

# INTRODUCCIÓN A LOS ACTIVOS DERIVADOS

Santiago Ortega y Álvaro Martín



## PARTE I: VALORACIÓN DE 20 OPCIONES



### SUBYACENTES ELEGIDOS:

1. Santander
2. Deutsche Bank
3. Sandoz
4. BMW
5. BNP
6. Infineon
7. Deutsche Telekom
8. Repsol
9. Total Energies
10. DAX

Fuente: **EUREX**

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 €

# 01. COTAS DE LAS OPCIONES



## ● CÁLCULO DE COTAS

## ● TIPO DE INTERÉS PARA QUE SE CUMPLAN

## ● DIVIDENDOS PARA QUE SE CUMPLAN

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

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

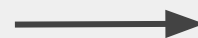
\*SO-VAN(D)

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
Deutsche 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

**! SANDOZ  
CALL**



$r = -3.98\%$  (Poco razonable)

¿Dividendos máximos cumpliendo las 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

\*Restringen aún más la cota superior de una call y la inferior de una put.

# ARBITRAJE

**! SANDOZ CALL**

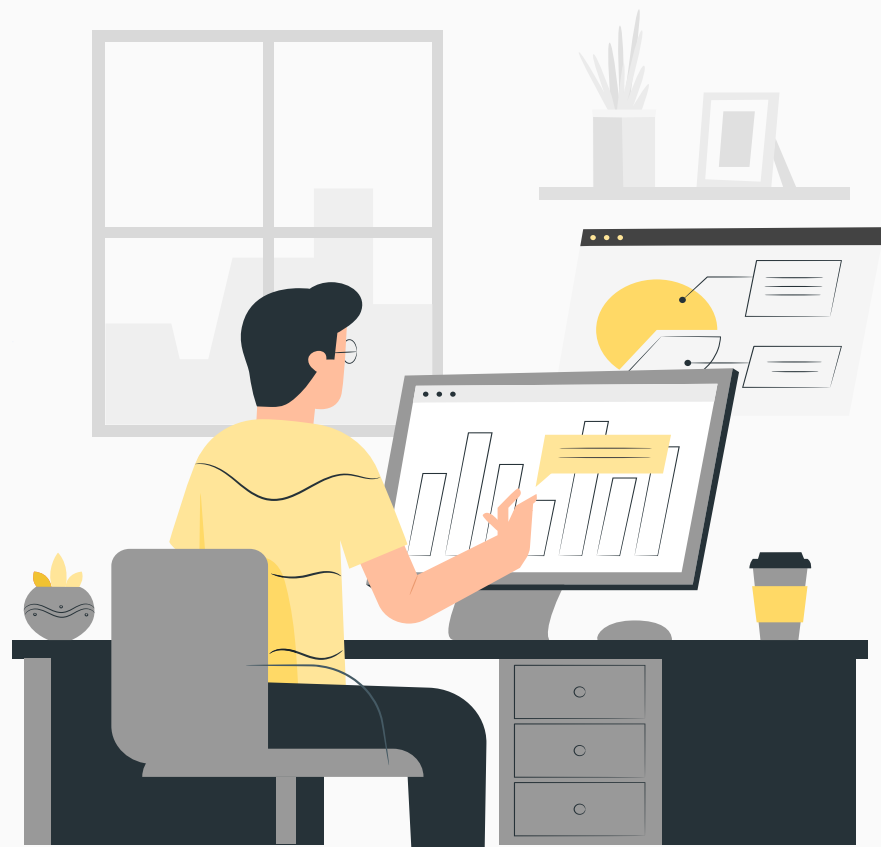
$$\max(0, S_0 - VAN(D) - Ke^{-rT}) \geq \text{Prima call}$$

Infravalorado (Barato)

	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
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>&gt;0</b>	<b>+0.098</b>

Teóricamente posible pero:  
Comisiones por contrato: 0,22 CHF

## 02. PARIDAD PUT-CALL



- **CÁLCULO DE LA PARIDAD**
- **TIPO DE INTERÉS PARA QUE SE CUMPLA**

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

- **DIVIDENDOS PARA QUE SE CUMPLIESE LA PARIDAD**

$$D = p_0 + S_0 - c_0 - Ke^{-rT}$$

SUBYACENTE	$c + K \cdot e^{(-r \cdot t)}$	$p + S_0 - D$	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%

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

SUBYACENTE	$c + K \cdot e^{(-r \cdot t)}$	$p + S_0 - D$	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

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



2 posibles casos:

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

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

# ARBITRAJE

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

Ejemplo: BMW

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

Estrategia: Comprar put, comprar subyacente, vender call, pedir prestado  $Ke^{-rt}$ , Depositar  $\text{VAN}(D)$ , Depositar restante

	t=0	t = 21 días	t = 143 días	
			Si $S_t < K$	Si $S_t > K$
Compramos subyacente	-102,60	+6	+ST	+ST
Compramos put	-12,78	-	$K - S_T$	0
Vendemos call	+1,98	-	0	$K - S_T$
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
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>+1,03</b>	<b>+1,03</b>

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

Ejemplo: Santander

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

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

	t=0	t = 56 días	
		Si $S_t < K$	Si $S_t > K$
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	$+0.10058 \approx +0.1$	$+0.10058 \approx +0.1$
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>+0.1</b>	<b>+0.1</b>

## 03. MODELO BLACK-SCHOLES



## COMPARACIÓN CON LOS PRECIOS DE MERCADO Y CÁLCULO DE DELTAS

SUBYACENTE ▼	Prima Call Mercado ▼	Prima Put Mercado ▼	CALL (BLACK-SCHOLES) ▼	PUT (Black-Scholes) ▼	Delta CALL ▼	Delta PUT ▼
Santander	0,10	0,32	0	0,121	0,000	-1,000
Dutsche Bank	0,14	0,86	5,28E-48	0,812	0,000	-1,000
Sandoz	3,75	0,11	3,848	0,000	1,000	0,000
BMW	1,98	12,78	0,000	11,822	0,000	-1,000
BNP	9,50	11,80	3,632	0,009	0,986	-0,014
Infineon	1,66	1,35	0,972	0,000	0,999	-0,001
Deutsche Telekom	0,88	0,93	0,025	0,152	0,240	-0,760
Repsol	1,72	1,29	0,396	0,134	0,675	-0,325
Total Energies	3,47	1,00	3,260	0,000	1,000	0,000

SUBYACENTE ▼	Prima Call Mercado ▼	Prima Put Mercado ▼	CALL (Black-Scholes) ▼	PUT (Black-Scholes) ▼	Delta Call ▼	Delta PUT ▼
DAX	459 €	265 €	326,8843069	6,302449057	0,537963189	-0,4605748



## 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?



# MSCI





**01 ADQUISICIÓN  
DE DATOS**

**02 COBERTURA  
ANTE EL RIESGO  
DIVISA**

**03 COBERTURA DELTA  
RIESGO DIVISA**

**04 COBERTURA CON  
FUTUROS DEL  
SUBYACENTE**

# 01. DATOS



# MSCI WORLDS

Fondo de inversión estadounidense con esta cartera

## I.465 ACCIONES DE 23 PAÍSES

Simplificado a las 844 con más peso (91.66% del índice)

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%

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%

## 02. COBERTURA RIESGO DIVISA





# RIESGO QUE QUEREMOS CUBRIR

Depreciación de la divisa extranjera



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%



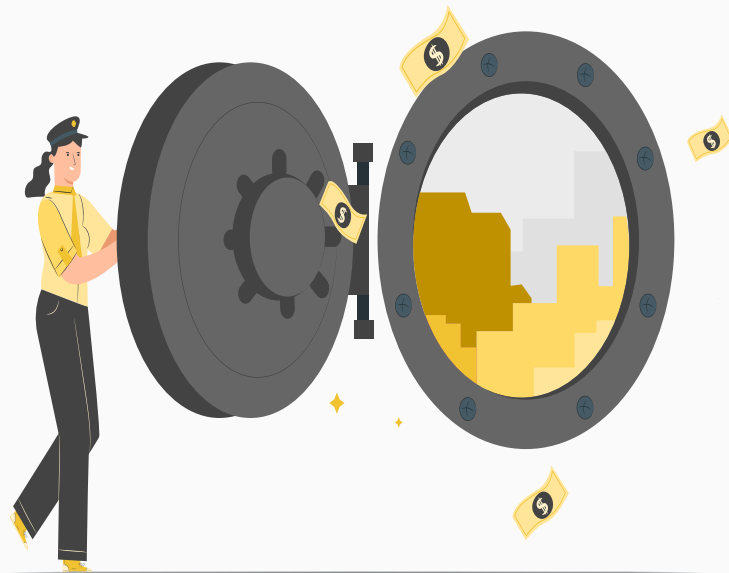
Divisa Extranjera/USD  
o  
USD/Divisa Extranjera

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

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

Asumimos que el fondo gestiona 1.000 millones de \$

# 03. COBERTURA DELTA



# DISEÑO DE LA COBERTURA

Principales divisas  
extranjeras en  
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

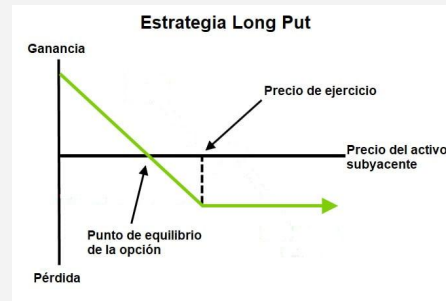
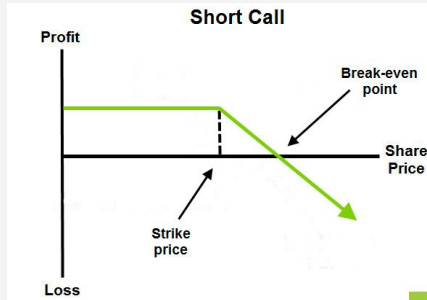
Opciones disponibles:



Diferenciar cuándo es Divisa  
Extranjera/Dólar o  
Dólar/Divisa extranjera

Divisa	Peso	Opcion	$\sigma$	$d1$	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

Cobertura:



DELTA POSITIVO	DELTA NEGATIVO
Corto PUT	Largo PUT
Largo CALL	Corto CALL
Largo subyacente	Corto subyacente

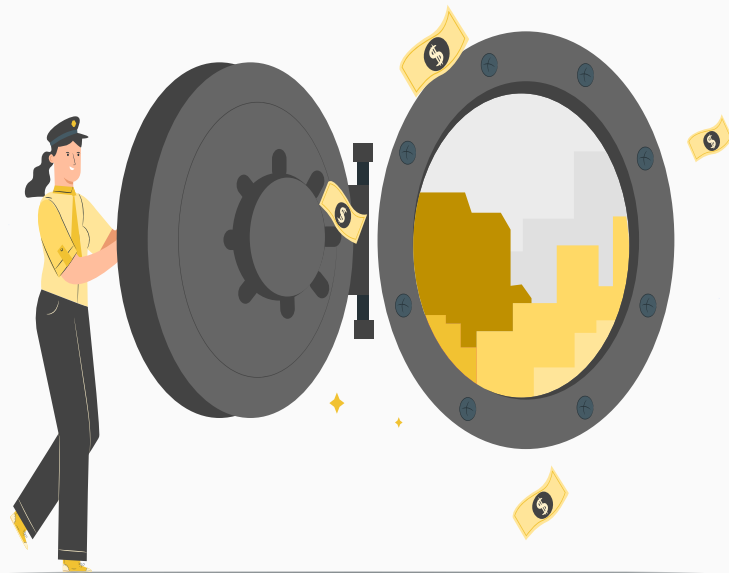
## RESULTADO DE LA COBERTURA

Asumimos que el fondo gestiona  
1.000 millones de \$

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

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

## 04. COBERTURA DE PÉRDIDA DE VALOR DE LA CARTERA



## COBERTURA CON FUTUROS SOBRE LOS ÍNDICES

¿Qué futuros nos ofrece el mercado?

Grupos de acciones	Peso	Índice de referencia	Valor actual del índice	Futuro	Vencimiento	Multiplicador	Beta de cada "subcartera"
Estados Unidos	73.78%	S&P 500	5,128	5160.61	21/6/24	50	1.067
Reino Unido	4.40%	FTSE 100	8,213	8256.4	21/6/24	10	0.874
Japón	3.97%	NIKKEI 225	38,411	38380	17/6/24	1000	0.958
Alemania	3.83%	DAX 40	18,002	18205.8	21/6/24	25	1.025
Suiza	2.16%	SMI	11,273	11273	21/6/24	10	0.988
Francia	1.72%	CAC 40	7,958	7910	21/6/24	10	0.955
Países Bajos, Italia y España	1.76%	Eurostoxx 50	4,921	4909	21/6/24	10	1.007

VENDER FUTUROS - ¿pero cuántos?

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

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

# CONCLUSIÓN

