**SISTEMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS DE MERCADO, CRÉDITO Y LIQUIDEZ**

**ANEXO 2**

**MODELOS DE VALUACIÓN DE INSTRUMENTOS**

El sistema deberá contar con al menos los siguientes modelos de valuación:

1. **Reportos**

Donde:

.

1. **Bonos cupón cero nacionales o extranjeros:**

= VN\*FD (0,T)

Donde:

1. **Bonos tasa fija nacionales o extranjeros:**

= [\* \* \* FD (0,)] + VN \* (1 + \*) FD (0,)

Donde:

1. **Bonos tasa variable nacionales o extranjeros:**

= VN \* \* \* FD (0,) + \* \* \*FD (0,) + VN \* (1 + \*) \*FD (0,)

Donde:

*Equivale a la tasa de interés forward.*

1. **Bonos amortizables nacionales o extranjeros:**

= N \* \* \* FD (0,) + N - ] \* \* \*FD(0,)

Donde:

*.*

Equivale a la tasa de interés forward.

*Valor nominal del instrumento al inicio del j-ésimo cupón vigente, es decir equivale al valor nominal neto de todas las amortizaciones previas, las cuales pueden ser lineales, constantes o irregulares.*

1. **Acciones y ETFs**

En este caso los precios de mercado de las acciones y de los ETFs se obtendrán directamente del proveedor de precios, por lo que no requieren de un modelo de valuación específico.

De tal forma que el valor de mercado de la posición en la acción y el ETF i-ésima/o se estimará como:

Donde:

1. **Divisas**

Para el cálculo del precio de mercado para divisas, éste se obtendrá de los sistemas de información o del proveedor de precios, ya que no requiere modelo de valuación.

Con base en los precios se calcula:

Donde:

1. **Derivados**
2. **Futuros o forwards**
3. **Futuros o forwards del IPC y acciones cotizadas en el mercado de derivados (MEXDER)**

Para este tipo de instrumentos se debe considerar que el precio teórico del futuro o forward del IPC o de la acción i-ésima (A) con plazo T, está dado por:

El precio teórico del contrato de futuro o forward sobre acciones con plazo T, está dado por:

Donde:

*IPC / ACF = Precio futuro del IPC o de la Acción A.*

*IPCspot= IPC de la fecha de valuación.*

*ACspot= Precio de mercado de la i-ésima en la fecha de valuación.*

*= Tasa de interés en pesos que se utiliza como costo de fondeo de la posición.*

*d0= Tasa de dividendos esperada anual.*

*T= Plazo del contrato de futuro.*

Dependiendo de la operación de compraventa que se realice, la fórmula debe ser la siguiente:

* Compra

VM = [N\*(

* Venta

VM = [N\*(

Donde:

*N= Nocional.*

*IPC/AA= Precio acordado del IPC (de la Acción A).*

1. **Futuros o forwards de tipo de cambio**

La fórmula de valuación del tipo de cambio de los futuros con precio spot y plazo se determina con la siguiente expresión:

Donde:

: tasa de interés en moneda local

: tasa de interés en moneda extranjera (dólares)

El valor de mercado al día con un monto inicial de los futuros de tipo de cambio se determina mediante la siguiente ecuación:

Donde:

*: diferencia en entre el tipo de cambio pactado y tipo de cambio forward . Positivo en caso de venta y negativo en otro caso.*

*: tasa de descuento en pesos*

*: días por vencer (2 días hábiles después del plazo forward)*

1. **Futuros o forwards de tasa de interés**

El valor a mercado de los futuros de tasa de interés con un monto inicial pactado a intercambiar se calcula con la siguiente expresión:

Donde:

*: es la tasa de interés observada*

*: es la tasa de interés pactada*

*: es el plazo de referencia de la operación*

1. **Opciones**
2. **Opciones europeas OTC sobre el tipo de cambio, acciones y futuros.**

Para realizar la valuación sobre divisas, acciones índices y futuros se deberá utilizar el modelo propuesto por Black & Scholes.

Call: c =

Put: p =

Donde:

*C= Valor de mercado del call, por unidad de monto.*

*P= Valor de mercado del put, por unidad de monto.*

*S= Precio del subyacente en la fecha de valuación.*

*K= Precio de ejercicio del subyacente.*

*r= Tasa de interés doméstica compuesta continuamente. Tasa libre de riesgo*

*T= Plazo al vencimiento en años.*

*N(x)= Función de distribución de una variable que se distribuye como una normal con media cero y varianza unitaria.*

*σ= Volatilidad anual de los rendimientos del precio del subyacente.*

Donde:

*b= r El subyacente no paga dividendos. Aplica al caso de acciones.*

*b= r - q El subyacente paga dividendos igual a . Aplica al caso de acciones.*

*b=0 El subyacente es un futuro.*

*b=r-r\* El subyacente es un tipo de cambio.*

*r\* es la tasa de interés externa.*

Las tasas de interés muestran un comportamiento de manera continua con base en la siguiente fórmula:

Donde:

*r= Tasa de interés compuesta continuamente.*

*i= Tasa de interés simple*

*m= 365/t.*

1. **Opciones europeas sobre tasas de interés.**

Donde:

*r=Tasa de interés cupón cero, al plazo t+T*

*T= Plazo de la opción*

*t= Plazo del subyacente*

*=Tasa de interés acordada (Strike).*

*F= Tasa de interés forward (Ver fórmula)*

*σ= Volatilidad del subyacente.*

*F= Tasa de interés forward que se estima con base en la ecuación:*

Donde*:*

*=Tasa de interés “forward” a plazo t2- t1 esperado al plazo t1.*

*t2-t1= Plazo del subyacente.*

*t1= Plazo de la tasa “forward”.*

1. **Swaps**

Los acuerdos de intercambio de flujos de efectivo que se deberán incluir en el sistema serán de dos tipos:

- Los que están referenciados a tasas de interés denominadas en la misma moneda: Swaps de tasas de interés (IRS, *Interest Rate Swaps*, por sus siglas en inglés).

- Aquellos en los que los intercambios de flujos están referenciados a tasas de interés denominadas en diferentes divisas: Swaps cruzados de divisas (CCS, Cross Currency Swaps, por sus siglas en inglés) o Swaps de divisas.

Para evaluar los “IRS” y los “CCS” el sistema debe modelar cada uno de los flujos de efectivo por entregar y recibir, es decir, no utiliza fórmulas de valuación cerradas. Esta forma de valuación permite modelar los derivados independientemente de que muestre características que no son “*plain vanilla*”, como: fechas de intercambio de flujos de intereses irregulares, pagos de cuotas compensatorias, amortizaciones e intercambio de principal; número de flujos a recibir diferentes del número de flujos a entregar. Para estimar los flujos de efectivo que dependen de tasas de interés revisables, se calculan las tasas de interés forwards implícitas en la curva de rendimiento cupón cero respectivas.

Las fórmulas de valuación de los “IRS” y de los “CSS” son:

1. **Interest Rate Swaps**

* Compra: Se reciben flujos que se estiman con tasa variable y se entregan flujos a tasa fija.

VM IRS = VMA - VMP

Donde:

+

* Venta: Se reciben flujos a tasa fija y se entregan flujos a tasa variable.

VM IRS = VMP - VMA

Donde:

*VMIRS = Valor de mercado del IRS, de la “pata” activa del “swap” (A) y de la “pata” pasiva (P) del “swap”.*

*rv = Tasa de interés de referencia variable.*

*Durante el primer intercambio es conocida.*

*n = Número de intercambios que faltan por liquidar de la pata activa.*

*m = Número de intercambios que faltan por liquidar de la pata pasiva, donde n puede ser igual a m.*

*rFj = Tasas de interés forwards aplicables para los periodos subsecuentes donde se reciben flujos a tasa variable. j-2,…,n.*

*= Tasa de interés fija de la pata pasiva o tasa “swap”.*

*= Número de días del j-ésimo periodo de intercambio de flujos de la pata activa. Depende de las características del contrato, j-1.2,…,n.*

*= Número de días del k-ésimo periodo de intercambio de flujos de la pata pasiva. Depende de las características del contrato, k-1.2,…,m.*

*= j-ésimo flujo de efectivo de la pata activa. Incluye: intercambio de principal o cuotas compensatorias, que se pueden presentar al inicio, al final o durante la vigencia del “swap”, j-1,2,…,n.*

*= k-ésimo flujo de efectivo de la pata pasiva. Incluye: intercambio de principal o cuotas compensatorias, que se pueden presentar al inicio, al final o durante la vigencia del “swap”, k-1,2,…,m.*

*= j-ésimo valor de referencia (“nocional”) de la pata activa del “swap”. En los casos en los que haya amortizaciones, el valor de referencia es neto de estas amortizaciones, j-1,2,…,n.*

*= k-ésimo valor de referencia (“nocional”) de la pata pasiva del “swap”. En los casos en los que haya amortizaciones, el valor de referencia es neto de estas amortizaciones, k-1,2,…,m.*

*= j-ésimo factor de descuento de la pata activa.*

*= k-ésimo factor de descuento de la pata pasiva.*

1. **Cross Currency Swaps**

* Compra: Se reciben flujos denominados en dólares y entregan flujos denominados en pesos.

VM CCS = \* TC -

+

+

* Venta: Se reciben flujos denominados en pesos y entregan flujos en dólares.

VM CCS = - \* TC

Donde:

*TC = Tipo de cambio, peso por dólar, vigente en la fecha de valuación.*

*= Tasa de interés de referencia variable de la pata activa, denominada en dólares.*

*Durante el primer intercambio es conocida.*

*= Tasa de interés de referencia variable de la pata pasiva, denominada en pesos.*

*Durante el primer intercambio es conocida.*

*n = Número de intercambios que faltan por liquidar de la pata activa.*

*m = Número de intercambios que faltan por liquidar de la pata pasiva, donde n puede ser igual a m.*

*= Tasas de interés forwards denominadas en dólares, aplicables para la pata activa en los periodos subsecuentes, j-2,…,n.*

*= Tasas de interés forwards denominadas en pesos, aplicables para la pata pasiva en los periodos subsecuentes, k-2,…,m.*

*= Número de días del j-ésimo periodo de intercambio de flujos de la pata activa. Depende de las características del contrato, j-1,2,…,n.*

*= Número de días del k-ésimo periodo de intercambio de flujos de la pata pasiva. Depende de las características del contrato, k-1,2,…,m.*

*= j-ésimo flujo de efectivo de la pata activa. Incluye: intercambio de principal o pasiva. Incluye: intercambio de principal o cuotas compensatorias, que se pueden presentar al inicio, al final o durante la vigencia del “swap”, k-1,2,…,m.*

*= j-ésimo valor de referencia (“nocional”) de la pata activa del “swap”. En los casos en los que haya amortizaciones, el valor de referencia es neto de estas amortizaciones, j-1,2,…,n.*

*= k-ésimo valor de referencia (“nocional”) de la pata pasiva del “swap”. En los casos en los que haya amortizaciones, el valor de referencia es neto de estas amortizaciones, k-1,2,…,m.*

*= j-ésimo factor de descuento de la pata activa, denominada en dólares.*

*= k-ésimo factor de descuento de la pata pasiva, denominada en pesos.*

|  |
| --- |
| Área Técnica, Área Requirente  y Administrador del Contrato  **Act. Rubén Rodríguez Arellano**  Titular de la Coordinación de Administración de Riesgos Financieros |