Ejercicios de Mercados Financieros Nacionales e Internacionales

© Juan Mascareñas
Universidad Complutense de Madrid

1º) Las acciones del Banco Santander están cotizando a un precio de 6,5 euros. Su volatilidad anual es del 48,2%. El tipo de interés sin riesgo a un año de plazo es del 1,7%. Con estos datos se desea saber el valor de una opción de compra europea sobre una acción del banco cuyo precio de ejercicio es de 7 euros y su plazo es de un año.

Aplicando la paridad *put-call* ¿cuál es el valor de una opción de venta sobre la acción del Santander que tenga el mismo plazo y precio de ejercicio?.

NOTA IMPORTANTE: Calcule el valor de la opción de compra mediante el método binomial utilizando dos periodos semestrales.

Solución

S :	6,5
X:	7
Tiempo	1
Riesgo :	48,2%
Rf :	1,7%
Riesgo sem:	34,1%
Rf sem:	0,85%

Lo primero es poner los datos de las cinco variables básicas (serían, realmente seis, pero aquí no dicen nada de los dividendos): S, X, t, σ y R_f.

Como nos piden que el año lo dividamos en dos semestres para calcular el modelo binomial. Deberemos poner la volatilidad y el tipo de interés sin riesgo referidos a un periodo semestral:

σ semestral = σ anual $\sqrt{(1/2)}$ = 0,482 $\sqrt{(1/2)}$ = 34,1%

R_f semestral = Rf anual ÷ 2 = 1,7% ÷ 2 = 0,85%

U :	1,406
D :	0,711
p =	42,784%

Para construir el árbol binomial estimaremos U y D:

$U = e^{\sigma} = e^{0,341} = 1,406$

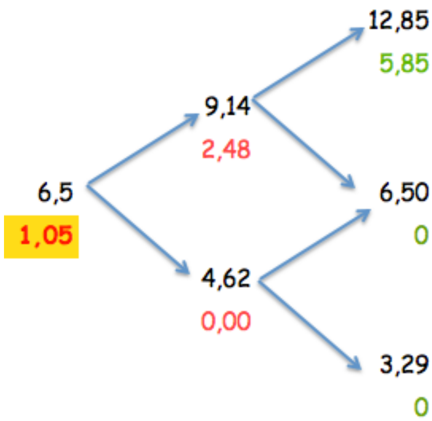
$D = 1/U = 0,711$

Por otro lado la probabilidad p neutral al riesgo es:

p = (1+Rf-D) ÷ (U-D) = (1+0,0085-0,711) ÷ (1,406 − 0,711) =
= 42,784%

Ahora construiremos el árbol binomial semestral (cada flecha es un semestre):

6,5 x U = 9,14 ; 9,14 x U = 12,85 €
9,14 x D = 6,50 €
4,62 x U = 6,50 €
6,5 x D = 4,62 ; 4,62 x D = 3,29 €



Al final del año la acción del Banco de Santander podrá tener tres posibles valores: 12,85 €; 6,50 €; 3,29 €. Sólo ejerceremos la opción de compra (pagar 7 € por la acción) en el primer caso en el que ganaremos 5,85 €; en los otros dos casos no interesa ejercer la opción de compra.

Ahora nos moveremos de derecha hacia la izquierda calculando la media ponderada por las probabilidades neutrales al riesgo y actualizando el resultado semestralmente:

Fin del semestre 1:
$(5{,}85 \times p + 0 \times (1-p)) \div (1{,}0085) = 2{,}48$ €
$(\ 0 \times p + 0 \times (1-p)) \div (1{,}0085) = 0$ €

En la actualidad:
$(2{,}48 \times p + 0 \times (1-p)) \div (1{,}0085) = 1{,}05$ €

El valor de la opción de compra sobre una acción del Banco Santander con las características expuestas en el enunciado es de **1,05 euros**.

El valor de la opción de venta se puede obtener a través del teorema de la paridad put-call puesto que sabemos que:
$p = c - S + X/(1+R_f) = 1{,}05€ - 6{,}5€ + 7€/1{,}017 =$ **1,44 euros**.
Nota: también podríamos haber dividido $7/(1{,}0085)^2$

2º) Tal día como hoy su jefe le pide que calcule la rentabilidad esperada para el plazo de un año de la adquisición de 1.000 bonos emitidos por la empresa norteamericana General Motors que vencen dentro de cuatro años exactamente, que pagan un cupón anual del 4% y cuya actual tasa de rendimiento hasta el vencimiento es del 3,5% anual (pero que se espera valga un 3% dentro de un año). El tipo de cambio de contado actual es de 1,3 USD/EUR, el tipo de interés a un año de plazo de la Eurozona es del 0,75% y el de los Estados Unidos es del 0,25%.

Solución

Lo primero es calcular el precio del bono de GM porque no lo sabemos. Claro que sí sabemos que paga un 4% de cupón durante los próximos 4 años y que su tasa de rendimiento hasta el vencimiento es del 3,5%. Recuerde que el valor de todo activo financiero es igual al valor actual de todos los flujos de caja que promete generar en el futuro, luego en el caso del bono de GM el valor actual de los cuatro cupones más el principal es (no tenemos el valor nominal del bono así que suponemos que vale 100):

$$P_0 = \frac{4}{1{,}035} + \frac{4}{1{,}035^2} + \frac{4}{1{,}035^3} + \frac{104}{1{,}035^4} = 101{,}837\ \$$$

Como estamos en la eurozona para poder comprar el bono de GM deberemos cambiar nuestros euros por dólares al tipo de 1,3 USD por cada EUR, lo que equivale a pagar 101,837 \$ / 1,3 = 78,336 €. Si queremos adquirir 1.000 bonos de GM deberemos cambiar **78.336 euros** por 101.837 dólares con los que adquiriremos los bonos.

Dentro de un año esperamos vender los mil bonos pero ¿a qué precio esperamos venderlos? Sabemos que se espera que la tasa de rendimiento hasta el vencimiento de los bonos de GM sea en ese momento del 3% así que, si esto es verdad, el valor de los bonos dentro de un año será igual a:

$$P_1 = \frac{4}{1{,}03} + \frac{4}{1{,}03^2} + \frac{104}{1{,}03^3} = 102{,}829\ \$$$

Luego nos darán 102.829 dólares por los mil bonos pero ¿cuál será en ese instante el tipo de cambio dólar/euro? Pues supondremos que el tipo de cambio en ese momento coincidirá con el tipo de cambio a plazo calculado hoy, que podemos calcularlo porque sabemos que depende de los tipos de interés que se pagan en los Estados Unidos (0,25%) y en la eurozona (0,75%):

Tipo de cambio USD/EUR a 1 año de plazo =

= 1,3 USD/EUR x (1,0025/1,0075) = 1,2935

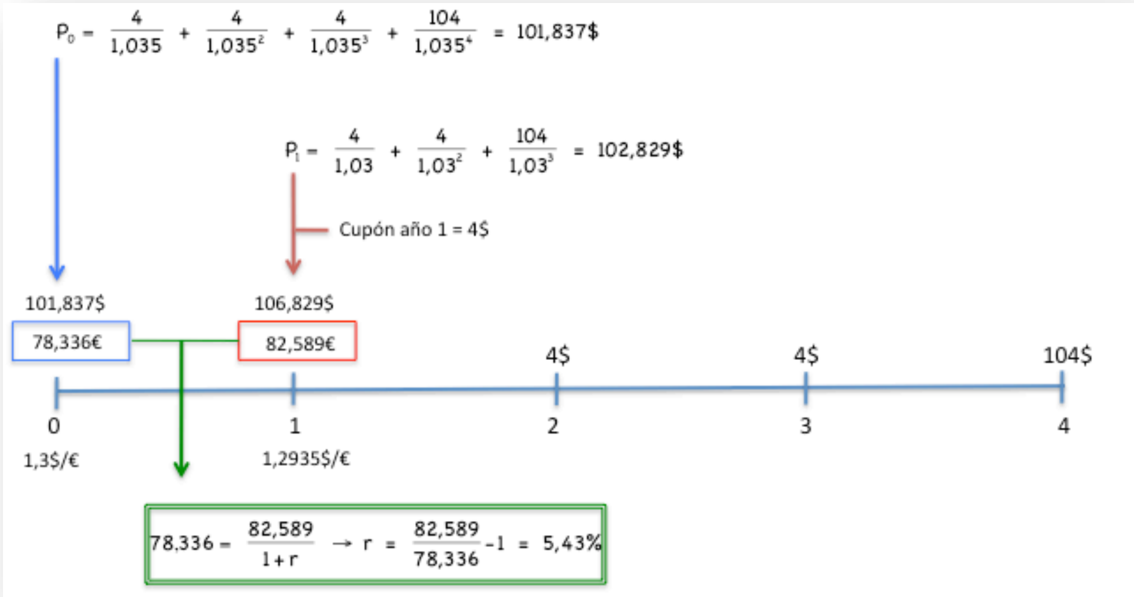
Pero además al final del año nos tendrán que dar los mil cupones de ese año, es decir, 4 x 1.000 = 4.000 \$

Así que dentro de un año al cambiar los 106.829 dólares por euros (incluido el valor de los cupones del año 1) nos darán:

106.829 USD ÷ 1,2935 USD/EUR = **82.589.1 EUR**

Luego pagamos 78.336 euros hoy y esperamos recibir 82.589,1 euros dentro de un año. Esto proporciona un rendimiento anual esperado igual a:

$$r = 82.589{,}1 \div 78.336 - 1 = \underline{\mathbf{5{,}43\%}}$$



Esquema del ejercicio para un único bono.

3º) Las acciones de Grifols están cotizando a un precio de 25 euros. Su volatilidad anual es del 30,4%. El tipo de interés sin riesgo a un año de plazo es del 1,5%. Con estos datos se desea saber el valor de una opción de compra europea sobre una acción de la compañía de hemoderivados cuyo precio de ejercicio es de 27 euros y su plazo es de cuatro meses. Aplicando la paridad *put-call* ¿cuál es el valor de una opción de venta sobre la acción de Grifols que tenga el mismo plazo y precio de ejercicio?.
NOTA IMPORTANTE: Calcule el valor de la opción de compra mediante el método binomial utilizando periodos **mensuales**.

Solución

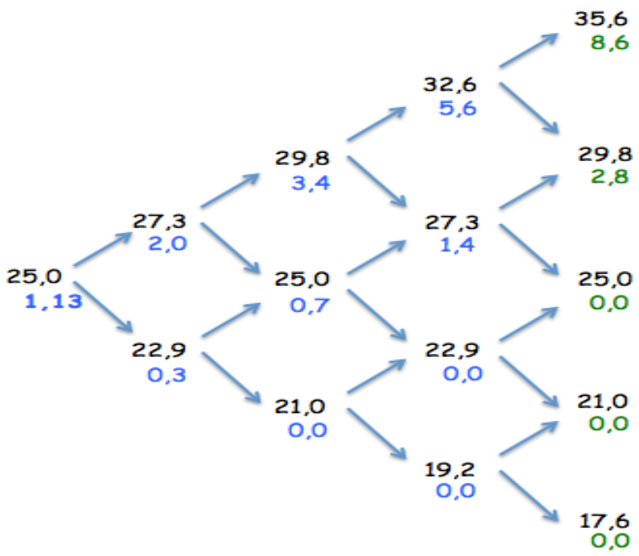
Lo primero es darse cuenta de que los cálculos se van a hacer en meses y que el horizonte temporal es de 4 meses; como nos dan datos en años (algo habitual) debemos transformarlos a meses. Los datos de que disponemos son:

- Valor actual de la acción subyacente: 25 €
- Precio de ejercicio: 27 €
- Tiempo: 4 meses
- Volatilidad mensual: 30,4% $\sqrt{(1/12)}$ = 8,80%
- Tipo sin riesgo mensual: 1,5% ÷ 12 = 0,125%

Con estos datos estimaremos los coeficientes u, d y p:

$u = e^{0,88} = 1,092$
$d = 1 \div u = 0,916$
$p = (1 + 0,00125 - 0,916) \div (1,092 - 0,916) = 48,5\%$

Ahora construiremos el árbol binomial multiplicando el valor actual de la acción subyacente (25 €) por los coeficientes u y d, respectivamente cuando el valor crece o decrece, hasta llegar al final del cuarto mes en el que la acción de Grifols puede tomar los valores que van desde 35,6 € hasta 17,6 €.



El siguiente paso es calcular su valor intrínseco al final del cuarto mes (cifras en color verde) tomando el mayor valor entre la diferencia entre el valor de ese mes menos el precio de ejercicio (27 €) y el cero, de tal manera que ¡no puede haber valores negativos!. Observe que en sólo dos casos se gana dinero ejerciendo la opción (8,6e y 2,8€) y en los otros tres no se ejerce la opción de compra. Una vez que disponemos de los valores intrínsecos al final del horizonte temporal debemos calcular los valores teóricos de la opción a lo largo de éste último para ello nos desplazamos hacia la izquierda multiplicando por las probabilidades neutrales al riesgo (p y 1-p) y descontando la media ponderada al tipo de interés sin riego mensual. Por ejemplo:

$$5,6 = [8,6 \times p + 2,8 \times (1-p)] \div 1,00125$$

Siguiendo el proceso hasta llegar al momento actual se obtiene un valor de la opción de compra igual a **1,13 €.**

Para calcular la opción de venta a través de la paridad *put-call* plantearemos la siguiente ecuación:

$$p = c - S + X \div (1+r_f)$$
$$p = 1{,}13 - 25 + 27 \div (1{,}00125)^4 = \underline{\mathbf{2{,}99\ €}}$$

4º) Calcule la rentabilidad esperada para el plazo de un año de la adquisición de 100 bonos emitidos por la empresa japonesa Sumitomo que vencen dentro de tres años exactamente, que pagan un cupón anual del 3% y cuya actual tasa de rendimiento hasta el vencimiento es del 2,5% anual (pero que se espera valga un 2,8% dentro de un año). El tipo de cambio de contado actual es de 130 JPY/EUR, el tipo de interés a un año de plazo de la Eurozona es del 0,75% y el de Japón es del 0,25%. Valor nominal de un bono: 100.000 yenes.

Solución

Lo primero es calcular el valor actual o intrínseco de un bono de Sumitomo, para lo que descontaremos los cupones anuales de 3.000 yenes cada uno (100.000 yenes x 3% = 3.000 yenes), más el principal (100.000 yenes) el último año, al tipo de rendimiento hasta el vencimiento actual (2,5%):

$$P_0 = \frac{3.000}{1{,}025} + \frac{3.000}{1{,}025^2} + \frac{103.000}{1{,}025^3} = 101.428{,}0 \text{ JPY}$$

El precio de compra en euros de este bono es igual a:

101.428 JPY ÷ 130 JPY/EUR = 780,215 EUR, o
78.021,5 EUR para 100 bonos Sumitomo.

Después de transcurrir un año entero al bono de Sumitomo le quedan dos años exactos de vida así que su precio en ese instante será igual a descontar los únicos dos flujos de caja que tiene que entregar (dos cupones y el principal) al tipo de rendimiento anual hasta el vencimiento que se espera exista en ese momento (2,8%):

$$P_0 = \frac{3.000}{1{,}028} + \frac{103.000}{1{,}028^2} = 100.383{,}8 \text{ JPY}$$

Pero para saber cuánto vale en euros necesitamos estimar el tipo de cambio que existirá en ese instante:
Tipo de cambio JPY/EUR a 1 año de plazo =
= 130 JPY/EUR x (1,0025/1,0075) = 129,35 JPY/EUR

Por tanto, al vender los 100 bonos recibiremos a cambio 10.038.380,6 euros a los que hay que añadir los 300.000 yenes de los cien cupones que recibire-

mos por haber poseído los bonos durante un año. En total, 10.338.380,6 yenes, que en euros son:

10.338.380,6 JPY ÷ 129,35 JPY/EUR = 79.922,6 EUR

Resumiendo, adquirimos ahora 100 bonos Sumitomo desembolsando 78.021,5 euros y al cabo de un año esperamos venderlos obteniendo en total (cupón incluido) una cantidad de 79.922,6 euros. Esto significa que habremos conseguido una rentabilidad del:

79.922,6 ÷ 78.021,5 − 1 = **2,44%**

5º) Eva ha contraído un préstamo personal con una entidad bancaria de 300.000 euros a un plazo de 15 años que tiene un coste anual de Euribor + 0,50% pagadero mensualmente. El banco la convence para que entre en un acuerdo *swap* de tipos de interés para cubrirse del riesgo de ascenso del Euribor cuyo valor ahora mismo, para un mes de plazo, es del 2% anual. Eva pagará en el *swap* un tipo de interés anual fijo del 4% y, a cambio, recibirá el Euribor. Con estos datos se pide:

a) Cuál es el tipo interés del préstamo que paga cada mes si el Euribor no variase.
b) Si Eva entra en el acuerdo *swap* ¿cuál es el coste financiero mensual que afronta al tener el *swap* más el préstamo si el Euribor se mantiene en el 2%? y ¿si se sitúa en el 5%?.

Solución

a) Si el Euribor no varía, es decir, que es del 2% anual el coste anual del préstamo es Euribor + 50 pb = 2% + 0,5% = 2,5% anual; que equivale a un coste mensual del 2,5% ÷ 12 = **0,20833%.**

b) Por el acuerdo swap Eva debe pagar un 4% fijo anual (¡ojo! el swap es una cosa y el préstamo otra) a cambio recibirá el Euribor. Luego, si éste último se mantiene en el 2%, el pago neto de Eva en el acuerdo swap será igual a 4% - 2% = 2% de interés anual. Por otra parte, hemos visto que en el préstamo paga un 2,5% anual. Luego en total pagará: 2% (swap) + 2,5% (préstamo) = 4,5% anual, que equivale a un 4,5% ÷ 12 = **0,375%** mensual.

Si el Euribor se sitúa en el 5% ocurre lo siguiente:
Pago en el préstamo: Euribor + 50 pb = 5% + 0,5% = 5,5% anual
Pago neto en el swap: 4% - 5% = -1% anual

Pago total: 5,5% (préstamo) – 1% (swap) = 4,5% anual; es decir, un **0,375%** mensual. Como se demuestra la suma del préstamo más el swap da siempre el mismo coste mensual.

6º) Usted piensa que el valor de la acción de Campofrío va a descender en los próximos tres meses así que desea aprovecharse de su intuición. Para ello dispone de 1.000 euros con los que desea adquirir todas las opciones de venta de Campofrío que pueda y para poder hacerlo decide vender 1.000 opciones de compra sobre las acciones de dicha empresa con objeto de reducir el coste de la operación y así poder comprar más opciones de venta. El precio actual de la acción de Campofrío es de 6,90 euros y su volatilidad anual del 33,4%, así que decide adquirir opciones de venta y vender las de compra, ambas del tipo *at-the-money* (ATM) y con vencimiento a tres meses, sabiendo que el tipo de interés sin riesgo es del 2% anual. ¿Cuántas opciones de venta podrá adquirir con los mil euros de que dispone?. Nota: utilice el método binomial.

Solución:

Hay varias maneras de resolver este ejercicio. Por ejemplo, se puede valorar primero la opción de compra y ver cuánto dinero le darían por la venta de mil de ellas; este dinero se sumaría a los 1.000 euros que ya tiene y así sabría de cuánto dinero dispone para comprar las opciones de venta. Luego valora la opción de venta y calcula cuántas puede comprar con el dinero que tiene. La valoración de las opciones se puede hacer: ambas por el método binomial, o una de ellas por binomial y la otra mediante la paridad *put-call*. Y dentro del cálculo de la binomial, se puede hacer trimestralmente de una sola vez o mensualmente (tres meses). Yo comenzaré valorando la opción de compra y luego la de venta.

Valoración de la opción de compra (call):

Datos:
Valor del activo subyacente: 6,90 euros
Precio de ejercicio: 6,90 euros (recuerde que es del tipo *at-the-money*)
Tiempo: Tres meses
Volatilidad: 33,4% anual → volatilidad mensual: $0{,}334 \times (1/12)^{1/2} = 9{,}642\%$
Tipo de interés sin riesgo: 2% anual → mensual: $0{,}02 \div 12 = 0{,}1667\%$

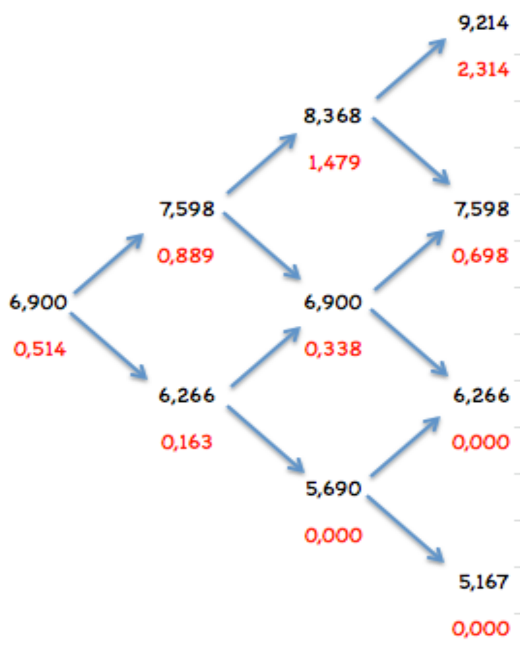
Cálculos para la binomial mensual:
Coeficiente u: $e^{0{,}09642} = 1{,}10122$
Coeficiente d: $1/u = 0{,}90809$
Probabilidad neutral al riesgo de ascenso:

p = (1,001667-0,90809)÷(1,10122-0,90809) = 48,454%

En la figura siguiente figura la difusión del valor del activo subyacente (la acción de Campofrío) a lo largo de los tres próximos meses representada mediante un árbol binomial mensual. Una vez que disponemos de los precios de la acción al final del tercer mes calculamos el valor intrínseco de la opción de compra comparándolo con el precio de ejercicio. Los cuatro resultados posibles (en color rojo) son de mayor a menor: 2,314 ; 0,698 ; 0 ; 0.

Ahora procederemos a movernos hacia la izquierda a lo largo del árbol calculando los valores medios ponderados del precio intrínseco de la opción de compra y descontando su resultado al tipo sin riesgo mensual. Por ejemplo:

[2,314 x p + 0,698 x (1 − p)] ÷ (1 + 0,001667) = 1,479 euros
[0,698 x p + 0 x (1 − p)] ÷ (1 + 0,001667) = 0,338 euros
[0 x p + 0 x (1 − p)] ÷ (1 + 0,001667) = 0 euros



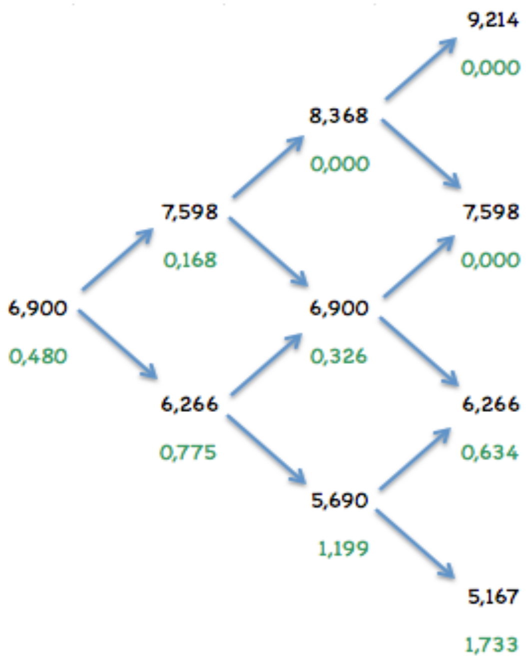
Siguiendo así, hasta llegar al instante inicial, llegaremos a obtener el valor actual de la opción de compra de la acción de Campofrío que vence dentro de tres meses: **0,514** euros.

Como vendemos 1.000 opciones recibiremos:

1.000 x 0,514 = 514 euros.

Así que dispondremos en total de 1.514 euros para poder comprar las opciones de compra (1.000 que ya teníamos y 514 que conseguimos con la venta de las mil "call").

Para calcular el valor actual de la opción de venta se puede utilizar otro árbol binomial o la paridad *put-call.* A continuación se muestran ambos: El árbol binomial con los precios de la opción de venta en color verde y el cálculo de la paridad. Ambos, como era de esperar, llegan al mismo valor: 0,48 euros por opción.



Paridad put-call:

El valor de la "put" (p) es igual al de la "call" (c) menos el valor actual de la acción (S_0) y más el valor actual del precio de ejercicio ($X/(1+r_f)^3$):

$p = c - S_0 + X/(1+r_f)^3$

$p = 0{,}514 - 6{,}9 + 6{,}9/(1{,}0016666)^3$

p = **0,480** euros

Como disponemos de 1.514 euros podemos comprar:

1.514 € ÷ 0,48 €/put = 3154,17 → **3.154** opciones "put"

7º) Las acciones de Inditex están cotizando a un precio de 110 euros. Su volatilidad trimestral es del 20%. El tipo de interés sin riesgo a un trimestre de plazo es del 0,75%. Usted posee 1.000 acciones de dicha compañía y le preocupa que descienda su valor, así que decide comprar 1.000 opciones de venta que le permitan cubrir su posición en Inditex a lo largo de un año con un precio de ejercicio de 115 euros. Se supone que Inditex no reparte dividendos. Utilizando el método binomial calcule:

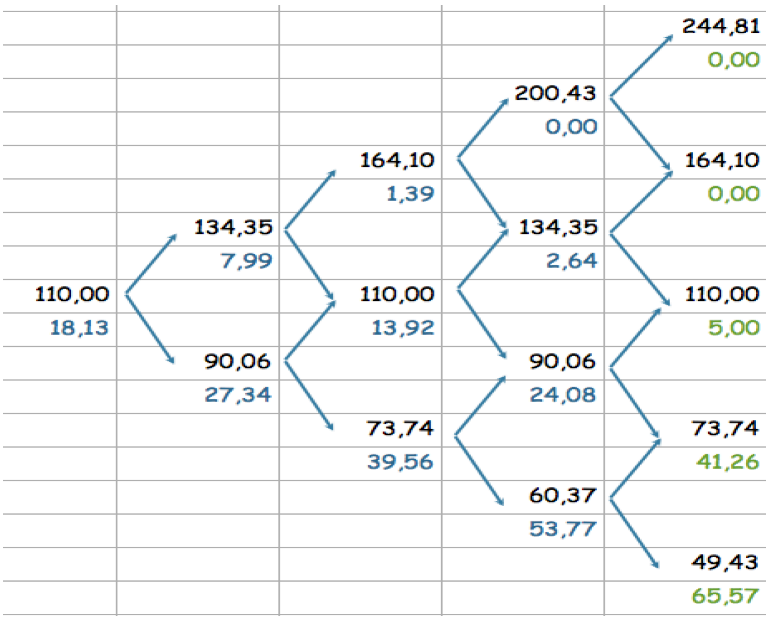
a) Cuánto debe pagar por cada opción de venta.
b) ¿Cuánto vale la cartera formada por las acciones de Inditex y las opciones de venta si el precio de la acción se sitúa en: 140 €, 120, €, 100 € y 80 €.
c) Imagine ahora que en lugar de comprar las opciones de venta, desea vender futuros sobre la acción de Inditex a un año. ¿A qué precio los venderá? ¿Cuántos contratos de futuros venderá?
d) ¿Cuánto vale la cartera formada por las acciones de Inditex y la venta de los contratos de futuros si el precio de la acción se sitúa en: 140 €, 120, €, 100 € y 80 €.?

Solución:

a) El periodo de tiempo va a ser el trimestre.

El coeficiente u = $e^{0,20}$ = 1,221
El coeficiente d = 1/u = 0,819
La probabilidad neutral al riesgo p = [1,0075-0,819] ÷ [1,221-0,819] = 46,88%

El árbol binomial de la opción de venta a lo largo de cuatro trimestres teniendo en cuenta que el precio de ejercicio es 115€ es (en verde figura el precio intrínseco al final de la vida de la opción; sólo tiene valor si el valor del activo subyacente es inferior al precio de ejercicio):



Recuerdo que los valores teóricos de la opción en los periodos intermedios se han calculado así:

13,92 = [2,64 x p + 24,08 x (1-p)] ÷ 1,0075

El valor de cada una de las mil opciones de venta es 18,13€

b)

		Acciones (€)	Opciones (€)	Total (€)
Precio	**140**	140.000	-18.680,7	121.319,3
	120	120.000	-18.680,7	101.319,3
	100	100.000	-3.680,7	96.319,3
	80	80.000	16.319,3	96.319,3

-18.680,7 = -18,13 x 1.000 x $(1,0075)^4$ + MAX(115-140;0) x 1.000
o, por ejemplo,
80.000 = -18,13 x 1.000 x $(1,0075)^4$ + MAX(115-80;0) x 1.000

c) Precio de los futuros: = 110 x $(1{,}0075)^4$ = 113,3 €
N° de futuros: =(1.000 x 110) ÷ 113,3 = 970,6

d)

		Acciones (€)	Futuros (€)	Total (€)
Precio	140	140.000	-25.877,6	114.122,4
	120	120.000	-6.466,5	113.533,5
	100	100.000	12.944,6	112.944,6
	80	80.000	32.355,7	112.355,7

Ejemplos:
-25.877,6 = (113,3-140) x 970,6
32.355,7 = (113,3-80) x 970,6

8. Sonia ha contraído un préstamo personal con una entidad bancaria de 200.000 euros a un plazo de 10 años que tiene un coste anual de Euribor + 0,75% pagadero mensualmente. El banco la convence para que entre en un acuerdo swap de tipos de interés para cubrirse del riesgo de ascenso del Euribor cuyo valor ahora mismo, para un mes de plazo, es del 1,75% anual. Sonia pagará en el swap un tipo de interés anual fijo del 3,45% y a cambio recibirá el Euribor. Con estos datos se pide:

a) Cuál es el tipo interés del préstamo que paga cada mes si el Euribor no variase.
b) Si Sonia entra en el acuerdo swap ¿cuál es el coste financiero mensual que afronta al tener el swap más el préstamo si el Euribor se mantiene en el 1,75%? y ¿si se sitúa en el 4%?.

Solución:

a) (Euribor + 0,75%) ÷ 12 = (1,75% + 0,75%) ÷ 12 = 0,208% mensual → 2,529% anual[1]

b) cada mes paga:
(1,75% + 0,75%) ÷ 12 + (3,45% - 1,75%) ÷ 12 = 0,350% mensual o 4,282% anual[2].
(4% + 0,75%) ÷ 12 + (3,45% - 4%) ÷ 12 = 0,350% mensual o 4,282% anual

[1] $1{,}00208^{12}$ - 1 = 2,529% anual. También se podría haber utilizado la capitalización simple: 0,208% x 12 = 2,50% anual.
[2] $1{,}0035^{12}$ -1 = 4,282% anual. También se podría haber utilizado la capitalización simple: 0,35% x 12 = 4,2% anual.

9. Al llegar hoy a la oficina su jefe le comenta que acaban de adquirir a la par 10.000 bonos emitidos por el país de Trántor, que vencen dentro de cinco años exactamente y que pagan un cupón anual del 5% de interés (el tipo de cambio actual de la moneda trantoriana –el Sheldon o TRS- con respecto al euro es de 10 TRS/EUR); su valor nominal es de 100 TRS. Sin embargo, una hora después de realizar la operación el gobierno de Trántor ha anunciado que ante los problemas socioeconómicos del país convoca elecciones para dentro de seis meses exactamente. Los analistas piensan que el actual partido en el gobierno puede renovar su mandato con una probabilidad del 60% pero hay un 40% de que gane la oposición, que ya ha anunciado que si gana procederá a realizar una "quita" o impago del 50% de la deuda (tanto cupones como principal). Con arreglo a esta información se desea saber:

a) Cuál es el precio teórico de los bonos dentro de seis meses suponiendo que las probabilidades anteriores no van a variar (suponga que el *rendimiento hasta el vencimiento* de los bonos que se cobren va a ser del 5% anual si gana el gobierno y del 20% anual si lo hace la oposición).
b) Suponiendo que su empresa decida vender los bonos dentro de seis meses inmediatamente antes de saber el resultado de las elecciones ¿cuál es la rentabilidad esperada de la operación?. Se sabe que el tipo de interés de la Eurozona previsto para dentro de seis meses va a ser del 0,25% anual mientras que el de Trántor se estima alcanzará el 20% en un intento de frenar la "fuga de capitales" ante la posibilidad de que gane el partido opositor.

NOTA: suponga una base de cálculo 30/360 para todos los cálculos.

Solución:

a) Precio del bono dentro de 6 meses:
Escenario 1 (probabilidad 60%): El gobierno revalida su mandato. Los bonos se mantienen a la par porque se van a pagar sus cupones y el principal; además, su *rendimiento hasta el vencimiento* vuelve a ser del 5% anual (lo mismo que el tipo de interés del cupón). En resumen: P = 100 TRS. Esto se puede comprobar mediante el siguiente cálculo:

$$P = \frac{5}{(1+0,05)^{0,5}} + \frac{5}{(1+0,05)^{1,5}} + \frac{5}{(1+0,05)^{2,5}} + \frac{5}{(1+0,05)^{3,5}} + \frac{5+100}{(1+0,05)^{4,5}} = 102,47 \text{ TRS}$$

Este es el precio "sucio"; detrayéndole el cupón corrido, que es 2,5 (que corresponde a medio año exacto), obtendremos el precio "limpio" del bono: 99,97 TRS ≈ 100 TRS

Escenario 2 (probabilidad 40%): La oposición gana. El 50% de la deuda no se paga (tanto intereses como principal), el resto de la deuda tiene un rendimiento hasta el vencimiento del 20% anual. En éste último caso el precio "sucio" es:

$$P = \frac{5}{(1+0,2)^{0,5}} + \frac{5}{(1+0,2)^{1,5}} + \frac{5}{(1+0,2)^{2,5}} + \frac{5}{(1+0,2)^{3,5}} + \frac{5\ +\ 100}{(1+0,2)^{4,5}} = 60,4 \text{ TRS}$$

Como el cupón corrido es 2,5 (que corresponde a medio año exacto), el precio "limpio" es 60,4 - 2,5 = 57,9 TRS

Por otra parte, al haber un 50% de probabilidad de que el bono resulte impagado en su totalidad el precio medio del bono en este escenario será de: 57,9 x 50% = 28,95 TRS

El precio "limpio" del bono medio esperado teniendo en cuenta ambos escenarios será de: 60% x 100 TRS + 40% x 28,95 TRS = **71,58** TRS.

b) Rendimiento esperado en los próximos 6 meses.
En la actualidad. Precio de adquisición de los bonos:
10.000 bonos x 100 TRS/bono x 0,1 EUR/TRS = 100.000 EUR

Dentro de seis meses. Tipo de cambio esperado según la paridad de los tipos de interés (recuerde que los tipos de interés son anuales y necesitamos calcular su valor semestral –utilizo tipo de interés simple-):

$$\text{TRS/EUR} = 10 \text{ TRS/EUR} \times \left(\frac{1\ +\ 0,2/2}{1\ +\ 0,0025/2}\right) = 10,986 \text{ TRS/EUR}$$

Precio de venta de los bonos: 71,58 TRS x 10.000 bonos= 715.800 TRS
Cupón corrido[3]: (2,5 TRS x 10.000 bonos x 60%) + (2,5 TRS x 10.000 bonos x 40%) = 2,5 TRS x 10.000 bonos = 25.000 TRS.
Dinero recibido por la venta dentro de 6 meses: 740.800 TRS que equivalen a 740.800 ÷ 10,986 TRS/EUR = 67.431,28 EUR.

Rendimiento: 67.431,28 ÷ 100.000 – 1 = **-32,57%**

Este resultado tan negativo se debe por un lado a la fuerte caída de la cotización de los bonos de Trántor por el riesgo político (un 39,89%) y a la fuerte depreciación de su moneda (un 110%) debida a los altos tipos de interés que reflejan también el riesgo político.

[3] Recuerde que en el escenario 2 sólo hay un 50% de posibilidades cobrar pero cuando se vendan los bonos el comprador debe pagar sí o sí el cupón corrido.

10. Su día no puede ir peor, después del lío de los bonos ahora su jefe le pide que calcule el precio de un contrato *túnel o collar* a tres meses sobre ACS. Para hacerlo debe comprar 10.000 opciones de venta sobre ACS a un precio de ejercicio de 28 euros y vender el mismo número de opciones de compra a un precio de ejercicio de 32,4 euros. Se sabe que el precio actual de ACS es de 30 euros por acción, que su volatilidad es del 32% anual y que el tipo de interés sin riesgo es del 1% anual.
NOTA IMPORTANTE: Utilice el método binomial con periodos mensuales.

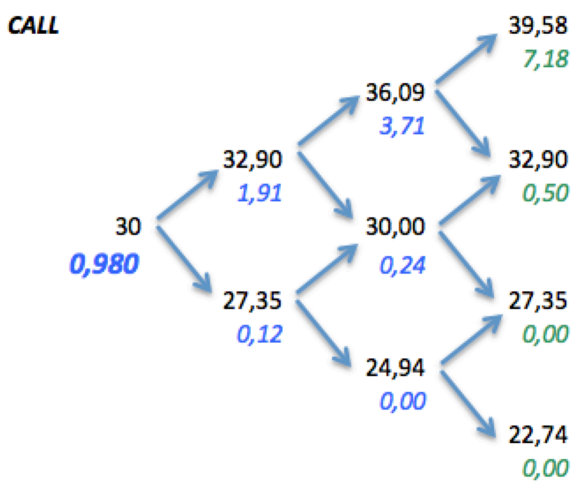
Solución:

Datos básicos para el cálculo de las opciones:
Precio actual de la acción de ACS: 30 euros
Volatilidad anual: 32%
Tipo s/riesgo anual: 1%
Precio ejercicio call: 32
Precio ejercicio put: 28

Datos en forma mensual:
Volatilidad mensual: 32% $(1/12)^{1/2}$ = 9,24%
Tipo de interés sin riesgo mensual: 1%/12 = 0,08%

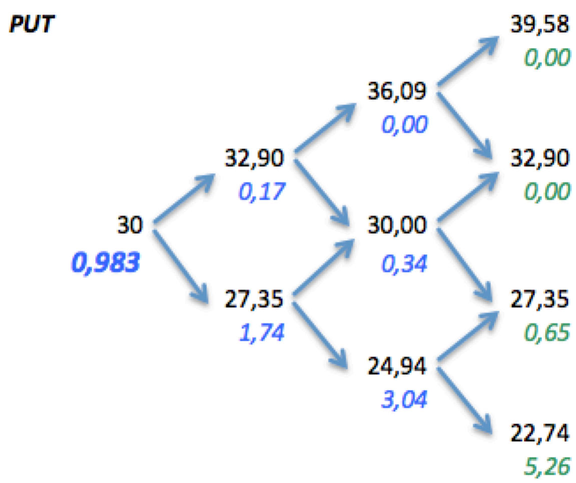
Cálculos:
u = $e^{0,0924}$ = 1,09677718
d = 1/u = 0,911762223
p = (1 + 0,0008 – d) / (u – d) = 48,14%

Árbol binomial de la opción de compra (call)



El valor de la opción de compra es de 0,98 euros. Como se venden 10.000 opciones se recibirán 9.800 euros[4].

El árbol binomial de la opción de venta es:



El valor de la opción de venta es de 0,983 euros. Como se compran 10.000 opciones se pagarán 9.830 euros[5].

Coste del contrato "collar" o túnel:

- Coste de adquirir 10.000 puts: 9.830 euros
- Coste de vender 10.000 calls: 9.800 euros

Pago total: 30 euros[6]

11. Usted desea comprar 1.000 opciones de compra sobre las acciones de Apple. Éstas últimas están cotizando a un precio de 130 dólares/acción; su volatilidad mensual es del 12%. El tipo de interés sin riesgo a un mes de plazo en los Estados Unidos es del 0,12%. Su idea es adquirir opciones que venzan dentro de cuatro meses exactamente y cuyo precio de ejercicio sea de 128 dólares.

Por otra parte y con objeto de financiar su compra anterior usted vende 500 opciones de compra sobre Apple con un precio de ejercicio de 140 dólares y con un plazo de cuatro meses. Se supone que Apple no reparte dividendos. Utilizando el método binomial calcule:

a) Cuántos dólares le cuestan las 1000 opciones de compra.
b) Cuántos dólares le entregarán por la venta de las 500 opciones de compra

[4] El valor exacto de la opción de compra es: 0,980187 ≈ 0,98 euros
[5] El valor exacto de la opción de venta es: 0,98259 ≈ 0,98 euros
[6] Exactamente 25,8 euros.

c) Si el tipo de cambio actual es de 1,12 USD/EUR, ¿cuántos euros deberá pagar en total en la actualidad? (1 punto)

d) ¿Cuál sería el valor en USD de un contrato de futuros sobre las acciones de Apple que vence dentro de cuatro meses? (1 punto)

Solución

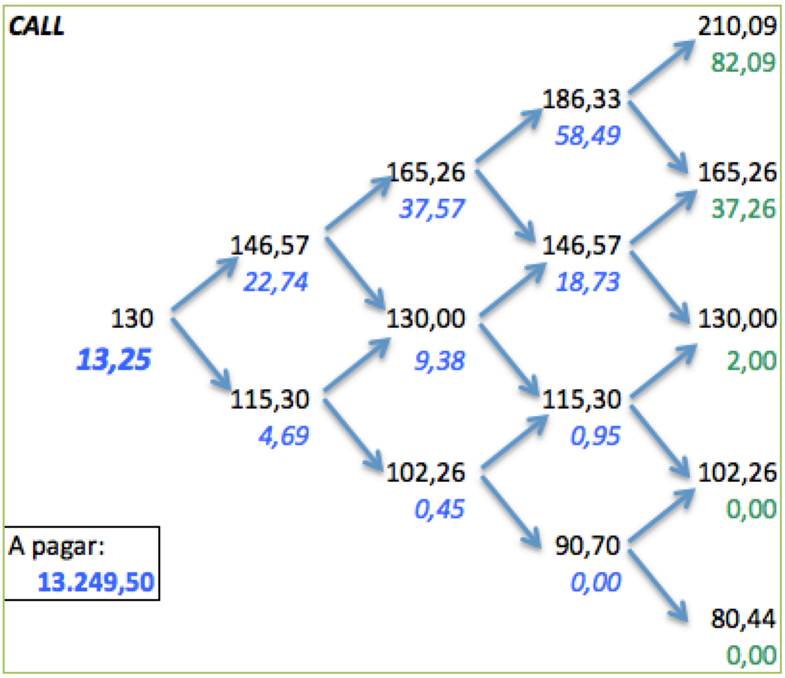
a) Lo primero es valorar una opción de compra sobre Apple (la que se adquiere) con un precio de ejercicio a 4 meses igual a 128 USD que tiene las siguientes características:

Precio	130
Volatilidad mes	12%
Tipo s/riesgo mes	0,12%
P ejerc call	128
Nº opciones:	1.000

Calcularemos los coeficientes de ascenso (u) y descenso (d) junto a las probabilidades neutrales al riesgo:

$u = e^{0,12} = 1,1275$
$d = 1/u = 0,887$
$p = (1+0,0012 - 0,887) \div (1,1275 - 0,887) = 47,50\%$
$1\text{-}p = 52,50\%$

Veremos el proceso de difusión del precio de la acción subyacente a través del árbol binomial correspondiente:



Calcularemos el precio intrínseco de la opción de compra (call) al final de los cuatro meses: 82,09 ; 37,26 ; 2 ; 0 y 0 para los cinco escenarios posibles.

Seguidamente nos moveremos de derecha a izquierda utilizando las probabilidades neutrales al riesgo y la tasa de descuento mensual. Por ejemplo:

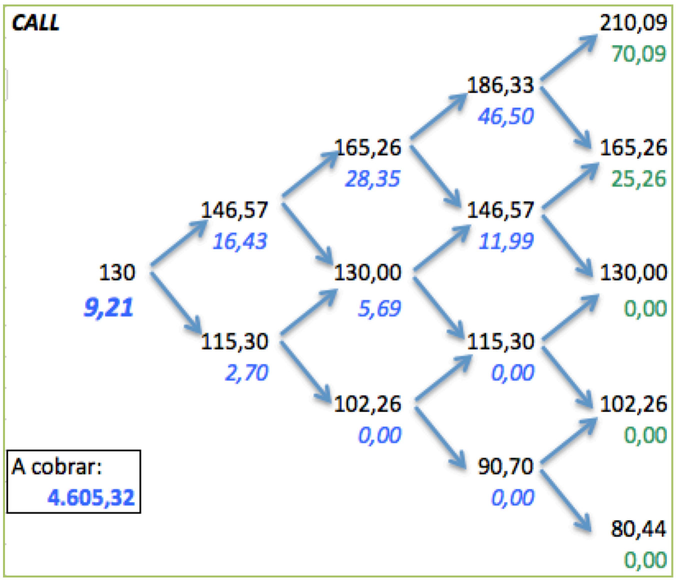
$58{,}49 = [(82{,}09 \times p + 37{,}26 \times (1-p)] \div 1{,}0012$

hasta llegar al momento inicial, lugar dónde obtendremos la prima de la opción: **13,25 USD**. Como adquiere mil opciones pagará: **13.249,50 USD** exactamente.

b) Repetiremos el proceso para la otra opción de compra (la que se vende) con un precio de ejercicio de 140 USD y mismo plazo. Sus características son:

Precio	130			
Volatilidad mes	12%		u =	1,1275
Tipo s/riesgo mes	0,12%		d =	0,8869
P ejerc call	140		p =	47,50%
Nº opciones:	500		1-p =	52,50%

Cuyo árbol binomial es:



El precio de esta opción de compra es de **9,21 USD** y como usted vende 500 recibirá **4.605,32 USD** exactamente.

c)
El coste neto en USD de la operación es: 13.249,50 - 4.605,32 = 8.644,18 USD
El coste neto en EUR es: 8.644,18 USD ÷ 1,12 USD/EUR = **7.718,02 EUR**

d) Contrato de futuros sobre una acción de Apple a 4 meses de plazo:

$130 \times (1{,}0012)^4 =$ **130,63 USD**.

12. Usted posee 10.000 bonos griegos que vencen dentro de cinco años exactamente y cuyo precio de mercado es de 72 euros (nominal: 100) y con una tasa de rendimiento del 14,82% anual.

a) Con los datos anteriores calcule el cupón que paga la emisión.
b) Con la información de que dispone calcule la duración modificada del bono.
c) Usted piensa vender el bono dentro de un año. A qué precio espera venderlo si usted le asigna una probabilidad del 70% a que Grecia ya no pertenecerá a la zona Euro en la fecha de venta del bono, en cuyo caso su rendimiento hasta el vencimiento será del 40% anual. Por el contrario, si Grecia continuase en el euro el rendimiento anual del bono sería del 10% anual.
d) Teniendo en cuenta el punto anterior cuál es el rendimiento anual esperado de la operación (tome como precio de compra del bono los 72 euros actuales y suponga que no hay posibilidad de impago).

Solución:

a) Cálculo del cupón anual del bono (Nota: Los datos de este bono son reales y eran los datos de mercado el día que se puso este examen):

$$72 = \frac{C}{1{,}1482} + \frac{C}{1{,}1482^2} + \frac{C}{1{,}1482^3} + \frac{C}{1{,}1482^4} + \frac{C + 100}{1{,}1482^5}$$

$$72 = C \cdot a_{5|0{,}1482} + \frac{100}{1{,}1482^5} \Rightarrow 72 - 50{,}109 = C \cdot \frac{1-(1{,}1482)^{-5}}{0{,}1482}$$

C = **6,50 euros**

b) Duración modificada:

Año	Cupón	VA (Cupón)	año x VA (Cupón)
1	6,50	5,66	5,66
2	6,50	4,93	9,86
3	6,50	4,30	12,89
4	6,50	3,74	14,97
5	106,50	53,37	266,84
		72,00	310,22

Duración (D) = 310,22 ÷ 72 = 4,31 años
Duración modificada (D*) = 4,31 ÷ 1,1482 = **3,75%**

c)
Escenario 1: Grecia fuera del Euro (Probabilidad: 70%; TIR = 40% anual):

$$P_{esc\ 1} = \frac{6,5}{1,4} + \frac{6,5}{1,4^2} + \frac{6,5}{1,4^3} + \frac{6,5 + 100}{1,4^4} = 38,06\ €$$

Escenario 2: Grecia dentro del Euro (Probabilidad: 30%; TIR: 10% anual):

$$P_{esc\ 2} = \frac{6,5}{1,1} + \frac{6,5}{1,1^2} + \frac{6,5}{1,1^3} + \frac{6,5 + 100}{1,1^4} = 88,91\ €$$

Precio dentro de un año: 38,06 € x 70% + 88,91 € x 30% = **53,31 €**

d)
Precio de compra: 72€
Precio de venta: 53,31€
Cupón recibido dentro de un año: 6,5€
Rendimiento: 72 x (1 + r) = 53,31 + 6,5 → **r = -16,92%**