Informe de Riesgos de Mercado

Tarea 1

Administración de Riesgos Financieros

Alumnos:

Cruz Estrada, Valeria Lucero

García Tapia, Jesús Eduardo

Hernández Acosta, Juan Manuel

Ramírez Maciel, José Antonio

Reyes López, Arath Alejandro

Profesor:

Christian Gabriel Miranda Ruíz

Ayudante:

Miguel Ángel Parra Ramírez

2022

Índice

1. Metodología

Valor en Riesgo (Value at Risk, VaR)

Se trata de un método para cuantificar la exposición al riesgo de mercado. El Valor en Riesgo vendría a medir la pérdida que se podría sufrir en condiciones normales de mercado en un intervalo de tiempo y con un cierto nivel de confianza.

Este método fue desarrollado por matemáticos y estadísticos de JP Morgan a principios de los 90, y fue adoptado rápidamente por el resto de las firmas financieras de Wall Street gracias al gran éxito inicial y a su simplicidad de concepto.

El VaR es el nivel de pérdidas en la cartera que será excedido sólo el $(1-\alpha)\%$ de las veces en promedio en un horizonte de tiempo para un nivel de confianza α. El VaR está dado en unidades monetarias. Formalmente, si se conoce la distribución de pérdidas de la cartera, el VaR se define como

$$VaR_\alpha = \text{ínf}\{l \in \mathbf{R} : P(L > l) \leq 1 - \alpha\} = \text{ínf}\{l \in \mathbf{R} : F_L(l) \geq \alpha\}$$

donde $F_L(\cdot)$ es la función de distribución de probabilidad acumulada de las pérdidas de la cartera.

En términos probabilísticos, el VaR es un cuantil de la distribución de pérdidas y puede ser obtenido con la llamada función cuantil según se trate de que se tenga una distribución de probabilidad continua o discreta.

Valor en Riesgo Condicional (Conditional Value at Risk, CVaR)

Es la media de las observaciones en la cola de la distribución, es decir, por debajo del VaR al nivel de confianza especificado. Por ello el CVaR se conoce también como déficit esperado (Expected Shortfall, ES), AVaR (Average Value at Risk) o ETL (Expected Tail Loss).

Indica el valor esperado de la pérdida, condicionada a que ésta sea mayor que el VaR. Para una distribución de pérdidas de L con $E(|L|) < \infty$ y función de distribución F_L el CVaR a un nivel de confianza $\alpha \in (0,1)$ se define como

$$\text{CVaR}_\alpha(L) = \frac{1}{1-\alpha}\int_\alpha^1 q_u(F_L)\,du = \frac{1}{1-\alpha}\int_\alpha^1 \text{VaR}_u(F_L)\,du = E(L \mid L \geq \text{VaR}_\alpha)$$

El CVaR se utiliza para la optimización de los portfolios porque cuantifica las pérdidas que exceden el VaR y actúa como una cota superior para el VaR. El CVaR destaca por ser una medida coherente del riesgo.

¿Cuál elegir?

Por lo general, el uso del CVaR en lugar de solo el VaR tiende a conducir a un enfoque más conservador en términos de exposición al riesgo. Por un lado tenemos que el VaR representa una pérdida máxima asociada con una probabilidad y un horizonte de tiempo definidos, mientras que el CVaR es la pérdida esperada si se cruza ese umbral del peor de los casos.

Si una inversión ha mostrado estabilidad en el tiempo, entonces el valor en riesgo puede ser suficiente para la gestión del riesgo en una cartera que contiene esa inversión. Sin embargo, debemos tener en cuenta que cuanto menos estable sea la inversión, mayores serán las posibilidades de que VaR no ofrezca una imagen completa del riesgo.

1.1. Simulación Histórica

Las metodologías para el cálculo del Valor en Riesgo y Valor en Riesgo Condicional en este trabajo serán simulación histórica sin alisado y simulación histórica con alisado, en las cuales se construye la distribución de probabilidad a partir de la generación de escenarios y la reevaluación de la transacción en cada uno de ellos.

Sin alisado

Este método consiste en analizar los cambios reales que existieron en las condiciones de mercado que se produjeron entre dos pares de datos en fechas específicas en el pasado. Se realiza mediante el cálculo de la distribución de pérdidas y ganancias durante un periodo determinado. Con estos datos se calcula la función percentil con un nivel de confianza.

Tenemos los siguientes supuestos:

- Una matriz $X_{(n+1)\times m}$ de m factores de riesgo y $n+1$ observaciones.
- Denotemos el vector de precios actual como $X_{00} := \left(x_{0,1}, x_{0,2}, \ldots, x_{0,m}\right)$.
- Sea r el número de instrumentos de un portafolio, entonces cada instrumento tiene una función de valuación $f_i : A_i \to R$ para todo $x \in X$, $i = 1, \ldots, r$, donde $A_i \subset X_i$ con $\#(A_i) \leq \#(X_i)$.
- Sea $M_{1\times r} = (m_1, \ldots, m_r)$ el vector de posiciones nominales de cada instrumento, es decir, el número de contratos que se tienen por instrumento $m_i \in R (i = 1, \ldots, r)$.

La distribución de pérdidas y ganancias histórica del portafolio basada en los r instrumentos, con m factores de riesgo y $n+1$ observaciones se obtiene de la siguiente manera:

1. Construir $\Delta X_{n\times m}$ que es la matriz de diferencias basados en el operador T_j, es decir

$$\Delta X_t = \left[T_j\left(\frac{x_{t,1}}{x_{t+1,1}}\right), T_j\left(\frac{x_{t,2}}{x_{t+1,2}}\right), \ldots, T_j\left(\frac{x_{t,m}}{x_{t+1,m}}\right)\right] \quad t = 0, 1, \ldots, n-1.$$

2. Construir $X^* n \times m$ que es la matriz de factores de riesgo simulada basada en el vector de precios actual X_{00}

$$X_t^* = \left[x_{0,1} T_j^{-1}\left(\Delta x_{t,1}\right), x_{0,2} T_j^{-1}\left(\Delta x_{t,2}\right), \ldots, x_{0,m} T_j^{-1}\left(\Delta x_{t,m}\right)\right] \quad (t = 1, \ldots, n \quad j = 1, 2),$$

donde $T_1(x) = \ln(x), T_2(x) = x - 1$.

3. Construcción de la matriz de reevaluación del portafolio basada en los escenarios históricos $Y_{n\times r}$ de todos los instrumentos financieros, es decir

$$Y_t = \left[m_1 f_1\left(X_t^*\right), m_2 f_2\left(X_t^*\right), \ldots, m_r f_r\left(X_t^*\right)\right] \quad (t = 1, \ldots, n).$$

4. Construcción de la matriz de pérdidas y ganancias del portafolio basada en los escenarios históricos $\Delta Y_{n\times r}$ de todos los instrumentos financieros, es decir

$$\Delta Y_t = Y_0 - Y_t = \left[m_1\left(f_1(X_{00}) - f_1\left(X_t^*\right)\right), m_2\left(f_2(X_{00}) - f_2\left(X_t^*\right)\right), \ldots, m_r\left(f_r(X_{00}) - f_r\left(X_t^*\right)\right)\right],$$

para $(t = 1, \ldots, n)$. Se puede obtener el vector de pérdidas totales $\Delta YT_{n\times m}$ muy fácilmente, esto es $\Delta YT = \sum_{k=1}^{r} Y_{kt}(t = 1, \ldots, n)$, incluso se puede hacer lo mismo por tipo de riesgo.

5. Obtener la medida de riesgo basado en un nivel de confianza de la matriz $\Delta Y \cdot k$ $(k = 1, \ldots, r)$ y ΔYT.

El resultado del VaR y CVaR depende únicamente de la generación de escenarios a partir de la información histórica de los facoteres de riesgo. Además, cada escenario es equiprobable, es decir cada escenario tiene la misma probabilidad de ocurrencia de $\frac{1}{n}$.

Con alisado

El método de simulación histórica con alisado sigue los mismos pasos que el método sin alisado, la diferencia radica en que el peso de los escenarios no es el mismo para cada uno. Bajo esta metodología se le da más probabilidad de ocurrencia a los hechos más recientes y menos a los viejos. Con ello, se garantiza que los hechos actuales son más relevantes para el modelo.

Utilizando la siguiente función se garantiza la ponderación antes mencionada:

$$w_i = \lambda^{i-1} w_1 \quad (i = 1, \ldots, n),$$

donde se tienen que estimar las constantes $\lambda \in (0,1)$ y $w_1 \in (0,1)$ tal que $\sum_{i=1}^{n} \lambda^i w_1 = 1$.

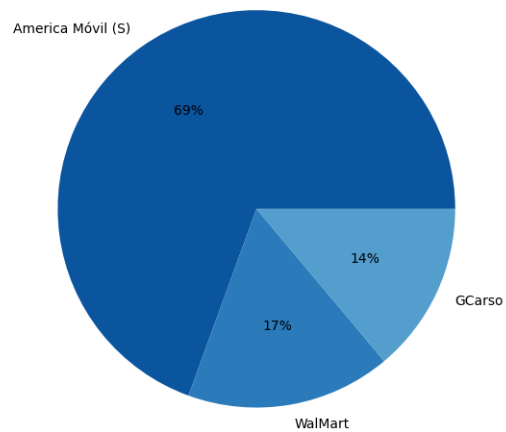
Donde w_i representa la probabilidad del escenario más reciente, y λ la constante que indica que tanto decrece la probabilidad inicial con respecto al escenario i, si λ tiende a 1 no existe decrecimiento, si λ tiende a cero, el decrecimiento es casi inmediato.

Ya que se tiene los valores w_i se ordena la matriz ΔY de menor a mayor y se obtiene el percentil que se desee basado en la distribución w_i.

Para resolver el valor de λ, sabemos de inicio que $0 < \lambda < 1$ entonces la expresión $\sum_{i=1}^{n} \lambda^i w_1 = 1$ es una serie geométrica por lo que al resolverla tenemos que $w_1\left(1 - \lambda^{n-1}\right)/(1 - \lambda) = 1$ por lo que finalmente tenemos que encontrar una: λ que cumpla que $w_1\left(1 - \lambda^{n-1}\right)/(1 - \lambda) - 1 = 0$ dado un w_1 fijo.

2. Equity

Nuestro portafolio está conformado de la siguiente manera:



Conformado por:

Accion	Simbolo	Posición
GCarso	GCARSOA1.MX	1,000
America Móvil	AMXL.MX	-5,000
WalMart	WALMEX.MX	1,200

2.1. Simulación Histórica

2.1.1. Sin Alisado

Accion	VaR	CVaR
GCarso	3738.489192	5984.995992
America Móvil	3400.988285	5062.952403
WalMart	3499.560577	4735.782821
Total	5103.179485	7352.605977

Esto nos dice que la pérdida máxima con un 98 % de confianza será igual o menor a 5,103.1794 invirtiendo en 1,000 acciones de Grupo Carso, -5,000 de America Móvil y 1,200 WalMart. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, aquí es donde entra en juego el valor condicional en riesgo (CVaR), el cual nos dice que la pérdida media esperada condicionada es 7,352.60 si se pierde más que el VaR.

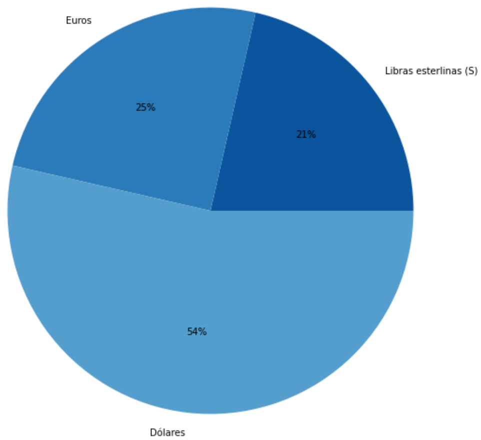
2.1.2. Con Alisado

Accion	VaR	CVaR
GCarso	5539.929989	9177.546391
America Móvil	2642.280502	4169.360632
WalMart	3284.635536	4396.233888
Total	7852.417797	9890.805131

Ahora, considerando una mayor probabilidad de ocurrencia a los hechos más recientes y menos a los viejos, obtenemos que la pérdida máxima con un 98% de confianza será igual o menor a 7852.417797 invirtiendo en 1,000 acciones de Grupo Carso, -5,000 de America Móvil y 1,200 WalMart. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, la pérdida media esperada condicionada es 9890.805 si se pierde más que el VaR.

3. Foreign Exchange

Nuestro portafolio está conformado de la siguiente manera:



Conformado por:

Divisa	Posición
USDMXN	1,500
EURMXN	700
GBPMXN	-600

3.1. Simulación Histórica

3.1.1. Sin Alisado

Divisa	VaR	CVaR
USDMXN	522.472213	810.954398
EURMXN	340.495057	496.210646
GBPMXN	258.491300	343.248047
Total	560.178287	859.623803

Esto nos dice que la pérdida máxima con un 98 % de confianza será igual o menor a 560.178287 invirtiendo en 1,500 dólares, 700 euros, y -600 libras esterlinas. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, aquí es donde entra en juego el valor condicional en riesgo (CVaR), el cual nos dice que la pérdida media esperada condicionada es 859.62 si se pierde más que el VaR.

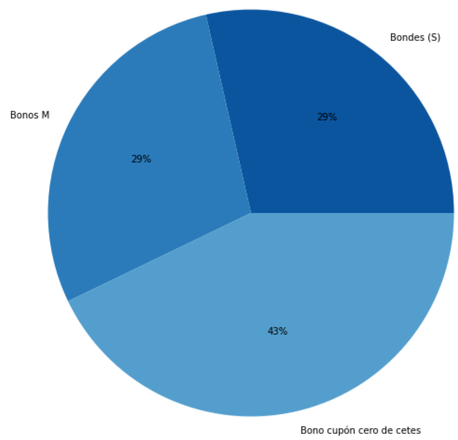
3.1.2. Con Alisado

Divisa	VaR	CVaR
USDMXN	477.903111	756.701452
EURMXN	237.947621	371.561014
GBPMXN	234.184983	317.695184
Total	528.583737	807.496274

Ahora, considerando una mayor probabilidad de ocurrencia a los hechos más recientes y menos a los viejos, obtenemos que la pérdida máxima con un 98% de confianza será igual o menor a 528.58 invirtiendo en 1,500 dólares, 700 euros, y -600 libras esterlinas. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, la pérdida media esperada condicionada es 807.49 si se pierde más que el VaR.

4. Fixed Income

Nuestro portafolio está conformado de la siguiente manera:



Conformado por:

Bono	Nocional	Vencimiento
Cupón cero de cetes	1,500	180 días
Bono M	1,000	3,600 días
Bondes	1,000	707 días

4.1. Simulación Histórica

Primero, conozcamos la valuación de los bonos

Bono	Valuación
Cupón cero de cetes	14,423.89
Bono M	97,392.83
Bondes	-102,800.5

Lo cual es la valuación del bono en una fecha en específica. Ahora veamos VaR y CVaR Con y Sin alisado.
Nota: Los valores de VaR y CVaR tienen que ser los mismos Con y Sin Alisado.

4.1.1. Sin Alisado

Bono	VaR	CVaR
Cupón cero de cetes	8.229372	12.13667
Bono M	-	-
Bondes	?	?
Total	8.229372	12.13667

Nota: En este caso hacemos la valoración del bono M con tasa fija y tasa cupon, (Dado que en el problema se nos está dando las tasas), la cual tenemos desde el momento en el que adquirimos el bono M. Por lo tanto, no se tiene riesgo, dado que desde el inicio ya sabemos como es que va evolucionando en cada periodo de tiempo.

Por otro lado, tuvimos problemas con el VaR y CVaR de Bondes, por lo cual es una análisis a medias.

Esto nos dice que la pérdida máxima con un 98% de confianza será igual o menor a 8.229372 invirtiendo en 1500 nocionales de compra de cetes y 1000 nocionales de Bondes d. Pero si la pérdida es mayor, es donde entra en juego el CVaR, que nos dice que la pérdida media esperada condicionada es 12.13667 si se pierde más que el VaR

4.1.2. Con Alisado

Bono	VaR	CVaR
Cupón cero de cetes	0	-2.073684
Bono M	-	-
Bondes	?	?
Total	0	-2.073684

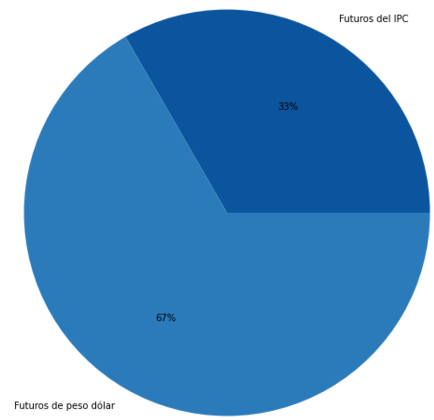
Nota: En este caso hacemos la valoración del bono M con tasa fija y tasa cupon, (Dado que en el problema se nos está dando las tasas), la cual tenemos desde el momento en el que adquirimos el bono M. Por lo tanto, no se tiene riesgo, dado que desde el inicio ya sabemos como es que va evolucionando en cada periodo de tiempo.

Por otro lado, tuvimos problemas con el VaR y CVaR de Bondes, por lo cual es una análisis a medias.

Esto nos dice que la pérdida máxima con un 98% de confianza será igual o menor a 0? invirtiendo en 1500 nocionales de compra de cetes y 1000 nocionales de Bondes d. Pero si la pérdida es mayor, es donde entra en juego el CVaR, que nos dice que la pérdida media esperada condicionada es -2.073684 si se pierde más que el VaR

5. Forward/Future

Nuestro portafolio está conformado de la siguiente manera:



Conformado por:

Futuro	Contratos	Strike	Vencimiento
Peso-dólar	100 de compra	20.83	5 días
IPC	50 de venta	49,525	53 días

5.1. Simulación Histórica

5.1.1. Sin Alisado

Futuro	VaR	CVaR
Peso-dólar	25.369191	29.786689
IPC	88164.951628	93259.892609
Total	88173.680071	93247.377205

Esto nos dice que la pérdida máxima con un 98 % de confianza será igual o menor a 88,173.680071 invirtiendo en 100 contratos de compra de futuros de peso dólar y 50 contratos de venta de futuros del IPC. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, aquí es donde entra en juego el valor condicional en riesgo (CVaR), el cual nos dice que la pérdida media esperada condicionada es 93,247.377205 si se pierde más que el VaR.

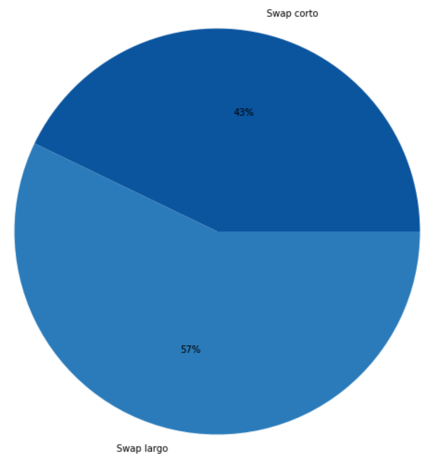
5.1.2. Con Alisado

Futuro	VaR	CVaR
Peso-dólar	38.663957	38.663957
IPC	89946.279137	94717.346106
Total	89904.565330	94699.404000

Ahora, considerando una mayor probabilidad de ocurrencia a los hechos más recientes y menos a los viejos, obtenemos que la pérdida máxima con un 98% de confianza será igual o menor a 89,904.565330 100 contratos de compra de futuros de peso dólar y 50 contratos de venta de futuros del IPC. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, la pérdida media esperada condicionada es 94,699.404 si se pierde más que el VaR.

6. Interest Rate Swap

Nuestro portafolio está conformado de la siguiente manera:



Conformado por:

Swap	Nocional	Pagando tasa	Recibiendo tasa	Vencimiento
Largo	16 millones	fija de 6.6 % (cada 28 días)	flotante de la TIIE	588 días
Corto	12 millones	variable de la TIIE	fija de 5.9 %	270 días

6.1. Simulación Histórica

6.1.1. Sin Alisado

Swap	VaR	CVaR
Largo	1,026,279,303,247.7683	1,630,746,189,540.6914
Corto	266,087,958,170.9121	403,477,302,711.9559
Total	1,279,875,932,354.1323	2,031,745,053,946.1892

Esto nos dice que la pérdida máxima con un 98 % de confianza será igual o menor a 1,279,875,932,354 invirtiendo en un swap largo con nocional de 16 millones y en un swap corto con nocional de 12 millones. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, aquí es donde entra en juego el valor condicional en riesgo (CVaR), el cual nos dice que la pérdida media esperada condicionada es 2,031,745,053,946 si se pierde más que el VaR.

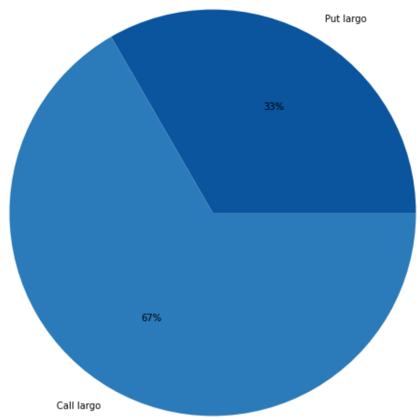
6.1.2. Con Alisado

Swap	VaR	CVaR
Largo	1,644,886,487,438.3872	2,065,415,885,761.8145
Corto	421,444,968,548.5081	510,399,996,726.7153
Total	2,066,331,455,986.8953	2,575,815,882,488.53

Ahora, considerando una mayor probabilidad de ocurrencia a los hechos más recientes y menos a los viejos, obtenemos que la pérdida máxima con un 98 % de confianza será igual o menor a 2,066,331,455,986 invirtiendo un swap largo con nocional de 16 millones y en un swap corto con nocional de 12 millones. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, la pérdida media esperada condicionada es 2,575,815,882,488 si se pierde más que el VaR.

7. Options

Nuestro portafolio está conformado de la siguiente manera:



Conformado por:

Option	Contratos	Strike	Vencimiento
Call largo	1,000	5.8 %	1,700 días
Put largo	500	6.0 %	700 días

7.1. Simulación Histórica

7.1.1. Sin Alisado

Option	VaR	CVaR
Call largo	0.08501818	0.1202261
Put largo	0.04814948	0.06374884
Total	0.07045077	0.1338457

Esto nos dice que la pérdida máxima con un 98 % de confianza será igual o menor a 0.07045077 invirtiendo en dos opciones europeas, un call y un put largos. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, aquí es donde entra en juego el valor condicional en riesgo (CVaR), el cual nos dice que la pérdida media esperada condicionada es 0.1338457 si se pierde más que el VaR.

7.1.2. Con Alisado

Option	VaR	CVaR
Call largo	0.05407477	0.08712214
Put largo	0.02072792	0.0354581
Total	0.05894055	0.08674274

Ahora, considerando una mayor probabilidad de ocurrencia a los hechos más recientes y menos a los viejos, obtenemos que la pérdida máxima con un 98% de confianza será igual o menor a 0.05894055 invirtiendo en dos opciones europeas, un call y un put largos. Pero si la pérdida es mayor que el VaR, la pérdida media esperada condicionada es 0.08674274 si se pierde más que el VaR.

8. Cross Currency Swap

Los Cross Currency Swaps (CCS) son un derivado extrabursátil (OTC) en forma de acuerdo entre dos partes para intercambiar pagos de intereses y principal denominados en dos monedas diferentes. En un CCS, los pagos de intereses y el principal en una moneda se intercambian por pagos de principal e intereses en una moneda diferente. Los pagos de intereses se intercambian a intervalos fijos durante la vigencia del acuerdo. Los CCS son altamente personalizables y pueden incluir tasas de interés variables, fijas o ambas.

En los CCS por un lado se puede pagar tasa fija o variable en una moneda extranjera y por otro se recibe tasa fija o variable en otros términos monetarios (por lo general locales), utilizando dos curvas para cada flujo: una para traer a valor presente los flujos y otra para calcular el cupón de la tasa variable cada una en los términos de la moneda en que se paga o recibe. La fórmula de valoración de un contrato CCS (Ejemplo tasa variable vs tasa variable):

$$\mathrm{CCS} = (-1)^z \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{\mathrm{M}_l \cdot \mathrm{t}_{cl_{p_i}} \cdot p_{c_i}/360}{\left(1 + \mathrm{t}_{vpl_{p_i}} \cdot p_i/360\right)} - \sum_{i=1}^{n} \frac{\mathrm{M}_e \cdot S \cdot \mathrm{t}_{ce} p_i \cdot p_{c_i}/360}{\left(1 + \mathrm{t}_{vpe_i} \cdot p_i/360\right)} \right)$$

Donde:
CCS: Es el valor del CCS de tasa de interes.
M_e : Es el valor a pagar del flujo en moneda extranjera.
M_l : Es el valor a pagar del flujo en moneda local.
z: Valor dummy "0"si paga flujo local "1"si paga flujo en moneda extranjera.
$\mathrm{t}_{ce} p_i$: Tasa cupón variable de moneda extranjera a al plazo p_i.
$\mathrm{t}_{cl} p_i$: Tasa cupón variable de moneda loeal a al plazo p_i.
p_{c_i} : Plazo del i-ésimo cupón (para el curso $p_{c_i} = p_{c_j}$ para todo $i, j = 1, \ldots, n.$).
$\mathrm{t}_{vpl_{p_i}}$: Tasa valor presente al plazo p_i de moneda local.
$\mathrm{t}_{vpp_{p_i}}$: Tasa valor presente al plazo p de moneda extranjera.
p_i : Plazo en dias del i-ésimo eupún.; n: Número de eupones a pagar.
S : Es el tipo de cambio spot de la moneda extranjera con respecto a la local a la fecha de valoración.

Las tasas cupones se calculan con tasa forward, cualquiera de estas puede ser tasa fija. Se tienen hasta 5 factores de riesgo subyacentes con $4n + 1$ factores de riesgo totales.

Disclaimer: Desarrollamos el código para la valuación del Cross Currency Swap, así como una clase de valoración de riesgos, sin embargo, nos fue implosible realizar el ejemplo dado que careciamos de las curvas necesarias para la valoración de riesgo. Dicho lo anterior, sospechamos que dicho código está correcto dado que es una modificación de lo realizado en el Interst Rate Swap, el cual ya fue verificado tanto en clase como fuera de la misma en pláticas con Miguel, en efecto de lo anterior, se verificaron los precios arrojados por el IRS así como la valoración de riesgos.