TRABAJO EN GRUPO:

INTRODUCCIÓN A LOS ACTIVOS DERIVADOS

PARTE 1

Para la primera parte del trabajo, hemos escogido las siguientes 10 parejas de opciones utilizando como fuente la web de *Equity Options* de Eurex, donde hay disponibles más de 711 opciones sobre acciones de diferentes compañías. Nos hemos asegurado de que las que seleccionamos fuesen del tipo europeo, algo que limita el número de opciones entre las que escoger tanto en cantidad como en volumen de negociación ya que la mayoría de las opciones negociadas en los mercados son del tipo americano. Las parejas de opciones seleccionadas, incluyendo el precio de su subyacente en el momento inicial, el strike, el valor actualizado de los dividendos pagados por el subyacente antes de vencimiento, el tipo de interés libre de riesgo para ese vencimiento, su fecha inicial y de vencimiento, así como la prima de la call y de la put se muestran a continuación:

SUBYACENTE	S_0	K	VAN(D)	r	t_0	Vencimiento	T(días)	Prima Call Mercado	Prima Put Mercado
Santander	4.85	5	-	3.78%	26/4/24	21/6/24	56	0.10	0.32
Dutsche Bank	15.01	15	0.45	3.78%	30/4/24	17/5/24	17	0.14	0.86
Sandoz	31.25	27	0.45	3.78%	30/4/24	17/5/24	17	3.75	0.11
BMW	102.60	110	5.99	3.66%	30/4/24	20/9/24	143	1.98	12.78
BNP	67.37	60	9.50	2.77%	30/4/24	17/12/27	1326	9.50	11.80
Infineon	32.80	32	-	3.78%	30/4/24	21/6/24	52	1.66	1.35
Deutsche Telekom	21.56	22	-	3.66%	30/4/24	20/9/24	143	0.88	0.93
Repsol	14.72	14	1.18	3.23%	1/5/24	19/12/25	597	1.72	1.29
Total Energies	66.93	64	-	3.78%	2/5/24	21/6/24	50	3.47	1.00

***Índice con dividendos continuos (multiplicador 5):**

SUBYACENTE	Dividendo continuo	S_0*exp(-qT)	K	r	t_0	Vencimiento	T(días)	Prima Call Mercado	Prima Put Mercado
DAX	2.41%	89,377 €	89,500 €	3.78%	30/4/24	17/6/24	48	459 €	265 €

a) COTAS

En esta sección comprobamos que la prima de cada call y cada put se encuentra dentro de sus cotas teóricas:

- CALL: $max(0,\ S_0 - Ke^{-rT}) \ \leq \ Prima\ call \ \leq S_0$
- PUT: $max(0,\ Ke^{-rT} - S_0) \ \leq \ Prima\ put \ \leq Ke^{-rT}$

A modo de ejemplo desarrollaremos el proceso para una de las parejas de opciones que hemos seleccionado. Usaremos la opción de Santander. Como no paga dividendos antes de su vencimiento ya que recientemente acaba de pagarlos y solo los paga dos veces al año, no es necesario hacer ningún ajuste en la fórmula de las cotas por lo que obtenemos lo siguiente:

- CALL: $max(0,\ 4,85\ -\ 5e^{-0.038*\frac{56}{365}}) \ \leq\ 0,10\ \leq\ 4,85 \rightarrow 0\ \leq\ 0,10\ \leq\ 4,85$
- PUT: $max(0,\ 5e^{-0.038*\frac{56}{365}}\ -\ 4,85)\ \leq\ 0,32\ \leq\ 5e^{-0.038*\frac{56}{365}} \rightarrow 0,12\ \leq\ 0,32\ \leq\ 4,97$

Vemos que se cumplen las cotas y por lo tanto no existen oportunidades de arbitraje en este sentido.

Para aquellas opciones sobre subyacentes que pagan un dividendo conocido en una fecha conocida antes del vencimiento de la opción, lo hemos ajustado calculando el valor actualizado de ese dividendo al momento inicial y restándoselo al subyacente en cada lugar que aparece en la fórmula. En esos casos las cotas quedarían de la siguiente forma:

- CALL: $max(0,\ S_0 - VAN(D) - Ke^{-rT}) \ \leq\ Prima\ call\ \leq S_0 - VAN(D)$
- PUT: $max(0,\ Ke^{-rT} - (S_0 - VAN(D)))\ \leq\ Prima\ put\ \leq Ke^{-rT}$

Teniendo en cuenta este matiz en los casos en los que era necesario, hemos calculado las cotas al igual que hemos mostrado arriba para todas las parejas de opciones y los resultados obtenidos se muestran a continuación:

SUBYACENTE	Cota inferior Call	Prima Call Mercado	Cota Superior Call	Cota Inferior Put	Prima Put Mercado	Cota Superior Put
Santander	-	0.10	4.85	0.12	0.32	4.97
Dutsche Bank	-	0.14	14.56	0.81	0.86	15.37
Sandoz	3.85	3.75	30.80	-	0.11	26.95
BMW	-	1.98	96.61	11.82	12.78	108.43
BNP	3.62	9.50	57.87	-	11.80	54.25
Infineon	0.97	1.66	32.80	-	1.35	31.83
Deutsche Telekom	-	0.88	21.56	0.13	0.93	21.69
Repsol	0.26	1.72	13.54	-	1.29	13.28
Total Energies	3.26	3.47	66.93	-	1.00	63.67

***Índice con dividendos continuos (multiplicador 5):**

SUBYACENTE	Cota inferior Call	Prima Call Mercado	Cota Superior Call	Cota Inferior Put	Prima Put Mercado	Cota Superior Put
DAX	320.58	459 €	89,377.14	-	265 €	89,056.55

Vemos que para todas las acciones que hemos seleccionado se cumplen las cotas salvo para la que está indicada en rojo que tiene como subyacente acciones de la farmacéutica Sandoz. En este caso, aunque por poco, vemos que la cota inferior de su call no se cumple al ser $S_0 - VAN(D) - Ke^{-rT}$ ligeramente mayor que la prima de la call. Este es uno de los casos que sí paga dividendos dentro del vencimiento de la opción y por lo tanto hemos aplicado el ajuste anteriormente mencionado.

<u>Posibles causas por las que no se cumple la cota</u>

En este caso encontramos dos posibles motivos por los que no se cumple la cota inferior de la call para la opción sobre Sandoz:

1. Como hemos dicho anteriormente, al realizar la investigación hemos visto que el mercado de opciones europeas se trata de un mercado con bajo volumen de operaciones y por tanto altamente ilíquido. Esto puede hacer que en ocasiones debido a la falta de contrapartidas para cerrar la operación los precios no estén bien ajustados.

2. En segundo lugar, aunque es verdad que la prima de esta call se encuentra fuera de sus cotas y como demostraremos más abajo teóricamente puede realizarse un arbitraje, el margen es tan pequeño que las comisiones de 0.22 CHF por contrato anulan el potencial beneficio de arbitraje que cómo máximo puede alcanzar los casi 0.1 CHF por contrato. Al no poder ejercerse el arbitraje en la práctica, la prima de la opción puede quedar ligeramente desajustada siempre y cuando el beneficio del arbitraje no supere las comisiones.

¿Con qué interés libre de riesgo se cumpliría la cota?

A modo de análisis podríamos calcular cuál sería el interés libre de riesgo que debería de haber en el mercado para que esta cota sí se cumpliese. Para ello, no tenemos más que despejar la r en la siguiente fórmula:

$$31.25 - 0,45 - 27e^{-r*\frac{17}{365}} = 3.75$$

$$Ln(e^{-r*\frac{17}{365}}) = Ln(\frac{3,75-31,25+0,45}{-27})$$

$$-r*\frac{17}{365} = Ln(1.00185)$$

r = -0,03968 = **-3,968% o más bajo**

En este caso, el nivel de interés necesario para que se cumplan las cotas no parece que pueda darse en un escenario real. Aunque ha habido momentos con tipos de interés negativos, estos han sido del -0,5% pero no tan bajos como un -4%.

¿Cuál es el máximo nivel de dividendos en el que se cumplen las cotas?

A modo de análisis podríamos también ver, para aquellas opciones que no hemos incluido dividendos, bien porque no hemos encontrado datos de que vayan a recibirlos o bien porque han pagado recientemente y por lo tanto el siguiente pago está fuera del vencimiento (como Santander o Total Energies), cuál sería el máximo nivel de dividendos que podrían recibir para que se sigan cumpliendo sus cotas.

De las fórmulas de las cotas vemos que un aumento en los dividendos puede hacer más estrictas las cotas, bajando la cota superior de una call o subiendo la inferior de una put, ya que en los casos inversos un aumento de dividendos hace las cotas menos restrictivas. Por lo tanto será para esos dos casos en los que tendremos que analizar el nivel máximo de dividendos con el que se seguiría cumpliendo la cota.

- Cota superior call → $Prima\, call \leq S_0 - VAN(D)$. Por tanto, el máximo nivel de dividendos será aquel que haga que, ocurriendo dentro del vencimiento de la opción y descontado a valor en el momento inicial, haga que la prima de la call sea igual a $S_0 - VAN(D)$.

- Cota inferior put → $max(0,\ Ke^{-rT} - (S_0 - VAN(D))) \leq Prima\,put$. En este caso el mayor nivel de dividendos para que se cumpla será aquel que, ocurriendo dentro del vencimiento de la opción y descontado a valor en el momento inicial, haga que $Ke^{-rT} - (S_0 - VAN(D))$ sea igual a la prima de la put.

Resolviendo estas ecuaciones, para las opciones donde no habíamos considerado dividendos obtenemos los siguientes resultados del máximo valor actual de dividendos que soportarían estas cotas:

SUBYACENTE	Max dividendos cumpliendo Cota call (Descontados a t_0)	Max dividendos cumpliendo Cota Put (Descontados a t_0)
Santander	4.75	0.20
Infineon	31.14	2.32
Deutsche Telekom	20.68	0.80
Total Energies	63.46	4.26

<u>¿Cómo hacer arbitraje cuando no se cumplen las cotas?</u>

Por último, en esta parte sobre cotas analizaremos cómo podríamos llevar a cabo una estrategia de arbitraje aprovechando las opciones sobre Sandoz en las que hemos visto que no se cumplen sus cotas teóricas.

Dado que en la cota de la opción call de sandoz $max(0,\ S_0 - VAN(D) - Ke^{-rT}) \geq Prima\ call$ en lugar de menor, el elemento de la izquierda de la ecuación (Comprar subyacente y pedir prestado) está sobrevalorado, mientras que el de la derecha (Comprar call) está infravalorado. Podremos llevar a cabo por tanto una estrategia de arbitraje comprando el infravalorado (barato) y vendiendo el sobrevalorado (caro) de la siguiente forma:

	t = 0	t = 7 días	t = 17 días	
			Si St < K	Si St > K
Vendemos subyacente	+31,25	-0,45	-St	-St
Compramos call	-3,75	0	0	St-27
Depositamos 27,0503€ a 17 días al 3.78% anual	-27,0503	0	$27{,}0503 * e^{0{,}0378 * \frac{17}{365}}$	$27{,}0503 * e^{0{,}0378 * \frac{17}{365}}$
Depositamos 0,44968 a 7 días al 3.78% anual	-0.44968	+0,45	0	0
TOTAL	**0**	**0**	**>0**	**+0.098**

Como vemos, teóricamente el arbitraje es viable, sin embargo, en la práctica, debido al bajo margen que otorga, las comisiones de 0.22 CHF por contrato superan ese beneficio haciendo que no sea posible llevarlo a cabo.

b) PARIDAD PUT-CALL

A pesar de que la paridad no se cumple a la perfección en todos los casos, sí que obtenemos valores muy similares a un lado y al otro de la igualdad. En la mayoría de los casos, aunque la paridad put-call no se cumple a la perfección, las diferencias son mínimas, generalmente menores del 2%. Esto es razonable, teniendo en cuenta los múltiples costes de transacción en la realidad y que estas opciones generalmente no poseen mucha liquidez, lo cual puede distorsionar ligeramente esta paridad.

El caso en el que se observa una diferencia más notable en la paridad put-call es en las acciones de BNP. En el caso de BNP, estamos tratando con una opción que tiene el vencimiento más largo (2027) de todas las que hemos seleccionado. Para estimar los dividendos futuros que pagará la compañía, hemos observado que BNP paga habitualmente un dividendo anual que oscila entre 1.5 y 2.5€ por acción. Hemos asumido que el dividendo anunciado para este año es la mejor estimación disponible para los próximos años, suponiendo que este pago se repetirá anualmente hasta 2027. Es probable que el mercado esté descontando los dividendos futuros de una manera distinta a nuestra estimación, lo que podría explicar la mayor disparidad observada en la paridad put-call para esta acción.

Es importante también considerar que existen muchos otros factores que no recogemos, como las expectativas de volatilidad o expectativas económicas globales, que podrían estar influyendo en la valoración de las opciones y, por lo tanto, contribuir a las discrepancias observadas.

El cálculo de la paridad put-call para cada pareja de opciones se muestra a continuación:

SUBYACENTE	c+K*e^(-r*t)	p+S_0-D
Santander	5,07	5,17
Dutsche Bank	15,51	15,42
Sandoz	30,70	30,91
BMW	110,41	109,39
BNP	63,75	69,67
Infineon	33,49	34,15
Deutsche Telekom	22,57	22,49
Repsol	15,00	14,83
Total Energies	67,14	67,93

***Índice con dividendos continuos:**

SUBYACENTE	c+K*exp(-rt)	p+S_0
DAX	89.515,55	89.642,14

<u>Tipo de interés que debería existir para que se cumpla la igualdad:</u>

Para obtener la tasa de interés necesaria para que se verificase la igualdad, partimos de la fórmula de la paridad put-call con dividendos, donde D es el valor actual neto de los Dividendos que se van a pagar hasta el vencimiento de la opción, y despejamos el tipo de interés (r).

$$c_0 + Ke^{-rT} = p_0 + S_0 - D \quad \rightarrow \quad e^{-rT} = \frac{p_0 + S_0 - D - c}{K} \quad \rightarrow \quad r = -\frac{ln(\frac{p_0 + S_0 - D - c}{K})}{T}$$

Somos conscientes de que este nuevo tipo de interés también afectaría a la forma de calcular el valor actual de los dividendos, pero este cálculo es bastante más complejo de implementar en Excel y no altera demasiado los resultados, pues ninguna acción da un dividendos tan grande y dentro de tanto tiempo como para que altere notablemente nuestros cálculos.

Los distintos tipos de interés que hemos obtenido para que se cumpliese la paridad son los siguientes:

SUBYACENTE	c + K*e^(-r*t)	p + S_0-D	Tipo de interés para que se cumpla la Paridad P-C
Santander	**5,07**	**5,17**	-9,13%
Dutsche Bank	**15,51**	**15,42**	16,66%
Sandoz	**30,70**	**30,91**	-12,71%
BMW	**110,41**	**109,39**	6,08%
BNP	**63,75**	**69,67**	-0,08%
Infineon	**33,49**	**34,15**	-10,67%
Deutsche Telekom	**22,57**	**22,49**	4,57%
Repsol	**15,00**	**14,83**	4,01%
Total Energies	**67,14**	**67,93**	-5,23%

***Índice con dividendos continuos:**

SUBYACENTE	c+K*exp(-rt)	p+S_0	Tipo de interés para que se cumpla la Paridad P-C
DAX	89,515.55	89,642.14	-0.10%

Como podemos observar, los resultados obtenidos son variados. En algunos casos poco razonables exigiendo tipos de interés superiores al 7% o muy negativos. En algunos otros son más razonables posicionándose en valores positivos por debajo del 5% o en valores negativos muy próximos a 0 algo que en algunos momentos de los últimos años sí se ha dado.

Si bien es cierto que algunos de los resultados obtenidos en este apartado no parecen razonables, pueden estar justificados por las mismas causas expuestas en el apartado anterior, y demuestra que las suposiciones teóricas no siempre se cumplen en la práctica en los mercados financieros

Dividendos que deberían existir para que se cumpla la igualdad:

A pesar de haber realizado este cálculo, sí que hemos incluido la información correspondiente al pago de los dividendos de cada acción. Para recopilar estos datos, principalmente consultamos las páginas de Yahoo Finance y Finviz. En ellas, encontramos la información necesaria sobre los dividendos que las compañías elegidas pagarán próximamente. También examinamos el histórico de dividendos pagados para determinar las fechas habituales en las que estas compañías realizan sus pagos. Esto nos permitió asegurarnos de que no cometíamos el error de asumir que alguna de las empresas, que aún no había anunciado el pago de dividendos, los pagaría en estas fechas. De esta manera, evitamos que el mercado los descontara sin tenerlos en cuenta.

De todos modos, hemos realizado este cálculo para ver si los dividendos que obtenemos como resultados son razonables. La operación realizada para ello ha sido: $D = p_0 + S_0 - c_0 - Ke^{-rT}$

Los resultados se muestran a continuación:

SUBYACENTE	c + K*e^(-r*t)	p + S_0-D	Dividendos para que se cumpla la paridad
Santander	**5,07**	**5,17**	0,10
Dutsche Bank	**15,51**	**15,42**	0,36
Sandoz	**30,70**	**30,91**	0,66
BMW	**110,41**	**109,39**	4,97
BNP	**63,75**	**69,67**	15,42
Infineon	**33,49**	**34,15**	0,66
Deutsche Telekom	**22,57**	**22,49**	-0,08
Repsol	**15,00**	**14,83**	1,01
Total Energies	**67,14**	**67,93**	0,79

***Índice con dividendos continuos:**

SUBYACENTE	c+K*exp(-rt)	p+S_0	Dividendos (%) para que se cumpla la paridad
DAX	89.515,55	89.642,14	3%

Podemos observar que, para aquellos casos en los que la parte derecha de la igualdad ($p+S_0-D$) sea mayor que la derecha, obtendremos que serán necesarios un nivel de dividendos mayor para que la igualdad se cumpliese.

Sería de esperar que en las compañías en las que no hemos incluido dividendos, en el caso de que esto fuese la causa que produjese el desajuste en la desigualdad, $p+S_0 > c+K*e^{-rt}$ y por tanto, al incluir los dividendos esta igualdad se cumpliese. Sin embargo, en el caso de la acción de Infineon, obtenemos que serían necesarios intereses negativos. Esto puede venir explicado por las causas ya vistas en apartados anteriores.

En el resto de acciones obtenemos resultados relativamente razonables. Por ejemplo, en la acción de Total Energies, por el contrario, sí que obtenemos un resultado que puede ser razonable. La acción debería pagar 0.79€ por acción para que se cumpliese la paridad, lo cual es un resultado bastante razonable. De hecho, esta cantidad ronda el nivel que viene pagando la compañía en sus últimos repartos de dividendos, por lo que nos podría estar indicando que el mercado está descontando un pago de dividendos que nosotros no hemos tenido en cuenta.

<u>¿Cuál sería la estrategia de arbitraje existente en el mercado?</u>

Cuando no se cumple la paridad put-call, existe una oportunidad de arbitraje en el mercado. Podemos tomar dos estrategias posibles, en función de cuál de los dos lados de la igualdad sea mayor.

A modo ilustrativo, realizaremos dos ejemplos con las posibles estrategias de arbitraje, primero para el caso en el que $c+K*e^{-rt} > p+S_0$, y luego para el caso en el que $c+K*e^{-rt} < p+S_0$

- $c+K*e^{-rt} > p+S_0 - VAN(D)$

  Para este caso, utilizaremos como ejemplo a acción de BMW

  Datos: t_0=30/4 ; c_0=1.98€; K=110€ ; p_0 = 12,78€ ; D= 6€ el día 21/5 ; S_0 = 102,60€

  Estrategia de Arbitraje:

  Comprar put, comprar subyacente, vender call, pedir prestado Ke^{-rt}, depositar VAN(D)

	t =0	t = 21 días	t = 143 días	
			Si St < K	Si St > K
Compramos subyacente	-102,60	+6	+ST	+ST
Compramos put	-12,78	-	K-ST	0
Vendemos call	+1,98	-	0	K-ST
Depositamos 5,99€ (Van (D)) a 21 días al 3.66% anual	+5,99	-6	-	-
Pedimos prestado 108,43 a 143 días al 3.66% anual	+108,43	-	-K	-K
Depositamos 1,02 a 143 días al 3.66% anual	-1,02	-	+1,03	+1,03
TOTAL	**0**	**0**	**+1,03**	**+1,03**

Para el resto de opciones en las que también ocurra que $c+K*e^{-rt} > p+S_0 - VAN(D)$, el procedimiento para llevar a cabo el arbitraje es análogo al mostrado en este ejemplo.

- $c+K*e^{-rt} < p+S_0$

  Para este caso, utilizaremos como ejemplo a acción del Santander.

  Datos: t_0=26/4 ; c_0=0.10€; K=5€ ; p_0 = 0.32€ ; D= 0€ ; S_0 = 4.85€ r=3.78%

  Estrategia de Arbitraje: Vender put, vender subyacente, comprar call, depositar Ke^{-rt}

	t =0	t = 56 días	
		Si St < K	Si St > K
Vender subyacente	+4.85	$-S_T$	$-S_T$
Vender put	+0.32	S_T - K	0
Comprar call	-0.10	0	S_T - K
Depositamos 4.97€ a 56 días al 3.78% anual	-4.97	+K	+K
Depositamos 0.10 a 56 días al 3.66% anual	-0.1	+0.10058 ≈ +0.1	+0.10058 ≈ +0.1
TOTAL	**0**	**+0.1**	**+0.1**

Para el resto de opciones en las que también ocurra que $c+K*e^{-rt} < p+S_0$- VAN(D), el procedimiento para llevar a cabo el arbitraje es análogo al mostrado en este ejemplo

Es importante destacar que la mayoría de estrategias de arbitraje para estos casos no serían viables en la práctica, pues las comisiones de la plataforma Eurex son mayores que el beneficio que obtendríamos realizando el arbitraje.

c) MODELO BLACK-SCHOLES

Antes de comenzar con la explicación de este apartado, queremos aclarar que el dato de la volatilidad de cada acción lo hemos obtenido de la página de Finviz. Para aquellas acciones que no estaban listadas en esta plataforma, hemos usado la volatilidad de compañías similares del sector.

Al aplicar la fórmula del modelo Black-Scholes sobre nuestro listado de acciones, los resultados obtenidos son los siguientes:

- Mercado:

SUBYACENTE	Cota inferior Call	Prima Call Mercado	Cota Superior Call	Cota Inferior Put	Prima Put Mercado	Cota Superior Put
Santander	-	0.10	4.85	0.12	0.32	4.97
Dutsche Bank	-	0.14	14.56	0.81	0.86	15.37
Sandoz	3.85	3.75	30.80	-	0.11	26.95
BMW	-	1.98	96.61	11.82	12.78	108.43
BNP	3.62	9.50	57.87	-	11.80	54.25
Infineon	0.97	1.66	32.80	-	1.35	31.83
Deutsche Telekom	-	0.88	21.56	0.13	0.93	21.69
Repsol	0.26	1.72	13.54	-	1.29	13.28
Total Energies	3.26	3.47	66.93	-	1.00	63.67

***Índice con dividendos continuos:**

SUBYACENTE	Cota inferior Call	Prima Call Mercado	Cota Superior Call	Cota Inferior Put	Prima Put Mercado	Cota Superior Put
DAX	2,56	459 €	715,02	-	265 €	712,45

- Black-Scholes:

SUBYACENTE	σ	d1	d2	CALL (BLACK-SCHOLES)	PUT (Black-Scholes)
Santander	1,69%	-3,7070544	-3,71	0	0,121
Dutsche Bank	1,78%	-14,12	-14,13	5,28E-48	0,812
Sandoz	1,78%	34,74	34,74	3,848	0,000
BMW	2,66%	-6,93	-6,94	0,000	11,822
BNP	1,56%	2,19	2,16	3,632	0,009
Infineon	2,52%	3,17	3,16	0,972	0,000
Deutsche Telekom	1,32%	-0,71	-0,71	0,025	0,152
Repsol	3,55%	0,45	0,41	0,396	0,134
Total Energies	1,32%	10,2240753	10,22	3,260	0,000

SUBYACENTE	σ	d1	d2	CALL (Black-Scholes)	PUT (Black-Scholes)
DAX	1,20%	0,099604574	0,095253	3 €	0 €

Podemos observar que el modelo Black-Scholes en estos caso nos ofrece una valoración de las opciones que es prácticamente igual que el valor de las cotas inferiores de las mismas. Es decir, según este modelo, todas las opciones de la cartera estarían siendo sobrevaloradas por el mercado. Tan solo para la opción de compra de Sandoz, el modelo nos indica que la call está siendo sobrevalorada por el mercado, pues recordemos que esta opción no cumplía su cota inferior.

Esta igualdad entre el modelo de Black-Scholes y la cota inferior viene dado porque tanto $N(d_1)$ como $N(d_2)$ toman el valor de 1 o 0, haciendo que el resultado sea S_0- $K{*}e^{-rt}$ ó 0.

¿Qué posiciones tomaría en cada opción

Si quisiéramos sacar ventaja del hecho de que el mercado estuviese sobrevalorando las opciones, deberíamos venderlas, pues al estar teóricamente sobrevaloradas, lo natural sería que dicho contrato se acabase revalorizando antes del vencimiento, por lo que podríamos venderlo y obtener un beneficio.

Para el caso de Sandoz, en el que según el modelo de Black-Scholes el mercado está infravalorando la call, deberíamos hacer lo contrario, en este caso, comprar la acción. Al estar teóricamente infravalorada, lo natural sería que nuestro contrato de opciones acabase ganando valor con el tiempo.

Deltas de cada opción

Calcular las deltas de las opciones nos permite hacernos a la idea de la sensibilidad de su precio ante cambios en el precio del activo subyacente. Es decir, nos indica cuánto cambiará el precio de la opción por cada cambio unitario en el precio del activo subyacente. Matemáticamente, esto es la derivada de la prima respecto al subyacente.

Para calcular la delta, podemos hacerlo de la siguiente forma:

	Call	Put
s/accs sin div	$N(d_1)$	$N(d_1)-1$
S/ indices	$e^{-qT}N(d_1)$	$e^{-qT}(N(d_1)-1)$
s/ divisas	$e^{-r_fT}N(d_1)$	$e^{-r_fT}(N(d_1)-1)$
s/futuros	$e^{-rT}N(d_1)$	$e^{-rT}(N(d_1)-1)$

Los resultados que hemos obtenido han sido los siguientes:

SUBYACENTE	l1	d2	CALL (BLACK-SCHOLES)	PUT (Black-Scholes)	Delta CALL	Delta PUT
Santander	-3,7070544	-3,71	0	0,121	0,000	-1,000
Dutsche Bank	-14,12	-14,13	5,28E-48	0,812	0,000	-1,000
Sandoz	34,74	34,74	3,848	0,000	1,000	0,000
BMW	-6,93	-6,94	0,000	11,822	0,000	-1,000
BNP	2,19	2,16	3,632	0,009	0,986	-0,014
Infineon	3,17	3,16	0,972	0,000	0,999	-0,001
Deutsche Telekom	-0,71	-0,71	0,025	0,152	0,240	-0,760
Repsol	0,45	0,41	0,396	0,134	0,675	-0,325
Total Energies	10,2240753	10,22	3,260	0,000	1,000	0,000

SUBYACENTE	d1	d2	CALL (Black-Scholes)	PUT (Black-Scholes)	Delta Call	Delta PU
DAX	0,099604574	0,095253	3 €	0 €	0,537963189	-0,4605748

FUENTES UTILIZADAS PARA LA PARTE I DEL TRABAJO:

Los datos sobre las diferentes opciones sobre acciones han sido recopilados de la página web de Eurex.

Los datos de las opciones sobre el índice Dax los hemos obtenido de la plataforma iBrokers.

Respecto a los datos de la volatilidad de cada activo, hemos conseguido encontrarlos en Finviz y Yahoo Finance. Para las acciones en las que el dato de la volatilidad no estaba disponible, hemos usado la volatilidad de compañías similares del sector.

En lo que al tipo de interés libre de riesgo se refiere, hemos utilizado el bono alemán para las acciones europeas y el estadounidense para las acciones americanas.A su vez, hemos elegido el bono que más se acercara al vencimiento con el que estábamos trabajando, es decir, si la opción tenía un vencimiento a 143 días, hemos utilizado el bono a 6 meses.

PARTE 2

¿CÓMO SE CUBRE UN FONDO DE INVERSIÓN ANTE BAJADAS EN SUS ACTIVOS Y CAMBIOS EN LOS TIPOS DE CAMBIO DE CADA UNA DE LAS DIVISAS EN LAS QUE OPERA?

En esta segunda parte hemos decidido estudiar como un gran fondo de inversión, que invierte en un gran número de activos en diferentes países puede cubrirse tanto del riesgo de bajada de estos activos como de los cambios perjudiciales que puedan producirse en los tipos de cambio de divisas.

En este caso, para llevarlo a un ejemplo real hemos considerado un fondo sobre el índice MSCI World. Este es representativo de la evolución de la economía mundial y está compuesto por 1465 acciones de 23 países diferentes. Teniendo esto en cuenta, la pregunta que nos queremos realizar es: ¿cómo, en un contexto como el actual en el que en cualquier momento las noticias que llegan desde el conflicto en Oriente Medio pueden provocar grandes estragos en los mercados, un fondo de tal magnitud puede cubrirse ante estos cambios?

Para ello analizaremos la postura de este fondo estadounidense que por lo tanto querrá cubrirse durante el siguiente mes tanto de caídas de los activos que lo forman como de la pérdida de valor de aquellas divisas en las que tiene inversiones fuera de EEUU y que en el futuro querrá transformar en dólares.

1. ADQUISICIÓN DE DATOS

En primer lugar, hemos obtenido los datos de la cartera de este fondo de inversión en el MSCI Worlds. Para ello nos hemos descargado de la plataforma *marketscreener* los activos que la componen, así como sus pesos dentro de la cartera, su beta, la divisa en la que operan y el mercado en el que se negocian, obteniendo una tabla como la que se puede observar parcialmente en la siguiente imagen:

		100.00%		
Stock	**Currency**	**WEIGHT**	**BETA**	**COUNTRY**
MICROSOFT CORPORATION (XNAS:MSFT)	USD	4.97%	0.89	Nasdaq Stock Market
APPLE INC. (XNAS:AAPL)	USD	4.97%	1.24	Nasdaq Stock Market
NVIDIA CORPORATION (XNAS:NVDA)	USD	3.35%	1.66	Nasdaq Stock Market
AMAZON.COM, INC. (XNAS:AMZN)	USD	2.80%	1.15	Nasdaq Stock Market
Meta Platforms, Inc. (XNAS:META)	USD	1.87%	1.20	Nasdaq Stock Market
ALPHABET INC. (XNAS:GOOG)	USD	1.48%	1.01	Nasdaq Stock Market
ALPHABET INC. (XNAS:GOOG)	USD	1.31%	1.01	Nasdaq Stock Market
ELI LILLY AND COMPANY (XNYS:LLY)	USD	1.08%	0.37	New York Stock Exchange
Broadcom Inc. (XNAS:AVGO)	USD	1.00%	1.20	Nasdaq Stock Market
TESLA, INC. (XNAS:TSLA)	USD	0.98%	2.36	Nasdaq Stock Market
BERKSHIRE HATHAWAY INC. (XNYS:BRK.B)	USD	0.94%	0.88	New York Stock Exchange
JPMORGAN CHASE & CO. (XNYS:JPM)	USD	0.93%	1.11	New York Stock Exchange
UNITEDHEALTH GROUP INCORPORATED (XNYS:UNH)	USD	0.85%	0.59	New York Stock Exchange
VISA INC. (XNYS:V)	USD	0.80%	0.97	New York Stock Exchange
EXXON MOBIL CORPORATION (XNYS:XOM)	USD	0.73%	0.92	New York Stock Exchange
Novo Nordisk A/S (XNYS:NVO)	DKK	0.70%	0.42	New York Stock Exchange
MASTERCARD INCORPORATED. (XNYS:MA)	USD	0.69%	1.10	New York Stock Exchange

Por motivos de simplificación hemos seleccionado solo las primeras 844 acciones de mayor peso en el índice ya que a partir de ese punto los pesos de cada una son muy bajos y no muy significativos. Con estas 844 acciones conseguimos capturar un 91.66% del índice. Los pesos han sido ajustados sobre un total del 100%.

2. COBERTURA DE CAMBIO DE DIVISAS

Como hemos explicado anteriormente, al tratarse de un fondo estadounidense, su preocupación podrá venir a la hora tener que cambiar a dólares sus inversiones en divisas extranjeras ya que si estas divisas extranjeras pierden valor, la cantidad de dólares recibida será menor. Por lo tantom deberá cubrirse utilizando un producto que le permita obtener dinero cuando estas divisas extranjeras caigan. En primer lugar, miremos la estructura del fondo en lo que a divisas se refiere:

Divisa	Peso
USD	74.96%
EUR	7.09%
JPY	5.33%
GBX	3.51%
CAD	2.64%
CHF	2.50%
AUD	1.63%
DKK	0.97%
SEK	0.73%
HKD	0.34%
SGD	0.22%
NOK	0.08%

Por tanto, del 74.96% de activos que tiene en USD no necesitará cubrirse en el tipo de cambio ya que es la moneda del país donde opera. Necesitará cobertura para el otro 25.04% de activos en divisas extranjeras.

Para realizar esta cobertura a un mes vista, lo primero que debemos de identificar es cuáles son los tipos de cambio que existen en el mercado a día de hoy (30/04/2024) y cuáles son los diferentes derivados que nos ofrece el mercado con vencimiento igual o mayor a 1 mes para poder estar cubiertos durante ese período de tiempo que, en este caso, se tratan de opciones (bien call o put en función de cómo esté formulado el tipo de cambio en los mercado) con vencimiento a 5 de Junio de 2024. Resumiendo toda esta información en una tabla obtenemos los siguientes datos:

DIVISA	PESO	Precio hoy de cada divisa por cada 1$	Precio hoy del $ por 1 unidad de divisa extranjera	OPCIÓN	STRIKE	PRIMA	PRIMA EN USD
EUR	7.09%	0.9291	1.0763	PUT EUR/USD	1.08	0.0070	0.0070
JPY	5.33%	152.95	0.0065	CALL USD/JPY	152.20	1.6970	0.0111
GBX	3.51%	0.797	1.2547	PUT GBX/USD	1.26	0.0093	0.0093
CAD	2.64%	1.3685	0.7307	CALL USD/CAD	1.37	0.0081	0.0059
CHF	2.50%	0.9051	1.1049	CALL USD/CHF	0.90	0.0065	0.0072
AUD	1.63%	1.5131	0.6609	PUT AUD/USD	0.66	0.0067	0.0067

En este caso, hemos decidido realizar la cobertura únicamente para aquellas divisas que representan un peso mayor al 1% en la cartera ya que las que están por debajo de ese umbral no representan un riesgo significativo y además la baja liquidez de sus mercados de opciones dificulta poder realizar esta cobertura.

Como se puede observar en la columna "*OPCIÓN*" de la tabla, al ir al mercado de opciones para hacer la cobertura nos encontramos dos posibles casos:

1. Las opciones están en el formato Divisa Extranjera/USD. En este caso el strike muestra los dólares que recibirá por una unidad de divisa extranjera. La preocupación del fondo en este caso sería una bajada de ese precio y por tanto para cubrirse comprará opciones put que le garanticen poder vender la divisa extranjera a un precio deseado.
2. Las opciones están en el formato USD/Divisa Extranjera. En este caso el strike muestra la cantidad de divisa extranjera que habrá que pagar por 1 USD. La preocupación del fondo en este caso sería una subida de ese precio que refleja una pérdida de valor de la divisa extranjera y por tanto para cubrirse comprará opciones call que le garanticen poder los dólares en el futuro al precio acordado.

Teniendo esto en cuenta, y buscando opciones con volumen de negociación y con un strike similar al precio actual de la divisa obtenemos los resultados de la tabla anterior. Si multiplicamos estas primas por el peso que tiene cada una de esas divisas en la cartera, obtenemos el porcentaje del valor total de la cartera que el fondo debería destinar a comprar cada una de esas opciones para estar cubierto de cambios en los tipos de cambio.

DIVISA	PESO	OPCIÓN	STRIKE	PRIMA	PRIMA EN USD	% de los activos dedicado a comprar cada una de estas opciones	Cantidad en $ dedicada a comprar cada una de esas opciones asumiendo un valor de 1000 millones de $ de activos bajo gestión del fondo
EUR	7.09%	PUT EUR/USD	1.08	0.0070	0.0070	0.0496%	496,400
JPY	5.33%	CALL USD/JPY	152.20	1.6970	0.0111	0.0592%	591,918
GBX	3.51%	PUT GBX/USD	1.26	0.0093	0.0093	0.0326%	325,654
CAD	2.64%	CALL USD/CAD	1.37	0.0081	0.0059	0.0156%	156,270
CHF	2.50%	CALL USD/CHF	0.90	0.0065	0.0072	0.0179%	179,421
AUD	1.63%	PUT AUD/USD	0.66	0.0067	0.0067	0.0109%	108,913

Como vemos, la cobertura del riesgo de tipo de cambio de estas seis divisas supondría una inversión para el fondo de un 0,1859% del valor de la cartera o, lo que es lo mismo, si como se puede ver en la última columna, asumimos un valor de la cartera de 1.000 millones de dólares, supondría un coste en primas de 1.858.575$.

3. COBERTURA DELTA DE CAMBIO DE DIVISAS

En el caso en el que quisiéramos cubrir tanto frente a caídas como a subidas del valor de las divisas extranjeras, deberíamos construir una cartera de inversión con delta igual a 0. Es decir, si conseguimos una posición Δ=0, lograremos que nuestra cartera sea insensible ante pequeñas variaciones del subyacente.

Para poder conseguirlo, utilizaremos las opciones de compra y venta entre los diferentes pares de divisas que componen nuestra cartera y que están disponibles en el mercado. Hemos identificado las siguientes opciones que usaremos para cubrirnos:Put EUR/USD, Call USD/JPY, Put GBP/USD, Call USD/CAD, Call USD/CHF y Put AUD/USD. Estas divisas tienen el siguiente peso en nuestra cartera:

Divisa	Peso	Opcion
EUR	7,09%	PUT EUR/USD
JPY	5,33%	CALL USD/JPY
GBP	3,51%	PUT GBX/USD
CAD	2,64%	CALL USD/CAD
CHF	2,50%	CALL USD/CHF
AUD	1,63%	PUT AUD/USD

A continuación, debemos calcular la delta de cada par. Debemos de ser cautelosos, pues en el caso Divisa Extranjera/USD, esta delta reflejará el aumento en el precio de la opción cuando el par aumenta un punto, es decir, cuando se deprecia el dólar. Para el caso USD/Divisa Extranjera ocurre lo contrario, la delta muestra la variación de la opción ante un cambio de un punto al alza en el par, es decir, cuando se aprecia el dólar. Para calcular delta, utilizaremos las fórmulas antes vistas. Los resultados obtenidos se muestran a continuación (para ver en detalle los cálculos realizados consultar el Excel):

Divisa	Peso	Opcion	σ	d1	Delta Call	Delta Put
EUR	7,09%	PUT EUR/USD	5,88%	0,03348	0,52105797	-0,4844269
JPY	5,33%	CALL USD/JPY	9,23%	0,01899	0,53676058	-0,492416
GBP	3,51%	PUT GBX/USD	6,27%	0,00346	0,5226039	-0,4963468
CAD	2,64%	CALL USD/CAD	4,95%	0,02180	0,51753187	-0,4892171
CHF	2,50%	CALL USD/CHF	6,05%	0,02440	0,5235785	-0,4897585
AUD	1,63%	PUT AUD/USD	8,48%	0,01104	0,53135631	-0,4933381

Ahora, para llevar la cobertura a cabo, trabajaremos bajo el mismo supuesto expuesto anteriormente, por el cual nuestro fondo gestiona activos por un total de 1.000 millones de dólares. Por tanto, el valor total en dólares de cada divisa extranjera que vamos a cubrir es:

Divisa	Peso	Valor ($) asumiendo una cartera de 1000 millones
EUR	7,09%	$ 70.914.248,31
JPY	5,33%	$ 53.349.334,50
GBP	3,51%	$ 35.129.827,62
CAD	2,64%	$ 26.401.920,14
CHF	2,50%	$ 24.983.635,17
AUD	1,63%	$ 16.255.727,69

Cada uno de esos valores lo podemos entender como una delta positiva, ya que, como vimos en clase "la Δ del subyacente es por definición 1, ya que un aumento (disminución) de una unidad del subyacente aumenta (disminuye) el precio del subyacente exactamente en esa misma cantidad."

Por tanto, debemos conseguir una delta negativa de igual valor para que el global de la cartera sea una delta neutral. Para averiguar cuántos contratos deberíamos comprar, expondremos a continuación dos ejemplos:

- Put EUR/USD: El fondo tiene euros por valor de 70.914.248,31 $. Debemos conseguir que:
  $S_0 \cdot Número\ de\ puts\ compradas \cdot Delta\ del\ subyacente = 70.914.248,31$
  Despejando la ecuación obtendremos el número de puts en los que deberemos ponernos largos, y multiplicando ese valor por la prima de la opción hallaremos el desembolso que debemos hacer.

- Call USD/JPY: El caso es similar al anterior, pero lo que calcularemos ahora será el número de puts que debemos vender. La ecuación a resolver es igual a la del caso anterior, y deberemos multiplicar el resultado por la prima de la put para hallar el desembolso total.

Los resultados obtenidos de la cobertura son:

Divisa	Número de Puts	Largo Put (desembolso total)	Número de Call	Corto Call (desembolso total)
EUR	-135544364	$ -948.810,55		$ -
JPY		$ -	99391305	$ 1.102.759,36
GBP	-56621421	$ -524.880,57		$ -
CAD		$ -	51015061	$ 301.952,50
CHF		$ -	47717076	$ 342.681,47
AUD	-49872078	$ -334.142,92		$ -
		$ -1.807.834,04		**$ 1.747.393,33**

El desembolso inicial neto sería bajo en relación al tamaño de la cartera: -60.440,72 $

4. COBERTURA DE CAÍDAS EN EL SUBYACENTE

Habiéndose cubierto ante posibles caídas en el tipo de cambio, la segunda parte que le quedaría por cubrir a este fondo serían las caídas en el valor de los activos que forman su cartera. Para conseguir esto necesitará incorporar determinados productos que le reporten ganancias en el caso de que el valor de la cartera baje. En este caso lo haremos mediante la venta de futuros que permitan vender esos activos en el futuro a un precio acordado hoy aunque su valor de mercado caiga. Teniendo en cuenta la cantidad de activos con los que cuenta esta cartera, una cobertura individual para cada uno de ellos no es eficiente, por lo que la solución por la que hemos optado es una cobertura a través de futuros sobre los índices que reflejan las diferentes acciones de la cartera.

Para ello, en primer lugar hemos agrupado todas las acciones por el mercado en el que operan de forma que podamos establecer cuál es el índice de referencia para cada uno de esos grupos de acciones. Los resultados son los siguientes:

Exchange	Peso
New York Stock Exchange	37.94%
Nasdaq Stock Market	35.84%
London Stock Exchange	4.40%
Tokyo Stock Exchange	3.97%
Deutsche Boerse AG	3.83%
Toronto Stock Exchange	2.64%
OTC Markets	2.52%
SIX Swiss Exchange	2.27%
Euronext Paris	1.72%
Australian Securities Exchange	1.66%
Euronext Amsterdam	0.64%
Borsa Italiana	0.59%
Bolsas y Mercados Espanoles	0.52%
NASDAQ Stockholm	0.33%
Wiener Boerse	0.29%
NASDAQ Helsinki	0.19%
Mexican Stock Exchange	0.17%
Euronext Brussels	0.15%
TSX Venture Exchange	0.04%
Xetra	0.04%
Bombay Stock Exchange	0.04%
NYSE Arca	0.04%
Hong Kong Stock Exchange	0.04%
Euronext Lisbon	0.03%

En la tabla vemos el peso que suponen las acciones de cada uno de estos mercados en la cartera. Para simplificar hemos decidido realizar cobertura únicamente para aquellos que tengan un peso mayor al 0,5% en nuestra cartera. Teniendo esto en cuenta, hemos seleccionado los índices que utilizaremos en cada caso para la cobertura, que serán el S&P500 para los dos grupos de acciones estadounidenses, el Eurostoxx 50 para las acciones españolas, italianas y de Países Bajos, y para las demás el índice de referencia de sus respectivos países. Hay tres casos, los mercados OTC, el mercado canadiense y el australiano para los que la falta de un índice claro o de volumen en los mercados de futuros sobre estos no permiten esta cobertura. Por ello nos centraremos en los demás que representan un 91.73% de la cartera.

El siguiente paso consiste en analizar el valor actual de cada uno de esos índices de referencia y ver qué futuros con vencimiento mayor a un mes existen en el mercado que permitan vender esos índices a un precio similar al actual en el futuro para cubrirse de posibles bajadas. Los futuros que se han encontrado para cada caso y sus características se muestran a continuación:

Grupos de acciones	Peso	Índice de referencia	Valor actual del índice	Futuro	Vencimiento	Multiplicador
Estados Unidos	73.78%	S&P 500	5,128	5160.61	21/6/24	50
Reino Unido	4.40%	FTSE 100	8,213	8256.4	21/6/24	10
Japón	3.97%	NIKKEI 225	38,411	38380	17/6/24	1000
Alemania	3.83%	DAX 40	18,002	18205.8	21/6/24	25
Suiza	2.16%	SMI	11,273	11273	21/6/24	10
Francia	1.72%	CAC 40	7,958	7910	21/6/24	10
Países Bajos, Italia y España	1.76%	Eurostoxx 50	4,921	4909	21/6/24	10

Ya tenemos por tanto los contratos de futuros que se deberán vender para llevar a cabo la cobertura. Por último, nos queda determinar el número que necesitará vender de cada una de ellos. Para saber esto, al no estar vendiendo futuros sobre cada uno de los activos sino sobre sus índices, tendremos que analizar la relación que existe entre cada uno de estos activos y sus índices de referencia. Esto lo conseguimos a través de sus betas que reflejan la relación entre un activo y el mercado. En este caso, hemos calculado la beta de cada una de estas "subcarteras" por países que hemos creado, de forma que sepamos cómo se comporta cada una de ellas respecto a su mercado y por lo tanto respecto a su índice de referencia. Con cada una de estas betas podemos ajustar la cantidad de futuros que necesitará vender de cada tipo para poder cubrirse en los diferentes grupos de acciones.

Grupos de acciones	Peso	Beta de cada "subcartera"	Índice de referencia
Estados Unidos	73.78%	1.067	S&P 500
Reino Unido	4.40%	0.874	FTSE 100
Japón	3.97%	0.958	NIKKEI 225
Alemania	3.83%	1.025	DAX 40
Suiza	2.16%	0.988	SMI
Francia	1.72%	0.955	CAC 40
Países Bajos, Italia y España	1.76%	1.007	Eurostoxx 50

Estas betas nos muestran la proporción en la que se deberán de vender cada uno de los futuros para realizar la cobertura. Por ejemplo, en el caso de las acciones estadounidenses, el ratio de cobertura de los contratos de futuros dada por la beta es de 1,067. Lo que significa que deberemos vender futuros que den derecho a vender el subyacente en 1,067 veces el valor que deseamos cubrirnos. A modo de ejemplo, y para mayor claridad, cómo hicimos para la cobertura de divisas podemos ver los contratos que el fondo necesitaría vender para realizar la cobertura si tuviese unos activos bajo gestión en esta cartera de 1.000 millones de dólares.

Grupos de acciones	Peso	Beta de cada "subcartera"	Índice de referencia	Futuro	Mult	Tamaño de 1 contrato en moneda local	Tamaño de 1 contrato en USD	Cantidad a cubrir asumiento 1000 millones de $ de activos	Contratos de futuros a vender ajustados con las betas
Estados Unidos	73.78%	1.067	S&P 500	5160.61	50	256,390	256,390	737,835,479	3071
Reino Unido	4.40%	0.874	FTSE 100	8256.4	10	82,135	103,055	43,966,834	373
Japón	3.97%	0.958	NIKKEI 225	38380	1000	38,411,240	251,136	39,711,979	152
Alemania	3.83%	1.025	DAX 40	18205.8	25	450,040	484,383	38,293,694	81
Suiza	2.16%	0.988	SMI	11273	10	112,730	124,549	21,601,571	171
Francia	1.72%	0.955	CAC 40	7910	10	79,576	85,648	17,237,617	192
Países Bajos, Italia y España	1.76%	1.007	Eurostoxx 50	4909	10	49,215	52,970	17,564,914	334

En la última columna de la tabla podemos ver el número de futuros que el fondo debería de vender sobre cada índice para cubrirse. Para calcular este número hemos utilizado la fórmula

$$Número\ de\ contratos\ =\ \beta\ x \frac{Valor\ de\ la\ cartera\ (\text{"}Cantidad\ a\ cubrir\text{"}\ en\ nuestra\ tabla)}{Valor\ del\ futuro\ (\text{"}Tamaño\ de\ 1\ contrato\ en\ USD\text{"}\ en\ nuestra\ tabla)}$$

*Para saber el valor de cada contrato de futuro hemos multiplicado el valor del índice actual por el multiplicador del contrato y posteriormente lo hemos transformado a dólares.

4. CONCLUSIÓN

Tras haber analizado las estrategias de cobertura que un fondo de inversión estadounidense invirtiendo en el índice MSCI Worlds y con 1.000 millones de valor de su cartera podría realizar, hemos obtenido los siguientes resultados.

Para cubrirse de pérdidas de valor de las divisas extranjeras durante el siguiente mes que le puedan afectar a la hora de regresar ese capital a EEUU deberá:

- Comprar puts EUR/USD por valor en primas de 496.400$
- Comprar calls USD/JPY por valor en primas de 591.918$
- Comprar puts GBX/USD por valor en primas de 325.654$
- Comprar calls USD/CAD por valor en primas de 156.270$
- Comprar calls USD/CHF por valor en primas de 179.421$
- Comprar puts AUD/USD por valor en primas de 108.913$

Esta cobertura le supondrá un coste total de 1.858.575$.

Para cubrirse antes cambios en el par de las divisas, el fondo debería construir una cartera con delta igual a cero. Para ello deberá:

- Comprar 35.544.364 puts EUR/USD por valor en primas de $948.810,55.
- Vender 99.391.305 de calls USD/JPY por valor en primas de $1.102.759,36
- Comprar 56621421 de puts GBP/USD por valor en primas de $524.880,57
- Vender 51.015.061 de calls USD/CAD por valor en primas de $301.952,50
- Vender 47.717.076 de calls USD/CHF por valor en primas de $ 342.681,47

- Comprar 56621421 de puts AUD/USD por valor en primas de $ 334.142,92

Esta cobertura le supondrá un desembolso neto de $-60.440,72

Por último, para cubrirse de posibles cambios en el valor de su cartera durante el siguiente mes deberá vender los siguientes contratos de futuros:

- 3.071 futuros sobre el S&P 500
- 373 futuros sobre el FTSE 100
- 152 futuros sobre el NIKKEI 225
- 81 futuros sobre el DAX 40
- 171 futuros sobre el SMI
- 192 futuros sobre el CAC 40
- 334 futuros sobre el EUROSTOXX 50

A modo de cierre, cabe remarcar que, mientras que la cobertura de divisas ha sido hecha con opciones, la de valor de la cartera se ha hecho con futuros. La primera de ellas conlleva como coste el pago de una prima pero permite en caso de movimientos favorables no ejercer la opción y aprovechar las ganancias. Por el contrario, la cobertura con futuros, aunque sin coste, genera una obligación en la que el fondo estará obligado a vender al precio acordado independientemente de los movimientos del mercado, bien sean favorables o desfavorables. Por lo tanto en caso de caídas en el valor de sus activos estará cubierto pero en caso de subidas estará obligado a vender al precio acordado y menor al de mercado anulando sus potenciales ganancias, al tratarse de una estrategia de cobertura y no de especulación.

Referencias

https://www.msci.com/documents/10199/178e6643-6ae6-47b9-82be-e1fc565ededb

https://www.marketscreener.com/quote/index/MSCI-WORLD-107361487/components/

https://es.investing.com/indices/indices-futures

https://www.ibroker.es/

https://www.eurex.com/ex-en/markets/equ/opt

https://finviz.com/

https://finance.yahoo.com/

https://es.investing.com/currencies/eur-usd-options