

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	1 de 96

## 2.4 NOTAS ESTRUCTURADAS.

### A. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipo de Mercado:	Mercado de Dinero y de Deuda Extranjera	
Emisor:	Instituciones Financieras, Fideicomisos Cerrados.	
Mercado donde cotiza:	BMV, OTC.	
Fuentes de Información:	BMV, INDEVAL, BLOOMBERG, REUTERS.	
Tipo de valor:	<b>F</b> <b>J</b> <b>D2, D7</b>  <b>D8</b> <b>91, 93</b> <b>99</b> <b>WA, WI, WC</b>	Certificado de Depósito Bonos Bancarios Notas Estructuradas de Mediano Plazo Emitidas en el Extranjero Títulos de Deuda Emisoras Extranjeras SIC Certificados Bursátiles Estructurados Deuda Estructurada de entidades financieras y/o subsidiarias. Warrants sobre Acciones, Índices Bursátiles o Canastas sobre Acciones.
Valor Nominal:	Variable	
Curva utilizada en la valuación:	Curva Nominal Bancaria asociada al riesgo emisor. Curva Nominal Libre de Riesgo de Tasa Bruta. Curvas Internacionales Libres de Riesgo. Curva de Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio. Curvas de volatilidad de acuerdo al subyacente.	
Subyacentes de referencia:	Variable	
Rendimiento:	Variable	
Volatilidad:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para opciones sobre Índices accionarios y Acciones: Superficie de volatilidades de opciones listadas.</li> <li>• Para Tipos de cambio: Volatilidad de opciones "At the Money" tomadas de las fuentes de información Bloomberg y/o Reuters.</li> <li>• Para Tasas de Interés: Superficie de volatilidades. En su defecto, volatilidad histórica ó dinámica calculada con una ventana de 252 días y <math>\lambda</math> de 0.90.</li> </ul>	

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	2 de 96

## Criterios de Valuación:

La aplicación de la presente metodología está sujeta a la información disponible en el mercado para los valores a los que se hace referencia en este documento. VALMER aplica los siguientes criterios para la determinación y publicación de los precios actualizados de valuación conforme al orden siguiente:

1. **Hechos de mercado de los Valores de Referencia:** Concertados en mecanismos de operación de valores (SIF, Enlace, Tradition, Eurobrokers, Remate, etc.). Hechos con al menos el 20% del monto de emisión.
2. **Posturas de Compra-Venta para los Valores de Referencia:** Publicados en los mecanismos de operación de valores (SIF, Enlace, Tradition, Eurobrokers, Remate, etc.). Posturas de por lo menos 50,000,000 MXP y con una duración de 60 minutos.

**En caso de que no existan hechos y/o posturas en los sistemas de operación para el Instrumento Financiero, se aplicará el siguiente criterio:**

3. **Para este criterio, se consideran los siguientes casos:**

**3.1. El Proveedor tiene desarrollado un Modelo Matemático Teórico, aprobado por el Comité de Valuación y autorizado por la CNBV, para llevar a cabo la Valuación del Instrumento Financiero, y NO existe en alguna Fuente de Información (BLOOMBERG, REUTERS, Páginas de Internet, etc.) en la cual se publiquen Precios de Compra-Venta del Instrumento Financiero. En este caso, se reportará en el Vector de Precios, el precio obtenido por el Proveedor de acuerdo al Modelo Matemático Teórico.**

**3.2. El Proveedor NO tiene desarrollado un Modelo Matemático Teórico para llevar a cabo la Valuación del Instrumento Financiero, y NO existe alguna Fuente de Información (BLOOMBERG, REUTERS, Páginas de Internet, etc.) en la cual el Emisor publique Precios de Compra-Venta del Instrumento Financiero.**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	3 de 96

*El Proveedor publicará en el Vector de Precios, la Valuación del Instrumento Financiero a Valor Nominal hasta que desarrolle un Modelo Matemático Teórico aprobado por el Comité de Valuación y autorizado por la CNBV. Esto se le comunicará al tenedor del instrumento financiero; de igual manera, se le informará cuando se tenga el Modelo Matemático Desarrollado.*

**3.3. El Proveedor tiene desarrollado un Modelo Matemático Teórico para llevar a cabo la Valuación del Instrumento Financiero, y existe alguna Fuente de Información (BLOOMBERG, REUTERS, Páginas de Internet, etc.) en la cual el Emisor publique Precios de Compra-Venta del Instrumento Financiero, se publicará el Precio Teórico determinado por el Proveedor.**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	4 de 96

## B. DESCRIPCIÓN

Al día de hoy existen en nuestro mercado instrumentos de deuda que poseen la característica de una nota estructurada. Las notas estructuradas en su mayoría ofrecen al vencimiento una garantía del capital original invertido.

Las Notas Estructuradas (NE), son instrumentos de deuda emitidos por instituciones bancarias y financieras, cuyo rendimiento es variable en función del valor de mercado del derivado incorporado en la estructura y cuyas características varían dependiendo del subyacente y de la estrategia vinculada a la misma.

En su mayoría, estas Notas se estructuran con opciones tanto "Plain Vanilla" como exóticas. Por ejemplo, entre las opciones "Plain Vanilla" se encuentran: Put Spreads, Call Spreads, Collars, Floors, etc. Entre opciones exóticas se encuentran, entre otras, Knock Outs, Doble Barrera, Cash or Nothing. Los subyacentes empleados en este tipo de Notas Estructuradas son principalmente, Índices Accionarios, Acciones inscritas en Bolsa, Tipos de Cambio (generalmente FIX) y tasas de interés (Cetes28, TIIE28, USD LIBOR).

Dependiendo de las características específicas de cada una de las estructuras, los modelos de valuación y los insumos son diferentes:

ESTRUCTURA	TIPO DE NOTA ESTRUCTURADA	DERIVADO INCORPORADO EN ESTRUCTURA	SUBYACENTE
1	NE Call Spread	Opciones europeas. Call tipo	1. Índices accionarios 2. Acciones inscritas en Bolsa.
2	NE Put Spread	Opciones europeas. Put tipo	1. Índices accionarios 2. Acciones inscritas en Bolsa.

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	5 de 96

ESTRUCTURA	TIPO DE NOTA ESTRUCTURADA	DERIVADO INCORPORADO EN ESTRUCTURA	SUBYACENTE
3	NE Collar (Spread de Tasas de Interés)	CAP's de tasas de interés.	1. TIIE 28
4	NE Floor	Flooret's de tasas de interés.	1. TIIE 28
5	NE Gana si sube y NE Gana si baja	Binary Option: Cash or Nothing, no dependiente de la trayectoria del subyacente.	1. FIX MXP/USD 2. Subasta CETES 28 3. IPC
6	NE Knock Out: Down and Out y NE Knock Out: Up and Out	Binary Barrier Option dependiente de la trayectoria del subyacente.	1. FIX MXP/USD
7	NE Dual Tipo de Cambio	Opción de tasas de interés.	1. Rendimiento Tipo de cambio FIX.
8	NE Cap	Caplet's de tasas de interés	1. TIIE 28
9	Bono TIIE SWAP LINKED NOTE	Forward Starting Swap	1. Tasa Swap TIIE 28: a) Cotización BID b) Cotización ASK c) Cotización MID
10	Bono Extendible	Swaption o Floor de tasas de interés	1. IRS TIIE 28

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	6 de 96

ESTRUCTURA	TIPO DE CERTIFICADO DE DEPÓSITO	DERIVADO INCORPORADO EN ESTRUCTURA	SUBYACENTE
11.1	Nota Estructurada Dual en moneda extranjera (USD, EUR, etc.), ligada al comportamiento del tipo de cambio: MXPUSD, MXPEUR, etc.	Opción Put Europea.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de cambio MXPUSD FIX, publicado en el Diario Oficial de la Federación.</li> <li>2. Tipo de cambio MXPUSD, MXPEUR WMCO.</li> </ol>
11.2	Nota Estructurada Dual en moneda doméstica (MXP), ligada al comportamiento del tipo de cambio: MXPUSD, MXPEUR, etc.	Opción Call Europea.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de cambio FIX, MXPUSD publicado en el Diario Oficial de la Federación.</li> <li>2. Tipo de cambio MXPUSD, MXPEUR WMCO.</li> </ol>
12	Bono Flotante Put	Opción de tasas de interés.	1. Rendimiento IPC
13	NE FX Range Escalonado (Weighting Cake)	Binary Option: Cash or Nothing, no dependiente de la trayectoria del subyacente, entre más de un rango de tipos de cambio.	1. FIX MXP/USD
14	NE No Touch (Down and Out-Up and Out)	Binary Double Barrier Option dependiente de la trayectoria del subyacente ( $U_{k1}, U_{k2}$ .)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. FIX MXP/USD</li> <li>2. TC USD/EUR</li> </ol>

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	7 de 96

ESTRUCTURA	TIPO DE CERTIFICADO DE DEPÓSITO	DERIVADO INCORPORADO EN ESTRUCTURA	SUBYACENTE
15	NE TIIE RANGE ACCRUAL.	Binary Option	TIIE28
16	NE FX RANGE ACCRUAL	Binary Option	TIPOS DE CAMBIO
17	Reverse Convertible	Barrier Option Down and in y Put europeo	1. ADR's 2. Tracks
18	NE IRS RANGE ACCRUAL.	Binary Option	1. Tasa Swap Futura
19.1	EUROPEAN CALL BOND NOTE.	Opción call larga europea sobre el bono.	Bonos de deuda, por ejemplo bonos M, UDIBONOS, etc.
19.2	EUROPEAN PUT BOND NOTE.	Opción put larga europea sobre el bono.	Bonos de deuda, por ejemplo bonos M, UDIBONOS, etc.
19.3	EUROPEAN PLAIN VANILLA BOND NOTES.	Estrategia de opciones call y/o put con posiciones largas y/o cortas ponderadas por un factor de participación. Por ejemplo: notas estructuradas piramidales sobre bonos M.	Bonos de deuda, por ejemplo bonos M, UDIBONOS, etc.

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	8 de 96

## C. EVENTOS CREDITICIOS Y EXTRAORDINARIOS.

Cualquier información adicional que modifique la valuación de los instrumentos se tomara en cuenta y quedara asentado el criterio con el que se sustento dicho cambio en la valuación en una Acta del Comité Operativo.

Los ajustes a los precios a los que se hace referencia en este apartado, se realizarán conforme a la información pública disponible antes o al momento de la ocurrencia de la situación o evento extraordinario. De igual forma, de manera enunciativa más no limitativa se considera información pública disponible:

1. Eventos relevantes dados a conocer por la emisora a través de los sistemas automatizados de información disponibles para ello (EMISNET), o cualquier otro medio impreso de circulación nacional o electrónica de acceso al público en general.
2. Información dada a conocer por cualquiera de las firmas calificadoras a través de comunicados de prensa.
3. Información de mercado disponible para las obligaciones, bonos, notas o valores emitidos o garantizados por la misma entidad de referencia aún y cuando éstos no correspondan al mismo mercado o tengan estructura similar, pero especifiquen en los prospectos de colocación la misma prelación de pago.
4. Los acuerdos tomados en asambleas ordinarias o extraordinarias de tenedores siempre que éstos se hagan del conocimiento público a través de un sistema automatizado de información disponibles para ello (EMISNET). ), o cualquier otro medio impreso de circulación nacional o electrónico de acceso al público en general.



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	9 de 96

**Escenarios de Crisis.** *Por último, en caso de presentarse situaciones que no se tengan consideradas dentro de estos criterios de discriminación de información para obtener los niveles de mercado o se presenten condiciones inusuales de mercado, el Comité Operativo de Valmer determinará los niveles de valuación manteniéndose apegado a las condiciones propias del mercado. De forma interna, el Comité Operativo levantará un acta donde se especifique el motivo por el cual no se aplicó la metodología antes descrita.*

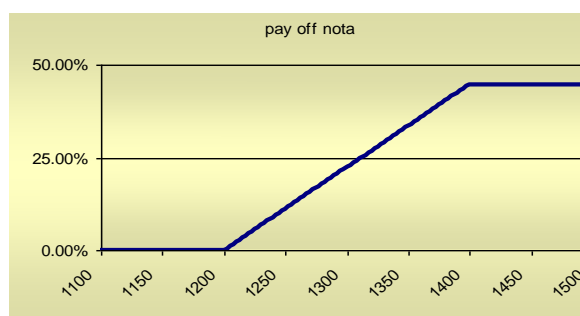
# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	10 de 96

## D. PROCESO DE VALUACIÓN.

### 1. NOTA ESTRUCTURADA CALL SPREAD.

El rendimiento depende del “spread” que exista al vencimiento, entre el valor del subyacente y su nivel inicial determinado al momento de pactar la operación. Este instrumento se estructura por: 1) Un bono cuyo valor al vencimiento es igual al 100% del capital invertido y, 2) Un portafolio de opciones: un Call largo y un Call corto, donde la condición es que el precio de ejercicio del Call largo ( $k_1$ ) sea menor al pactado en la posición corta ( $k_2$ ):



El precio de valuación de la Nota Estructurada CALL SPREAD está dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D * F$$

donde:

PV Precio de Valuación de la Nota Estructurada CALL SPREAD

PB Precio del ZCB (Bono cupón cero)

PD Prima de las opciones implicadas en la estrategia dado por:

$$P_D = C_{k_1} - C_{K_2}$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	11 de 96

Con  $C_{K1}$  y  $C_{K2}$  igual a la prima de un Call con strike  $K_1$  y  $K_2$ , respectivamente.

F Factor establecido en el prospecto determinado por el emisor desde el inicio del depósito y ajusta el rendimiento de la Nota Estructurada.

La valuación de cada uno de los componentes de la Nota Estructurada se determina de la siguiente manera:

**Primero** Se determina el precio de valuación del bono cupón cero (ZCB), el cual es un bono con capital protegido al vencimiento (valor nominal establecido en el prospecto), mediante la siguiente expresión:

$$P_B = \frac{VN}{\left(1 + r_n \frac{n}{360}\right)}$$

Donde:

$P_B$	Precio de valuación en pesos del componente cupón cero de la Nota Estructurada.
VN	Valor Nominal de la Nota Estructurada.
n	Número de días por vencer de la Nota Estructurada.
$r_n$	Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias de acuerdo al riesgo emisor.

**Segundo** El valor de la prima de ambas opciones se obtiene mediante la fórmula general de Black and Scholes, puesto que ambas opciones se ejercen únicamente al vencimiento de la Nota Estructurada:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	12 de 96

$$C_K = S e^{(b-r)T} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

Donde:

$d_1$ ,  $d_2$  y  $T$  se definen como:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(b + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{365}$$

Donde:

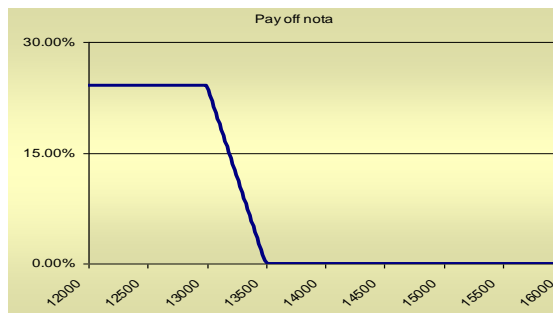
- $C_k$  Prima de la opción tipo Call con precio de ejercicio  $k$
- $S$  Valor del Subyacente
- $K$  Precio de Ejercicio
- $r$  Tasa libre de riesgo expresada de manera continua
- $N(\bullet)$  Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
- $\sigma$  Volatilidad del rendimiento del subyacente
- $n$  Número de días al vencimiento de la opción
- $b$  Es igual a  $r$  si el subyacente no contempla tasa de dividendos, en otro caso  $b$  es igual a  $r - q$ , donde  $q$  es igual a la tasa anual de dividendos decretados

## 2. NOTA ESTRUCTURADA PUT SPREAD

Contemplan una estrategia Bear Spread integrada con opciones tipo put europeas. Para el caso de los puts incorporados en la nota, el precio de ejercicio de la posición larga ( $k_2$ ) es mayor al precio de ejercicio de la posición corta ( $k_1$ ).

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	13 de 96



El precio de valuación de la Nota Estructurada PUT SPREAD está dado por:

$$P_V = P_B + P_D * F$$

donde:

PV Precio de Valuación de la Nota Estructurada PUT SPREAD

PB Precio del ZCB

PD Prima de las opciones implicadas en la estrategia:

$$P_D = P_{K_2} - P_{K_1}$$

Con  $P_{K_1}$  y  $P_{K_2}$  igual a la prima de un Put con strike  $k_1$  y  $k_2$ , respectivamente.

F Factor establecido en el prospecto por el emisor desde el inicio del depósito y ajusta el rendimiento del certificado de depósito

La valuación tanto del bono cupón cero y de los puts incorporados en la nota se determina de la siguiente manera:

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	14 de 96

**Primero** Determinación del precio de valuación del bono cupón cero (ZCB):

$$P_B = \frac{VN}{\left(1 + r_n \frac{n}{360}\right)}$$

Donde:

- $P_B$  Precio de valuación en pesos del componente cupón cero de la Nota Estructurada.
- $VN$  Valor Nominal de la Nota Estructurada.
- $n$  Número de días por vencer de la Nota Estructurada.
- $r_n$  Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias de acuerdo al riesgo emisor.

**Segundo** Determinación del valor de las primas de ambos puts mediante la fórmula general de Black and Scholes:

$$P_K = Ke^{-rT} N(-d_2) - Se^{(b-r)T} N(-d_1)$$

donde:

$$d_1, d_2 \text{ y } T \text{ se definen como: } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(b + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{365}$$

- $P$  Prima de la opción tipo Put con precio de ejercicio  $k$
- $S$  Valor del Subyacente
- $K$  Precio de Ejercicio
- $r$  Tasa libre de riesgo expresada de manera continua.
- $N(\bullet)$  Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor  $(\bullet)$
- $\sigma$  Volatilidad del rendimiento del subyacente

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	15 de 96

- n Número de días al vencimiento de la opción
- b Es igual a r si el subyacente no contempla tasa de dividendos, en otro caso b es igual a  $r - q$ , donde q es igual a la tasa anual de dividendos decretados

### 3. NOTA ESTRUCTURADA COLLAR (SPREAD DE TASAS DE INTERÉS)

Esta estrategia se forma con un collar limitado a una tasa piso y una tasa techo y se estructura con dos caps de tasas de interés.<sup>1</sup> Precisamente la limitación del collar a una tasa piso fija y a una tasa techo también fija, hacen que el pago al vencimiento de cada Caplet se comporte como una estrategia tipo Spread. El número de Caplets que se utilizan para estructurar esta nota es igual al número N de cupones menos uno, dado que para el primer cupón la tasa se conoce al inicio de la emisión.

De esta manera, la tasa de rendimiento para los cupones que van del segundo cupón hasta el N-ésimo, depende de las siguientes condiciones en la fecha de vencimiento de cada Caplet:

CASO	TASA CUPÓN
Si $TR \leq K_1$	$K_1 + \text{Spread}$
Si $K_1 < TR < K_2$	$TR + \text{Spread}$
Si $TR \geq K_2$	$K_2 + \text{Spread}$

Donde:

TR Tasa de referencia (Subyacente).

$K_1$  Tasa Piso

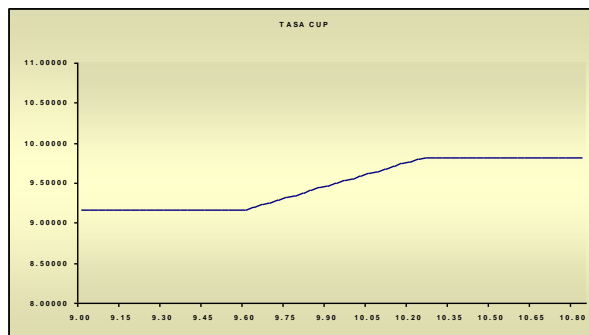
$K_2$  Tasa Techo

Spread Sobretasa establecida en el prospecto de la emisión.

<sup>1</sup> Los CAPS de tasas de interés consisten en una serie de opciones europeas tipo Call llamados individualmente Caplets.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	16 de 96



Este tipo de instrumento está integrado por: 1) Un bono flotante con pagos periódicos de interés, 2) Una posición larga sobre un CAP integrado por una serie de Caplets con precio de ejercicio igual a la Tasa Piso y plazo igual al de los cupones que componen el bono y, 3) Una posición corta sobre un CAP integrado por una serie de Caplets con precio de ejercicio igual a la Tasa Techo y plazo igual al de los cupones del bono. El precio de valuación de la Nota Estructurada COLLAR es:

$$P_V = P_{T_{Bf}} + P_D$$

donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación de la Nota Estructurada Collar

$P_{T_{Bf}}$  Precio Teórico del Bono flotante.

$P_D$  Prima de las opciones que integran la estrategia dado por:

$$P_D = \sum_{i=2}^N (C_{k_1,i} - C_{k_2,i})$$

Donde:

$C_{k_1,i}$  Precio de Valuación de un caplet con precio de ejercicio igual a  $k_1$

$C_{k_2,i}$  Precio de Valuación de un caplet con precio de ejercicio igual a  $k_2$

$N$  Número de cupones que componen la Nota Estructurada.



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	17 de 96

La valuación de cada uno de los componentes de la Nota Estructurada se determina de la siguiente manera:

**Primero** Se obtiene el precio del Bono de acuerdo con lo siguiente:

1. Se determinan los flujos del bono flotante. El primer flujo pendiente de pago se calcula con la tasa cupón vigente; mientras que los siguientes flujos se calculan con la tasa de mercado al día de valuación (en caso que lo especifique el prospecto se agrega la sobretasa). En el último flujo se agrega el Valor Nominal.

$$F_i = \begin{cases} VN * \frac{DC_i * TC_v}{360} & \text{Para } i = 1 \\ VN * \frac{DC_i * TC_M}{360} & \text{Para } i = 2, \dots, N-1 \\ VN * \frac{DC_i * TC_M}{360} + VN & \text{Para } i = N \end{cases}$$

Donde:

$F_i$  Flujo correspondiente al período  $i$ .

VN Valor nominal.

$DC_i$  Número de días del  $i$ ésimo cupón completo.

$TC_v$  Tasa del cupón vigente, ésta es conocida desde el último corte de cupón.

$TC_M$  Tasa cupón de mercado, que corresponde a la tasa de referencia del bono en el día de valuación más la sobretasa especificada en el prospecto.

N Número de cupones pendientes de pago, incluyendo al vigente.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	18 de 96

2. Se calcula el precio del Bono Flotante con el valor presente de sus flujos:

$$PT_{Bf} = \sum_{i=1}^N \frac{F_i}{\left(1 + Y \frac{P}{360}\right)^{\left(\frac{D_i}{P}\right)}}$$

donde:

$PT_{Bf}$  Precio Teórico del Bono flotante.

$F_i$  Flujo correspondiente al cupón  $i$

$D_i$  Número de días del cupón  $i$  (fecha en la que vence el cupón  $i$  menos la fecha de valuación)

$N$  Número de cupones pendientes de pago, incluyendo al vigente

$P$  Periodo del cupón

$Y$  "Yield" obtenida a partir de:

$$Y = Y_{ref} + ST$$

donde:

$Y$  Tasa "yield" utilizada para descontar los flujos, capitalizable al plazo del cupón

$ST$  Sobretasa especificada en el prospecto de la emisión.

$Y_{ref}$  Tasa de referencia asociada al periodo cupón del Bono.

**Segundo** El valor de la prima para cada Caplet se obtiene mediante la fórmula conocida como Black 76 para valuación de futuros de tasa, propuesta por Fisher-Black en 1976.

Donde el valor de cada Caplet es:

$$C_{k,i} = \frac{M \times \frac{d}{360}}{1 + F_{(t, t+1)} \frac{d}{360}} e^{-rT} [F_{(t, t+1)} N(d_1) - KN(d_2)]$$

donde:

$d_1$ ,  $d_2$  y  $T$  se definen como:

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	19 de 96

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{F_{(0,t,t+1)}}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{360} * \left(\frac{360}{365}\right)$$

$C_{k,i}$	Prima del i-ésimo Caplet con precio de ejercicio igual a k
M	Valor nominal del bono flotante
d	Plazo forward asociado a la tasa forward $F_{(0,t,t+1)}$
$F_{(t,t+1)}$	Tasa forward, obtenida a partir de la curva cupón cero correspondiente al subyacente generada por VALMER en el día de valuación que va de la fecha t a t+1.
r	Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
n	Número de días al vencimiento del Caplet
$N(\bullet)$	Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
$\sigma$	Volatilidad del rendimiento del subyacente
n	Número de días al vencimiento del Caplet.

**Tercero** El precio limpio de valuación de la Nota Estructurada está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - \text{Intdev}$$

Donde:

PLV Precio Limpio de valuación de la Nota Estructurada Collar.

PV Precio Sucio de valuación de la Nota Estructurada Collar.

Intdev Intereses devengados del cupón vigente.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	20 de 96

## 4. NOTA ESTRUCTURADA FLOOR

Esta estructura contempla una estrategia formada por un Floor, con lo que se garantiza que la tasa de interés del bono flotante no sea inferior a cierto nivel acotado por una tasa piso. El número de Floorlets que componen una Nota Estructurada TIIE-Floor, será igual al total de cupones del bono menos uno, dado que para el primer cupón la tasa se conoce al inicio de la emisión. De esta manera, la tasa de interés para los cupones que van desde el segundo hasta el N-ésimo cupón, será determinada por las siguientes condiciones en la fecha de vencimiento de cada Floorlet:

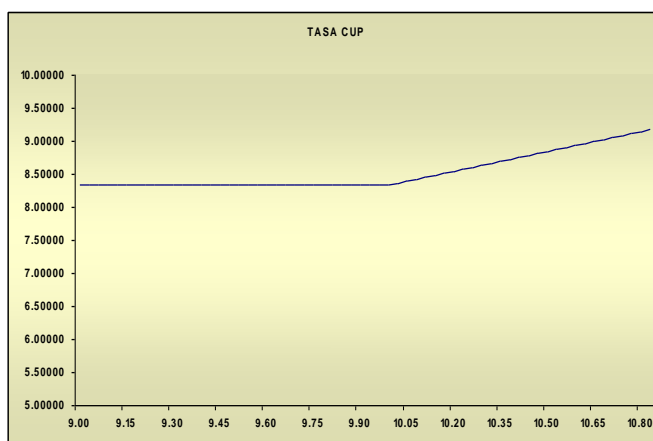
CASO	TASA CUPÓN
Si $TR \leq K_1$	$K_1 + \text{Spread}$
Si $TR > K_1$	$TR + \text{Spread}$

Donde:

TR Tasa de referencia (Subyacente)

$K_1$  Tasa Piso

Spread Sobretasa establecida desde el inicio de la emisión



Dado que este instrumento representa la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono flotante con pagos periódicos de interés y, 2) Una posición larga sobre un Floor integrado por una serie de Floorlets con precio de ejercicio igual a la Tasa Piso y plazo igual al de los cupones que componen el bono.

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	21 de 96

El precio de valuación de la Nota Estructurada TIIE-FLOOR estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = PT_{Bf} + \text{Floor}$$

Donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación de la Nota Estructurada TIIE Floor

$PT_{Bf}$  Precio Teórico del Bono flotante.

Floor Valor del Floor que integra la estrategia

La valuación por separado de cada uno de los componentes de la Nota Estructurada se determina de la siguiente manera:

**Primero** El precio del bono flotante se determina de la misma manera que para la Nota Estructurada Collar, visto en el modelo anterior.

**Segundo** El valor de la prima de la opción se obtiene mediante la fórmula conocida como Black 76. Las siguientes expresiones determinan el valor de la prima para el Floor que conforma la estructura de la nota:

$$\text{Floor} = \sum_{i=2}^N \text{Floorlet}_i$$

Donde el valor de cada Floorlet es determinado por:

$$\text{Floorlet}_i = \frac{M \times \frac{d}{360}}{1 + F_{(t, t+1)} \frac{d}{360}} \times e^{-rT} \left[ -F_{(0, t, t+1)} N(-d_1) + KN(-d_2) \right]$$

Donde:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	22 de 96

$d_1, d_2$  y  $T$  se definen como: 
$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_{(t, t+1)}}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{360} * \left(\frac{360}{365}\right)$$

Floorlet <sub>i</sub>	Prima del i-ésimo Floorlet
M	Valor nominal del bono flotante
d	Plazo forward asociado a la tasa forward $F_{(t, t+1)}$
$F_{(0, t, t+1)}$	Tasa forward, obtenida a partir de la curva cupón cero correspondiente al subyacente generada por VALMER en el día de valuación que va de la fecha $t$ a $t+1$ .
r	Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
n	Número de días al vencimiento del Floorlet
$N(\bullet)$	Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
$\sigma$	Volatilidad del rendimiento del subyacente

**Tercero** El precio limpio de valuación de la Nota Estructurada está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - \text{Intdev}$$

Donde:

PLV Precio Limpio de valuación de la Nota Estructurada Floor.

PV Precio Sucio de valuación de la Nota Estructurada Floor.

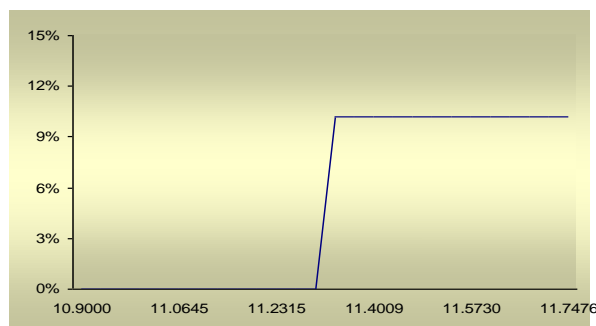
Intdev Intereses devengados del cupón vigente.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	23 de 96

## 5. NOTA ESTRUCTURADA GANA SI SUBE Y GANA SI BAJA.

Contemplan una opción de tipo binaria cash or nothing, cuyo subyacente es regularmente el tipo de cambio FIX determinado por Banco de México, la tasa de subasta de CETES a 28 días o bien el IPC. No obstante la característica binaria del pago al vencimiento la opción incorporada en esta estructura no es dependiente de la trayectoria del subyacente. En este sentido, una opción “Cash or Nothing” paga un monto preestablecido X al vencimiento, si la opción en la fecha de ejercicio termina “In the Money”. Dado que este instrumento representa la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono cupón cero (ZCB) y, 2) Una opción de tipo binaria “Cash or Nothing”, con precio de ejercicio igual al nivel inicial del subyacente establecido en el prospecto de la emisión.



El precio de valuación de la Nota Estructurada GANA SI SUBE (GANA SI BAJA) estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D$$

Donde:

$P_V$  Precio de Valuación de la Nota Estructurada GANA SI SUBE (GANA SI BAJA)

$P_B$  Precio del ZCB

$P_D$  Prima de la opción binaria Cash or Nothing insertada en la nota determinada por:

$$P_D = C_{by} \text{ para una Nota Estructurada gana si sube}$$

$$P_D = P_{by} \text{ para una Nota Estructurada gana si baja.}$$

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	24 de 96

La valuación por separado de cada componente de la nota se determina de la siguiente manera:

**Primero** El valor del bono cupón cero (ZCB) en la fecha de valuación estará determinado por la siguiente expresión:

$$P_B = \frac{VN}{\left(1 + r_n \frac{n}{360}\right)}$$

Donde:

- $P_B$  Precio de valuación en pesos del componente cupón cero de la Nota Estructurada.
- $VN$  Valor Nominal de la Nota Estructurada.
- $N$  Número de días por vencer de la Nota Estructurada.
- $r_n$  Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias

**Segundo** El valor de la prima de la opción puede obtenerse mediante la fórmula basada en Black and Scholes, descrita por Reiner y Rubinstein en 1991 para valuación de opciones binarias “Cash or Nothing”. Las siguientes expresiones determinan el valor de la prima de la opción insertada en una Nota Estructurada Gana si Sube (Call) y para una Nota Estructurada Gana si Baja (Put) respectivamente:

$$C_{by} = X * e^{-rT} * N(d)$$

$$P_{by} = X * e^{-rT} * N(-d)$$



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	25 de 96

Con:

$$d = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad T = \frac{n}{365} \quad \text{y} \quad X = VN \frac{TIM * Pzo}{360}$$

Donde:

- $C_{by}$  Prima de la opción Call cash or nothing (Gana si sube)
- $P_{by}$  Prima de la opción Put cash or nothing (Gana si baja)
- X Monto preestablecido desde la emisión si la opción expira “In the Money” representado por la Tasa de Interés Máxima (TIM).
- S Valor del Subyacente
- K Precio de Ejercicio
- r Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
- $r_f$  Tasa libre de riesgo extranjera compuesta de manera continua (para subyacentes de tipo de cambio).
- $N(\bullet)$  Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
- $\sigma$  Volatilidad del rendimiento del subyacente
- n Número de días al vencimiento de la opción.
- Pzo. Plazo de la emisión.
- TIM Tasa de Interés Máxima establecida en el prospecto de la emisión.

## 6. NOTA ESTRUCTURADA KNOCK OUT DOWN AND OUT Y NOTA ESTRUCTURADA KNOCK OUT UP AND OUT

Las Notas Estructuradas “Knock Out” son instrumentos que llevan incorporada una opción binaria de barrera la cual por lo regular se encuentra ligada al comportamiento de la paridad cambiaria peso-dólar. La principal característica de este tipo de notas estructuradas, es que el rendimiento que pueden generar se paga al vencimiento y depende de si el subyacente toca o no la barrera especificada en el contrato.

El perfil de pago de una Nota Estructurada Knock Out Down and Out es:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	26 de 96

VN Si en algún tiempo  $t$ ,  $S \leq H_L$

VN + X Si para todo tiempo  $t$ ,  $S > H_L$

Mientras que para una Nota Estructurada Knock Out Up and Out el perfil de pago es:

VN + X Si para todo tiempo  $t$ ,  $S < H_U$

VN Si en algún tiempo  $t$ ,  $S \geq H_U$

Donde:

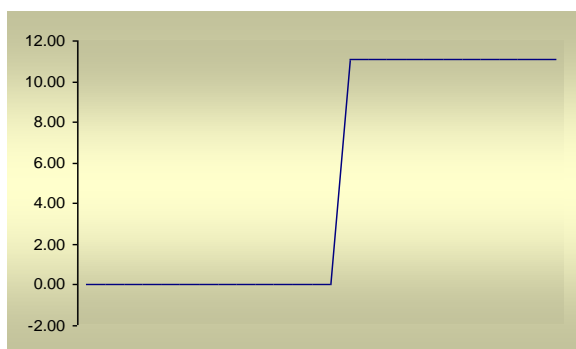
S Valor del subyacente

VN Valor Nominal de la Nota Estructurada.

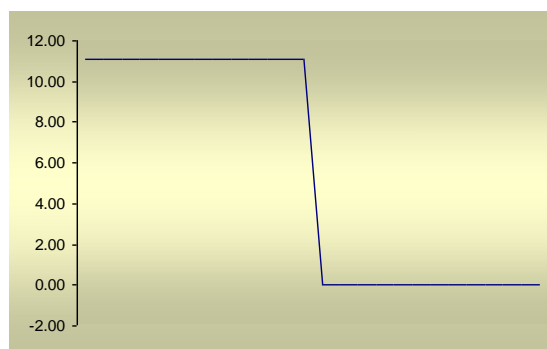
X Flujo generado por el rendimiento establecido en el contrato

$H_L$  Barrera inferior del subyacente que se especifica para una Nota Estructurada Down and Out

$H_U$  Barrera superior del subyacente que se especifica para una Nota Estructurada Up and Out



Pay off Down and Out



Pay off Up and Out

La barrera para cada uno de los Cedes ( $H_L$  y  $H_U$ ) se establece en la fecha de emisión de la Nota Estructurada. Para el Down and Out se encuentra por debajo del nivel del subyacente a la fecha de emisión, mientras que en el Up and out la barrera tiene un nivel superior.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	27 de 96

Dado que este tipo de instrumentos representan la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono cuyo valor al vencimiento es igual al 100% del capital invertido y, 2) Una opción binaria Down and Out (Up and Out) donde el subyacente generalmente es una paridad cambiara (Ejemplo FIX MXP/USD), el precio de valuación de la Nota Estructurada estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D$$

Donde:

$P_V$  Precio de Valuación de la Nota Estructurada

$P_B$  Precio del ZCB

$P_D$  Prima de la opción binaria de barrera insertada en la Nota Estructurada determinada por:

$$P_D = \begin{cases} D_O & \text{Down and Out} \\ D_U & \text{Up and Out} \end{cases}$$

Donde:

$D_O$  Prima de una opción binaria de barrera Down and Out.

$D_U$  Prima de una opción binaria de barrera Up and Out.

La valuación de cada componente de la nota se determina de la siguiente manera:

**Primero** El valor del bono cupón cero (ZCB) en la fecha de valuación está determinado por la siguiente expresión:

$$P_B = \frac{VN}{\left(1 + r_n \frac{n}{360}\right)}$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	28 de 96

Donde:

- $P_B$  Precio de valuación en pesos del componente cupón cero de la Nota Estructurada.
- $VN$  Valor Nominal de la Nota Estructurada.
- $n$  Número de días por vencer de la Nota Estructurada.
- $r_n$  Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias

**Segundo** El modelo para la valuación de las opciones Down and Out y Up and Out, es el propuesto por Mark Rubinstein y Eric Reiner<sup>2</sup>. En dicho trabajo, se aborda la valuación de opciones binarias y sus variantes, una de ellas son las opciones binarias de barrera. La prima de una opción binaria se determina por:

$$P_D = A - B$$

Donde, A y B son fórmulas generales definidas de la siguiente manera:

$$A = Xr^{-T} N(\varphi x_1 - \varphi \sigma \sqrt{T})$$

$$B = Xr^{-T} \left(\frac{H}{S}\right)^{2\lambda-2} N(\eta y_1 - \eta \sigma \sqrt{T})$$

Con:  $x_1 = \left(\frac{\ln(S/H)}{\sigma \sqrt{T}}\right) + \lambda \sigma \sqrt{T}$        $y_1 = \left(\frac{\ln(H/S)}{\sigma \sqrt{T}}\right) + \lambda \sigma \sqrt{T}$

$$\lambda = 1 + \frac{\mu}{\sigma^2} \qquad \mu = \left( (r-q) - \frac{1}{2}\sigma^2 \right) T \qquad T = \frac{n}{365}$$

y,

<sup>2</sup> Rubinstein, Mark y Reiner Eric. "Unscrambling the Binary Code", RISK, 1991.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	29 de 96

X Monto preestablecido desde la emisión si la opción expira “In the Money” representado por la Tasa de Interés Máxima (TIM).

r 1 + Tasa Libre de Riesgo

$\sigma$  Volatilidad del rendimiento del subyacente

$N(\bullet)$  Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )

H Barrera

S Precio del Subyacente

d 1 + Tasa de Rendimiento del Activo Subyacente asociada al plazo anualizado.

$\phi$  y  $\eta$  Son términos binarios cuyo valor depende del tipo de opción.

$\phi = 1$  ,  $\eta = 1$  Para la opción Down and Out ( $D_O$ )

$\phi = -1$  ,  $\eta = -1$  Para la opción Up and Out ( $D_U$ )

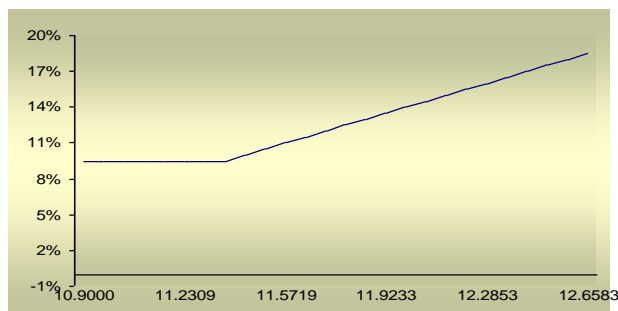
## 7. NOTA ESTRUCTURADA DUAL TIPO DE CAMBIO

La estructura de este tipo de instrumentos contempla una opción de tasas de interés, dado que adiciona a la tasa de rendimiento mínima garantizada (TMG), un rendimiento que está en función de la paridad cambiaria MXP / USD. Es una Nota Estructurada mediante un Bullet Bond con una tasa mínima garantizada, fija y determinada al inicio de la emisión.

El subyacente de estos certificados de depósito generalmente es el rendimiento del tipo de cambio FIX alcanzado a una fecha específica, respecto a un nivel inicial de tipo de cambio MXP/USD establecido por el emisor al inicio de la emisión.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	30 de 96



Este instrumento se integra por: 1) Un bono (Bullet Bond) cuyo único cupón se paga al vencimiento, junto con el principal 100% garantizado y, 2) Una opción estándar tipo europeo de tasas de interés, con precio de ejercicio igual a la tasa mínima garantizada establecida en el prospecto de la emisión. El precio sucio de valuación de la Nota Estructurada DUAL-TIPO DE CAMBIO es:

$$P_V = P_{Bb} + P_D$$

Donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación de la Nota Estructurada DUAL-TIPO DE CAMBIO

$P_{Bb}$  Precio del Bullet Bond

$P_D$  Prima de la opción de tasas de interés incorporada en la Nota Estructurada determinada por:

$$P_D = \text{Max}[TMG, Tr_{tcf}]$$

Donde:

$P_D$  Precio del derivado

TMG Tasa Mínima Garantizada establecida en el prospecto de la emisión

$Tr_{tcf}$  Tasa de rendimiento ligada al Tipo de Cambio Final

La valuación de cada componente de la Nota Estructurada se determina de la siguiente manera:

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	31 de 96

**Primero** Se determina el precio del Bullet Bond, mismo que liquidará a su vencimiento el 100% del capital invertido (valor nominal establecido en el prospecto), más los intereses devengados a la Tasa Mínima Garantizada. De esta manera el valor del bono estará dado por:

$$P_{Bb} = \frac{VN * \left(1 + TMG \frac{Pzo}{360}\right)}{\left(1 + r_n \frac{n}{360}\right)}$$

donde:

$P_{Bb}$	Precio de valuación en pesos del componente Bullet Bond de la Nota Estructurada.
VN	Valor Nominal de la Nota Estructurada.
TMG	Tasa Mínima Garantizada establecida en el prospecto de la emisión
Pzo	Plazo de la emisión
$r_n$	Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias
n	Días por vencer de la emisión a la fecha de valuación.

**Segundo** El valor de la prima de la opción puede obtenerse a partir de la fórmula propuesta por Fisher Black en 1976 (Black 76) para valuación de futuros de tasa. Sin embargo, existen algunas consideraciones a tomar en cuenta para la valuación de la opción de tasas de interés incorporada en la Nota Estructurada:

- El “pay off” de la opción incorporada en la nota es ajustado mediante un “Factor” o “Porcentaje de Garantía” establecido en el prospecto de la emisión de tal manera que el tipo de cambio final debe ajustarse por dicho factor.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	32 de 96

- b. El rendimiento adicional a la tasa mínima garantizada que puede pagar el certificado de depósito, es liquidado justamente al vencimiento de la emisión junto con el valor al vencimiento del Bullet Bond con el cual fue estructurado. Por esta razón, el valor futuro de dicho rendimiento (en caso de que éste tenga valor en la fecha de valuación), es descontado desde la fecha de vencimiento del certificado de depósito.
- c. Dado que el subyacente es generalmente el tipo de cambio y en el prospecto de la emisión se establece una fecha determinada para la observación del tipo de cambio final (FIX final), que será tomado como referencia para obtener el valor de la opción al vencimiento, debe determinarse durante el transcurso de la emisión un tipo de cambio a la fecha de valuación que permita obtener el rendimiento del subyacente respecto a su valor inicial. El valor del tipo de cambio de referencia para cada uno de los días que van desde la fecha de emisión hasta la fecha de la observación final, es determinado de la siguiente manera:

$$TC_{ref_t} = FIX_t + PtosFwd$$

Donde:

$TC_{ref_t}$  Tipo de cambio de referencia a la fecha de valuación t.

$FIX_t$  Tipo de cambio FIX dado a conocer por el Banco de México en la fecha de valuación t.

Ptos. Fwd Puntos Forward publicados por VALMER el día de la valuación.

- d. Con el tipo de cambio de referencia obtenido a partir del inciso anterior, puede determinarse la Tasa de rendimiento ligada al Tipo de Cambio Final ( $Tr_{tcf}$ ) a la fecha de valuación, a partir de la siguiente expresión:



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	33 de 96

$$Tr_{tcf} = Max \left[ \frac{\left( \frac{TC_{ref_t} * F}{TC_i} - 1 \right)}{Pzo} * 360, 0 \right]$$

Donde:

$Tr_{tcf}$  Tasa de rendimiento ligada al Tipo de Cambio Final

$TC_{ref_t}$  Tipo de cambio de referencia a la fecha de valuación t

F "Factor" establecido en el prospecto de la emisión (en algunas emisiones se define como "Porcentaje de Garantía").

$TC_i$  Tipo de cambio inicial

Pzo Plazo de la emisión.

De esta manera y observando las consideraciones expuestas en los incisos anteriores, el valor de la prima de la opción de tasas con la cual es estructurada nota, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P_D = VN \times \frac{Pzo}{360} e^{-rT} \left[ Tr_{tcf} N(d_1) - TMG N(d_2) \right]$$

Donde:

$d_1$ ,  $d_2$  y T se definen como:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{Tr_{tcf}}{TMG}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{360} * \left(\frac{360}{365}\right)$$

$P_D$  Precio del derivado incorporado en la Nota Estructurada.

VN Valor nominal de la Nota Estructurada.

Pzo Plazo de la emisión de la Nota Estructurada.

METODOLOGIA PARA LA VALUACION DE NOTAS ESTRUCTURADAS

## VALOR DE MERCADO

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	34 de 96

r	Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
Trtcf	Tasa de rendimiento ligada al Tipo de Cambio Final
TMG	Tasa Mínima Garantizada establecida en el prospecto de la emisión
$N(\bullet)$	Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
$\sigma$	Volatilidad del rendimiento del subyacente
n	Número de días al vencimiento de la opción

**Tercero** El precio limpio de valuación de la Nota Estructurada está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - \text{Intdev}$$

Donde:

PLV Precio Limpio de valuación de la Nota Estructurada DUAL-TIPO DE CAMBIO.

PV Precio Sucio de Valuación de la Nota Estructurada DUAL-TIPO DE CAMBIO.

Intdev Intereses devengados del cupón vigente.

## 8. NOTA ESTRUCTURADA CAP

Esta estructura contempla una estrategia formada por un Cap, con lo que se garantiza que la tasa de interés del bono flotante no sea superior a cierto nivel acotado por una tasa techo. El número de Caplet's que componen una Nota Estructurada CAP, será igual al total de cupones del bono menos uno, dado que para el primer cupón la tasa se conoce al inicio de la emisión. De esta manera, la tasa de interés para los cupones que van desde el segundo hasta el N-ésimo cupón, será determinada por las siguientes condiciones en la fecha de vencimiento de cada Caplet:

CASO	TASA CUPÓN
Si $TR + \text{Spread} \geq K_1$	$K_1$
Si $TR + \text{Spread} \leq K_1$	$TR + \text{Spread}$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	35 de 96

Donde:

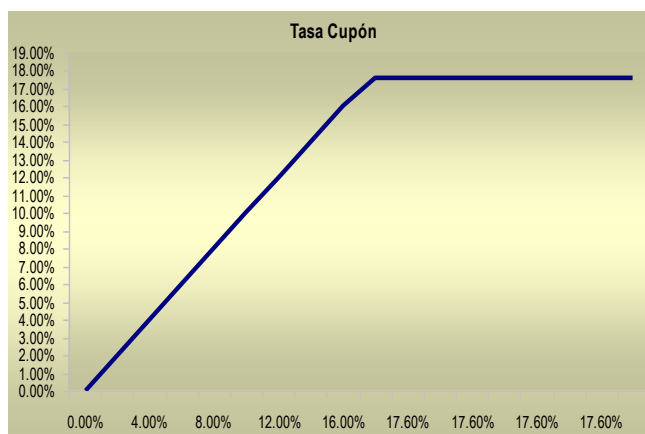
TR Tasa de referencia (Subyacente)

$K_1$  Tasa Techo

Spread Sobretasa establecida desde el inicio de la emisión

De esta manera el Pay Off del derivado incorporado a la nota estructurada estará dado por la siguiente expresión:

$$C_i = \text{MIN} ( TR + \text{Spread} , \text{TIM} )$$



Donde:

$C_i$  Pay Off i-ésimo caplet

TR Tasa de referencia (Subyacente)

Spread Sobretasa establecida desde el inicio de la emisión

TIM Tasa de interés máxima establecida en el prospecto de la emisión.

Dado que este instrumento representa la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono flotante con pagos periódicos de interés y, 2) Una posición corta sobre un CAP integrado por una serie de

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	36 de 96

Caplet's con precio de ejercicio igual a la Tasa Techo y plazo igual al de los cupones que componen el bono. El precio de valuación de la Nota Estructurada CAP estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = PT_{Bf} - Cap$$

Donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación de la Nota Estructurada CAP

$PT_{Bf}$  Precio Teórico del Bono flotante.

Cap Valor del Cap que integra la estrategia

La valuación por separado de cada uno de los componentes de la Nota Estructurada se determina de la siguiente manera:

**Primero** El precio del bono flotante se determina de la misma manera que para la Nota Estructurada Collar, visto en el punto 3 de esta metodología.

**Segundo** El valor de la prima de la opción se obtiene mediante la fórmula conocida como Black 76. La siguientes expresiones determinan el valor de la prima para el Cap que conforma la estructura de la nota:

$$Cap = \sum_{i=2}^N Caplet_i$$

Donde el valor de cada Caplet es determinado por:

$$Caplet_i = \frac{M \times \frac{d}{360}}{1 + F_{(t,t+1)} \frac{d}{360}} \times e^{-rT} [F_{(0,t,t+1)} N(d_1) - K N(d_2)]$$

Donde:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	37 de 96

$$d_1, d_2 \text{ y } T \text{ se definen como: } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_{(t, t+1)}}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \text{ y } T = \frac{n}{360} * \left(\frac{360}{365}\right)$$

Caplet <sub>i</sub>	Prima del i-ésimo Caplet
M	Valor nominal del bono flotante
d	Plazo forward asociado a la tasa forward $F_{(t, t+1)}$
$F_{(0, t, t+1)}$	Tasa forward, obtenida a partir de la curva cupón cero correspondiente al subyacente generada por VALMER en el día de valuación que va de la fecha t a t+1.
r	Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
n	Número de días al vencimiento del Caplet
$N(\bullet)$	Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
$\sigma$	Volatilidad implícita en opciones OTC sobre el mismo subyacente

**Tercero** El precio limpio de valuación de la Nota Estructurada está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - \text{Intdev}$$

Donde:

PLV Precio Limpio de valuación de la Nota Estructurada Cap.

PV Precio Sucio de valuación de la Nota Estructurada Cap.

Intdev Intereses devengados del cupón vigente.

## 9. BONO TIIE SWAP LINKED NOTE.

La estructura de este tipo de bonos implica la adopción de una posición larga sobre la cotización de la tasa Swap de TIIE 28 a cualquiera de los períodos en que éste cotiza: 3x1, 6x1, 9x1, etc. Y sobre cualquiera de las posturas BID, ASK o bien el promedio de ambas, existentes a una fecha determinada y establecida en el prospecto de la emisión.

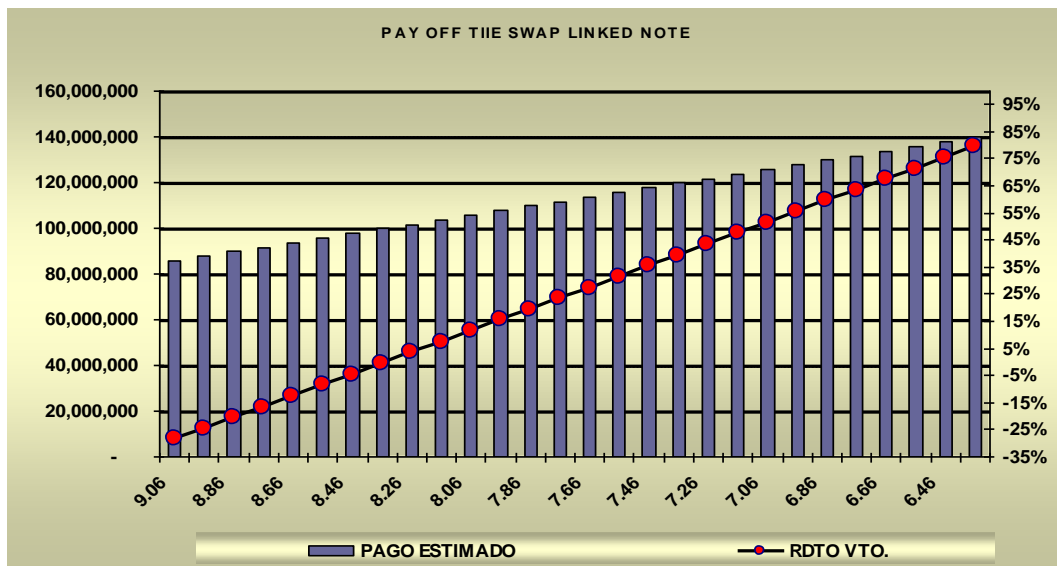
# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	38 de 96

Una característica importante de este tipo de bonos, es que pueden establecer o no una garantía del capital inicial invertido. De esta manera y dependiendo tanto del nivel de la tasa Swap fijada al inicio de la emisión, como de la cotización final del Swap subyacente, el tenedor del bono puede inclusive recibir al vencimiento, una cantidad inferior al capital inicial invertido. De igual manera, los bonos denominados TIIE SWAP LINKED NOTE pueden establecer una tasa cupón por el plazo de la emisión, misma que se paga al vencimiento del bono junto con el valor a esa fecha del principal invertido.

Por lo tanto el rendimiento que puede generar este tipo de notas ligado al comportamiento de la cotización del Swap de TIIE 28 dependerá de, si a la fecha de vencimiento del bono, la tasa Swap se cotiza en esa fecha a un nivel mayor o menor al pactado al inicio de la emisión.

De esta manera el Pay Off del Bono TIIE Swap Linked Note está representado por la siguiente gráfica:



Donde el pago al vencimiento del bono está determinado por la siguiente expresión:

$$PgoVto = M \times \left( 1 + TC \times \frac{P}{360} \right) + \sum_{i=1}^N M \times L \times [TS - TP] \times \frac{28}{360} \times FD_i$$

Donde:

M Monto inicial de la inversión

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	39 de 96

- TC Tasa Cupón establecida en el prospecto de la emisión.
- P Plazo de la emisión.
- L Factor de apalancamiento, mismo que puede ser considerado según el emisor como el DV01.
- TS Tasa Swap correspondiente a la Cotización Final del Swap subyacente en la fecha establecida en el prospecto de la emisión.
- TP Tasa Swap Pactada y establecida en el prospecto de la emisión.
- N Número de períodos en del Swap subyacente.
- FDi Factor de descuento correspondiente al último día del i-ésimo periodo del Swap subyacente.

La determinación del precio del Bono TIIE Swap Linked Note, implica el cálculo a la fecha de valuación, del valor de un Forward Starting Swap, considerando como fecha de inicio aquella señalada en el prospecto de la emisión en la cual se debe observar la cotización final del Swap subyacente, y empleando para la determinación de la Tasa Swap de valuación, la curva TIIE IRS cupón cero correspondiente a la postura según la posición del tenedor del bono (Bid, Ask o el promedio de ambos).

Dado que este instrumento representa la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono cupón cero (ZCB) o un bono tipo Bullet Bond y 2) Un Forward Starting Swap, el precio de valuación del Bono TIIE Swap Linked Note se determina de la siguiente manera:

**Primero** Se determina el precio sucio del Bono TIIE Swap Linked Note:

$$P_V = \left( \frac{FV_B + P_D}{1 + r_n \frac{n}{360}} \right)$$

Donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación del Bono TIIE Swap Linked Note.

$FV_B$  Valor Futuro del ZCB o en su caso del Bullet Bond.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	40 de 96

$r_n$  Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer y al riesgo emisor, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias.

$P_D$  Precio del derivado incorporado en la nota.

**Segundo** El valor del derivado incorporado en la estructura se determina a partir de la siguiente expresión:

$$P_D = \sum_{i=1}^N M \times L \times [TS_t - TP] \times \frac{28}{360} \times FD_i$$

$TS_t$  Tasa Swap correspondiente al Forward Starting Swap subyacente a la fecha de valuación t.

**Tercero** Para la determinación de la Tasa Swap a la fecha de valuación t, correspondiente al Forward Starting Swap subyacente, se establece que éste último satisface la condición:

$$0 = \sum_{i=1}^N CFWV_i - \sum_{i=1}^N CFWF_i$$

donde:

$CFWV_i$  i-ésimo flujo determinado a partir de la Tasa Variable.

$CFWF_i$  i-ésimo flujo determinado a partir de la Tasa Swap a la fecha de valuación t.

Finalmente, la Tasa Variable del Forward Starting Swap subyacente para cada uno de los flujos flotantes se determina a partir de las tasas Forward's obtenidas a partir de la curva cero IRS TIIE, según la postura acorde a la Tasa Swap correspondiente a la Cotización Final del Swap subyacente. De esta manera la Tasa Variable del Forward Starting Swap subyacente se determina a partir de la siguiente expresión:



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	41 de 96

$$FWD_{DV_{i+T-t}}^{DV_{i+1+T-t}} = \left[ \frac{(1 + r_{DV_{i+1+T-t}} \times DV_{i+1+T-t} / 360)}{(1 + r_{DV_{i+T-t}} \times DV_{i+T-t} / 360)} - 1 \right] \times \left( \frac{360}{DV_{i+1+T-t} - DV_{i+T-t}} \right)$$

donde:

- $Fwd_{DV_i}^{DV_{i+1}}$  Tasa Forward con plazo corto igual a  $DV_{i+t}$  y plazo largo igual a  $DV_{i+t+1}$ .
- $DV_i$  Número de días por vencer del i-ésimo intercambio del Forward Starting Swap.
- t Fecha de Valuación.
- T Días por vencer desde la fecha de valuación t a la fecha de observación de la Tasa Swap correspondiente a la Cotización Final del Swap subyacente.

**Cuarto** El precio limpio de valuación del Bono TIIE Swap Linked Note está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - \text{Intdev}$$

Donde:

- PLV Precio Limpio de valuación del Bono TIIE Swap Linked Note.
- PV Precio Sucio de valuación del Bono TIIE Swap Linked Note.
- Intdev Intereses devengados del cupón vigente.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

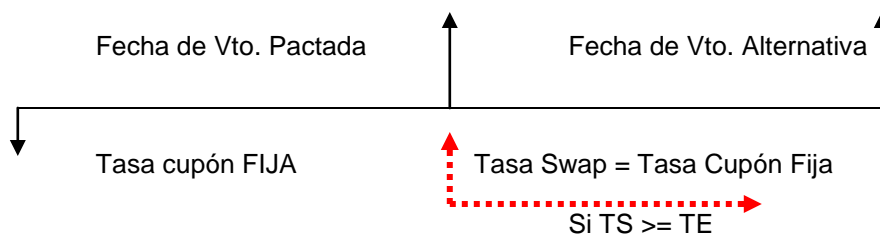
FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	42 de 96

## 10. BONO EXTENDIBLE.

### a) Cuando el valor del Swaption insertado en la nota refleja los flujos futuros del bono extendido (Tasa Swap = Tasa Cupón del Bono Extendido)

Esta nota es un bono con pagos periódicos a una tasa fija establecida al inicio de la emisión, que incorpora en su estructura un Swaption tipo europeo, que da al emisor el derecho de extender el plazo original de la nota, por períodos adicionales del mismo plazo y a la misma tasa Swap (“Payer Swaption”), si en la fecha de ejercicio esta última es mayor a la tasa de ejercicio determinada al inicio de la emisión. En este sentido, el valor del Bono Extendible implica para el tenedor la adopción de una posición corta en un Swaption.

El subyacente de este tipo de notas es la cotización de la tasa Swap de TIE 28 a cualquiera de los períodos en que éste cotiza: 3x1, 6x1, 9x1, etc. Y sobre cualquiera de las posturas BID, ASK o bien el promedio de ambas. El perfil de pagos trazado sobre una línea de tiempo de este tipo de notas se puede representar de la siguiente manera:



Donde:

TS Tasa Swap correspondiente a la Cotización Final del Swap subyacente en la fecha establecida en el prospecto de la emisión.

TE Tasa de Ejercicio establecida en el prospecto de la emisión.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	43 de 96

Al igual que los bonos TIIE SWAP LINKED NOTE descritos en el punto anterior de esta metodología, la determinación del precio del Bono Extendible, implica el cálculo a la fecha de valuación, del valor de un Forward Starting Swap, considerando como fecha de inicio aquella señalada en el prospecto de la emisión en la cual se debe observar la cotización final del Swap subyacente, y empleando para la determinación de la Tasa Swap de valuación, la curva TIIE IRS cupón cero correspondiente a la postura según la posición del tenedor del bono (Bid, Ask o el promedio de ambos).

De esta manera y considerando que este instrumento representa la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono con pagos periódicos a Tasa Fija, 2) Un Forward Starting Swap y 3) Una posición corta del tenedor en una opción sobre el Swap subyacente (Swaption), el precio de valuación del Bono Extendible está dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D$$

Donde:

$P_V$  Precio de Valuación del Bono Extendible

$P_B$  Precio del Bono de Tasa Fija

$P_D$  El precio del derivado incorporado en la estructura.

La valuación por separado de cada componente del Bono Extendible se determina de la siguiente manera:

**Primero** Se determina el precio sucio del Bono de Tasa Fija, descontando los flujos proyectados hasta la fecha de vencimiento alternativa, con el factor de descuento correspondiente a los días por vencer de cada flujo, obtenido a partir de la curva TIIE IRS cupón cero correspondiente a la postura según la cotización del Swap subyacente (Bid, Ask o el promedio de ambos):

$$P_B = F_i \times FD_i$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	44 de 96

donde:

$P_B$  Precio Sucio del bono de tasa fija

$FD_i$  Factor de descuento correspondiente a los días por vencer a la fecha de valuación del  $i$ -ésimo cupón.

$F_i$  Flujo correspondiente al cupón  $i$  determinado mediante la expresión:

$$F_i = \begin{cases} VN * \frac{DC_i * TC}{360} & \text{Para } i = 1, \dots, N-1 \\ VN * \frac{DC_i * TC}{360} + VN & \text{Para } i = N \end{cases}$$

Con:

$F_i$  Flujo correspondiente al cupón  $i$

$VN$  Valor nominal

$DC_i$  Número de días del cupón completo.

$TC$  Tasa Cupón Fija

$N$  Número de cupones pendientes de pago hasta la fecha de vencimiento alternativa, incluyendo al vigente

**Segundo** El valor del derivado incorporado se determina mediante la fórmula de Black 76, empleando en el modelo de valuación la Tasa Swap correspondiente al Forward Starting Swap subyacente a la fecha de valuación  $t$ . Así mismo debe ajustarse el valor del modelo Black 76 con el factor de ajuste correspondiente al Tenor del Swap subyacente, para obtener como resultado el valor del Swaption expresado como porcentaje del Nominal. Las siguientes expresiones determinan el valor en unidades monetarias de un Swaption para el Payer Swaption y para el Receiver Swaption <sup>3</sup> respectivamente:

<sup>3</sup> **Payer Swaption:** Se refiere a la contraparte que posee el derecho pero no la obligación de pagar Tasa Fija y recibir Tasa Flotante en el Swap subyacente.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	45 de 96

$$C_{sw} = \left[ \frac{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{TS_t}{m}\right)^{t1 \times m}}}{TS_t} \right] \times e^{-rT} [TS_t N(d_1) - K N(d_2)]$$

$$P_{sw} = \left[ \frac{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{TS_t}{m}\right)^{t1 \times m}}}{TS_t} \right] \times e^{-rT} [-TS_t N(-d_1) + K N(-d_2)]$$

Donde:

$C_{sw}$  Prima de un Payer Swaption

$P_{sw}$  Prima de un Receiver Swaption

$d_1, d_2$  y  $T$  se definen como:  $d_1 = \frac{\ln\left(\frac{TS_t}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$ ,  $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$  y  $T = \frac{n}{360} * \left(\frac{360}{365}\right)$

$TS_t$  Tasa Swap correspondiente al Forward Starting Swap subyacente a la fecha de valuación  $t$ .

$m$  Pagos por año del Swap subyacente.

---

**Receiver Swaption:** Se refiere a la contraparte que posee el derecho pero no la obligación de recibir Tasa Fija y pagar Tasa Flotante en el Swap subyacente.

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	46 de 96

- t1 Plazo del Swap subyacente expresado en años.
- r Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
- n Número de días al vencimiento del Swaption.
- $N(\bullet)$  Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
- $\sigma$  Volatilidad implícita en opciones OTC sobre el mismo subyacente.

**Tercero** Para la determinación de la Tasa Swap a la fecha de valuación t, correspondiente al Forward Starting Swap subyacente, se aplica el mismo procedimiento descrito para el Bono TIIE Swap Linked Note en el punto 11 de esta metodología, apartado tercero.

**Cuarto** El precio limpio de valuación del Bono Extendible está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - \text{Intdev}$$

Donde:

PLV Precio Limpio de valuación del Bono Extendible.

PV Precio Sucio de valuación del Bono Extendible.

Intdev Intereses devengados del cupón vigente.

**b) Cuando el valor del Swaption insertado en la nota no refleja los flujos futuros del bono extendido (Tasa Swap  $\neq$  Tasa Cupón del Bono Extendido)**

Cuando los flujos del bono una vez extendido hasta el vencimiento alternativo no son reflejados en el valor del Swaption subyacente, el Bono Extendible puede verse como una nota integrada por 1) Un bono con pagos periódicos a Tasa Fija, 2) Un Forward Starting Swap y 3) Una posición corta del tenedor en un Floor de Tasas de Interés sobre la Tasa Swap subyacente y vencimiento igual a la fecha de vencimiento pactada al inicio de la emisión. De esta manera el precio de valuación del Bono Extendible estará dado por la siguiente expresión:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	47 de 96

$$P_V = P_B + P_D$$

donde:

$P_V$  Precio de Valuación del Bono Extendible.

$P_B$  Precio del Bono de Tasa Fija

$P_D$  El precio del derivado incorporado en la estructura.

La determinación del precio sucio del Bono de Tasa Fija se realiza conforme a la metodología establecida para la valuación de este tipo de bonos. Por su parte la valuación del Floor de Tasas de interés se obtiene a partir del modelo de Black 76 descrito en el punto 4 de esta metodología, empleando para ello la Tasa Swap a la fecha de valuación  $t$ , correspondiente al Forward Starting Swap subyacente.

## 11. NOTA ESTRUCTURADA DUAL PESO DÓLAR (DÓLAR PESO).

Esta nota es un bono a tasa fija establecida al inicio de la emisión que se paga al vencimiento en un sólo cupón.

Al vencimiento, ésta pagará un Monto Final en Pesos ( $MF_{MXP}$ ) ó un Monto Final en moneda extranjera ( $MF_{FOREX}$ ) dependiendo si al vencimiento el subyacente, en este caso el Tipo de Cambio, es mayor o menor al tipo de cambio pactado.

Este tipo de notas pueden no tener garantía al vencimiento del capital original invertido.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	48 de 96

## 11.1 Nota Estructurada Dual en moneda extranjera, ligada al comportamiento del tipo de cambio.

El valor nominal de estos instrumentos está en moneda extranjera.

El pago al vencimiento de la nota dual de tipo de cambio, será cualquiera de las dos opciones siguientes:

- A) Si  $TC_{Final} < TC_K$  el pago al vencimiento será el Monto Final en moneda extranjera resultante de la siguiente expresión:

$$MF_{FOREX} = VN \left( 1 + r_{Cupon} \frac{PZO}{360} \right)$$

donde:

$MF_{FOREX}$  = Monto Final en moneda extranjera.

$VN$  = Valor Nominal.

$r_{Cupon}$  = Tasa Cupón pagada en la nota al vencimiento.

$PZO$  = Plazo de la emisión.

$TC_{Final}$  = Tipo de Cambio final.

$TC_K$  = Tipo de Cambio de referencia.

- B) Si  $TC_{Final} \geq TC_K$  el pago al vencimiento será igual al monto anterior, pero en MXP:

$$MF_{MXP} = MF_{FOREX} * TC_K$$



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	49 de 96

Donde:

$MF_{MXP}$  = Monto Final en pesos.

$MF_{FOREX}$  = Monto Final en moneda extranjera.

$TC_K$  = Tipo de Cambio de referencia.

A continuación se muestra el gráfico que ilustra un ejemplo del pay off de este tipo de instrumentos:

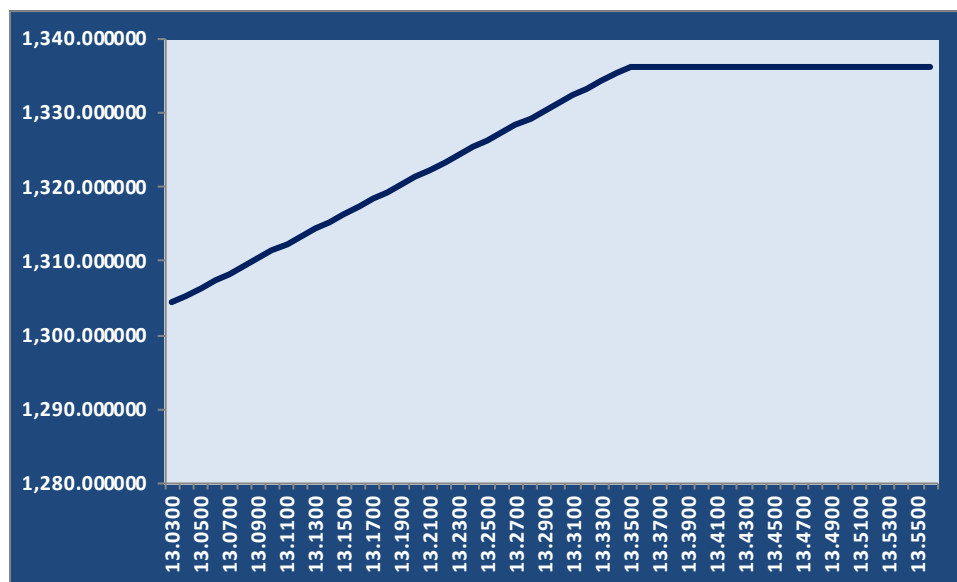


GRÁFICO I. PAY OFF MXP NOTA DUAL EN MONEDA EXTRANJERA.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	50 de 96

La nota estructurada estará integrada por los siguientes componentes:

1) Un bullet bond;

2) Un call corto con precio de ejercicio igual al tipo de cambio de referencia  $TC_K$  y con factor de participación igual al monto final en moneda extranjera.

El precio de valuación de la nota estructurada dual estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_{BB} + P_D$$

donde:

$P_V$  = Precio de Valuación de la nota estructurada dual.

$P_{BB}$  = Precio del Bullet Bond.

$P_D$  = Precio del derivado.

La valuación de cada uno de los componentes de la nota estructurada se determina de la siguiente manera:

**Primero** Se determina el precio de valuación del componente de deuda, mediante la siguiente expresión:

$$P_{BB} = \frac{VN \left( 1 + r_{cupon} \frac{Pzo}{360} \right)}{\left( 1 + r_{dv} \frac{dv}{360} \right)}$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	51 de 96

donde:

$P_{BB}$  = Valor del Bullet Bond.

$VN$  = Valor Nominal.

$r_{Cupon}$  = Tasa Cupón pagada en la nota al vencimiento.

$PZO$  = Plazo de la emisión.

$r_{dv}$  = Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer de la nota.

$dv$  = Días por vencer de la nota estructurada.

**Segundo** El valor del derivado, se obtiene mediante la fórmula general de Black and Scholes:

$$P_D = X(-C_K)$$

$$C_K = S e^{(b-r)T} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

$$X = VN \left( 1 + r_{Cupon} \frac{PZO}{360} \right)$$

donde:

$d_1, d_2$  y  $T$  se definen como:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	52 de 96

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(b + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}; \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{365}$$

donde:

$C_K$  = Prima de la opción tipo call con precio de ejercicio K.

$S$  = Valor spot del Subyacente

$K$  = Precio de Ejercicio.

$r$  = Tasa doméstica expresada en tiempo continuo.

$N(\cdot)$  = Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor  $(\cdot)$ .

$\sigma$  = Volatilidad del rendimiento del subyacente.

$n$  = Número de días al vencimiento de la opción.

$b = r - r_f$ .

$r_f$  = Tasa extranjera expresada en tiempo continuo.

## 11.2 Nota Estructurada Dual en moneda doméstica, ligada al comportamiento del tipo de cambio.

El valor nominal de estos instrumentos está en MXP.

El pago al vencimiento del Bono Dual Peso Dólar será cualquiera de las dos opciones siguientes:

- A) Si  $TC_{Final} < TC_K$  el pago al vencimiento será el Monto Final en moneda extranjera, resultante de la siguiente expresión:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	53 de 96

$$MF_{FOREX} = \frac{VN \left( 1 + r_{Cupon} \frac{Pzo}{360} \right)}{TC_K}$$

Donde:

$MF_{FOREX}$  = Monto Final en moneda extranjera.

$VN$  = Valor Nominal.

$r_{Cupon}$  = Tasa Cupón pagada en la nota al vencimiento.

$Pzo$  = Plazo de la emisión.

$TC_{Final}$  = Tipo de Cambio final.

$TC_K$  = Tipo de Cambio de referencia.

B) Si  $TC_{Final} \geq TC_K$  el pago al vencimiento será igual a:

$$MF_{MXP} = VN \left( 1 + r_{Cupon} \frac{Pzo}{360} \right)$$

donde:

$MF_{MXP}$  = Monto Final en pesos.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	54 de 96

$VN$  = Valor Nominal.

$r_{Cupon}$  = Tasa Cupón pagada en la nota al vencimiento.

$PZO$  = Plazo de la emisión.

$TC_{Final}$  = Tipo de Cambio final.

$TC_K$  = Tipo de Cambio de referencia.

A continuación se muestra el gráfico que ilustra un ejemplo del pay off de este tipo de instrumentos:

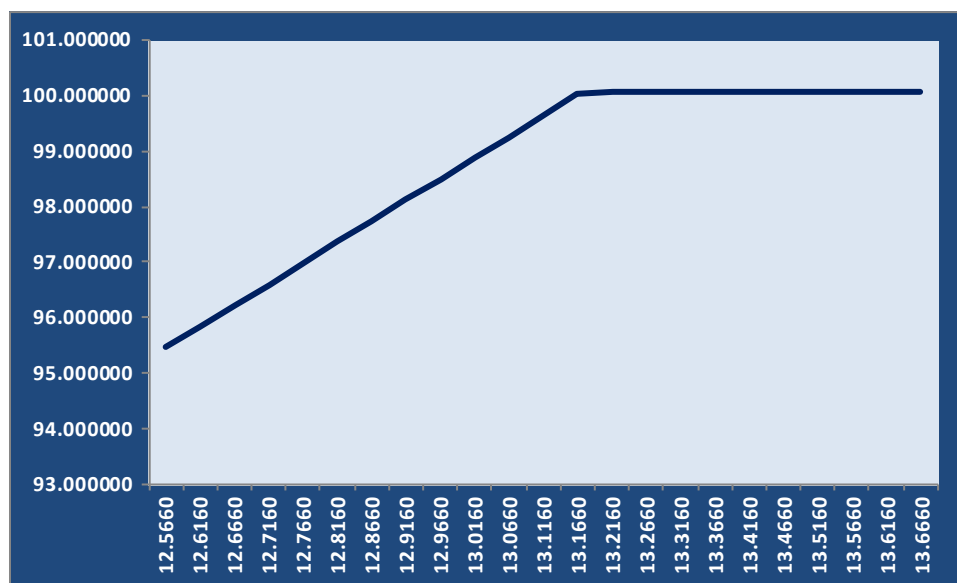


GRÁFICO II. PAY OFF NOTA DUAL EN MXP.

La nota estructurada estará integrada por los siguientes componentes:

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	55 de 96

1) Un bullet bond;

2) Un put corto con precio de ejercicio igual al tipo de cambio de referencia  $TC_K$  y con factor de participación igual al monto final en moneda extranjera.

El precio de valuación de la nota, está dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_{BB} + P_D$$

donde:

$P_V$  = Precio de Valuación de la nota estructurada dual.

$P_{BB}$  = Precio del Bullet Bond.

$P_D$  = Precio del derivado.

La valuación de cada uno de los componentes de la nota estructurada se determina de la siguiente manera:

**Primero** Se determina el precio de valuación del componente de deuda, mediante la siguiente expresión:

$$P_{BB} = \frac{VN \left( 1 + r_{\text{cupon}} \frac{Pzo}{360} \right)}{\left( 1 + r_{dv} \frac{dv}{360} \right)}$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	56 de 96

donde:

$P_{BB}$  = Valor del Bullet Bond.

$VN$  = Valor Nominal.

$r_{Cupon}$  = Tasa Cupón pagada en la nota al vencimiento.

$PZO$  = Plazo de la emisión.

$r_{dv}$  = Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer de la nota.

$dv$  = Días por vencer de la nota estructurada.

**Segundo** El valor del derivado, se obtiene mediante la fórmula general de Black and Scholes:

$$P_D = X(-P_K)$$

$$P_K = Ke^{-rT}N(-d_2) - Se^{(b-r)T}N(-d_1)$$

$$X = \frac{VN \left(1 + r_{Cupon} \frac{PZO}{360}\right)}{TC_K}$$

donde:



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	57 de 96

$d_1, d_2$  y  $T$  se definen como:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(b + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}; \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{365}$$

Donde:

$P_K$  = Prima de la opción tipo put con precio de ejercicio K.

$S$  = Valor spot del Subyacente

$K$  = Precio de Ejercicio.

$r$  = Tasa doméstica expresada en tiempo continuo.

$N(\cdot)$  = Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor  $(\cdot)$ .

$\sigma$  = Volatilidad del rendimiento del subyacente.

$n$  = Número de días al vencimiento de la opción.

$b = r - r_f$ .

$r_f$  = Tasa extranjera expresada en tiempo continuo.

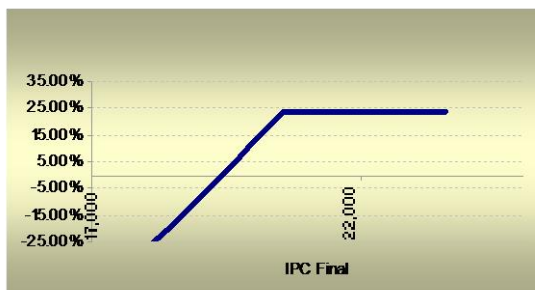
## 12. BONO BANCARIO FLOTANTE PUT.

El Bono Flotante Put es una nota que al vencimiento paga un monto final en pesos que está en función del rendimiento del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC). Se consideran en su estructura dos opciones de tasas de interés europeas: un Floor largo y un Cap corto con precio de ejercicio igual a una tasa de rendimiento inicial establecida en el prospecto de la emisión. El subyacente de estos bonos es el rendimiento del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) alcanzado a una fecha preestablecida (fecha de ejercicio), respecto a un nivel inicial del mismo determinado en el prospecto de la emisión.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	58 de 96

Este tipo de notas pueden no tener garantía al vencimiento del capital original invertido, por lo que el rendimiento del bono bancario tal como se muestra en la siguiente gráfica puede llegar a ser negativo:



De esta manera el pago al vencimiento del Bono Bancario Flotante Put está dado por la siguiente condición:

$$MI \times ( 1 + Trv \times P / 360 )$$

Donde:

MI Monto Inicial

P Plazo de la emisión.

Trv Tasa de rendimiento al vencimiento determinada por:

- Sí  $IPC_F \geq IPC_I$ , entonces  $Trv = TC$
- Sí  $IPC_F < IPC_I$ , entonces  $Trv = TC - F \times ( 1 - IPC_F / IPC_I ) \times 360 / P$ ,

Donde:

$IPC_F$  Índice de Precios y Cotizaciones Final

$IPC_I$  Índice de Precios y Cotizaciones Inicial

TC Tasa de rendimiento pactada al inicio de la emisión.

F "Factor" establecido en el prospecto de la emisión

P Plazo de la emisión.

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	59 de 96

De esta manera, dado que este instrumento se integra por: 1) Un Bono Cupón Cero que puede no tener garantía del capital original invertido, 2) Una posición larga en un FLOOR tipo europeo con precio de ejercicio igual a la tasa de rendimiento pactada al inicio de la emisión establecida en el prospecto y, 3) Una posición corta en un CAP tipo europeo, con precio de ejercicio igual a la tasa de rendimiento pactada al inicio de la emisión, el precio de valuación del Bono Flotante Put es:

$$P_V = P_B + P_D$$

Donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación del Bono Flotante Put

$P_B$  Precio del ZCB

$P_D$  Prima del Derivado determinado por:

$$P_D = Floor_{K1} - Cap_{K1}$$

Donde:

$P_D$  Precio del derivado

Floor Prima del Floor con precio de ejercicio  $k1$ .

Cap Prima del Cap con precio de ejercicio  $k1$ .

Es importante en este punto hacer las siguientes anotaciones.

**Primero** El Pay Off tanto del Floor como del Cap respectivamente es:

$$Floor = Max[TC - Tr_{IPC_F}, 0]$$

$$Cap = Max[Tr_{IPC_F} - TC, 0]$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	60 de 96

donde:

TC Tasa de rendimiento pactada al inicio de la emisión.

$Tr_{IPCF}$  Tasa de rendimiento ligada al Índice de Precios y Cotizaciones Final.

**Segundo** Dado que el prospecto de la emisión establece una fecha determinada para la observación del IPC Final, que será tomado como referencia para obtener el valor de la opción al vencimiento, debe determinarse durante el transcurso de la emisión un valor del IPC a la fecha de valuación que permita obtener el rendimiento de éste respecto a su nivel inicial ( $IPC_t$ ). El valor del  $IPC_F$  de referencia para cada uno de los días que van desde la fecha de emisión hasta la fecha de la observación final, es determinado de la siguiente manera:

$$IPC_{ref_t} = IPC_t * \left( \frac{1 + \frac{r}{360}n}{1 + DivY} \right)$$

Donde:

$IPC_{ref_t}$  Valor Índice de Precios y Cotizaciones de referencia para la fecha t.

$IPC_t$  Cierre del Índice de Precios y Cotizaciones en la fecha t.

r Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua

n Días por vencer de la opción

DivY Tasa de dividendos continua del índice de referencia.

**Tercero** Con el valor futuro del índice de referencia obtenido a partir del punto anterior, puede determinarse la Tasa de rendimiento ligada al Índice de Precios y Cotizaciones Final ( $Tr_{IPCF}$ ) a la fecha de valuación, a partir de la siguiente expresión:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	61 de 96

$$Tr_{IPC_F} = \text{Max} \left[ F * \frac{\left( 1 - \frac{IPC_{ref_t}}{IPC_I} \right)}{P} * 360, 0 \right]$$

Donde:

$Tr_{IPC_F}$  Tasa de rendimiento ligada al Índice de Precios y Cotizaciones Final.

F "Factor" establecido en el prospecto de la emisión

$IPC_{ref_t}$  Valor Índice de Precios y Cotizaciones de referencia para la fecha t.

$IPC_I$  Índice de Precios y Cotizaciones Inicial

P Plazo de la emisión.

Finalmente, el valor de cada una de las opciones se obtiene a partir de las siguientes expresiones:

$$Floor = VN \times \frac{P}{360} e^{-rT} \left[ TC N(-d_2) - Tr_{IPC_F} N(-d_1) \right]$$

$$Cap = VN \times \frac{P}{360} e^{-rT} \left[ Tr_{IPC_F} N(-d_1) - TC N(-d_2) \right]$$

Donde:

$d_1$ ,  $d_2$  y T se definen como:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{Tr_{IPC_F}}{TC}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{n}{360} * \left(\frac{360}{365}\right)$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	62 de 96

Floor	Prima del Floor incorporado en el Bono Flotante Put.
Cap	Prima del Cap incorporado en el Bono Flotante Put.
VN	Valor nominal del Bono.
P	Plazo del Bono Flotante Put.
r	Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua.
TC	Tasa de rendimiento pactada al inicio de la emisión.
$Tr_{IPCF}$	Tasa de rendimiento ligada al Índice de Precios y Cotizaciones Final.
$N(\bullet)$	Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ ).
$\sigma$	Volatilidad del rendimiento del subyacente.
n	Número de días al vencimiento de la opción.

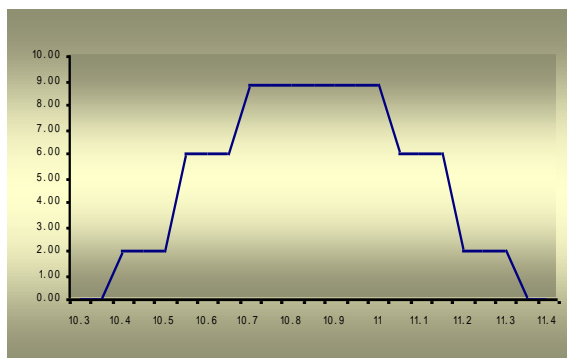
### 13. NOTA ESTRUCTURADA FX RANGE ESCALONADO

La nota FX Range Escalonado, posee una estructura que establece en el prospecto de la emisión una serie de rangos escalonados para los cuales pagará una tasa de interés al vencimiento, que va de menor a mayor conforme el rango se va haciendo más estrecho. Este tipo de notas pueden ser acumulables o bien, pagar un rendimiento al vencimiento dependiendo del rango en el cual se encuentre el subyacente en la fecha de ejercicio.

Son notas estructuradas que llevan incorporada una estrategia de opciones binarias ligadas al Tipo de Cambio FIX publicado por el Banco de México en la fecha de ejercicio. Dicha estrategia está conformada por un par de opciones binarias cash or nothing Call para cada uno de los rangos, con precio de ejercicio igual a una cota inferior, y un portafolio de opciones binarias del mismo tipo con precio de ejercicio igual a una cota superior. El plazo de cada una de las opciones es igual a los días por vencer desde la fecha de valuación a la fecha de observación del nivel final del subyacente. El Pay Off de la Nota Estructurada FX Range Escalonado es como se presenta en la siguiente gráfica:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	63 de 96



El precio de valuación de la nota está dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D$$

Donde:

$P_V$  Precio de Valuación del CEDE FX Range Escalonado.

$P_B$  Precio del ZCB

$P_D$  El precio del derivado está dado por la siguiente expresión:

$$P_D = \sum_{z=1}^R C_{byri_z} - \sum_{z=1}^R C_{byrs_z}$$

Con  $X_z = VN \times \frac{Ti_z}{360} \times P$ , para cada  $C_{byri_z}$  y para cada  $C_{byrs_z}$ .

$R$  Número de rangos representados por una cota inferior y una cota superior en la Nota Estructurada FX Range Escalonado.

$C_{byri_z}$  Valor de la prima del call binario "Cash or Nothing" con precio de ejercicio igual a la cota inferior del rango "z" en la Nota Estructurada FX Range Escalonado.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	64 de 96

$C_{byrs_z}$	Valor de la prima del call binario “Cash or Nothing” con precio de ejercicio igual a la cota superior del rango “z” en la Nota Estructurada FX Range Escalonado.
$X_z$	Monto preestablecido a la Tasa de Interés correspondiente al rango “z” y pagado al vencimiento.
VN	Valor Nominal de la Nota Estructurada FX Range Escalonado.
$Ti_z$	Tasa de Interés correspondiente al rango “z” establecida en el prospecto de la emisión.
P	Plazo de la Nota Estructurada FX Range Escalonado.

La valuación por separado de cada componente de la nota se determina de la misma forma que la descrita para las Notas Estructuradas FX RANGE en el punto 10 de esta metodología.

#### 14. NOTA ESTRUCTURADA NO TOUCH (DOWN AND OUT-UP AND OUT).

Las notas No Touch (Down and Out – Up and Out) son instrumentos que pertenecen a la familia de las notas del tipo Knock Out, ya que en su estructura contemplan un portafolio de opciones binarias de barrera, cuyo subyacente es por lo regular la paridad cambiaria peso-dólar. La principal característica de este tipo de notas estructuradas, es que el rendimiento que pueden generar se paga al vencimiento y depende de si el subyacente toca o no cualquiera de las barreras especificadas en el contrato, durante el plazo de la opción.

El perfil de pago de la Nota Estructurada No Touch (Down and Out – Up and Out) es:

VN Si en algún tiempo  $t$ ,  $S_t \leq H_L$  ó  $S_t \geq H_U$

$t \leq T$

VN + X Si para todo tiempo  $t$ ,  $S_t > H_L$  y  $S_t < H_U$

$t \leq T$



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	65 de 96

donde:

$S_t$  Valor del subyacente en la fecha de valuación "t".

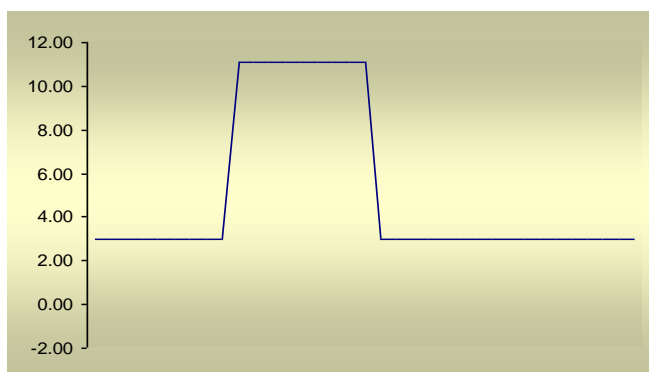
VN Valor Nominal de la Nota Estructurada.

X Flujo generado por el rendimiento establecido en el contrato

$H_L$  Barrera inferior del subyacente que se especifica para una Nota Estructurada No Touch (Down and Out – Up and Out)

$H_U$  Barrera superior del subyacente que se especifica para una Nota Estructurada No Touch (Down and Out – Up and Out).

De esta manera el Pay Off de una Nota Estructurada No Touch es como se muestra en la siguiente gráfica:



Para la valuación de este tipo de notas se considera 1) Un bono cupón cero (o bullet bond en caso de tener una Tasa Mínima Garantizada) cuyo valor al vencimiento es igual al 100% del capital invertido, 2) Un portafolio de opciones binarias dependientes de la trayectoria del subyacente conformado por:

- A) Una posición larga en una opción Down and Out con precio de ejercicio igual al rango inferior  $H_L$ .
- B) Una posición larga en una opción Up and Out con precio de ejercicio igual al rango superior  $H_u$ .

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	66 de 96

C) Una posición corta en una opción Down and In con precio de ejercicio igual al rango inferior  $H_L$ .

D) Una posición corta en una opción Up and In con precio de ejercicio igual al rango superior  $H_U$ .

Así, el precio de valuación de la Nota Estructurada No Touch (Down and Out – Up and Out) estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_{DKO}$$

Donde:

$P_V$  Precio de Valuación de la Nota Estructurada No Touch.

$P_B$  Precio del ZCB

$P_{DKO}$  Prima del portafolio de opciones binarias dependientes de la trayectoria del subyacente determinada por:

$$P_{DKO} = \text{Max}[0, [D_o - D_{di}] + [D_u - D_{ui}] ]$$

Con:

$D_o$  Prima de una opción binaria de barrera Down and Out.

$D_{di}$  Prima de una opción binaria de barrera Down and In.

$D_u$  Prima de una opción binaria de barrera Up and Out.

$D_{ui}$  Prima de una opción binaria de barrera Up and In.

Ahora bien, la valuación de cada una de las opciones del portafolio que conforman el valor del componente derivado de la estructura se determina a partir de lo siguiente:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	67 de 96

**Primero** El valor de las opciones Down and Out y Up and Out se determina conforme a lo descrito en el punto 6 de esta metodología, para las Notas Estructuradas Knock Out: Down and Out y Up and Out.

**Segundo** El valor de las opciones Down and In y Up and In se obtiene a partir del modelo propuesto por Mark Rubinstein<sup>4</sup>, en el cual se aborda la valuación de opciones binarias a partir de la definición de una serie de fórmulas cerradas basadas en el modelo general de Black and Sholes. La prima de las opciones binarias dependientes de la trayectoria del subyacente del tipo Down and In y Up and In se determina a partir de definir en primera instancia las siguientes expresiones, considerando que los flujos se reciben sólo al vencimiento de la opción :

$$C = X e^{-rT} * N[\varphi x_1 - \varphi \sigma \sqrt{T}]$$

$$E = X e^{-rT} * \left(\frac{H}{S}\right)^{2\lambda - 2} N(\eta y_1 - \eta \sigma \sqrt{T})$$

Con:

$$x_1 = \left(\frac{\ln(S/H)}{\sigma \sqrt{t}}\right) + \lambda \sigma \sqrt{T} \quad y_1 = \left(\frac{\ln(H/S)}{\sigma \sqrt{t}}\right) + \lambda \sigma \sqrt{T}$$

$$\lambda = 1 + \frac{\mu}{\sigma^2} \quad \mu = \left( (r - q) - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) T \quad T = \frac{n}{365}$$

Donde:

X Flujo generado por el rendimiento a la Tasa Máxima establecido en el contrato.

r 1 + Tasa Libre de Riesgo

σ Volatilidad del rendimiento del subyacente

N(•) Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor (•)

<sup>4</sup> Rubinstein, Mark. "Finance Working Paper No. 20: Exotic Options", Research Program in Finance. Working Paper Series, 1991.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	68 de 96

H Barrera:  $H_u$  para el caso de una opción binaria Up and In  $H_L$  para el caso de una opción binaria Down and In.

S Precio del Subyacente en la fecha "t".

d  $1 +$  Tasa de Rendimiento del Activo Subyacente asociada al plazo anualizado.

n Número de días al vencimiento de la opción.

$\varphi$  y  $\eta$  Son términos binarios cuyo valor depende del tipo de opción.

$$D_{di} = C + E \quad \{\varphi = -1, \eta = 1\}$$

$$D_{ui} = C + E \quad \{\varphi = 1, \eta = -1\}$$

Donde:

$D_{di}$  Prima de la opción binaria Down and In.

$D_{ui}$  Prima de la opción binaria Up and In.

## 15. NOTA ESTRUCTURADA TIIE RANGE

Las notas de rango acumulable, también conocidos como Accrual Range Note son Notas Estructuradas que llevan incorporada una estrategia de opciones binarias ligadas al comportamiento de la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio a plazo de 28 días (TIIE 28). La principal característica de este tipo de notas estructuradas, es que el rendimiento que pueden generar se va acumulando durante el plazo de la misma y se paga al vencimiento. Dicho rendimiento depende de si el subyacente en cada una de las fechas de observación establecidas en el prospecto de la nota, se encuentra dentro del rango de tasas determinado desde el inicio de la emisión, mismo que está representado por un nivel inferior y un nivel superior de tasas de interés.

La estructura que contempla este tipo de notas, se encuentra representada por un portafolio de opciones binarias cash or nothing Call con precio de ejercicio igual al rango inferior, y un portafolio de opciones binarias del mismo tipo con precio de ejercicio igual al rango superior, donde el plazo de cada una de las opciones de ambos portafolios, es igual a los días por vencer de cada una de las

METODOLOGÍA PARA LA VALUACIÓN DE NOTAS ESTRUCTURADAS

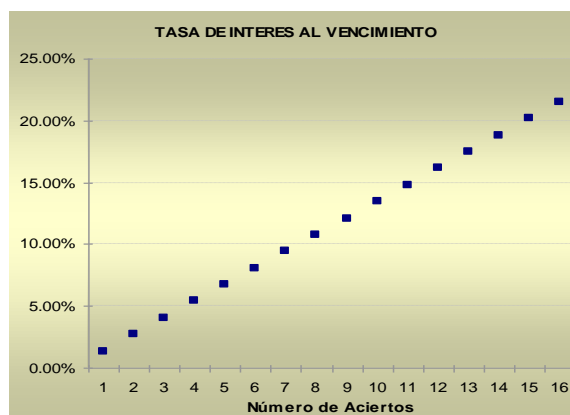
**VALOR DE MERCADO**

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	69 de 96

observaciones pendientes de realizar a la fecha de valuación. Es decir, cada observación representa la diferencia entre el valor de las primas de las opciones cash or nothing Call, con diferente precio de ejercicio.

De esta manera el Pay Off de la Nota Estructurada TIIE Range está representado por la siguiente figura:



Dado que este instrumento representa la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono cupón cero (ZCB), 2) Un portafolio de opciones binarias “Cash or Nothing Call”, con precio de ejercicio igual al rango inferior y plazo igual a los días por vencer de la  $i$ -ésima observación, y 3) Un portafolio de opciones binarias del mismo tipo pero con precio de ejercicio igual al rango superior y al mismo plazo, el precio de valuación de la Nota Estructurada TIIE Range estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D$$

Donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación de la Nota Estructurada TIIE Range

$P_B$  Precio del ZCB

$P_D$  El precio del derivado está dado por la siguiente expresión:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	70 de 96

$$P_D = \sum_{i=1}^N C_{ibyri} - \sum_{i=1}^N C_{ibyrs}$$

$C_{ibyri}$  Valor de la prima del i-ésimo call binario “Cash or Nothing” con precio de ejercicio igual al rango inferior.

$C_{ibyrs}$  Valor de la prima del i-ésimo call binario “Cash or Nothing” con precio de ejercicio igual al rango superior.

La valuación por separado de cada componente de la Nota Estructurada TIIE Range se determina de la siguiente manera:

**Primero** El valor del bono cupón cero (ZCB) en la fecha de valuación estará determinado por la siguiente expresión:

$$P_B = \frac{VN}{\left(1 + r_n \frac{n}{360}\right)}$$

Donde:

$P_B$  Precio de valuación en pesos del componente cupón cero de la Nota Estructurada.

$VN$  Valor Nominal de la Nota Estructurada.

$N$  Número de días por vencer de la Nota Estructurada.

$r_n$  Tasa de rendimiento asociada al riesgo emisor y al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias

**Segundo** El valor de la prima de cada una de las opciones binarias Call que integran los portafolios de la estrategia, se obtiene mediante la fórmula expresada en el punto 5 de esta metodología, basada en Black and Scholes y descrita por Reiner y Rubinstein en 1991 para valuación de

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	71 de 96

opciones binarias “Cash or Nothing”. La siguiente expresión determinan el valor de la prima de una opción binaria “Cash or Nothing Call” :

$$C_{iby} = X * e^{-rT} * N(d)$$

Con:

$$d = \frac{\ln\left(\frac{F_{(t,t+1)}}{K}\right) + \left(r - rf - \frac{\sigma^2}{2}\right)t_i}{\sigma\sqrt{t_i}},$$

$$T = \frac{N}{365}, \quad t_i = \frac{n_i}{365} \quad y$$

$$X = VN \times \frac{TIM}{360} \times \left(\frac{Pc}{Ok}\right)$$

Donde:

$C_{iby}$	Prima de la i-ésima opción cash or nothing Call
X	Monto preestablecido a la Tasa de Interés Máxima sobre el valor nominal, acumulable y pagado al vencimiento, por cada una de las observaciones en que el subyacente sea mayor o igual al nivel inferior y menor o igual al nivel superior.
$F_{(0, t, t+1)}$	Tasa forward, obtenida a partir de la curva cupón cero correspondiente al subyacente generada por VALMER en el día de valuación que va de la fecha t a t+1.
K	Precio de Ejercicio
r	Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
rf	Será igual a r para el caso de opciones de tasas de interés. Compuesta de manera continua.
$N(\bullet)$	Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	72 de 96

- $\sigma$  Volatilidad del rendimiento del subyacente (Podrá considerarse constante si y sólo si la volatilidad correspondiente a la fecha de valuación T0 es menor a 2 veces la desviación estándar del nodo correspondiente a la matriz de volatilidades implícitas a partir de la cual se genera la curva de volatilidades del subyacente, y mayor a -2 veces la volatilidad del mismo nodo. En caso de que alguno de los nodos de la matriz de volatilidades implícitas a partir de la cual se genera la curva de volatilidades del subyacente, en la fecha de valuación T0 salga del rango de +- 2 veces su desviación estándar, dicho nodo pasará a formar parte de la curva de volatilidades para la fecha de valuación T0.)
- N Número de días al vencimiento de la Nota Estructurada.
- $n_i$  Número de días al vencimiento de la i-ésima observación.
- Pzo. Plazo de la emisión.
- TIM Tasa de Interés Máxima establecida en el prospecto de la emisión.
- Pc Días del Cupón.
- $O_k$  Número de observaciones del k-ésimo cupón.

**Tercero** El precio limpio de valuación de la Nota Estructurada está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - Intdev$$

Donde:

PLV Precio Limpio de valuación de la Nota Estructurada TIIE Range.

PV Precio Sucio de valuación de la Nota Estructurada TIIE Range.

Intdev Intereses devengados del cupón vigente determinados por la siguiente expresión:

$$Intdev = VN \times \frac{TIM}{360} \times \left( \frac{Pc}{O_k} \right) \times A_t$$

$A_t$  Número de observaciones a la fecha de valuación t, en que en que el subyacente fue mayor o igual al nivel inferior y menor o igual al nivel superior.



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	73 de 96

## 16. NOTA ESTRUCTURADA FX RANGE

Las notas FX Range poseen una estructura parecida a la descrita en el punto anterior para las notas TIIE RANGE. Son Notas Estructuradas que llevan incorporada una estrategia de opciones binarias ligadas al comportamiento de cierto Tipo de Cambio. El rendimiento que pueden generar se va acumulando durante el plazo de la emisión y se paga al vencimiento. Dicho rendimiento depende de si el subyacente en cada una de las fechas de observación establecidas en el prospecto de la nota, se encuentra dentro del rango de tipos de cambio determinado desde el inicio de la emisión, mismo que está representado por un nivel inferior y un nivel superior de tipos de cambio.

Al igual que la estructura descrita en el punto anterior, la estrategia de opciones incorporada en este tipo de notas está representada por un portafolio de opciones binarias cash or nothing Call con precio de ejercicio igual al rango inferior, y un portafolio de opciones binarias del mismo tipo con precio de ejercicio igual al rango superior, donde el plazo de cada una de las opciones de ambos portafolios, es igual a los días por vencer de cada una de las observaciones pendientes de realizar a la fecha de valuación. El Pay Off de la Nota Estructurada FX Range es similar al descrito en el punto anterior de esta metodología.

El precio de valuación de la Nota Estructurada FX Range está dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D$$

donde:

$P_V$  Precio de Valuación de la Nota Estructurada FX Range

$P_B$  Precio del ZCB

$P_D$  El precio del derivado está dado por la siguiente expresión:

$$P_D = \sum_{i=1}^N C_{ibyri} - \sum_{i=1}^N C_{ibyrs}$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	74 de 96

$C_{ibyri}$  Valor de la prima del i-ésimo call binario “Cash or Nothing” con precio de ejercicio igual al rango inferior.

$C_{ibyrs}$  Valor de la prima del i-ésimo call binario “Cash or Nothing” con precio de ejercicio igual al rango superior.

La valuación por separado de cada componente de la Nota Estructurada FX Range se determina de la siguiente manera:

**Primero** El valor del bono cupón cero (ZCB) en la fecha de valuación estará determinado por la expresión descrita en el punto anterior, misma que se resume a continuación:

$$P_B = \frac{VN}{\left(1 + r_n \frac{n}{360}\right)}$$

**Segundo** El valor de la prima de cada una de las opciones binarias Call que integran los portafolios de la estrategia, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$C_{iby} = X * e^{-rT} * N(d)$$

Con:

$$d = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}},$$

$$T = \frac{n}{365} \quad y$$

$$X = VN \times \frac{TIM}{360} \times \left(\frac{PC}{O_k}\right)$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	75 de 96

donde:

$C_{iby}$	Prima de la i-ésima opción cash or nothing Call
X	Monto preestablecido a la Tasa de Interés Máxima sobre el valor nominal, acumulable y pagado al vencimiento, por cada una de las observaciones en que el subyacente sea mayor o igual al nivel inferior y menor o igual al nivel superior.
S	Precio del subyacente
K	Precio de Ejercicio
r	Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua
$r_f$	Tasa libre de riesgo extranjera compuesta de manera continua
$N(\bullet)$	Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor ( $\bullet$ )
$\sigma$	Volatilidad del rendimiento del subyacente (Podrá considerarse constante si y sólo si la volatilidad correspondiente a la fecha de valuación $T_0$ es menor a 2 veces la desviación estándar del nodo correspondiente a la matriz de volatilidades implícitas a partir de la cual se genera la curva de volatilidades del subyacente, y mayor a -2 veces la volatilidad del mismo nodo. En caso de que alguno de los nodos de la matriz de volatilidades implícitas a partir de la cual se genera la curva de volatilidades del subyacente, en la fecha de valuación $T_0$ salga del rango de $\pm 2$ veces su desviación estándar, dicho nodo pasará a formar parte de la curva de volatilidades para la fecha de valuación $T_0$ .)
n	Número de días al vencimiento de la opción.
Pzo.	Plazo de la emisión.
TIM	Tasa de Interés Máxima establecida en el prospecto de la emisión.
Pc	Días del Cupón.
$O_k$	Número de observaciones del k-ésimo cupón.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	76 de 96

**Tercero** El precio limpio de valuación de la Nota Estructurada está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - Intdev$$

Donde:

PLV Precio Limpio de valuación de la Nota Estructurada FX Range.

PV Precio Sucio de valuación de la Nota Estructurada FX Range.

Intdev Intereses devengados del cupón vigente determinados por la siguiente expresión:

$$Intdev = VN \times \frac{TIM}{360} \times \left( \frac{Pc}{Ok} \right) \times A_t$$

$A_t$  Número de observaciones a la fecha de valuación t, en que en que el subyacente fue mayor o igual al nivel inferior y menor o igual al nivel superior.

## 17. NOTA ESTRUCTURADA REVERSE CONVERTIBLE.

Estas notas estructuradas, también conocidas como “Reverse Exchangeable Securities”, son instrumentos cuyo valor de mercado depende de una opción de barrera que puede activarse dependiendo de las cotizaciones del subyacente durante un período de monitoreo continuo.

Estas notas liquidan al vencimiento un cupón garantizado generado durante el plazo de la nota estructurada más cualquiera de las dos alternativas:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	77 de 96

a) El 100% del valor nominal:

- Si el subyacente durante todo el periodo de observación continua, nunca cotiza por debajo del nivel de “knock in price” (Evento de Knock In), o bien
- Si el subyacente cotiza en alguna ocasión durante el periodo de observación continua por debajo del nivel de “knock in price”, y en la fecha de observación final el precio de cierre del subyacente es mayor o igual al nivel inicial establecido en el prospecto de la emisión (“Initial Price”).

b) Entrega física del subyacente:

- Si el subyacente cotiza en alguna ocasión durante el periodo de observación continua por debajo del nivel de “knock in price”, y al vencimiento de dicho período el precio de cierre del subyacente es menor al nivel inicial (“Initial Price”).

El pago al vencimiento de estas notas estructuradas se puede expresar de manera general en el siguiente cuadro:

$VN / X * S_T + C$	Si en algún momento de $t < T$ , $S_t < H$ y $S_T \leq X$ (Entrega física del subyacente)
$VN + C$	Si en todo momento de $t < T$ y $S_t > H$ o bien, Si en algún momento de $t < T$ , $S_t < H$ y $S_T > X$

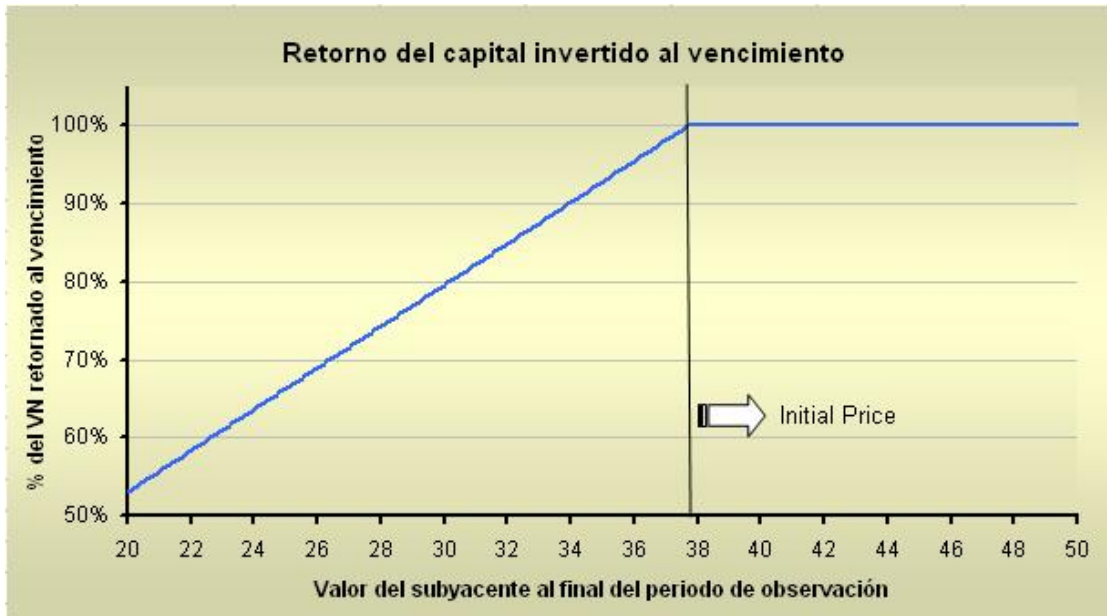
**Donde:**

- VN Valor Nominal de la nota estructurada
- C Flujo generado por un rendimiento establecido en el prospecto (Cupón)
- t Fecha de valuación “t” durante el periodo de observación.
- $S_t$  Precio de cotización del activo subyacente al tiempo t.
- $S_T$  Precio de cierre del activo subyacente en la fecha final “T” del período de observación.
- X Precio inicial del subyacente (“Initial price”).
- H Precio de Knock In o barrera de la opción.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	78 de 96

En caso que se haga entrega física del subyacente, el retorno del capital al vencimiento gráficamente es:



El precio de valuación de la nota se determina obteniendo el valor de un Bullet Bond más un derivado cuyo valor se obtiene mientras no se haya dado el evento de Knock In como una opción de barrera “Down and in Put”. Una vez realizado el evento de Knock In el derivado es valuado hasta su vencimiento como una opción Put europea.

La valuación por separado de cada componente de la Nota Estructurada Reverse convertible se determina de la siguiente manera:

**Primero** Determinación del valor de la opción Down and in Put

El modelo de valuación para este derivado “Down and in” fue propuesto por Merton (1973) y Rubinstein y Reiner(1991). Este modelo se basa en Black and Scholes y determina la valuación de estas opciones a partir de las siguientes fórmulas generales:

$$B = -Se^{qT}N(-x_2) + Xe^{-rT}N(-x_2 + \sigma\sqrt{T}) \dots\dots\dots 2$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	79 de 96

$$C = -Se^{qT} (H/S)^{2(\mu+1)} N(y_1) + Xe^{-rT} (H/S)^{2\mu} N(y_1 - \sigma\sqrt{T}) \dots\dots\dots 3$$

$$D = -Se^{qT} (H/S)^{2(\mu+1)} N(y_2) + Xe^{-rT} (H/S)^{2\mu} N(y_2 - \sigma\sqrt{T}) \dots\dots\dots 4$$

donde:

$$\mu = \frac{b - \sigma^2 / 2}{\sigma^2}$$

$$x_2 = \frac{\ln(S/H)}{\sigma\sqrt{T}} + (1 + \mu)\sigma\sqrt{T}$$

$$y_1 = \frac{\ln(H^2/SX)}{\sigma\sqrt{T}} + (1 + \mu)\sigma\sqrt{T}$$

$$y_2 = \frac{\ln(H/S)}{\sigma\sqrt{T}} + (1 + \mu)\sigma\sqrt{T}$$

Las variables utilizadas se definen de la siguiente manera:

- $S$  Precio del activo subyacente al momento de la valuación
- $q$  Tasa de dividendos del subyacente
- $T$  Tiempo que resta para el vencimiento de la opción en años
- $N(\bullet)$  Probabilidad de la distribución normal estándar acumulada hasta el valor  $\bullet$
- $X$  Strike del put europeo, denominado "initial price"
- $r$  Tasa libre de riesgo en composición continua
- $\sigma$  Volatilidad implícita del activo subyacente
- $H$  Barrera de la opción "Down and in", denominado "Knock in price"

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	80 de 96

Con estas formulas en valor del “Down and in Put” está dado por:

$$P_{di} = B - C + D \dots\dots\dots 5$$

donde:

$P_{di}$  Es la prima de la opción “Down and in Put”

## Segundo Determinación del valor de la opción Put

El valor de la opción Put (Plain Vanilla) se obtiene a partir del modelo general de Black and Sholes descrito en el apartado 2 de este documento.

## Tercero Valuación de la Nota Estructurada Reverse Convertible

a) Mientras no se haya dado el evento de “Knock In”.

En este caso, el precio de la nota estructurada durante su vigencia está dado por:

$$PV_t = PV_{bb} - P_{di} * VN / K \dots\dots\dots 7$$

donde:

$PV_t$  Es el precio sucio de la nota para el día de valuación t.

$PV_{bb}$  Precio de valuación del componente “bullet bond” de la nota estructurada.

$P_{di}$  Prima de la opción “Down and in Put”

$VN$  Valor nominal de la nota

$K$  Precio Inicial del subyacente “Initial Price”

b) Valuación a partir de que se haya realizado el evento de “Knock In”.



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	81 de 96

A partir del momento en que se haya dado el evento de “Knock In”, es decir que el precio del subyacente haya cotizado en cualquier momento y en cualquier día durante el período de observación, por debajo de “Knock in Price”, el precio de valuación de la nota estructurada hasta su vencimiento estará dado por:

$$PV_t = PV_{bb} - P_p * VN / K \dots\dots\dots 7$$

donde:

$PV_t$  Es el precio sucio de la nota para el día de valuación t.

$PV_{bb}$  Precio de valuación del componente “bullet bond” de la nota estructurada

$P_p$  Prima de la opción put “Plain Vanilla” europea

$VN$  Valor nominal de la nota

$K$  Precio Inicial del subyacente “Initial Price”

## 18. NOTA ESTRUCTURADA IRS RANGE ACCRUAL.

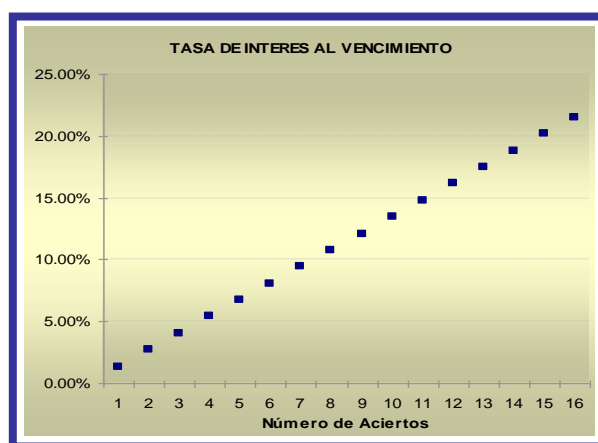
Las notas de rango acumulable conocidas como CMS Accrual Range Note son Notas Estructuradas que llevan incorporada una estrategia de opciones binarias ligadas al comportamiento de una Tasa Swap de referencia (CMS). La principal característica de este tipo de notas estructuradas, es que el rendimiento que pueden generar se va acumulando durante el plazo de la misma y se paga al vencimiento. Dicho rendimiento depende de si el subyacente (CMS) en cada una de las fechas de observación establecidas en el prospecto de la nota, se encuentra dentro del rango de tasas determinado desde el inicio de la emisión, mismo que está representado por un nivel inferior y un nivel superior de tasas de interés.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	82 de 96

La estructura que contempla este tipo de notas, se encuentra representada por un portafolio de opciones binarias cash or nothing Call con precio de ejercicio igual al rango inferior, y un portafolio de opciones binarias del mismo tipo con precio de ejercicio igual al rango superior, donde el plazo de cada una de las opciones de ambos portafolios, es igual a los días por vencer de cada una de las observaciones pendientes de realizar a la fecha de valuación. Es decir, cada observación representa la diferencia entre el valor de las primas de las opciones cash or nothing Call, con diferente precio de ejercicio.

De esta manera el Pay Off de la Nota Estructurada CMS Range Accrual está representado por la siguiente figura:



Dado que este instrumento representa la estructuración de una nota integrada por: 1) Un bono cupón cero (ZCB), 2) Un portafolio de opciones binarias "Cash or Nothing Call", con precio de ejercicio igual al rango inferior y plazo igual a los días por vencer de la  $i$ -ésima observación, y 3) Un portafolio de opciones binarias del mismo tipo pero con precio de ejercicio igual al rango superior y al mismo plazo, el precio de valuación de la Nota Estructurada CMS Range estará dado por la siguiente expresión:

$$P_V = P_B + P_D$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	83 de 96

donde:

$P_V$  Precio Sucio de Valuación de la Nota Estructurada CMS Range Accrual

$P_B$  Precio del ZCB

$P_D$  El precio del derivado está dado por la siguiente expresión:

$$P_D = \sum_{i=1}^N C_{ibyri} - \sum_{i=1}^N C_{ibyrs}$$

$C_{ibyri}$  Valor de la prima del i-ésimo call binario "Cash or Nothing" con precio de ejercicio igual al rango inferior.

$C_{ibyrs}$  Valor de la prima del i-ésimo call binario "Cash or Nothing" con precio de ejercicio igual al rango superior.

La valuación por separado de cada componente se determina de la siguiente manera:

**Tercero** El valor del bono cupón cero (ZCB) en la fecha de valuación estará determinado por la siguiente expresión:

$$P_B = \frac{VN}{\left(1 + r \frac{n}{360}\right)}$$

donde:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	84 de 96

$P_B$	Precio de valuación en pesos del componente cupón cero de la Nota Estructurada.
$VN$	Valor Nominal de la Nota Estructurada.
$N$	Número de días por vencer de la Nota Estructurada.
$r_n$	Tasa de rendimiento asociada al riesgo emisor y al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias

**Cuarto** El valor de la prima de cada una de las opciones binarias Call que integran los portafolios de la estrategia, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$C_{iby} = X * e^{-rT} * N(d)$$

Con:

$$d = \frac{\ln\left(\frac{FSW_{(0,t,t+1)}}{K}\right) + \left(r - rf - \frac{\sigma^2}{2}\right)t_i}{\sigma\sqrt{t_i}}$$

$$T = \frac{N}{365}, \quad t_i = \frac{n_i}{365} \quad y$$

$$X = VN \times \frac{TIM}{360} \times \left(\frac{Pc}{Ok}\right)$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	85 de 96

donde:

**F<sub>Sw</sub>(0, t, t+1)** Tasa Forward Swap obtenida a partir de la curva cupón cero que va de la fecha t a t+1 (VER ANEXO I DE ESTA METODOLOGÍA).

**K** Precio de Ejercicio

**r** Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua

**r<sub>f</sub>** Será igual a r para el caso de opciones de tasas de interés. Compuesta de manera continua.

**N(•)** Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar en el valor (•)

**σ** Volatilidad del rendimiento del subyacente.

**N** Número de días al vencimiento de la Nota Estructurada.

**n<sub>i</sub>** Número de días al vencimiento de la i-ésima observación.

**Pzo.** Plazo de la emisión.

**TIM** Tasa de Interés Máxima establecida en el prospecto de la emisión.

**P<sub>c</sub>** Días del Cupón.

**O<sub>k</sub>** Número de observaciones del k-ésimo cupón.

**Cuarto** El precio limpio de valuación de la Nota Estructurada está dado por la siguiente expresión:

$$PLV = PV - Intdev$$

Donde:

**PLV** Precio Limpio de valuación de la Nota Estructurada TIIE Range.

**PV** Precio Sucio de valuación de la Nota Estructurada TIIE Range.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	86 de 96

Intdev Intereses devengados del cupón vigente determinados por la siguiente expresión:

$$Intdev = VN \times \frac{TIM}{360} \times \left( \frac{Pc}{O_k} \right) \times A_t$$

$A_t$  Número de observaciones a la fecha de valuación  $t$ , en que en que el subyacente fue mayor o igual al nivel inferior y menor o igual al nivel superior.

## 19. NOTA ESTRUCTURADA CON BONOS COMO SUBYACENTE.

Este tipo de derivados se clasifican como opciones sobre tasa de interés porque los precios de los bonos están principalmente determinados por los cambios en las tasas de interés.

Una opción europea sobre un bono es el derecho más no la obligación de comprar o vender un bono en una fecha específica a un precio acordado (el strike o precio de ejercicio). Por otro lado, los contratos estandarizados son opciones sobre futuros de bonos y pueden ejercerse cualquier día hábil hasta e incluyendo su vencimiento.

Algunas aplicaciones importantes de opciones sobre bonos OTC son:

**Cobertura.** El dueño de un bono que prevé una subida en las tasas de interés a corto plazo (lo que haría caer el precio del bono) pero preferiría no vender dicho bono puede comprar una opción put sobre el bono, de manera que si el precio cae, puede ejercitar ese put, si el precio sube, también puede beneficiarse del alza.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	87 de 96

**Venta de Call cubierto.** El poseedor de un bono puede generar un ingreso adicional vendiendo un call fuera del dinero sobre ese activo. La prima recibida incrementará el desempeño de la inversión. Si el precio del bono se eleva por encima del strike y se ejerce el call, el inversionista está cubierto y puede entregar el bono.

**Tomar posiciones apalancadas.** Un trader que piensa que las tasas de interés caerán, puede comprar un call fuera o en el dinero sobre un bono de tasa cupón fija. Si las tasas caen en efecto, se puede obtener una ganancia de dicho call.

**Los componentes de las notas anteriormente descritas son:**

- 1) Un bono cupón cero (ZCB).
- 2) Un portafolio de opciones call o put con sus respectivos precios de ejercicio y factores de participación.

Por tanto, el precio de valuación para una nota referenciada a un bono está dado por:

$$P_{VAL} = P_{ZCB} + P_{PO} \quad (1)$$

donde:

$P_{VAL}$  = Precio Sucio de Valuación de la nota estructurada.

$P_{ZCB}$  = Precio del Bono cupón cero.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	88 de 96

$P_{PO}$  = Precio del portafolio de opciones.

## 1) Precio del Bono Cupón Cero (ZCB).

El valor del bono cupón cero (ZCB) en la fecha de valuación estará determinado por la siguiente expresión:

$$P_{ZCB} = \frac{VN}{\left(1 + r \frac{n}{360}\right)} \quad (2)$$

donde:

$P_{ZCB}$  = Precio de valuación en pesos del componente cupón cero de la nota estructurada.

$VN$  = Valor Nominal de la nota estructurada.

$r$  = Tasa de rendimiento asociada al número de días por vencer, que se obtiene de las Curvas Nominales Bancarias.



# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	89 de 96

## 2) Portafolio de opciones.

Asumiendo que el precio del bono al vencimiento de la opción se distribuye lognormal (Modelo Black-76), entonces el precio del call se calcula como:

$$C = e^{-rT} [FN(d_1) - KN(d_2)] \quad (3)$$

A su vez, el precio de un put está dado por la fórmula:

$$P = e^{-rT} [KN(-d_2) - FN(-d_1)] \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

donde:

$C$  = Valor de la prima de un call europeo.

$P$  = Valor de la prima de un put europeo.

$F$  = Precio forward del bono calculado como se muestra a continuación:

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	90 de 96

$$F = (B_0 - I)e^{-rT}$$

$B_0$  = Precio sucio del bono al tiempo cero.

$I$  = Valor presente de los cupones pagados durante la vida de la opción.

$K$  = Precio de ejercicio, corresponde al precio sucio del bono en cuestión.

$r$  = Tasa libre de riesgo compuesta de manera continua.

$N(d)$  = Los valores que corresponden a la probabilidad acumulada en una curva de distribución normal estandarizada.

$\sigma$  = Volatilidad del precio forward del bono.

$T$  = tiempo restante para el vencimiento de la opción.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	91 de 96

## ANEXO I.

### FUTURO DEL SWAP DE TIIE EN MEXDER

#### **Objetivo:**

MexDer próximamente va a listar un nuevo contrato de futuro sobre el IRS de TIIE que opera en el mercado OTC, tentativamente el 65x1 y el 130x1.

MexDer utiliza a Valmer como fuente de información de insumos para la determinación de los precios teóricos de sus diferentes productos. Por ello MexDer le ha pedido a Valmer la formula del precio y la tasa teóricos de este nuevo contrato, así como la formula para determinar las liquidaciones diarias en su Cámara de Compensación y Liquidación.

#### **Valuación:**

Técnicamente este contrato se conoce como Forward Starting Swap (FSS) o “Swap de inicio retrasado” y consiste en un swap plain vanilla con intercambio de flujos que comienzan en una fecha futura.

Ya que en este tipo de contratos la tasa negociada en el mercado es la Tasa Swap, podemos decir que el valor de la pata fija esta dado por:

$$\text{Valor Pata Fija} = T \frac{N * 28}{360} \sum_{k=1}^m FD_{n+k*28}$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	92 de 96

donde:

$T$  Es la Tasa Swap (IRS) negociada que determina los flujos de la pata fija.

$N$  Es el nocional del swap.

$m$  Es el numero de intercambios (flujos) del swap.

$n$  Es el numero de días por vencer del FSS.

$FD_{n+k*28}$  Es el factor de descuento para el flujo  $k$  con  $n+k*28$  días por vencer.

El factor de descuento de  $n+k*28$  días por vencer se obtiene de la siguiente manera:

$$FD_{n+k*28} = \frac{1}{1 + \frac{TIE_{n+k*28}(n+k*28)}{360}}$$

donde:

$TIE_{n+k*28}$  Es el valor de la curva cero de TIE para el día  $n+k*28$

$n+k*28$  Son los días por vencer del flujo a descontar.

La tasa teórica del FSS que elimina posibilidades de arbitraje, esta dada por la tasa fija ( $T$ ) que satisface la siguiente expresión:

$$\left( \frac{N*28}{360} \right) \left( \sum_{k=1}^m F_{n+(k-1)*28}^{n+k*28} FD_{n+k*28} \right) = T \frac{N*28}{360} \sum_{k=1}^m FD_{n+k*28}$$

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	93 de 96

donde:

$N$  Es el nocional del swap.

$m$  Es el numero de intercambios (flujos) del swap.

$n$  Es el numero de días por vencer del FSS.

$F_{n+(k-1)*28}^{n+k*28}$  Es la tasa forward correspondiente al flujo  $k$ , que comienza en  $n+(k-1)*28$  y termina en  $n+k*28$ .

$FD_{n+k*28}$  Es el factor de descuento para el flujo con  $n+k*28$  días por vencer.

$T$  Es la Tasa Swap que determina los flujos de la pata fija.

Con esta tasa teórica se logra que el valor de la pata fija sea igual al de la pata variable y con ello el valor del FSS sea cero.

La liquidación diaria de este contrato depende del cambio en la tasa swap de liquidación del día anterior (o en su caso la tasa swap de negociación) respecto de la tasa swap de liquidación del día al que se realiza la valuación multiplicado por el nocional y por el periodo efectivo de los cupones traídos a valor presente. En términos numéricos se tiene la siguiente expresión para la posición larga:

$$\text{Liquidación Diaria} = (T_{t-1} - T_t) \left( \frac{N * 28}{360} \right) \left( \sum_{k=1}^m FD_{n+k*28} \right)$$

Donde:

$T_{t-1}$  Es la Tasa Swap de liquidación del día anterior o en su caso la Tasa Swap negociada.

$T_t$  Es la Tasa Swap del día de Liquidación.

$N$  Es el nocional del swap.

$m$  Es el numero de intercambios (flujos) del swap.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	94 de 96

$n$  Es el numero de días por vencer del FSS al día de Liquidación.

$FD_{n+k*28}$  Es el factor de descuento para el flujo  $k$  calculado al día de Liquidación, con  $n+k*28$  días por vencer.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	95 de 96

## E. REFERENCIAS

Andrew M. Chisholm. Derivatives demystified. Edit. Wiley Finance. Inglaterra 2004. Capítulo 12: Interest rate options.

Hull, C. John. Options, Futures, and Other Derivatives. Quinta edición, editorial Prentice Hall, México, 2003, Pág. 185-199.

Haug, Espen Gaarder. The complete guide to option pricing formulas. Editorial McGraw Hill, USA, 1998, 232 pp.

Venegas Martínez Francisco. Documento de Trabajo “Mercados de Notas Estructuradas: un análisis descriptivo y métodos de valuación”. Centro de Investigación en Finanzas. Tecnológico de Monterrey, Campus Cd. de México.

Gerstein Alvarez Moisés. Documento de Trabajo: Administración de Riesgos Financieros-Riesgo Tasa de Interés y Riesgo Cambiario. Instituto Tecnológico Autónomo de México / División Académica de Administración y Contabilidad.

Rubinstein, Mark. “Finance Working Paper No. 20: Binary Options”.1991

Rubinstein, Mark y Reiner Eric. “Unscrambling the Binary Code”, RISK, Octubre 1991.

Rubinstein, Mark y Reiner Eric. “Breaking Down the Barriers”, RISK, Septiembre 1991.

# MANUAL DE METODOLOGÍAS

FECHA	CAPÍTULO	SECCIÓN	SUB-SECCIÓN	SUB-SUB-SECCIÓN	HOJA
REV-01_29092014	II	4	1	1.1	96 de 96

Nelken, Israel. The handbook of exotic options: Instruments, analysis and applications. Editorial Irwin Professional Publishing, USA, 1996, 362 pp.

De Lara Haro Alfonso. Medición y Control de Riesgos Financieros. Segunda edición, Editorial Limusa, México, 2002, 46 pp.

Bodie, Zvi, et al. Investments. Cuarta edición, editorial MacGraw-Hill, USA, 1999, 644 pp.

BMV-Educación: González Herrera Juan. Material didáctico “Administración de Riesgos Financieros”. México, julio de 2003, Pág. 91-99.