Por ejemplo, los depósitos estructurados para situaciones de mercado con pendiente positiva y expectativas alcistas sobre los precios de las materias primas: *capped floater* apalancado y con *knock-out oro*.<sup>5</sup>

Para el desarrollo de este proyecto, se va a tomar en cuenta el producto según el activo subyacente, de renta variable "depósitos digitales".

---

<sup>5</sup> LAMOTHE F., Prósper y PÉREZ S., Miguel. *Opciones financieras y productos estructurados*. Tercera edición, Madrid: McGraw Hill, 2005, p. 326-330 y 460 y 461.

## 7. LOS DEPOSITOS DIGITALES

Los depósitos digitales están constituidos principalmente por opciones digitales, también llamadas opciones binarias, principalmente son negociados en mercados *OTC* necesariamente para realizar coberturas o especular. Además es un instrumento que permite, a partir de un precio en tiempo real, especular sobre que va a pasar en un tiempo futuro.

Esta estructura da la oportunidad al inversor de obtener un interés mayor al que se encuentra en el mercado. Este interés será pagado al vencimiento de la operación, es decir, en este caso, diariamente siempre y cuando el índice con el que construyo la estructura (como por ejemplo en el mercado europeo el índice de referencia puede ser el *Eurostock*, *Dow Jones*, *Nasdaq*, etc.), se encuentre dentro del rango que el inversor determinó al comienzo de la operación.

El emisor puede poner una restricción de la banda en lo que hace referencia a la amplitud, pues el inversor puede redefinirla durante la vigencia de la inversión si él lo desea.

A modo de conclusión, los depósitos digitales son una estructura que garantiza el valor del principal, y el interés devengado va ligado al grado de acierto que haya tenido el índice de referencia de la estructura, dentro de la amplitud, con respecto a la banda que en determinada al comienzo de la operación. De no haber sido así, el inversionista no ganaría ningún interés.

Generalmente, este producto posee un vencimiento no mayor a un año y en la mayoría de ocasiones se emiten a la par para poder garantizar el principal.

El pago puede ser una cantidad ya establecida o por el contrario no pudo haberse prefijado una vez el producto fue creado.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> KNOP, Roberto. *Finanzas de diseño: manual de productos estructurados*. Primera edición, Madrid: Celeste ediciones, 2000, p.77.

## 7.1. Tipos de opciones digitales

Existen varios tipos de opciones digitales, entre ellas principalmente se pueden destacar:

- ✓ Opciones *gap*.
- ✓ Opciones *cash or nothing*.
- ✓ Opciones *asset or nothing*.
- ✓ Opciones *cash or nothing* de dos activos.

### ➤ **Opciones gap**

La opción *Gap* es una opción en donde el precio de ejercicio determina el vencimiento y el pago de la opción. A modo de ejemplo, esta opción se puede ver más claramente en lo siguiente: se supone un caso en donde el precio de ejercicio de una opción *Gap* de tipo *Call* es 200, y paga \$200 siempre y cuando la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio del subyacente al momento del vencimiento sea mayor a 40. Si por el contrario esta diferencia hubiera sido inferior no habría un pago al vencimiento. Este tipo de opciones tienen dos precios de ejercicios.

*Pay off CALL gap*: 0 si  $S \leq E_1$  y  $S - E_2$  si  $S > E_1$

Y para una opción *PUT gap*: 0 si  $S \geq E_1$  y  $E_2 - S$  si  $S < E_1$

Donde,

$E_1$  = Precio de ejercicio 1.

$E_2$  = Precio de ejercicio 2.

$S$  = *Spot*.

Estas opciones tienen la opción de ser valoradas por medio del modelo de Reiner y Rubinstein:

$$Call = S\ell^{-qT} N(d_1) - E_2\ell^{-rT} N(d_2)$$

$$Put = E_2\ell^{-rT} N(-d_2) - S\ell^{-qT} N(-d_1)$$

Donde,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E_1}\right) + (r - q + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$S =$  Spot.

$r =$  Tasa de interés utilizada.

$q =$  Tasa de rendimientos.

$\sigma =$  Volatilidad.

$T =$  Plazo.

#### ➤ **Opciones cash or nothing**

La opción *cash or nothing* es una opción donde se paga una cantidad determinada o nada, así como o dice su nombre, en una fecha de vencimiento preestablecida pero siempre y cuando la opción termine *ITM* o dentro del dinero, de lo contrario no paga nada. Por ejemplo, una opción *call cash or nothing* pagaría una cantidad determinada dado el caso en que el subyacente termine por encima del precio de ejercicio al momento del vencimiento, y si por



el contrario fuera una opción *put cash or nothing*, necesitaría que el subyacente termine por debajo del precio de ejercicio al vencimiento.

*Pay off CALL*: 0 si  $S \leq E$  y  $K$  si  $S > E$

*Pay off PUT*: 0 si  $S \geq E$  y  $K$  si  $E > S$

Al igual que la anterior estas opciones también se pueden valorar por el modelo de *Reiner y Rubinstein*:

$$Call = K e^{-rT} N(d)$$

$$Put = K e^{-rT} N(-d)$$

Donde,

$$d = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + (r - q - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$K$  = valor de las bandas propuestas.

#### ➤ **Opciones *asset or nothing***

En este tipo de opciones, lo que es más importante es si al vencimiento estas terminan dentro del dinero, pues de ser así cuando se realiza el pago, este sería el precio del activo subyacente.

*Pay off CALL asset or nothing*: 0 si  $S \leq E$  Y  $S$  si  $S > E$ .

Para la *PUT*: 0 si  $S \geq E$  y  $S$  si  $S < E$ .

Estas opciones se pueden valorar mediante el modelo de *Cox y Rubinstein*:

$$Call = K e^{-rT} N(d)$$

$$Put = Ke^{-rt}N(-d)$$

Donde,

$$d = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + (r - q - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

➤ **Opciones cash or nothing sobre dos activos**

Estas opciones son un poco más complejas que las anteriores, por lo que existen los siguientes cuatro tipos:

- ✓ Cash or nothing call sobre dos activos: esta opción paga una cantidad determinada si al vencimiento el precio del subyacente del activo 1 es mayor al precio de ejercicio de ese activo y el precio del subyacente del activo 2 también es mayor al precio de ejercicio 2, para entender este producto de una manera más acertada un breve ejemplo sería que si al vencimiento si se cumplen los términos ya dichos se pagará una cantidad predeterminada, es decir si  $E_1 = 100$  y  $E_2 = 70$  y los precios de los activos son 110 y 80 se paga \$30.
- ✓ Cash or nothing put sobre dos activos: esta opción paga una cantidad determinada si al vencimiento el precio del subyacente del activo 1 es menor al precio de ejercicio de ese activo y el precio del subyacente del activo 2 también es menor al precio de ejercicio 2, en este caso si  $E_1 = 100$  y  $E_2 = 70$  y los precios de los activos son 90 y 60 se paga una cantidad fija que sería de \$30 solo al vencimiento.
- ✓ Cash or nothing up-down sobre dos activos: esta opción paga una cantidad determinada si al vencimiento el precio del subyacente del activo 1 es mayor al precio de ejercicio de ese activo y el precio del subyacente del activo 2 también es menor al precio de ejercicio 2, en este caso las

dos condiciones también se deben cumplir solo que las condiciones son diferentes si,  $E_1 = 100$  y  $E_2 = 70$  el activo 1 debe tener precio superior es decir de 110 y el activo 2 debe ser inferior un ejemplo 60 en este caso paga la cantidad \$30 .

- ✓ Cash or nothing down-up sobre dos activos: esta opción paga una cantidad determinada si al vencimiento el precio el subyacente del activo 1 es menor al precio de ejercicio de ese activo y el precio del subyacente del activo 2 también es mayor al precio de ejercicio 2, este caso es muy parecido al anterior solo que las condiciones son inversas al *Cash or nothing up-down* ejemplo  $E_1 = 100$  y  $E_2 = 70$  activo 1=90 y activo 2= 80 ahora paga la cantidad determinada que sería \$30.<sup>7</sup>

Las opciones digitales proporcionan la posibilidad para prefijar los beneficios que se podrían obtener si estas terminaran ITM o dentro del dinero, y si terminan OTM o fuera del dinero no se tendrán ninguna ganancia, de lo contrario se tendría una ganancia ya establecida.

Además estas también dan la posibilidad de que si en algún momento de la vida de la opción esta estuvo ITM o dentro del dinero y al vencimiento esta termina OTM o fuera del dinero, se da el derecho a cobrar esa ganancia que se tuvo en algún momento, y se puede recibir en el momento en que se produjo o al vencimiento de la opción.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> X-TRADER. *Opciones exóticas [en línea]*. <[http://www.x-trader.net/cms/articulos/futuros-y-opciones/opciones-exoticas\\_2.html](http://www.x-trader.net/cms/articulos/futuros-y-opciones/opciones-exoticas_2.html)>. [citado en 20 de julio de 2007].

<sup>8</sup> DELGADO U., Josu Imanol. *Estrategias con opciones financieras: como ganar dinero utilizando las opciones financieras. Edición ilustrada, Publicado por ediciones Díaz de Santos, 1999, p. 140.*

## 7.2. Riesgo de los depósitos digitales

Según Roberto Knop; *“esta estructura define un riesgo básico de tipos de interés y de volatilidad. El riesgo inherente difiere del de una inversión alternativa fundamental como un depósito estándar, en el que la estabilidad del índice de referencia (un activo de otra naturaleza financiera como es la variable) favorece la consecución de unos mayores niveles de rentabilidad”*. De tal forma, la evolución que presentan los tipos de interés se ven afectados en estas estructuras con un efecto negativo predominante, es decir, si suben los tipos de interés afectará inversamente al valor de mercado de la estructura, como consecuencia que su precio sea más bajo. Para obtener el valor de la estructura se necesita calcular el valor presente de los intereses ya percibidos. Por lo tanto, las estructuras que presentan volatilidad libre de riesgo tendrán un mayor costo de oportunidad, ya que se está disminuyendo el riesgo.

- ***Para el inversor***

La persona que adquiere esta estructura defiende sus expectativas de estabilidad sobre el activo subyacente; como lo es en el caso de estas estructuras, son activos bursátiles representados por algún índice bursátil (*Eurostock, Dow Jones, Nasdaq, etc.*). La mejor forma de maximizar beneficios se produce con la estabilidad de los precios o el valor del índice dentro del rango ya definido. Una de las cosas más importantes en esta estructura, es que el vendedor adquiere una posición la cual vende su volatilidad. El riesgo, que tiene el inversor nace más que todo sobre contextos de volatilidad, es decir que a medida que cambie o quede por fuera el índice de referencia de la banda ya determinada al comienzo de la operación.

- ***Para el emisor***

El riesgo original que adquiere el emisor en esta estructura es la estabilidad del índice dentro de la banda fijada lo cual lo hará asumir mayor costo sobre el capital inicialmente recibido. En definitiva, el emisor, sino logra cubrir la

---

estructura, adquiriría una posición de especulación "compradora en volatilidad" que al final de la operación se vería perjudicada si, durante lo que dure el contrato el índice de referencia se mantuviese constante dentro del rango fijado. Financieramente, las operaciones a favor del emisor expirarían lo cual lo dejaría *Out of the Money (OTM)*, es decir, no obtendría ganancia. Lo que llevaría al emisor a pagar un valor superior al del mercado.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> KNOP, Roberto. *Finanzas de diseño: manual de productos estructurados*. Primera edición, Madrid: Celeste ediciones, 2000, p.77.

## 8. CONSTRUCCIÓN Y VALORACIÓN DE UN DEPÓSITO DIGITAL

### 8.1. Construcción de un depósito digital

En la construcción de un depósito digital de renta variable el emisor obtiene recursos ajenos del inversionista y por ellos asume un tipo de interés ( $R_x$ ) superior al de mercado ( $R_m$ ), cuando esta operación es efectuada el inversor recibe unas opciones digitales. Esta estructura se crea con una sobretasa ( $R_x - R_m$ ) para el emisor por los recursos captados. La contraprestación a esta sobretasa se podría decir que son las opciones que puede tener el inversor las cuales son:

*CALL* digitales: strike igual al límite superior de la banda elegida por el inversor:

$$Payoff = \frac{R_x}{365} * no\ min\ al$$

Donde,

$R_x$  = Tasa de interés para la estructura.

*PUT* digitales: strike igual al límite inferior de la banda:

$$Payoff = \frac{R_x}{365} * no\ min\ al$$

El número de opciones (*Put* y *Call*) será determinado por el número de días hábiles de cálculo de intereses en el plazo de la inversión. Por ejemplo, para un año sería 250 *Call* y 250 *Put*.

Como esta estructura garantiza solo el principal del valor nominal, solamente debería invertirse el valor presente de dicho valor nominal al vencimiento, con el propósito de obtener en ese periodo, el principal que el inversor entregó al comienzo de dicha operación.

Si el emisor ofreciera una rentabilidad diaria en donde el índice de referencia terminara por fuera de la banda, la estructura tendría que incluir 250 *CALL* y 250 *PUT* digitales cada año. Inmediatamente el inversor tendrá a favor estas nuevas opciones con un *Pay off* diario pero que solamente serán liquidadas al vencimiento. Por ello, anualmente la estructura tendrá un total de 500 opciones que favorecerán al emisor y 500 que favorecerán al inversor.

➤ **Construcción:** Un depósito digital se puede construir siguiendo las siguientes etapas que indicaran la estructura:

1. En esta etapa se realiza una descripción, en donde se especifica la moneda con la que se hará el depósito y sobre qué índice se tomará como referencia.
2. Se debe especificar la cantidad de dinero a invertir en el depósito, en la moneda dicha anteriormente.
3. Se determina el valor de la emisión en términos porcentuales de la inversión a realizar.
4. Se debe especificar la tasa de interés, la forma, cómo y cuándo será pagado, dependiendo del índice de referencia propuesto, que permite el análisis de aciertos y desaciertos que tenga este dentro o fuera de la banda preestablecida por el inversor. De tal manera que cuando el índice se sitúe dentro de la banda se pague la tasa de interés establecida y cuando no, pague un 0%.
5. Se estipula el plazo o tiempo que durará la inversión, y este no puede ser menor a un año.
6. La amortización se realizara sobre el total de la inversión o el 100%.

A continuación se explicara brevemente, a manera de ejemplo, como quedara finalmente construida una estructura:

Un estructurador ofrece un *Pay off* de  $17.06\% / 365 \text{ dias}$  este pago es calculado con el rendimiento superior del mercado, que se encuentra ligado al monto del producto, mas unos puntos básicos que esta determinados por la políticas de los emisores para hacerlos mas atractivos al inversor, por cada día que el índice bursátil se ubique dentro de la banda establecida que tendrá un límite superior de 70 unidades que serán ubicadas donde el inversor decida, el índice de referencia en este caso será el *Colcap*. El valor actual del *Colcap* se encuentra en 886.37 unidades. Por cada día que el índice se encuentre por fuera de la banda, el inversor recibirá un interés del 0%. La tasa libre de riesgo para depósitos estándar es del 13.60% ea, esta tasa libre de riesgo es la de los TES vigentes al momento de la negociación. El inversor debe elegir dónde situar la banda dependiendo de las expectativas que tenga, partiendo de las variaciones del *Colcap*. La liquidación solo se hará al vencimiento de la estructura.

En este caso, el inversor sitúa la banda superior en 925 unidades e inferior igual a 855 unidades, además invierte \$100.000.000 de pesos nominales. De igual forma, el emisor recibe de la estructura del inversor 252 *CALL* digitales con una liquidación diaria de  $17.06\% / 365 \text{ dias}$  y 252 *PUT* digitales con la misma liquidación, para entender un poco mas lo anterior se podría decir que es una *CALL* y una *PUT* diaria por cada día de cotización y como estos índices solo cotizan por 252 días de allí la cantidad antes dicha. Los vencimientos de cada una de las 252 *PUT* y 252 *CALL* corresponden a los días futuros en donde se evaluara el índice de referencia.



Si el índice se ubica siempre dentro de la banda, el inversor recibirá 17.06% por 252 días, si el índice acierta o desacierta solamente se pagara los días de acierto, de lo contrario solo recibirá el valor nominal invertido, de una manera más clara esto sería:

✓ **Primer escenario:**

El índice siempre quede dentro de la banda propuesta, es decir, acertó 252 veces.

$$\$100.000.000 + \left( \frac{17.06\%}{365} \right) = \$46.739,726 \text{ (Valor de liquidación diaria).}$$

$$\$100.000.000 + (\$46.739,726 * 252) = \$111.778.410,952 \text{ (liquidación al vencimiento).}$$

✓ **Segundo escenario:**

El índice algunas veces queda dentro de la banda, para este caso 126 veces acertó.

$$\$100.000.000 + \left( \frac{17.06\%}{365} \right) = \$46.739,726 \text{ (Valor de liquidación diaria).}$$

$$\$100.000.000 + (\$46.739,726 * 126) = \$5.889.205,476 \text{ (liquidación al vencimiento).}$$

✓ **Tercer escenario:**

El índice nunca se ubico dentro de la banda preestablecida.

$$\$100.000.000 + \left( \frac{17.06\%}{365} \right) = \$46.739,726 \text{ (Valor de liquidación diaria).}$$

$$\$100.000.000 + (\$46.739,726 * 0) = \$100.000.000 \text{ (liquidación al vencimiento).}$$

Con esto se puede apreciar, que el inversor tiene tres posibilidades cuando entra a invertir en un depósito digital, el cual puede ser muy beneficioso o no tan rentable, o solamente perder la valorización de su dinero en un año o en el plazo de su inversión.

El emisor para garantizar las condiciones ya dichas debe hacer ciertas operaciones para cubrirse del riesgo y cumplir con lo pactado. Primero debe invertir el valor nominal de la inversión traída a presente utilizando la tasa libre de riesgo para garantizar el 100% como fue pactado al inicio del contrato y con la diferencia entre el valor nominal y este mismo traído a presente, debe adquirir opciones *Call/Put* con el mismo la misma tasa de interés que el pactado y con precio de ejercicio igual al valor de cada una de las bandas. Con esto logra cubrir gran parte del riesgo que recibe del inversor.

## 8.2. Valoración de un depósito digital

Cuando se hace una valoración de un depósito digital se deben determinar los componentes de la estructura:

- Un depósito que ofrece un tipo de interés superior al del mercado ( $R_x$ ).

- Opciones digitales: son opciones europeas con un *Pay off* que al final no está determinado por la diferencia entre los precios (el precio del activo subyacente final y el precio de ejercicio), (*Call*), o (*Put*), sino por una cantidad anteriormente fijada.

Estas opciones se pueden valorar analíticamente por el modelo de *Black– Sholes*, y suponiendo que en estas opciones no es relevante la relación precio de ejercicio – subyacente, se puede determinar el *pay off* final en caso de que termine *In the Money (ITM)*.

Para valorar la *Call* o la *Put* cabe resaltar que hay que cuantificar la probabilidad de ejercicio aplicada ofrecido por la digital.

$$Call = Xe^{-rt} N(d)$$

$$Put = Xe^{-rt} N(-d)$$

Donde,

$$d = \frac{\ln(S/E) + (r - q - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

S= Precio del subyacente.

E= Precio de ejercicio.

X= *Pay off*.

$\sigma$  = Volatilidad.

r = Tipo de interés sin riesgo.

q = Dividendo.

$T$  = Tiempo al vencimiento de la opción en años.

Este modelo está construido de tal manera que se hace efectivo el *Pay off*, si la opción termina *ITM*, cuando la opción llegue a su vencimiento. Por esta razón, el " $Xe^{-rT}$ " se debería multiplicar por la expresión " $e^{-zT}$ ", donde,  $z$  = tasa de interés aplicada al periodo entre el vencimiento de la opción y el de la estructura ( $Tf$ ).

Se emite un depósito que surge de una sobretasa a cambio de unas opciones que recibió el emisor. Para valorar la estructura a precios de mercado, se necesita hallar el valor presente de la sobretasa diaria que le ofrecieron y el de las 250 *CALL*, a *strike* igual al límite superior de la banda, y las otras 250 *PUT* a precio de ejercicio igual al del límite inferior, siempre y cuando el *Pay off* fijo haya sido igual al tipo  $R_x$  que le dieron al comienzo de la estructura.

Cuando se inicia, las opciones deben tener el mismo valor presente que el de la sobretasa:

$$R_x - R_m = \sum_{i=1}^n [Call\ Digital(K = \text{lim Superior}) + Put\ Digital(K = \text{lim Inferior})]$$

$$Payoff = \frac{R_x}{365}$$

$$Payoff = \frac{R_x}{365}$$

Donde,

$n$  = Número de días laborables en el período de vida de la estructura.

Si se tiene en cuenta lo anteriormente dicho de ( $n$ ), para el viernes el *Pay off* sería  $\frac{3R_x}{365}$  multiplicándolo por el nominal.

Para la valoración de este tipo de opciones, se debe tener presente todos los factores de riesgo que la afectan directamente, entre ellos, la volatilidad y las tasas de interés. Este efecto se refleja en el valor de las opciones digitales, y se determina por las medidas de sensibilidad o griegas.<sup>10</sup>

- ✓ Sensibilidad de las variaciones del precio del activo subyacente o delta:

$$\text{Delta Call digital} = \frac{e^{-rt} * \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) e^{-d^2/2} \right]}{\sigma * S\sqrt{T}}$$

$$\text{Delta Put digital} = \frac{e^{-rt} * \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) e^{-d^2/2} \right]}{\sigma * S\sqrt{T}}$$

Donde,

$\sigma$  = Volatilidad.

$r$  = Tipo de interés sin riesgo.

$S$  = Spot.

$T$  = Tiempo al vencimiento de la opción en años.

- ✓ Sensibilidad de las variaciones de la volatilidad implícita o vega:

<sup>10</sup> KNOP, Roberto. *Finanzas de diseño: manual de productos estructurados. Primera edición, Madrid: Celeste ediciones, 2000, p.77-82.*

$$Vega\ Call = -e^{-rt} * \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) e^{-d_2^2/2} \right] \left( \sqrt{T} + \frac{d_2}{\sigma} \right)$$

$$Vega\ Put = -e^{-rt} * \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) e^{-d_2^2/2} \right] \left( \sqrt{T} + \frac{d_2}{\sigma} \right)$$

✓ El precio de la estructura en cualquier momento será:

$$Precio = Valor\ presente(1 + R_x) - \sum_{i=1}^n [Call\ Digital(K = \text{lim Superior}) + Put\ Digital(K = \text{lim Inferior})] -$$

$$Payoff = \frac{R_x}{365}$$

$$Payoff = \frac{R_x}{365}$$

$$+ \sum_{i=1}^n [Call\ Digital(K = \text{lim Superior}) + Put\ Digital(K = \text{lim Inferior})] -$$

$$Payoff = \frac{R_x}{365}$$

$$Payoff = \frac{R_x}{365}$$

$$- Valor\ presente \frac{(R_x - R_{rebate}) * \text{dias observados fuera de la banda}}{365}$$

## 9. APLICACIÓN DE UN DEPÓSITO DIGITAL LIGADO AL IGBC

A partir de la exploración de los productos estructurados y los depósitos digitales, se decidió adaptar este producto al mercado colombiano, ya que esta estructura es muy utilizada en el mercado europeo principalmente en España.

Luego de analizar los mercados exteriores, sus comportamientos y sus características, se decidió tomar como punto de referencia un índice bursátil como subyacente para la estructura, ya que los índices son indicadores que permiten conocer la evolución de los precios de las acciones que conforman los títulos inscritos en la bolsa de valores.

En Colombia actualmente existen tres índices bursátiles, COLCAP, COL20 e IGBC, las cuales permiten conocer la tendencia de los mercados y el movimiento de capital de los grandes inversionistas. Pero, ¿Cual índice es el más apropiado para la adaptación de esta estructura al mercado colombiano?

	IGBC	COL20	COLCAP
TIPO DE INDICE	Liquidez	Liquidez	Capitalización Bursátil
NO DE ACCIONES	Variable	20	20
SELECCIÓN CANASTA	Liquidez: Variables Definidas	Liquidez : Existe una Función de Liquidez	
PONDERADOR	Número de acciones transadas en el último año	Nivel de liquidez	Número de acciones determinadas como Capitalización Ajustada
PARTICIPACION POR EMISOR	No hay límite	20%	20%
REBALANCEO	Trimestral	Trimestral	Trimestral

Fuente: BVC.

Los tres índices bursátiles cumplen una función específica cada uno, el COLCAP como índice de capitalización, el COL20 como índice de liquidez y el

IGBC, Índice General de la Bolsa de Colombia. Al ver estas funciones, se considera que el más adecuado para las características de los depósitos digitales, es el IGBC.<sup>11</sup>

El IGBC es el Índice General de la Bolsa de Colombia, creado desde la apertura de la bolsa en Julio de 2001, está constituido a partir de un promedio de los precios de las acciones que están inscritas en la Bolsa de Valores.

Este índice nació gracias a la unión de las bolsas bursátiles: Bogotá, Medellín y Occidente, las cuales existieron hasta el año 2001.

Principalmente, para que las acciones que se van a escoger puedan ser incluidas en el índice se deben caracterizar por ser muy líquidas y por tener una capitalización mayor, es decir, aquellas con mayor rotación o superior al 0.5% semestral, y una frecuencia que sea mayor al 40% del trimestre pasado. Para hacer la composición de IGBC, trimestralmente se re-calcula y gracias a ello se da origen a la posibilidad de tener una nueva canasta de acciones.<sup>12</sup>

Cuando se llega al último trimestre, esta nueva canasta está constituida por 36 acciones en donde 33 son de carácter ordinario, dos son de preferencia y la última es la privilegiada. Toda la canasta está compuesta por acciones de diferentes sectores de la economía colombiana entre ellos el financiero, las inversoras, el industrial, de servicios públicos, el comercial, entre otros.<sup>13</sup>

<sup>11</sup> BVC. Cultura bursátil: conoce más sobre los índices accionarios [en línea]. <[http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/NoticiasDetalle?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27\\_11de9ed172b\\_-783b7f000001=rp.docURI%3Dpof%253A%252Fcom.tibco.psx.model.cp.Document%252F-3e37ae30\\_1240b71cadd\\_7ffcc0a84c5b%26rp.currentDocumentID%3D-3e37ae30\\_1240b71cadd\\_7ffcc0a84c5b%26action%3DopenDocument%26addDefaultTarget%3Dfalse%26](http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/NoticiasDetalle?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27_11de9ed172b_-783b7f000001=rp.docURI%3Dpof%253A%252Fcom.tibco.psx.model.cp.Document%252F-3e37ae30_1240b71cadd_7ffcc0a84c5b%26rp.currentDocumentID%3D-3e37ae30_1240b71cadd_7ffcc0a84c5b%26action%3DopenDocument%26addDefaultTarget%3Dfalse%26)>. [citado el 30 de septiembre de 2009].

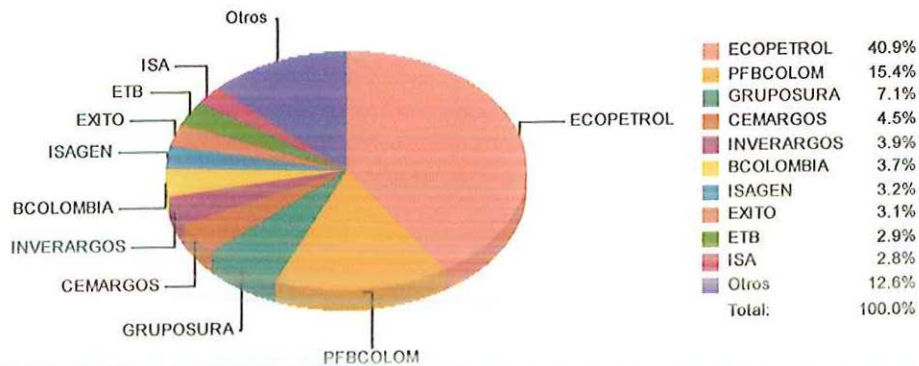
<sup>12</sup> FINANZAS Y DINERO. ¿Qué es el IGBC? [en línea]. <<http://www.finanzasydinero.com/blog/¿que-es-el-igbc/>>.

<sup>13</sup> EL TIEMPO. El IGBC calcula las 36 acciones más negociadas en la bolsa de Colombia [en línea]. <<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1795926>>. [citado en 13 de octubre de 2005].



Para todos los trimestres la canasta de acciones varía, y para el segundo trimestre del año 2008, las 10 empresas con mayor participación en el cálculo del índice IGBC son de:

### Participación en el IGBC



Fuente: BVC.

Finalmente, la canasta está conformada para este trimestre en total por 26 empresas de todos los sectores anteriormente mencionados, y sus participaciones son de:

EMPRESA	PARTICIPACIÓN
ECOPETROL S.A.	40,883%
BANCOLOMBIA S.A.	15,385%
GRUPO INVERSIONES SURAMERICANA	7,076%
CEMENTOS ARGOS S.A.	4,545%
INVERSIONES ARGOS S.A.	3,882%
BANCOLOMBIA S.A.	3,732%
ISAGEN S.A. E.S.P.	3,150%
ALMACENES EXITO S.A.	3,052%
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTA S.A. E.S.P.	2,937%
INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P.	2,757%
COMPANIA COLOMBIANA DE INVERSIONES S.A.	2,635%
TEXTILES FABRICATO TEJICONDOR S.A.	2,312%
GRUPO NACIONAL DE CHOCOLATES S.A.	1,261%
CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A.	1,130%
GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A.	0,932%
TABLEMAC S.A.	0,859%
BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A.	0,796%
COMPANIA COLOMBIANA DE TEJIDOS S.A.	0,675%
INTERBOLSA S.A.	0,637%
BANCO DE CREDITO DE COLOMBIA S.A.	0,455%
HELM FINANCIAL SERVICES	
BANCO DE BOGOTA S.A.	0,432%
MINEROS S.A.	0,198%
BOLSA NACIONAL AGROPECUARIA S.A.	0,114%
ENKA DE COLOMBIA S.A.	0,061%
CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A.	0,055%
VALOREM S.A.	0,048%

Fuente: BVC.

Para hacer el cálculo de este índice, se utiliza la siguiente fórmula:

$$I^k(t) = \sum_i W_i^k P_i(t) E_i$$

Donde,

$I^k(t)$ : Valor del índice para  $(t)$ .

$t$ : Día o instante en el cual se calcula el índice.

$k$ : Identifica el trimestre en el que  $W_i^k$  está vigente.

$E_i$ : Constante que se define como el multiplicador de los factores de enlace.

$W_i^k$ : Peso o ponderación para la acción  $i$ , fijo durante  $k$ .

$P_i(t)$ : Precio de cierre vigente de la acción  $i$  en  $t$ .

Después de conocer que indica y como se compone el IGCB, se necesita hacer un análisis estadístico para determinar cómo es su comportamiento, su tendencia y sus principales características.

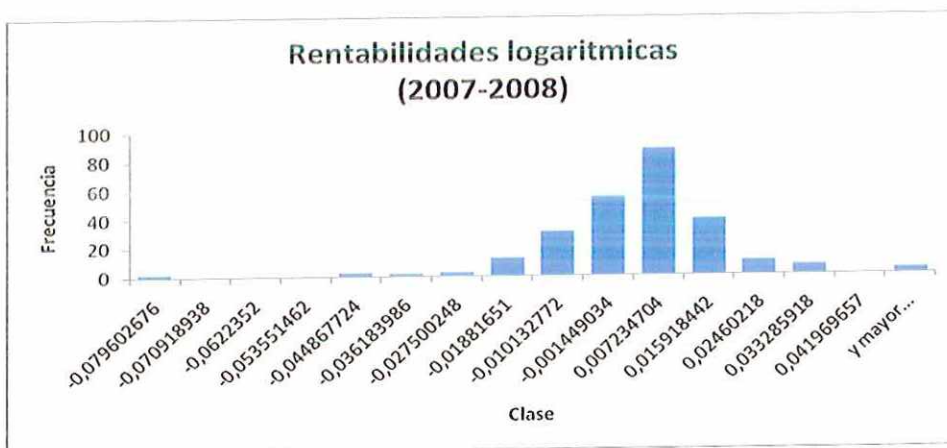
### 9.1. Análisis estadístico del IGCB

El análisis estadístico permite determinar cuál es el comportamiento de una variable en particular, por ello con el siguiente análisis se quiere saber si el IGCB sigue una distribución normal, si tiene una tendencia al alza o la baja, si tuvo puntos máximos o mínimos y determinar en qué periodo se dieron.

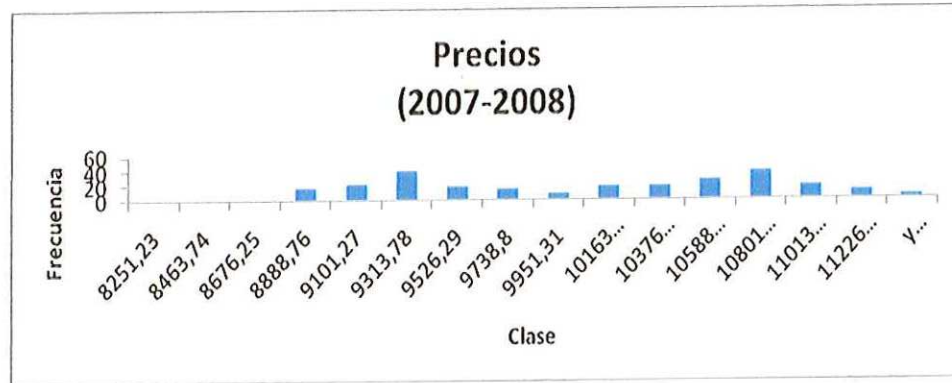
Cuando se llega al análisis de la rentabilidad, se puede determinar la volatilidad que tiene el activo, en este caso el IGBC, que es de suma importancia para la adaptación de los depósitos digitales al mercado colombiano.

Análisis de los precios del IGBC (2007-2008)	
Media	9947,04
Error típico	48,03
Mediana	10005,17
Moda	#N/A
Desviación estándar	753,39
Varianza de la muestra	567603,54
Curtosis	-1,3025
Coefficiente de asimetría	-0,0517
Rango	3187,65
Mínimo	8251,23
Máximo	11438,88
Suma	2446972,56
Cuenta	246

Análisis de las rentabilidades logarítmicas del IGBC (2007-2008)	
Media	-0,08%
Error típico	0,09%
Mediana	0,00%
Moda	#N/A
Desviación estándar	1,42%
Varianza de la muestra	0,02%
Curtosis	5,4726
Coefficiente de asimetría	-0,5542
Rango	13,03%
Mínimo	-7,96%
Máximo	5,07%
Suma	-20,36%
Cuenta	245

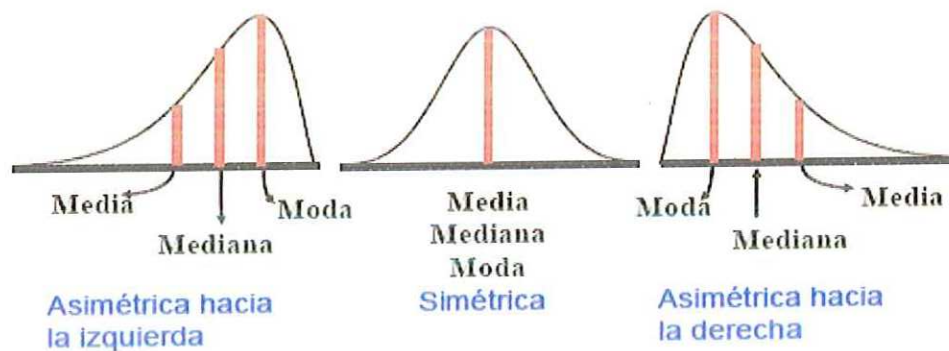


Fuente: Datos Grupo Aval, gráfico elaboración propia.



Fuente: Datos Grupo Aval, gráfico elaboración propia.

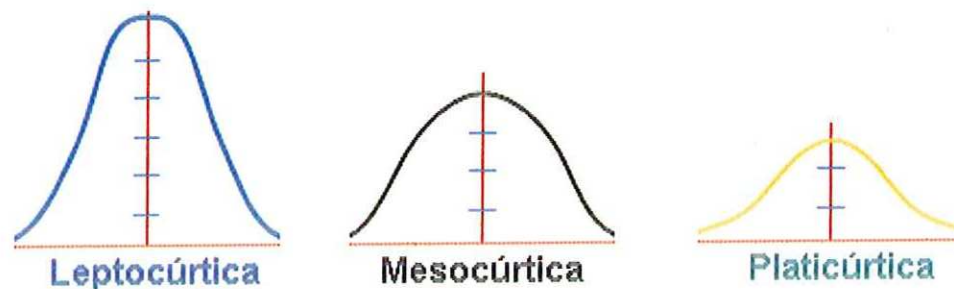
El sesgo es un indicador de igual importancia que la media y la desviación estándar, pues este indicador mide la simetría de la curva y para qué dirección se encuentra sesgada, para una curva normal perfecta el sesgo es igual a cero, si es inferior a cero estará sesgada hacia la izquierda y si es superior a cero estará sesgada hacia la derecha.



Según el análisis de las tablas anteriores, se puede observar que el coeficiente de asimetría es menor que cero tanto para los precios como para las rentabilidades; el coeficiente es para precios  $-0,0517$  y para rentabilidades  $-0,5542$ , por lo tanto debe estar sesgado hacia la izquierda.

La curtosis al igual que el sesgo da forma a la curva, pero a diferencia del sesgo esta mide la elevación de la horizontal. La curtosis de una distribución normal perfecta es igual a cero. Con una alta concentración de valores es decir

leptocúrtica, una concentración normal sería mesocúrtica y con una baja concentración es platicúrtica.



De acuerdo a los datos de la tabla la curtosis que presenta los precios  $-1,3025$  es negativa, esto muestra que es platicúrtica, pero en las rentabilidades es positiva  $5,4726$ , quiere decir que cambia a una alta concentración la cual sería leptocúrtica; teniendo en cuenta que la referencia es cero, es muy alta lo que puede ser causado por los datos atípicos que se presentan.

Después de identificar las variables estadísticas, y saber cómo se comporta la curva, ahora se determinara a partir de la prueba de normalidad Jarque Bera si esta cumple o no un comportamiento normal de la distribución.

La prueba de Jarque Bera, utiliza las medidas de la curtosis y el coeficiente de asimetría, y plantea la siguiente prueba de hipótesis:

H0: La variable se comporta como una distribución Normal.

H1: La variable NO se comporta como una distribución Normal.

El valor crítico se calcula a partir de la prueba Chi cuadrada, y por lo tanto se debe seleccionar un nivel de significancia y 2 grados de libertad.

El estadístico para esta prueba se calcula con la fórmula,

$$B = N [(coeficiente\ asimetría^2/6) + (curtosis^2/24)]$$

Donde,

$N$  = número de datos.

Si el estadístico  $B$  es menor al valor crítico se acepta  $H_0$  y si  $B$  es mayor al valor crítico entonces se rechaza.

Al tener los datos resultantes, tanto de los precios como de las rentabilidades logarítmicas, se obtiene de la prueba Jarque Bera, para precios,  $B=17,50$ , y para rentabilidades,  $B=318,27$ , y de acuerdo con los valores críticos obtenidos por la distribución Chi cuadrada  $VC= 5,9915$ . Por las hipótesis planteadas al comienzo de la prueba Jarque Bera y por los resultados obtenidos, no hay razón para aceptar que los datos de las rentabilidades y los precios del IGBC presenten un comportamiento normal, por consiguiente se rechaza la hipótesis inicial.

El análisis anterior sobre la forma de la curva de la distribución, se puede observar de una manera más adecuada y más precisa en el histograma dado por las rentabilidades y los precios.

De acuerdo con las anteriores gráficas se puede comprobar el analisis anterior observandose que para las rentabilidades la distribución mostró un sesgo hacia la izquierda y una alta concentración de datos que presentaba una característica leptocurtica. También observamos la curva de la distribución de los precios, que presentaba al igual que las rentabilidades un sesgo hacia la izquierda, lo que permite entender que la mayoría de los datos se encuentran en la parte derecha de la curva.

A diferencia de las rentabilidades, los precios muestran una característica platicurtica, lo cual se analiza como una baja concentración de datos. De acuerdo lo anterior y la prueba de normalidad jarque bera se puede asumir que

ninguna de las dos distribuciones tiene una distribución normal desmostrando que tiene muchos datos atípicos los cuales se deben analizar para hacer un mejor estudio de su comportamiento.

Despues de analizar las características y la distribución de los datos del IGBC para el periodo 2007-2008, es prudente hacer un analisis de tendencia de estos precios para determinar su comportamietno y poder especular sobre el mercado.

### Tendencia datos historicos

(2007-2008)



Fuente: Datos Grupo Aval, gráfico elaboración propia.

Con base en la grafica anterior se observa la tendencia que presentan los datos históricos 2007-2008, es a la baja de acuerdo a la línea de tendencia y a su ecuación  $y = -5,1079x + 211593$ , lo que permite demostrar una baja muy fuerte a comienzos del año 2008 y llegando a su piso en febrero del mismo



año, en donde se presentó la crisis inmobiliaria de los Estados Unidos que afecto también a la economía y al mercado bursátil colombiano.

La tendencia de precios del 2008-2009 es necesaria debido a que en este momento el producto se está desarrollando y permite comprobar si tiene o no utilidades y a su vez si es rentable.

### Tendencia de precios (2008-2009)



Fuente: Datos Grupo Aval, gráfico elaboración propia.

A diferencia de la gráfica de los datos históricos, la tendencia que presentan los datos 2008-2009 son al alza como lo se muestra en la gráfica de acuerdo a su línea de tendencia y ecuación  $y = 2,9197x - 107904$ , esto muestra una expectativa más confiable ya que se observan unos precios más estables, no tan variables, y seguros para el inversor permitiendo que este tenga más seguridad y aceptación del producto planteado.

Después del análisis de tendencia explicado anteriormente, lo más significativo que se vio fue la tendencia a la baja de los datos históricos, se piensa que la consecuencia fue la crisis que presentó Colombia a comienzos del año 2008 afectando así sus precios y otorgándole una alta volatilidad en esas fechas. Por lo tanto, también es muy importante realizar un análisis de las rentabilidades de esos precios.

### Rentabilidades logarítmicas

(2007-2008)



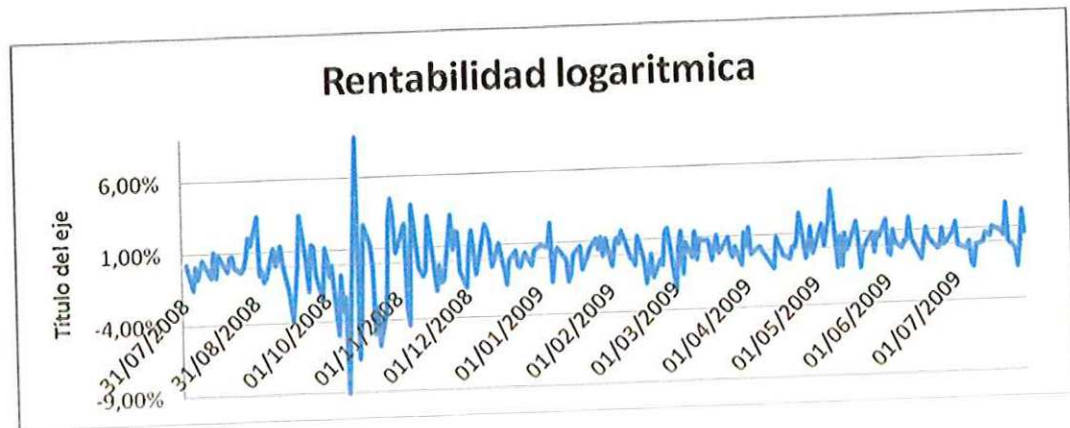
Fuente: Datos Grupo Aval, gráfico elaboración propia.

Para este gráfico de rentabilidades, se puede observar varios cambios considerables en ciertas fechas, por consecuencia de una alta volatilidad en ellas. La causa de estos cambios y de la alta volatilidad fue la crisis inmobiliaria que presentó los Estados Unidos a comienzos del 2008 la cual afectó de forma directa o indirectamente a la economía colombiana, reflejado en sus índices y acciones.

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la variación de las rentabilidades son primordiales para determinar su volatilidad y que esta puede verse afectada por factores externos o internos a la economía nacional.

## Rentabilidades logarítmicas

(2008-2009)



Fuente: Datos Grupo Aval, gráfico elaboración propia.

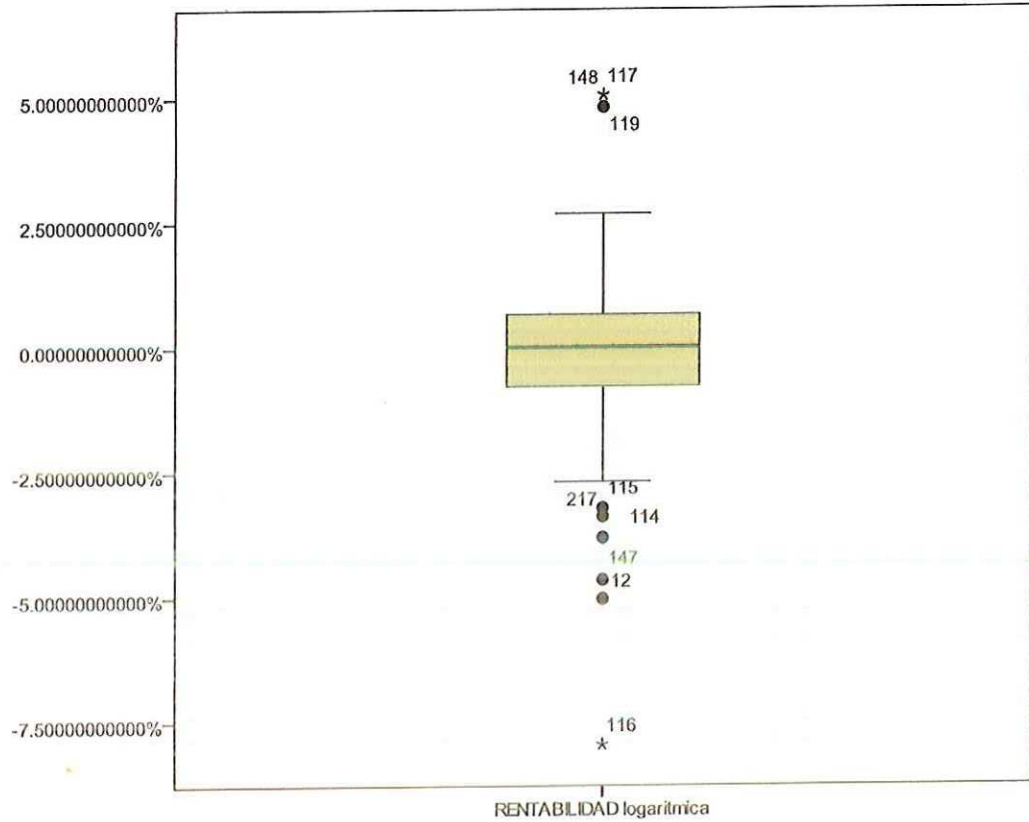
Para las rentabilidades del último año, estas presentan cambios parecidos a los del año anterior pero la volatilidad es más elevada para el periodo 2008-2009 debido a una subida de precio que hubo en octubre-noviembre, pero en general, estas tuvieron un comportamiento muy similar dentro del mismo rango.

Antes de analizar la volatilidad, que se va a usar en este trabajo, hay ciertos puntos que se deben tener en cuenta, los cuales son fundamentales para tomar una decisión acertada y mejor fundamentada. Al ver el gráfico de rentabilidades se observan muchos datos fuera de lo común y por ello se decide hacer pruebas más profundas para comprobar y corroborar dicha hipótesis.

Por medio de un programa especializado para el análisis de datos atípicos, se observó lo siguiente:

## Rentabilidad logarítmica- Caja y bigotes

(2007-2008)



Fuente: Datos Grupo Aval, gráfico elaboración propia.

Gracias al gráfico de caja y bigotes se comprueba que existen datos atípicos los cuales pueden afectar el análisis y distorsionar las decisiones que se puedan tener de acuerdo al análisis del subyacente, en la gráfica anterior se observa datos atípicos que están por fuera del rango intercuartil, que son los puntos y las estrellas que se ven en el gráfico, siendo las estrellas el punto máximo y mínimo de las rentabilidades.

### **9.1.1. Volatilidad de los precios 2007-2008**

La volatilidad se puede definir como la velocidad con que puede variar el precio del activo subyacente, pretendiendo medirlo con respecto a las diferentes variables económicas, como lo son: riesgo de tipo de cambio, riesgo de tasa de interés, riesgo de precio, etc.

Si se habla de altos movimientos en los precios, esta se puede entender como alta volatilidad, de lo contrario, si estos movimientos son bajos, se puede encontrar una volatilidad baja.

Matemáticamente, la volatilidad es la desviación estándar de las variaciones que puede tener el precio del activo y generalmente debe expresarse en términos anuales y porcentuales.

La volatilidad se puede medir por medio de la volatilidad histórica, volatilidad con supuesto de media cero, volatilidad dinámica o con suavizamiento exponencial, volatilidad para tasas de interés y volatilidad implícita.

- *Volatilidad histórica:* mide el movimiento de los precios u observaciones en tiempo pasado.
- *Volatilidad con supuesto de media cero:* utiliza los rendimientos al cuadrado de los precios del activo.
- *Volatilidad dinámica:* trata de determinar el dinamismo de las variaciones del precio, además esta volatilidad tiene en cuenta los datos más cercanos al tiempo en que se está evaluando. Para utilizar esta volatilidad se debe tener en cuenta el método RMSE, el cual se utiliza para hallar una lambda óptima que permita minimizar el error que se puede obtener de la varianza.

- *Volatilidad para tasas de interés:* la cual debe tener en cuenta que los precios tienen unas variaciones y rentabilidades.
- *Volatilidad implícita:* también es conocida con el nombre de volatilidad de mercado, el cual muestra las expectativas que puede llegar a tener el mercado acerca de la volatilidad del activo hasta su fecha de vencimiento.

Para el desarrollo del producto, los resultados de volatilidad que se obtuvieron para el IGBC en el periodo 2007-2008 fueron:

Volatilidad		
Histórica	Dinámica	T+1
1,4192%	1,3680%	1,3759%

Además existen unos modelos para calcular la volatilidad, entre ellos, *ARCH*, *GARCH*, *IGARCH*, *EGARCH*, *ARCH-M*, *TARCH*, pero que para este trabajo no son muy importantes.

## 9.2. Diseño del producto

Después de conocer que existen datos atípicos en el periodo y métodos para mejorar el cálculo de la volatilidad, se decide suavizar o ajustar estos datos para tener una volatilidad más real y veraz.

Por lo que para el desarrollo de este trabajo, se decidió tomar la volatilidad dinámica, ya que permite ser ajustada a partir un lambda óptimo por la

metodología del RMSE y por lo tanto muestra un punto de vista más real podría decirse, Volatilidad dinámica= 1,3680% diaria, y con esta se hace el desarrollo del producto ya que se encuentra suavizada lo que permitirá un mejor resultado.

Después de realizar estudios específicos sobre el comportamiento, características, tendencia del índice y datos, se puede llegar a muchas conclusiones para la adaptación del producto al mercado Colombiano. Por ello se realizó un análisis estadístico, de tendencia y volatilidad sobre los datos 2007-2008 para estudiar a fondo el IGBC y tomar decisiones importantes.

### 9.2.1. *Calculo de las bandas*

Una de las primeras conclusiones que se obtiene mediante el análisis estadístico es que para tener un cálculo más acertado y más objetivo, la volatilidad usada fue la  $S_{t+1}$ , pues permite calcular un valor estimado de la banda usada para el depósito digital, adaptado al mercado Colombiano. A continuación se mostrara el cálculo de las bandas a partir de cada una de las diferentes volatilidades obtenidas:

Bandas				
Tipo	Volatilidad	Inferior	Superior	Tamaño
<i>Histórica</i>	1,4192%	8.754,51	9.367,91	613,40
<i>Dinámica</i>	1,3680%	8.765,31	9.357,11	591,79
<i>T+1</i>	1,3759%	8.763,65	9.358,77	595,12

La banda se calcula a partir de una adaptación del modelo de Wiener que permite generar escenarios para poder determinar el cálculo y de esta manera

para que sea más preciso que otros modelos usados. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$S_{t+1} = S + S(\mu + \sigma * z)$$

Donde,

S= ultimo precio de cotización de los precios históricos.

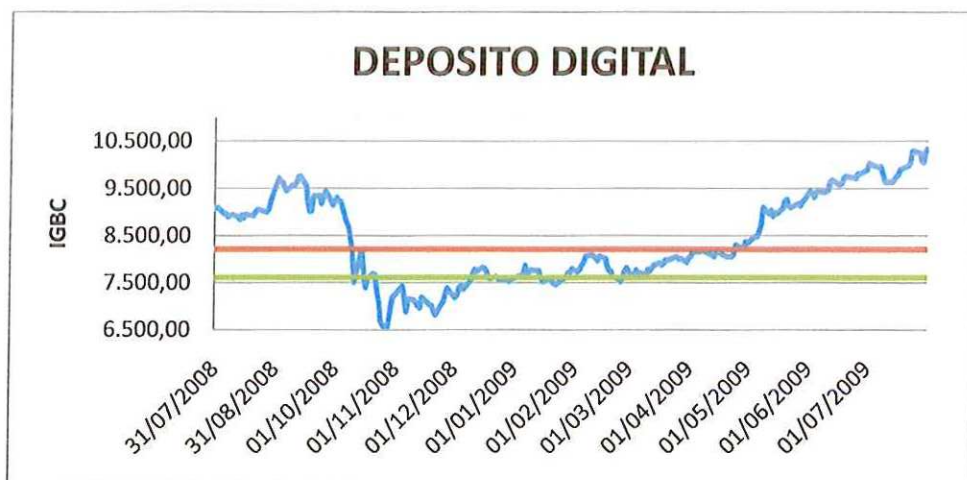
$\sigma$  = volatilidad dinámica para el día t+1.

$\mu$  = media de las rentabilidades de los precios del 2007-2008.

Z = valor estadístico que determina el nivel de confianza del cálculo, calculado a partir de un nivel de confianza del 99%, el z=2.33 desviaciones estándar. Y se escoge el nivel más alto para obtener el valor verdadero del parámetro.

Una vez calculado el valor superior de la banda= \$8.200 (para un escenario base con una inversión de \$100.000.000), se puede conocer la amplitud total de esta, para que sea situada donde el inversor desee al inicio de la estructura.

A manera de ejemplo, a continuación se sitúan las bandas, superior e inferior, para observar gráficamente su comportamiento:





### **9.2.2. Plazo**

Este producto tiene una característica en particular, es de corto plazo, es decir su estructura no debe tener un plazo mayor a un año, ya que debido a las variaciones en los precios y cambios en las variables de mercado no es aconsejable que la estructura tenga una duración mayor con los mismas tasas de interés.

### **9.2.3. Rendimiento**

Después de calcular el tamaño de la banda, se debe conocer un rendimiento atractivo para el inversor superior al más elevado que se encuentra en el mercado, 5.35% anual para CDT con una inversión mayor a \$100.000.000 otorgado por Davivienda. Por ello se decidió determinar un rendimiento de la siguiente manera:

$$R_x = R_s + \text{puntos}$$

Donde,

$R_s$  = la tasa superior que actualmente se encuentre en el mercado.

A este redimiendo se le estipulan unos puntos específicos para que sea más atractiva a las tasas de mercado para inversiones normalmente utilizadas, pues no son indexados a una tasa variable como comúnmente se utiliza, ya que le garantiza una utilidad fija mientras se encuentre en la banda preestablecida. El valor de los puntos puede variar dependiendo de las políticas de cada emisor, de su riesgo y sus expectativas en cuanto al producto.

Para este escenario, se utilizo unos puntos no tan altos y tan tampoco tan bajos, 10bp adicionales a la tasa máxima del mercado pueden ser un escenario atractivo para cualquier inversor colombiano.

#### **9.2.4. Valor nominal**

En cuanto al valor nominal, se estipula que debería ser una cantidad de \$100.000.000 de pesos aproximadamente, ya que este es uno de los escenarios donde se presentó una buena rentabilidad y con un bajo riesgo, pero al aumentar considerablemente este valor, de acuerdo al análisis de tendencia y volatilidad, sería muy riesgoso y poco atractivo para los inversionistas.

#### **9.2.5. Utilidad del inversor**

La utilidad del inversor está dada por el número de días de acierto que tenga dentro de la banda, la liquidación se realiza diariamente, y para este escenario de \$100.000.000 con un rendimiento de 5.45% ea, es igual a \$14.539,9 diario y fue calculado de la siguiente forma:

$$Utilidad = \$100.000.000 * \left( \frac{5,45\%}{365} \right)$$

$$Utilidad = \$14.539,9 \text{ diaria}$$

#### **9.2.6. Valoración de opciones para el emisor**

Antes de valorar las opciones del emisor hay que tener en cuenta los dividendos de las principales empresas que participan en el IGBC, que es fundamental para el cálculo de las primas de las opciones.

Cabe resaltar que los dividendos fueron calculados por medio de un promedio ponderado de la tasa de dividendo de las empresas con mayor participación en el IGBC.

EMPRESA	Participación	Promedio dividendo
<b>Bancolombia pref</b>	15,385%	
Promedio		<b>2,900%</b>
<b>Ecopetrol</b>	40,883%	
Promedio		<b>1,089%</b>
<b>Grupo inv suramericana</b>	7,070%	
Promedio		<b>1,185%</b>
<b>Cementera argos</b>	4,545%	
Promedio		<b>2,031%</b>
<b>Inv argos</b>	3,882%	
Promedio		<b>1,369%</b>
<b>Bancolombia</b>	3,732%	
Promedio		<b>3,346%</b>
<b>Isagen</b>	3,150%	
Promedio		<b>2,810%</b>
<b>Éxito</b>	3,052%	
Promedio		<b>2,123%</b>
<b>ETB</b>	2,937%	
Promedio		<b>4,754%</b>
<b>Interconexión eléctrica</b>	2,757%	
Promedio		<b>1,785%</b>
<b>Compañía Colomb de inv</b>	2,635%	
Promedio		<b>1,023%</b>

Fuente: Datos Economatica.

Para valorar las opciones *Call* y *Put*, los precios de ejercicio de cada una de ellas correspondían a cada uno de los valores de la banda, es decir, para la

Call la banda superior y para la Put la banda inferior. El cálculo de estas opciones se determinó a partir del método de valoración *Black – sholes*, como se explicó anteriormente en la valoración de un deposito digital. Los valores a continuación son el resultado de de las primas estimadas en la herramienta con los datos propuestos para el análisis del periodo 2008-2009.

$$Call = \$6.986,92$$

$$Put = \$1.422,13$$

### 9.2.7. Resultados para el emisor

Para el cálculo de la Call y de la Put, el *Pay off* se tomo en pesos y no en porcentaje, para que cuando se calculara el valor de las primas no estuvieran en unidades pues el IGBC actualmente no tiene ningún multiplicador que las convierta dichas unidades a pesos.

Luego de invertir el nominal traído a presente, a la tasa libre de riesgo y haber usado la diferencia para suplir la compra de las opciones, obtiene su utilidad. Para este ejemplo el valor de las primas anteriormente citadas se multiplican por los días de cotización, que son 243 días quiere decir 243 Call y 243 Put.

<i>Opciones</i>			
<i>Call</i>	\$	6.986,92	243 \$ 1.697.821,15
<i>Put</i>	\$	1.422,13	243 \$ 345.577,37
<b>PAGO PRIMA</b>			\$ 2.043.398,53

Por lo que el emisor pagara por sus opciones \$2.043.398,53.

## 10. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la exploración de los productos estructurados y las opciones digitales se conoció más a fondo el cómo, para qué, y porqué se crearon estos productos tan diversos, a su vez el comportamiento en los mercados extranjeros y las características primordiales de ellos. Cabe resaltar que la complejidad de estos productos es un paso muy grande para un mercado no tan fuerte y con poca trascendencia como lo es el colombiano, por lo cual hay modificaciones que se deben tener en cuenta para la adaptación a este mercado.
- Después de una ardua exploración sobre los productos estructurados y los depósitos digitales, se presentaron ciertos interrogantes y diferencia que se debían analizar, para comprobar la viabilidad de un producto usado en el mercado europeo al mercado colombiano. Estos puntos e interrogantes se presentaron por las incompatibilidades económicas y financieras de los dos mercados, para poder suplir estas diferencias y responder los interrogantes planteados, se necesitó el uso de una herramienta que permitiese generar escenarios para modificar un poco la estructura en los siguientes puntos: monto de la inversión, rendimiento y valoración de las primas de las opciones.
- Para la generación de escenarios se creó una herramienta que permitió establecer parámetros específicos sobre el monto de la inversión, el rendimiento que debe ser usado para que sea atractivo a los inversionistas, y la valoración de las primas de las opciones del emisor, para así tener un mayor entendimiento y mejor acogida de la estructura en el mercado colombiano. Cabe resaltar que el rendimiento del inversionista estuvo afectado por las crisis que afectaron a Colombia en los últimos años, pero presentó una valorización a pesar de las complicaciones de los periodos analizados.

- En general, este es un producto innovador, de características muy complejas en comparación con los que actualmente se encuentran en el mercado colombiano, pero que puede dar a los colombianos una mejor visión al momento de hacer inversiones muy importantes para sus empresas. El producto da la oportunidad de que cada uno pueda plantear sus parámetros y gustos al momento de hacer inversión, ya que el inversionista puede establecer sus límites de pérdidas y ganancias partiendo del comportamiento que se esté dando en ese instante en el mercado.
- El producto no solo beneficia al inversionista, sino también al emisor, ya que él se cubre con una compra de opciones en el mercado *OTC (Over The Counter)* con el fin de garantizarle al inversionista el valor de su nominal.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- DELGADO U., Josu Imanol. Estrategias con opciones financieras: como ganar dinero utilizando las opciones financieras. Edición ilustrada, Publicado por ediciones Díaz de Santos, 1999, p. 140.
- GARCÍA M., Fernando, PÉREZ R., Jorge y VILARIÑO S., Ángel. Derivados: valor razonable, riesgos y contabilidad teoría y casos prácticos. Madrid: Pearson, 2008, p. 33.
- KNOP, Roberto. Finanzas de diseño: manual de productos estructurados. Primera edición, Madrid: Celeste ediciones, 2000, p. 75-82.
- LAMOTHE F., Prósper y PÉREZ S., Miguel. Opciones financieras y productos estructurados. Tercera edición, Madrid: McGraw Hill, 2005, p. 326-330 y 460 y 461.
- MASCAREÑAS, Juan, Universidad complutense de Madrid: "Productos financieros estructurados: análisis y estudio de su cobertura".

### *Páginas de internet:*

- ASAPAIN11. Depósito digital corto plazo [en línea]. <[http://www.aspain11.com/informes/20080201\\_BP-1.pdf](http://www.aspain11.com/informes/20080201_BP-1.pdf)>.
- APUNTES DE CLASE DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGO. Riesgo de mercado. Ing. Gloria Inés Macías Villalba.
- BVC. Índices bursátiles [en línea]. <<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/enlinea/indicesbursatiles>>. [citado en tiempo real].

- BVC. Índices bursátiles [en línea].  
<[http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/enlinea/indicesbursatiles?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27\\_11de9ed172b\\_74047f000001=codIndice%3DIGBC%26fecha%3D20090909%26tipoContenido%3Dformula%26action%3Dcontenido%26](http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/enlinea/indicesbursatiles?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27_11de9ed172b_74047f000001=codIndice%3DIGBC%26fecha%3D20090909%26tipoContenido%3Dformula%26action%3Dcontenido%26)>. [citado en tiempo real].
- BVC. Cultura bursátil: conoce más sobre los índices accionarios [en línea]. <[http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/NoticiasDetalle?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27\\_11de9ed172b\\_783b7f000001=rp.docURI%3Dpof%253A%252Fcom.tibco.psx.model.cp.Document%252F-3e37ae30\\_1240b71cadd\\_7ffcc0a84c5b%26rp.currentDocumentID%3D-3e37ae30\\_1240b71cadd\\_7ffcc0a84c5b%26action%3DopenDocument%26addDefaultTarget%3Dfalse%26](http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/NoticiasDetalle?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27_11de9ed172b_783b7f000001=rp.docURI%3Dpof%253A%252Fcom.tibco.psx.model.cp.Document%252F-3e37ae30_1240b71cadd_7ffcc0a84c5b%26rp.currentDocumentID%3D-3e37ae30_1240b71cadd_7ffcc0a84c5b%26action%3DopenDocument%26addDefaultTarget%3Dfalse%26)>. [citado el 30 de septiembre de 2009].
- BANKINTER. Información warrant's: volatilidad [en línea].  
<[https://broker.bankinter.com/www/es-es/cgi/broker+warrants\\_volatilidad](https://broker.bankinter.com/www/es-es/cgi/broker+warrants_volatilidad)>.
- CAIXA GALICIA. ¿Qué son los productos estructurados? [en línea].  
<[http://www.caixagalicia.es/wvio004\\_contenido/esp/pags/wvio004p\\_emprbecprodestr.asp](http://www.caixagalicia.es/wvio004_contenido/esp/pags/wvio004p_emprbecprodestr.asp)>. [citado en 21 de abril de 2003].
- EL TIEMPO. El IGBC calcula las 36 acciones más negociadas en la bolsa de Colombia [en línea].  
<<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1795926>>. [citado en 13 de octubre de 2005].
- FINANZAS Y DINERO. ¿Qué es el IGBC? [en línea].  
<<http://www.finanzasydinero.com/blog/?que-es-el-igbc/>>.
- GESTIOPOLIS. ¿Qué indica la volatilidad? [en línea].  
<<http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/fin/56/volatilidad.htm>>. [citado en abril de 2003].



- WIKIPEDIA. Volatilidad [en línea]. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Volatilidad#Definici.C3.B3n>>. [citado el 24 de julio de 2009].
- X-TRADER. Opciones exóticas [en línea]. <[http://www.x-trader.net/cms/articulos/futuros-y-opciones/opciones-exoticas\\_2.html](http://www.x-trader.net/cms/articulos/futuros-y-opciones/opciones-exoticas_2.html)>. [citado en 20 de julio de 2007].