Nombre y Apellidos: Eugenio Martín Gallego

Fecha 31/01/19

a) El objetivo es calcular bajo la normativa FRTB cual es la sensibilidad delta de una serie de posiciones a través del modelo estándar de cálculo. El tipo de riesgo a cubrir es riesgo de tipo de interés, que se encuentra dividido en dos *"buckets"* o grupos de riesgos agrupados por las mismas características, en este caso por el tipo de moneda. En cada *bucket* tenemos instrumentos referenciados a diferentes curvas: *EUR-3M, EUR-6M, EUR-OIS, USD-3M* y *USD-OIS*.

Para calcular el riesgo de tipo delta a partir de los datos que poseemos (sensibilidades en €/pb para los diferentes vértices y curvas) es necesario calcular primero el capital agregado a nivel de *bucket*, el cual sigue la siguiente ecuación

$$K_b = \sqrt{\sum_k WS_k^2 + \sum_k \sum_{k \neq l} \rho_{kl} WS_k WS_l}$$

Donde:

- WS_k es la sensibilidad ponderada por vértice, siguiendo las ponderaciones que se encuentran en el punto 75 de la norma. Para ciertas monedas estas ponderaciones pueden ser divididas por la raíz cuadrada de 2 a discreción del banco, en este caso decidimos aplicar esta norma pues permite dedicar menos capital a cubrir este riesgo.
- ρ_{kl} es la correlación de riesgo delta entre sensibilidades dentro del mismo *bucket*, su valor viene definido por las siguientes normas:
    - Si es entre sensibilidades pertenecientes a la misma curva, pero diferente vértice, viene definida por el punto 77 de la norma
    - Si es entre sensibilidades que pertenecen a curvas y vértices diferentes, se multiplica la anterior por 99,90% (punto 78)
    - Si es entre sensibilidades del mismo vértice pero diferente curva, la correlación es del 99,90% (punto 76)

Atendiendo a la definición de K_b este no es más que la sensibilidad ponderada por la matriz de correlaciones de las tres curvas. Dado que la unidad de las sensibilidades es €/pb es necesario multiplicar por un factor de 100 las ponderaciones de riesgo definidas en el punto 75 para que la sensibilidad ponderada esté definida en €. Para obtener el valor de K_b se crea un vector en el que se incluyen las sensibilidades ponderadas de las curvas del *bucket* correspondiente. Dada cada matriz de correlaciones definida anteriormente para cada combinación de curvas, se coloca en una matriz donde cada correlación va con su sensibilidad ponderada correspondiente, y se realiza el producto (en el caso del *bucket* EURO):

$$K_b = \sqrt{(WS_{3M}, WS_{6M}, WS\_OIS) \begin{pmatrix} \rho_{3M,3M} & \rho_{3M,6M} & \rho_{3M,OIS} \\ \rho_{3M,6M} & \rho_{6M,6M} & \rho_{6M,OIS} \\ \rho_{3M,OIS} & \rho_{6M,OIS} & \rho_{OIS,OIS} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} WS_{3M} \\ WS_{6M} \\ WS_{OIS} \end{pmatrix}}$$

Donde las matrices 10x10 en la diagonal son iguales entre ellas, y las triangulares superior e inferior también son iguales entre ellas.

Por su parte, la suma de las sensibilidades ponderadas, como su nombre indica, se obtiene a partir de la suma de las sensibilidades ponderadas para todas las curvas dentro del mismo *bucket*. La carga de capital debida a la sensibilidad delta es, en nuestro caso ($\gamma_{bc} = 0.5$):

$$Delta = \sqrt{K_{EUR}^2 + K_{USD}^2 + 2 \cdot 0.5 \cdot K_{EUR} K_{USD}}$$

Además, se pide obtener estos valores para diferentes niveles de stress. Estos entran en las ecuaciones en forma de un factor multiplicativo en la correlación ρ entre factores de riesgo y la correlación γ entre *buckets*. Estos factores son $\lambda_i = (0.75, 1, 1.25)$ en función de si se trata un escenario de stress bajo, medio y alto, respectivamente. Hay que tener en cuenta que en este último caso el factor de correlación podría superar el valor de 1, lo cual no está permitido por la norma, así que hay que incluir esta condición en los cálculos. Los valores obtenidos para K_b $(en\ €)$ son:

stress_scn	K_EUR	K_USD	Delta
'low'	131834.463810379	40548.1242014603	147248.656750033
'normal'	143782.138732662	23559.1176889935	157390.987771976
'high'	149462.227851782	23022.877846619	165222.561844708

La suma de las sensibilidades ponderadas S_b es constante a lo largo de los diferentes escenarios, los valores obtenidos son:

- $S_{EUR} = -172{,}053.15€$
- $S_{USD} = -20{,}595.89€$

La carga de capital bajo el método SBM es el máximo valor de la *Delta* obtenido a lo largo de los diferentes escenarios, en este caso:

$$SBM = 165{,}222.562€$$

b) El objetivo de esta parte es obtener cual es la carga de capital interna modelable (IMCC) a partir de los cambios en la sensibilidad a lo largo de un año para diferentes factores de riesgo (tipos de interés, tipo de cambio y equity) con varios horizontes de liquidez. El formato de los datos es indicando el porcentaje de incremento en la sensibilidad base del riesgo (incremento aditivo o multiplicativo). A partir de estos datos el objetivo es obtener, con un horizonte base de 10 días, cual es el valor del P&L a lo largo del año. Según el formato de los datos, y teniendo en cuenta que la sensibilidad viene dada en €/pb, se obtiene:

- Delta aditiva: $P\&L = (r_t - r_{t-10}) * 10000 * \Delta_{sensitivity}$
- Delta multiplicativa: $P\&L = \left(\frac{r_t}{r_{t-10}} - 1\right) * 100 * \Delta_{sensitivity}$

El cálculo del IMCC necesita la creación de vectores P&L dentro de cada factor de riesgo para cada horizonte de liquidez, así el vector P&L con horizonte de liquidez (LH) a 10 días contendrá los P&L de todos los factores de riesgo dentro de la misma clase de riesgo con $LH \geq 10\ días$. Si $LH = 20\ días$ se incluirá en el nuevo vector P&L a todos los factores de riesgo dentro de la clase con $LH \geq 20\ días$, y así sucesivamente. Esto es necesario para obtener la pérdida esperada ajustada por liquidez (IMCC) según indica la regulación, en nuestro caso para la clase de riesgo *equity*, se calculará según la siguiente ecuación

$$IMCC_{EQ} = \sqrt{\left(ES_{10}(EQ)\right)^2 + \left(ES_{10}(EQ,2)\sqrt{\frac{LH_2 - LH_1}{10}}\right)^2 + \left(ES_{10}(EQ,4)\sqrt{\frac{LH_4 - LH_2}{10}}\right)^2}$$

Donde *ES* indica el Expected Shortfall histórico (a lo largo del año) al 97.5%. Se puede observar que el IMCC es equivalente a una media ponderada por horizonte de liquidez de los diferentes *ES* disponibles para una misma clase de riesgo. Además también se puede calcular de forma similar el IMCC total diversificado a partir del *ES* para los diferentes horizontes de liquidez (a partir de todos los factores de riesgo). Los valores obtenidos son:

IMCCIR	IMCCFX	IMCCEQ	IMCCTOTAL
1403083960.29422	8361017.21206451	1766460296.94189	2145216360.18932

La carga de capital para los departamentos aprobados según el IMCC ($\rho = 0.5$) es:

$$IMMC = \rho IMCC(Total) + (1-\rho)\sum_{i=1}^{R} IMCC(C_i) = 2{,}661{,}560{,}817€$$