



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de
fin de grado

Análisis de una
estrategia con
opciones sobre
acciones: *Strap*

Anna Shulyakovskaya

Tutor: Marcos Vizcaíno González

Grado en Administración y Dirección de Empresas

Ano 2016

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la estrategia con opciones sobre acciones conocida por el nombre de *strap*. El análisis se realiza a partir de dos casos reales utilizando para su implementación la hoja de cálculo como herramienta de valoración financiera. Se comienza por presentar el marco teórico de las opciones financieras, que sirve de base para el desarrollo del resto del trabajo. En él se ven los tipos básicos de opciones, sus funciones y características, así como diversos modelos para valorar la prima. En la parte empírica, el análisis de sensibilidad permite ver el orden de relevancia de los factores influyentes en dicha prima. Además, en el estudio del *strap* largo aplicado a la empresa FCC, se comprueba que se obtienen mayores beneficios cuando el precio del subyacente experimenta fuertes oscilaciones, lo que implica que es una estrategia de alta volatilidad. También se demuestra que la variante del *strap* corto aplicada a Gas Natural sale beneficiada cuando el precio del subyacente coincide con el *strike*. El aprendizaje en este trabajo ha sido amplio y se ha desarrollado gracias a la aplicación de conocimientos teórico - prácticos, ayudando a desarrollar la capacidad de emitir juicios y a abrir el camino en el campo financiero, realizando reflexiones sobre los casos analizados, y utilizando una hoja de cálculo en la que se profundiza como herramienta para la toma de decisiones.

Palabras clave: opciones financieras; Black – Scholes; *strap*; prima.

Abstract

The objective of this project is to analyze an strategy with stock options known as strap. The analysis is carried out based on real cases, and using for this purpose the spreadsheet as a tool for financial valuation. First, the theoretical framework of the financial options is used as a basis for the development of this project, explaining the basic types of options, their functions and characteristics, as well as diverse models for valuing the premium. In the empirical chapter, the analysis of sensibility allows ordering the factors that influence the premium according to their importance. In the study of the long strap, it can be observed that greater margins are obtained when the underlying price undergoes strong oscillations, which implies that it is a strategy for a highly volatile environment. It is also shown that the short strap benefits to a greater degree when the underlying price coincides with the strike. The learning through this project is wide and it is developed due to the application of theoretical-practical concepts, helping to acquire the capacity of giving opinions and opening a path into the financial field, by carrying out reflexions on the analysed cases, and using a spreadsheet that allows for a greater base of analysis, and which is a suitable tool for decision making processes.

Keywords: financial options; Black-Scholes; *strap*; premium.

Índice

Introducción.....	8
1. Opciones financieras	11
1.1 Tipos de opciones.....	13
1.1.1 Opciones de compra – Opciones <i>call</i>	13
1.1.2 Opciones de venta – Opciones <i>put</i>	14
1.2 El precio de la opción: prima	15
1.2.1 Modelo de Black - Scholes sin dividendos.....	17
1.2.2 Las griegas	19
1.2.3 Modelo de Black - Scholes con dividendos	23
1.2.4 El modelo binomial.....	24
1.3 Análisis de una estrategia con opciones: <i>strap</i>	28
1.3.1 <i>Strap</i> largo	28
1.3.2 <i>Strap</i> corto	29
1.3.3 Las griegas del <i>strap</i>	30
2. Análisis de casos	33
2.1 Caso 1: <i>Strap</i> largo sobre FCC	33
2.1.1 Descripción de los datos	33
2.1.2 Valoración de la estrategia	36
2.1.3 Análisis de sensibilidad con simulación	40
2.1.4 Análisis del resultado y contrastes de hipótesis.....	43
2.2 Caso 2: <i>Strap</i> corto sobre Gas Natural.....	46
2.2.1 Descripción de los datos	47
2.2.2 Valoración de la estrategia	48
2.2.3 Análisis de sensibilidad con simulación	52
2.2.4 Análisis del resultado con contrastes de hipótesis.....	55
3. Implementación del trabajo en la hoja de cálculo.....	58
Conclusiones	63
Bibliografía.....	66
Índice analítico.....	68

Índice de figuras

Figura 1. Derechos y obligaciones en las opciones.	12
Figura 2. Posición larga y corta en opciones <i>call</i>	14
Figura 3. Posición larga y corta en opciones <i>put</i>	14
Figura 4. Variaciones en el precio del activo subyacente.	25
Figura 5. Árbol de decisión del precio de la opción.	27
Figura 6. <i>Strap</i> largo.	29
Figura 7. <i>Strap</i> corto.	30
Figura 8. El perfil del riesgo y las griegas en el <i>strap</i>	31
Figura 9. Cotización de las acciones de FCC.	34
Figura 10. El reparto de las opciones entre europeas y americanas.	34
Figura 11. La evolución de la prima en opciones de FCC.	35
Figura 12. La evolución de volatilidad en opciones de FCC.	35
Figura 13. El perfil de resultados del <i>strap</i> largo sobre FCC.	38
Figura 14. Las griegas del <i>strap</i> largo sobre FCC.	39
Figura 15. La distribución de variables en el análisis de sensibilidad.	40
Figura 16. Resultados de simulación.	41
Figura 17. Análisis de sensibilidad de prima y delta.	42
Figura 18. Análisis de sensibilidad de vega y gamma.	42
Figura 19. Análisis de sensibilidad de rho y theta.	43
Figura 20. Resultado de estrategia y evolución del subyacente.	43
Figura 21. Cotización de las acciones de Gas Natural.	47
Figura 22. La evolución de la prima en opciones de Gas Natural.	47
Figura 23. La evolución de volatilidad en opciones de Gas Natural.	48
Figura 24. El perfil de resultados del <i>strap</i> corto sobre Gas Natural.	51
Figura 25. Las griegas del <i>strap</i> corto sobre Gas Natural.	52
Figura 26. Resultados de simulación.	53
Figura 27. Análisis de sensibilidad de prima y delta.	53
Figura 28. Análisis de sensibilidad de vega y gamma.	54
Figura 29. Análisis de sensibilidad de rho y theta.	54
Figura 30. Resultado de estrategia y evolución del subyacente.	55
Figura 31. Índice.	58

Figura 32. Tabla y gráfico dinámico.	59
Figura 33. La entrada de datos, marco y barra de desplazamiento.	59
Figura 34. Cifras críticas agrupadas en bloques.	60
Figura 35. El perfil de estrategia y casillas de verificación.	60
Figura 36. Gráfico de las griegas y lista desplegable.	61
Figura 37. Cálculo de la prima y las griegas.	61
Figura 38. Cálculo del perfil de resultados.	62
Figura 39. Cálculo del gráfico de las griegas.	62
Figura 40. Evolución del resultado de estrategia.	62

Índice de tablas

Tabla 1. Cuatro posiciones básicas en opciones.	15
Tabla 2. El funcionamiento de la prima entre comprador y vendedor.	16
Tabla 3. Influencia de las variables en el valor de la prima.	17
Tabla 4. Delta de <i>call</i> y <i>put</i>	20
Tabla 5. Las griegas para opciones <i>call</i> y <i>put</i> en el modelo sin dividendos.	22
Tabla 6. Las griegas para opciones <i>call</i> y <i>put</i> en el modelo con dividendos.	24
Tabla 7. Resultado del <i>strap</i> largo.	29
Tabla 8. Resultados del <i>strap</i> corto.	30
Tabla 9. El reparto de las opciones entre <i>call</i> y <i>put</i>	34
Tabla 10. Datos iniciales <i>strap</i> largo.	36
Tabla 11. Las cifras críticas del <i>strap</i> largo sobre FCC.	37
Tabla 12. El cálculo de las griegas del <i>strap</i> largo.	38
Tabla 13. Medidas de estadística descriptiva.	44
Tabla 14. Contraste de igualdad de varianzas.	45
Tabla 15. Contraste de igualdad de medias.	46
Tabla 16. El reparto de las opciones entre <i>call</i> y <i>put</i> y europeas y americanas.	48
Tabla 17. Datos iniciales <i>strap</i> corto.	49
Tabla 18. Las cifras críticas del <i>strap</i> corto sobre Gas Natural.	49
Tabla 19. El cálculo de las griegas del <i>strap</i> corto.	50
Tabla 20. Medidas de estadística descriptiva.	56
Tabla 21. Contraste de igualdad de varianzas.	57
Tabla 22. Contraste de igualdad de medias.	57

Introducción

Los productos derivados son instrumentos financieros cuyo valor deriva de la evolución de los precios de otros activos, denominados activos subyacentes. Los subyacentes utilizados puede ser muy variados: acciones, carteras de acciones, valores de renta fija, divisas, tipos de interés, índices bursátiles, materias primas y productos más sofisticados. La diferencia respecto a las operaciones habituales, donde el intercambio del producto por su precio se realiza en el momento, un derivado es un pacto cuyos términos se fijan hoy, pero la transacción se hace en una fecha futura (CNMV, 2006).

Hoy en día existe una gran variedad de derivados financieros, entre los cuales se encuentran los siguientes: contratos a plazo o *forwards*, futuros y opciones financieras, *warrants*, y permutas financieras o *swaps*. La principal finalidad de estos contratos es cubrir el riesgo asociado a la evolución del precio de un activo que todo inversor asume, bien cuando posee ya ese activo y una caída de su valor le produce pérdidas, o bien cuando en lugar de realizar su compra hoy prefiere esperar un tiempo creyendo que su precio va a caer y finalmente se produce una evolución al alza, teniendo que pagar más que si lo hubiera adquirido al principio. Los contratos derivados son instrumentos con los que es posible manejar este riesgo principalmente de dos maneras (CNMV, 2006):

- Ayudando a reducirlo en las llamadas operaciones de cobertura, en las que ya se posee el activo y se desea una protección frente a los movimientos adversos de los precios.
- Como una inversión más, en la que el inversor apuesta por la dirección y amplitud del recorrido que va a tomar el precio de un activo durante un periodo.

Entre sus funciones principales, también se destacan las operaciones de arbitraje y especulación. En las operaciones de arbitraje el inversor adquiere un producto financiero en un mercado a un precio para revenderlo en otro mercado diferente por un

precio superior. Las operaciones de especulación son operaciones con riesgo y se utilizan con el fin de obtener un beneficio futuro (Pindado García & Abínzano Guillén, 2012).

En la actualidad, los derivados financieros se consideran de gran utilidad para la gestión empresarial y financiera de todas aquellas empresas que por operar en un escenario abierto se ven empujadas a conocer y atenuar los distintos riesgos a que se ven sometidas: de precios, tipos de interés, tipos de cambio, crédito, y liquidez, entre otros. Las cuatro últimas décadas se han caracterizado por unas fuertes fluctuaciones en los tipos de cambio, así como los cambios bruscos en las cotizaciones de las acciones (Herranz, 2001).

La principal ventaja que ofrecen las opciones financieras frente a otros instrumentos es su opcionalidad, es decir, la posibilidad de llevar a cabo o no la operación, en función de cual haya sido la evolución del precio del subyacente. Las opciones no derivan una obligación para el comprador, a diferencia de otros derivados, como los futuros (Casanovas, 2014).

Entre otros aspectos, las opciones se caracterizan por su flexibilidad, lo que se materializa en la posibilidad de combinar las estrategias básicas dando lugar a estrategias complejas que tienen por objetivo anticiparse a la tendencia del mercado, entre los cuales cabe destacar (Casanovas, 2014):

- *Straddle*: consiste en la compra o venta simultánea de una opción de compra y una opción de venta sobre el mismo activo subyacente, con el mismo vencimiento y precio de ejercicio.
- *Strap*: consiste en la compra o venta de dos opciones de compra y una opción de venta sobre el mismo activo subyacente, con el mismo vencimiento y precio de ejercicio.
- *Strip*: consiste en la compra o venta de una opción de compra y dos opciones de venta sobre el mismo activo subyacente, con el mismo vencimiento y precio de ejercicio.

El objetivo general del trabajo es analizar una de las estrategias más populares llamada *strap*, cuya elección se hizo siguiendo instrucciones del tutor. Este objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

1. Desde el punto de vista teórico, ampliar y consolidar conocimientos en el área de las opciones financieras, con especial atención a los modelos de valoración, haciendo hincapié en las variables relevantes y en las medidas de sensibilidad, tanto de las opciones individuales como de la estrategia elegida.
2. Desde el punto de vista práctico, reunir, organizar e interpretar datos relevantes acerca de casos reales, que permitan realizar una aplicación práctica de la estrategia elegida, con el ánimo de emitir juicios que incluyan una reflexión acerca de la idoneidad, conveniencia y utilidad de dicha estrategia.
3. Implimentar la estrategia analizada en la hoja de cálculo profundizando en el manejo de la misma como herramienta de valoración financiera y apoyo a la toma de decisiones, así como soporte tecnológico de un modelo que permita organizar la información y que facilite la presentación de resultados y la extracción de conclusiones de índole financiera.

El resto del trabajo se estructura como sigue. La primera sección es el marco teórico, donde se abarcan las principales funciones y características de las opciones financieras, los tipos básicos, la prima y los modelos de valoración, así como las variantes de la estrategia *strap*. En la segunda sección, se analizan dos casos reales: el primero trata de la compra de las opciones sobre las acciones de la empresa Fomento de Construcciones y Contratas (FCC), y el segundo sobre la venta de las opciones sobre acciones de Gas Natural. La tercera sección consiste en la implimentación en hoja de cálculo del prototipo de un modelo, utilizando diferentes recursos como gráficos y tablas dinámicas, entre otros. Por último, se ofrecen una serie de conclusiones acerca de los objetivos generales y específicos, así como la valoración personal del trabajo y sus limitaciones.

1. Opciones financieras

Una opción es un contrato que otorga a su comprador el derecho, pero no la obligación, a comprar o vender una determinada cuantía del activo subyacente, a un precio determinado llamado precio de ejercicio (*strike*), y en un momento del tiempo estipulado (CNMV, 2006).

En esta definición están incluidos los elementos básicos de una opción financiera, entre los cuales cabe destacar los siguientes (Pindado García & Abínzano Guillén, 2012):

- Derecho: puede ser de compra o venta, y para obtenerlo el comprador paga una cantidad llamada prima o precio de la opción.
- Precio de ejercicio (*strike price, X*): es el precio al que se acuerda comprar o vender el activo subyacente.
- Subyacente (*underlying asset*): es el activo sobre el que se emite la opción. Pueden ser acciones, índices de mercado, tipos de interés, divisas, futuros y cualquier otro subyacente para el que se pueda negociar una opción.
- Fecha de ejercicio (*expiration date, T*): es aquella en la que el tenedor de la opción puede ejercitarla o no, según la cual se diferencia entre:
 - Opciones americanas que pueden ejercitarse en cualquier momento.
 - Opciones europeas, que solo pueden ejercerse en la fecha de vencimiento.

En la actualidad las opciones negociadas en MEFF (Mercado Español de Opciones y Futuros Financieros) son de tipo americano cuando el subyacente son acciones, y de tipo europeo cuando es el IBEX 35 (CNMV, 2006).

Figura 1. Derechos y obligaciones en las opciones.

Opciones	Comprador	Vendedor
<i>Call</i>	Derecho a comprar el subyacente A cambio, abona una prima	Obligación a entregar el subyacente A cambio, percibe una prima
<i>Put</i>	Derecho a vender el subyacente A cambio, abona una prima	Obligación a recibir el subyacente A cambio, percibe una prima

Fuente: Elaboración propia a partir de Piñeiro y De Llano (2009).

Las opciones financieras pueden ser negociadas en mercados organizados y no organizados denominados *over the counter* (OTC). Los contratos negociados en mercados organizados están plenamente estandarizados en términos de vencimiento, precio de ejercicio, así como tipo de opción. En cuanto a la fluctuación de precios de las opciones en mercados organizados, existen siempre límites mínimos, y en algunos también límites máximos. En general, es más seguro, fácil y rápido tomar y cerrar posiciones en los mercados organizados, aunque los costes de transacción pueden ser mayores. Los mercados no organizados (OTC) se caracterizan por una fuerte presencia de las instituciones financieras, las cuales unas veces actúan como emisoras de opciones mientras que en otras actúan como compradoras. En general, los bancos son los que emiten las opciones y las empresas quienes las adquieren. Su principal ventaja es que se trata de operaciones diseñadas a medida en cuanto al importe, fechas y otras características contractuales. Los mercados OTC, en general, no están sometidos a ningún tipo de regulación, o lo están en menor medida. El éxito de los mercados organizados de opciones debe atribuirse a su estructura, la cual brinda seguridad, transparencia y liquidez a las operaciones en ellos realizadas. Las cámaras de compensación de los distintos mercados organizados de opciones suelen estar constituidas por sólidas instituciones financieras y solventes sociedades de inversión, las cuales otorgan la seguridad necesaria para el buen funcionamiento del mercado (Pindado, 2012).

1.1 Tipos de opciones

Según el derecho que otorga:

- Opciones de compra – Opciones *call*
- Opciones de venta – Opciones *put*

1.1.1 Opciones de compra – Opciones *call*

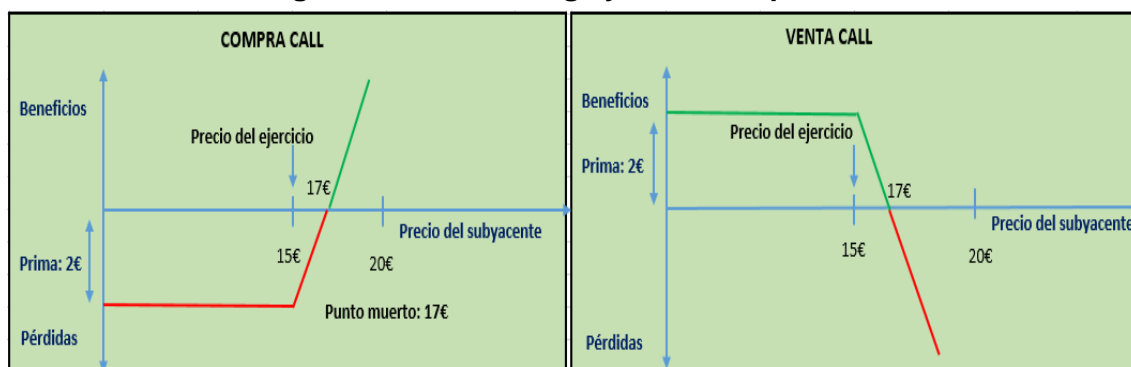
El comprador de una opción tiene el derecho, y no la obligación, de comprar el activo subyacente en el plazo establecido en el contrato y al precio pactado de ejercicio (*strike*), mientras que el vendedor de la *call* asume la obligación de corresponderle. Para adquirir este derecho, el comprador tiene que pagar una prima al vendedor. Se dice que los compradores tienen posiciones largas y que los vendedores tienen posiciones cortas (Hull, 2009).

El comprador de la opción de compra tiene expectativas alcistas, es decir, espera que el precio del activo subyacente suba en el mercado. Llegada la fecha de vencimiento, si el valor del subyacente es superior al precio del ejercicio fijado en el contrato, ejercerá su opción de compra, en cuyo caso se dice que la opción está *in the money* (ITM) o dentro de dinero. Por el contrario, si el precio del subyacente es inferior al precio del ejercicio fijado en el contrato, el inversor no ejercerá su opción de compra y perderá la prima, en cuyo caso se dice que la opción está *out the money* (OTM) o fuera de dinero. Cuando el precio de ejercicio coincide con el precio del subyacente, al inversor le será indiferente ejercer su derecho o no, en cuyo caso se dice que la opción está *at the money* (ATM) o en dinero (Hull, 2009).

Para que el comprador obtenga beneficios, la opción debe ejercerse y, además debe obtenerse una plusvalía suficiente para compensar la prima. Por ejemplo, si se contrata una *call* con un precio de ejercicio de 15€ y una prima de 2€, el punto a partir del cual se obtiene beneficio, conocido como punto muerto, será el resultado de sumar el precio de ejercicio y la prima (15 + 2). Una vez que el precio del subyacente supere el punto muerto, las ganancias serán potencialmente ilimitadas. En cambio, las pérdidas del comprador estarán limitadas a la prima y se obtienen cuando la opción está fuera de dinero, es decir, para precios inferior al 15€.

El vendedor de la opción de compra cobra del comprador la prima en el momento de la formalización del contrato y, a cambio está asumiendo la obligación de entregar el activo subyacente si el comprador lo requiere. A medida que el precio del subyacente sea mayor que el de ejercicio en el momento del vencimiento, menos ventajosa será la operación para el vendedor, ya que tiene la obligación de entregar al precio de ejercicio un activo que vale más en este momento, debiendo asumir las pérdidas ocasionadas. Así, la venta de una *call* supone ganancias limitadas a la prima, en caso de que la opción no se ejerza, y la posibilidad de pérdidas ilimitadas si termina ejerciéndose (CNMV, 2006).

Figura 2. Posición larga y corta en opciones *call*.

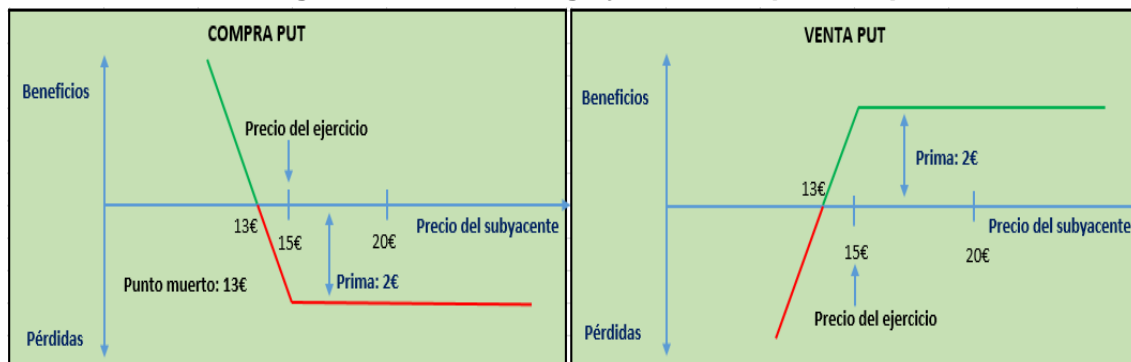


Fuente: Elaboración propia.

1.1.2 Opciones de venta – Opciones *put*

En una opción de venta u opción *put*, el comprador tiene derecho, aunque no la obligación, de vender el subyacente a un precio fijado en la fecha de vencimiento. El vendedor de una *put* asume la obligación de corresponderle y cobra la prima.

Figura 3. Posición larga y corta en opciones *put*.



Fuente: Elaboración propia.

El comprador de la opción de venta tiene expectativas bajistas, es decir, ejercerá su opción cuando el precio del subyacente sea inferior al precio del ejercicio, en cuyo caso la opción estará dentro de dinero. Cuando el precio del subyacente supera al precio de ejercicio, el comprador de la *put* no ejercerá su derecho y perderá la prima, en cuyo caso se dice que la opción está fuera de dinero (CNMV, 2006).

El vendedor de la *put*, a cambio de cobrar la prima en el momento de formalización de la operación, estará obligado a comprar el activo subyacente en todos aquellos casos en los que el comprador ejerza su opción. El vendedor de la opción *put* obtiene beneficio cuando el precio del subyacente supera al precio de ejercicio. Siguiendo el ejemplo anterior, la ganancia estará representada por el valor de 2€ cuando el precio del subyacente supere al precio del ejercicio. Por el contrario, cuando el precio del subyacente desciende por debajo del precio del ejercicio, el vendedor entrará en pérdidas (CNMV, 2006).

Comprando una opción *call* o *put*, el inversor se protege del riesgo que se deriva de las fluctuaciones experimentadas en el precio del activo subyacente, limitando sus pérdidas a la prima mientras que sus ganancias serán ilimitadas. Por su parte, el perfil de resultados del vendedor es el contrario.

Tabla 1. Cuatro posiciones básicas en opciones.

	Prima	Aceptación	Expectativas	Beneficios	Pérdidas
<i>Compra de call</i>	Paga	Derecho	Alcista	Ilimitados	Limitadas a la prima
<i>Venta de call</i>	Cobra	Obligación	Bajista	Limitados a la prima	Ilimitadas
<i>Compra de put</i>	Paga	Derecho	Bajista	Ilimitados	Limitadas a la prima
<i>Venta de put</i>	Cobra	Obligación	Alcista	Limitados a la prima	Ilimitadas

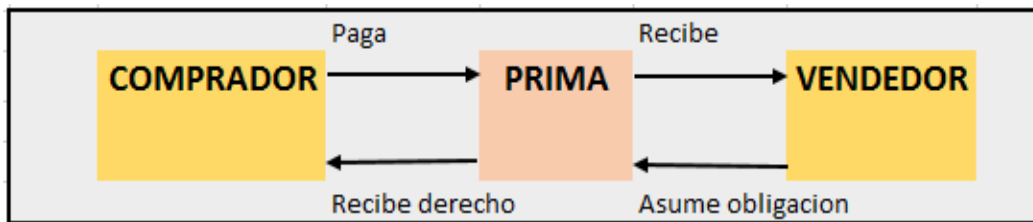
Fuente: Elaboración propia a partir de CNMV (2006).

1.2 El precio de la opción: prima

La prima es el precio de la opción que paga el comprador y que cobra el vendedor. Según la Comisión Nacional del Mercado de Valores (2006), el precio de una opción tiene dos componentes: el valor intrínseco y el valor extrínseco o temporal.

$$\text{Prima} = \text{Valor intrínseco} + \text{Valor temporal}$$

Tabla 2. El funcionamiento de la prima entre comprador y vendedor.



Fuente: Elaboración propia a partir de CNMV (2006).

- El valor intrínseco de la opción es la diferencia entre el precio del subyacente en el mercado y el precio de ejercicio; en otras palabras, es la plusvalía que se obtendría al ejercer la opción de modo inmediato (si ello fuese posible) y sin contar la cantidad pagada por la prima (Hull, 2009).
- El valor temporal es la diferencia entre el precio de la opción (prima) y el valor intrínseco (CNMV, 2006).

A continuación se presentan los factores que influyen en la prima, que son los siguientes:

- El precio actual de la acción (S_0). Un incremento en el precio del subyacente provocará un aumento en el valor de la prima en el caso de una *call*, y una disminución en el caso de una *put* (Piñeiro & De Llano, 2010).
- El precio de ejercicio (K). Las opciones *call* con un precio de ejercicio más alto valen menos que las de precio de ejercicio más bajo, y en las opciones *put* el efecto es el contrario (Casanovas, 2014).
- El tiempo al vencimiento (T). Cuanto mayor sea el periodo comprendido entre la firma del contrato y el vencimiento de la opción, más elevada será la prima tanto para *call* como para la *put*, ya que el tenedor de la opción dispone de mayor tiempo para que la opción entre en zona de ejercicio (Casanovas, 2014).
- La volatilidad del activo subyacente (σ). A mayor volatilidad del activo mayor será la incertidumbre y mayor será la prima. La volatilidad se puede calcular adoptando dos enfoques diferentes: volatilidad histórica o volatilidad implícita. La volatilidad histórica es la desviación típica de los valores históricos. La volatilidad implícita es publicada por MEFF y se calcula en función del valor de la prima (Casanovas, 2014).

- El tipo de interés (r). Una subida del tipo de interés disminuirá el valor actual del precio de ejercicio y aumentará el valor de la prima de una *call*. En cambio, el valor de una *put* se verá reducido (CNMV, 2006).
- Los dividendos esperados durante la vida de la opción (q). Los dividendos generan un descenso en el precio de la acción en la fecha ex-dividendo, ocasionando un efecto negativo en la prima de la opción de compra y positivo en la opción de venta (Hull, 2009).

En la Tabla 3, se puede observar el impacto que tienen estas variables sobre la prima. El signo positivo indica una relación directa entre las variables (por ejemplo, cuanto mayor es el precio del subyacente, mayor será el valor de la prima de una *call*). El signo negativo indica una relación indirecta entre las variables (cuanto mayor es el precio del subyacente, menor será la prima de una *put*).

Tabla 3. Influencia de las variables en el valor de la prima.

Variable	Opción de compra	Opción de venta
1. Precio subyacente	+	-
2. Precio de ejercicio	-	+
3. Tiempo al vencimiento	+	+
4. Volatilidad	+	+
5. Tipo de interés	+	-
6. Dividendos esperados	-	+

Fuente: Elaboración propia a partir de Casanovas (2014).

1.2.1 Modelo de Black - Scholes sin dividendos

En la actualidad existen varios modelos para la determinación del valor teórico de una opción. El más antiguo pero a la vez más utilizado es el de Fisher Black y Myron Scholes, publicado en 1973 en la revista *Journal of Political Economy*, un año después de haber sido formulado (Black & Scholes, 1973). Este método fue concebido inicialmente para opciones europeas sobre acciones, y adaptado en 1983 a las opciones europeas sobre divisas por Garman y Kohlagen (Casanovas, 2014).

El modelo empleado para el desarrollo del valor de la prima considera los siguientes supuestos (Black & Scholes, 1973):

- La distribución de probabilidad del precio de la acción que se asume como subyacente es logaritmico normal.
- La acciones no paga dividendos.
- El tipo de interés sin riesgo es conocido y se considera constante.
- Se trata de un mercado de negociación continua.
- No existen oportunidades de arbitraje
- Ausencia de impuestos y costes de transacción.

El cálculo del modelo se basa en la capitalización continua, donde los intervalos de tiempo son infinitamente pequeños, a diferencia de la capitalización compuesta donde se puede capitalizar por períodos discretos: años, meses, semestres, etc. Partiendo de la fórmula de la capitalización compuesta:

$$(1 + i)^n = (1 + i_m)^{mn} = \left(1 + \frac{i_m}{m}\right)^{mn} \quad (1)$$

Donde n son los periodos de tiempo y mn son períodos fraccionados. Si el número de fracciones en las que se divide el año es cada vez más grande, los intervalos de tiempo se hacen cada vez más pequeños, por lo tanto, a medida que m tiende hacia infinito, la frecuencia de la capitalización aumenta hasta convertirse en el límite en una capitalización continua. De este modo se concluye que la capitalización continua es el limite de la capitalización compuesta (Pindado García & Abínzano Guillén, 2012).

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{i_m}{m}\right)^{mn} = e^{\ln(1+i_m)^n} = e^{rn} \quad (2)$$

La ecuacion del modelo de Black – Scholes se expresa de la siguiente forma:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (3)$$

Según esta ecuación el valor de la prima (f) depende de las siguientes variables:

- t , tiempo
- S , precio del activo subyacente
- r , tipo de interés
- σ , volatilidad del activo subyacente

A continuación se presenta la solución de la ecuación de Black–Scholes sin dividendos:

$$c = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad (4)$$

$$p = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (5)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (6)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (7)$$

La ecuación número 4 muestra la estimación del precio teórico de la prima de una opción *call*, y la ecuación número 5 presenta la estimación de la prima para una opción *put*. Entre las dos soluciones existe una relación que se conoce como paridad *put-call*, donde el precio de la *call* se puede calcular en función del precio de la *put*, y mientras que se verifique esta paridad se previene que aparezca el arbitraje (Hull, 2009).

$$p - c = K \cdot e^{-rT} - S \quad (8)$$

1.2.2 Las griegas

Existe un conjunto de medidas que describen la sensibilidad de la prima de una opción frente a las modificaciones que se producen en las variables que la determinan, asumiendo que el resto de los factores permanecen constantes. Estas medidas se conocen como las griegas (Casanovas, 2014).

La delta de una opción (Δ) se define como la tasa de cambio del precio de la opción con respecto al precio del activo subyacente (Hull, 2009). Para una opción *call*, cuanto mayor es el precio del subyacente mayor es la prima a pagar. En cambio para una opción *put*, a medida que el precio del subyacente disminuye, el valor de la prima es menor (Casanovas, 2014). La relación se calcula por medio de la derivada primera del valor de la opción con respecto a las variaciones del activo subyacente:

$$\Delta = \frac{\partial f}{\partial S} \quad (9)$$

Por ejemplo, una delta de 0,30 sobre una *call* de una acción X indicará que una variación de un punto porcentual en el precio de dicha acción ocasiona una variación del precio de la opción de compra de 0,30 puntos porcentuales. El valor de la delta para las opciones *call* y *put* está comprendida entre [0; 1] y [0; -1], respectivamente.

Cuando una opción *call* está *in the money* su delta se aproximará a 1, y una variación de un punto en el precio del activo subyacente se traducirá en una variación de un punto en la prima de la opción, siendo la probabilidad de ejercicio de la opción, en este caso, elevada. Contrariamente, si una opción *call* está *out the money*, su delta estará próxima a 0, ya que una pequeña variación en el precio del activo subyacente no provocará prácticamente ninguna variación en el valor de la prima. Por último, si la opción está *at the money*, el valor de la delta se acercará a 0,5, es decir, una variación de un punto en la cotización del activo subyacente implicará una variación de 0,5 puntos en la prima de la opción, ya que la probabilidad de que la opción se ejerza se sitúa en torno al 50%. El valor de delta aumentará a medida que nos vayamos acercando al vencimiento de la opción y a medida que aumente la volatilidad del activo subyacente (Casanovas, 2014).

Si la opción *put* está *in the money* su delta estará próxima a -1 y si está *out the money* su delta se aproximará a 0, siendo la probabilidad de que la opción se ejerza muy reducida. La delta tendrá un valor cercano a -0,5 cuando el *put* se halle *at the money* (Casanovas, 2014).

La delta de una opción está afectada directamente por las oscilaciones del precio de la acción, por lo que es una de las griegas más populares. En la Tabla 3 se puede ver el valor que toma la delta de una *call* y *put* en diferentes situaciones.

Tabla 4. Delta de *call* y *put*.

Delta		
	<i>Call</i>	<i>Put</i>
<i>In the money</i>	1	-1
<i>At the money</i>	0,5	-0,5
<i>Out the money</i>	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de Hull (2009).

La gamma (Γ) relaciona un cambio en el precio del activo subyacente en el mercado de contado con la variación de delta. Así, mide la rapidez en los cambios de la delta. Este coeficiente se calculará como la derivada primera de delta (Casanovas, 2014).

$$\Gamma = \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \quad (10)$$

La gamma expresará lo que aumenta o disminuye la delta de la opción si el precio del activo subyacente aumenta o disminuye. Así, por ejemplo, si una opción de compra tiene una delta de 0,6 y una gamma de 0,02, un incremento de un punto en el precio del activo subyacente aumentará la delta a 0,62, y una disminución del precio del activo subyacente en un punto hará que la delta se reduzca a 0,58. Todas las opciones, ya sean *call* o *put*, tiene una gamma positiva. El valor de gamma solamente será negativo cuando se trate de la venta de una *call* o *put* (Casanovas, 2014).

La theta (θ) indica la sensibilidad del precio de la opción frente a una variación del tiempo. Se mide mediante la derivada del valor de la opción con relación al tiempo de vida que le queda hasta su expiración. Cuanto mayor sea el plazo, mayor será la prima (Casanovas, 2014).

$$\theta = \frac{\partial f}{\partial t} \quad (11)$$

La vega (v) relaciona la variación en la volatilidad con el valor de opción, permaneciendo el resto de los elementos constantes, es decir, indica la sensibilidad del precio de una opción a cambios en la volatilidad, entendiendo por volatilidad la variabilidad en la obtención del rendimiento del activo subyacente, la cual se suele medir mediante la desviación típica. La vega se calcula mediante la derivada primera del precio de la opción con la relación a la volatilidad, e indica la variación del precio de la opción cuando la volatilidad del activo subyacente se incrementa en una unidad (Casanovas, 2014):

$$v = \frac{\partial f}{\partial \sigma} \quad (12)$$

Por ejemplo, si la vega es 0,1, y la volatilidad de una acción es del 15% se deduce que el precio de la opción se incrementará en 0,1% cuando la volatilidad pase del 15% al 16%. Todas las opciones tienen una vega positiva, ya que un aumento de la volatilidad producirá un incremento de las primas, e inversamente, una disminución de la volatilidad provocará un decremento de las primas. En general, cuanto más próximo esté el vencimiento de la opción mayor será la disminución que experimente el coeficiente vega, siendo nulo en el vencimiento. Contrariamente, el coeficiente vega será tanto mayor cuanto mayor sea el plazo que falte hasta el vencimiento (Casanovas, 2014).

La rho aquí (ρ) indica la sensibilidad del precio de la opción frente a variaciones del tipo de interés. Se mide mediante la derivada parcial de la prima con respecto al tipo de interés (Casanovas, 2014):

$$\rho = \frac{\partial f}{\partial i} \quad (13)$$

En las opciones *call*, si el tipo de interés aumenta, el valor de la prima tiende a aumentar, y rho será positiva. Contrariamente, en las opciones *put*, el valor de rho será negativo, ya que un incremento del tipo de interés hará que la prima de la opción *put* tienda a reducirse (Casanovas, 2014).

En la Tabla 5, se muestran las expresiones matemáticas para el cálculo de las griegas comentadas anteriormente.

Tabla 5. Las griegas para opciones *call* y *put* en el modelo sin dividendos.

Letras griegas	Opción de compra	Opción de venta
Delta	$N(d_1)$	$N(d_1) - 1$
Gamma	$\frac{N'(d_1)}{S_0 \sigma \sqrt{T}}$	$\frac{N'(d_1)}{S_0 \sigma \sqrt{T}}$
Theta	$-\frac{S_0 N'(d_1) \sigma}{(2\sqrt{T})} - rKe^{-rT} N(d_2)$	$-\frac{S_0 N'(d_1) \sigma}{(2\sqrt{T})} + rKe^{-rT} N(-d_2)$
Vega	$S_0 \sqrt{T} N'(d_1)$	$S_0 \sqrt{T} N'(d_1)$
Rho	$KTe^{-rT} N(d_2)$	$-KTe^{-rT} N(-d_2)$

Fuente: Elaboración propia basada en Hull (2011).

1.2.3 Modelo de Black - Scholes con dividendos

Es importante destacar que Robert Merton aportó al modelo de Black-Scholes la inclusión de una tasa de dividendo continuo, donde el dividendo se distribuye continuamente a lo largo del tiempo (Merton, 1973). En la vida real, los dividendos se comportan como una variable discreta y se reparten en un momento concreto del tiempo, por lo que el tratamiento es diferente y supone actualizarlos con capitalización continua hasta la fecha del contrato y restárselos al precio del subyacente. En cambio, la incorporación de dividendo continuo supone introducir en el modelo una nueva variable representada por q . De este modo, se modifican las fórmulas del modelo y la ecuación de Black-Scholes toma la siguiente forma (Hull, 2009):

$$\frac{\partial f}{\partial t} + (r - q)S \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (14)$$

Si sustituimos S_0 del modelo sin dividendos por $S_0 e^{-qT}$ obtendremos las soluciones para una opción de compra europea y una opción de venta europea que reparte dividendos. Las primas se expresarán de la siguiente manera (Hull, 2011):

$$c = S_0 e^{-qT} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad (15)$$

$$p = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 e^{-qT} N(-d_1) \quad (16)$$

$$\ln \frac{S_0 e^{-qT}}{K} = \ln \frac{S_0}{K} - qT \quad (17)$$

$$d_1 = \frac{\ln \left(\frac{S_0}{K} \right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \quad (18)$$

$$d_2 = \frac{\ln \left(\frac{S_0}{K} \right) + \left(r - q - \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (19)$$

Sustituyendo S_0 en la ecuación del modelo Black-Scholes sin dividendos por $S_0 e^{-qT}$ se obtiene la ecuación de la paridad *put-call* en el modelo con dividendos:

$$c + K e^{-rT} = p + S_0 e^{-qT} \quad (20)$$

A continuación se presentan las fórmulas de las griegas para el modelo con dividendos. Cabe destacar que la expresión matemática para el cálculo de la gamma y vega es la misma, tanto para la opción *call* como la *put*.

Tabla 6. Las griegas para opciones *call* y *put* en el modelo con dividendos.

Letras griegas	Opción de compra	Opción de venta
Delta	$e^{-qT}N(d_1)$	$e^{-qT}[N(d_1) - 1]$
Gamma	$\frac{N'(d_1)e^{-qT}}{S_0\sigma\sqrt{T}}$	$\frac{N'(d_1)e^{-qT}}{S_0\sigma\sqrt{T}}$
Theta	$-\frac{S_0N'(d_1)\sigma e^{-qT}}{(2\sqrt{T})}$ $+qS_0N(d_1)e^{-qT} - rKe^{-rT}N(d_2)$	$-\frac{S_0N'(d_1)\sigma e^{-qT}}{(2\sqrt{T})}$ $-qS_0N(-d_1)e^{-qT} + rKe^{-rT}N(-d_2)$
Vega	$S_0\sqrt{T}N'(d_1)e^{-qT}$	$S_0\sqrt{T}N'(d_1)e^{-qT}$
Rho	$KT e^{-rT}N(d_2)$	$-KT e^{-rT}N(-d_2)$

Fuente: Elaboración propia basada en Hull (2011).

1.2.4 El modelo binomial

El modelo binomial es un modelo en tiempo discreto donde el precio del activo puede experimentar un número determinado de cambios a lo largo de su vida. Este modelo se basa en el principio de que el precio del activo subyacente varía siguiendo un proceso binomial multiplicativo (Casanovas, 2014). Con este método se empieza por reducir los posibles cambios en el precio de la acción en el siguiente periodo a sólo dos: un movimiento alcista y uno bajista (Bradley, Myers, & Allen, 2010).

Las hipótesis básicas del modelo son

- Mercado financiero perfecto.
- Inexistencia de costes de transacción y de información.
- Ausencia de impuestos.
- No consideración del dividendo que puede percibir la acción durante el período de vida de la opción.
- El precio de la acción sigue un proceso binomial multiplicativo a lo largo de períodos discretos de tiempo.

Este modelo divide el tiempo hasta el vencimiento de la opción en un número de intervalos, donde en cada subperíodo solo pueden darse dos situaciones posibles: que

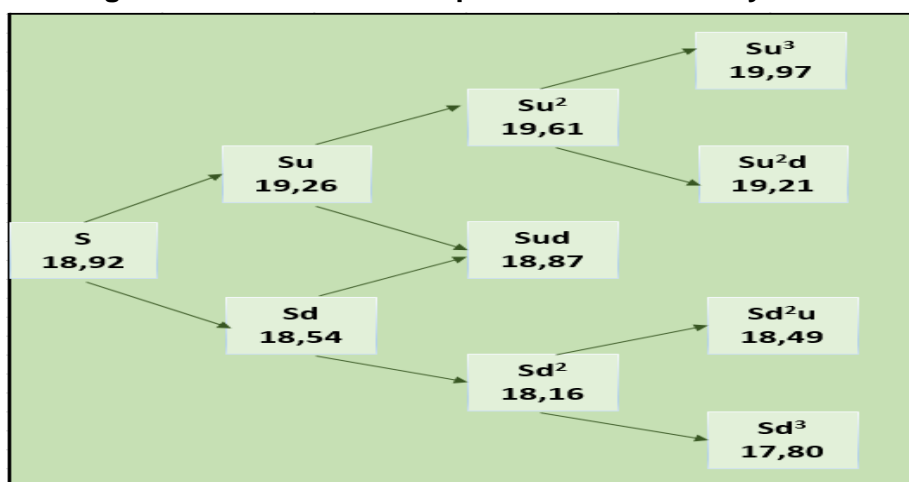
el precio del subyacente suba o que el precio del subyacente baje respecto al período anterior. Cuanto mayor es el número de intervalos más se aproxima el resultado obtenido al resultado real (Brealey, Myers, & Allen, 2013).

Para determinar el valor de la prima se construyen dos árboles de decisión. El primer árbol estima los posibles valores que puede tomar el activo subyacente al final de cada período, y el segundo se crea para finalmente determinar el precio de la prima. Si se denomina por S el precio del activo subyacente en el periodo cero y el mercado tiene expectativas alcistas, el precio del subyacente en el período anterior se multiplicará por el coeficiente de crecimiento u , ($S_t = S_{t-1} * u$). Si el precio del subyacente experimenta expectativas bajistas el precio del subyacente en el período anterior se multiplicará por el coeficiente de decrecimiento d , ($S_t = S_{t-1} * d$). Los valores de u ($u > 1$) y d ($d < 1$), se calcularán a partir de los datos históricos (Casanovas, 2014).

En el siguiente ejemplo se determinan posibles variaciones en el precio del subyacente, suponiendo que:

- El tiempo hasta el vencimiento de la opción se divide en tres periodos.
- El precio del subyacente en el momento 0 es 18,92€.
- El precio de ejercicio es 19€.
- El coeficiente de crecimiento (u) es 1,0182
- El coeficiente de decrecimiento (d) es 0,9798

Figura 4. Variaciones en el precio del activo subyacente.



Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la fórmula se obtiene que el precio del subyacente al final del periodo 1, puede ascender hasta 19,26€ o descender hasta 18,54€. Para determinar el precio de la acción en los periodos siguientes se seguirá con el mismo procedimiento. La Figura 4, muestra los resultados obtenidos a final de cada periodo.

Una vez terminado el árbol de decisión del precio del subyacente, se procede a construir el árbol de decisión para determinar el precio que toma la opción en cada periodo comenzando por los valores del último periodo y posteriormente se va retrocediendo de derecha a izquierda hasta llegar al momento actual. Para ello, se tienen en cuenta las probabilidades que pueden tomar dichos valores que se determinan a partir del tipo de interés (i) y los coeficientes (u y d).

$$p = \frac{i - d}{u - d} \quad (21)$$

Suponiendo que el tipo de interés es 1%, el valor de p es 0,5294 y el valor de $(1-p)$ es 0,4706. Los valores que toma el precio de la opción en el último periodo se calculan por la diferencia entre el precio estimado del subyacente en el último periodo y el precio de ejercicio, en este caso es (Bradley, Myers, & Allen, 2010):

$$Cu^3 = Su^3 - X = 19,97 - 19 = 0,97 \quad (22)$$

$$Cu^2d = Su^2d - X = 19,21 - 19 = 0,21 \quad (23)$$

$$Cd^2u = 0 \quad (24)$$

$$Cd^3 = 0 \quad (25)$$

En los dos últimos casos, el valor de la prima es cero ya que la opción de compra estaría fuera de dinero (*out the money*).

A continuación se determina el valor teórico de opción de compra al final de cada periodo (Casanovas, 2014):

$$C = \frac{pCu + (1 - p)Cd}{(1 + r)} \quad (26)$$

Donde:

- C , valor de la opción.

- C_u , valor de la opción en el período siguiente si el precio del subyacente sube.
- C_d , valor de la opción en el período siguiente si el precio del subyacente baja.
- r , tipo de interés.
- p , probabilidad.

Se obtiene el precio de la opción:

$$C_u^2 = \frac{0,97 \times 0,5294 + 0,21 \times (1 - 0,5294)}{1,01} = 0,60 \quad (27)$$

$$C_{ud} = \frac{0,21 \times 0,5294 + 0,00 \times (1 - 0,5294)}{1,01} = 0,11 \quad (28)$$

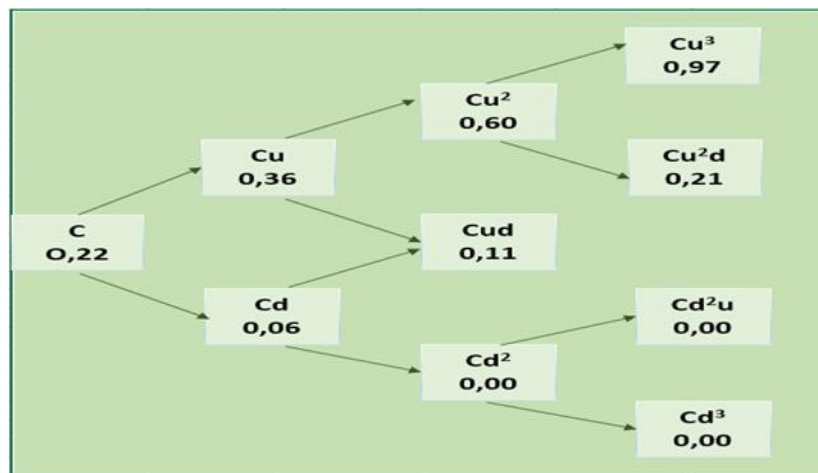
$$C_d = \frac{0,11 \times 0,5294 + 0,00 \times (1 - 0,5294)}{1,01} = 0,06 \quad (29)$$

$$C_u = \frac{0,60 \times 0,5294 + 0,11 \times (1 - 0,5294)}{1,01} = 0,36 \quad (30)$$

$$C = \frac{0,36 \times 0,5294 + 0,06 \times (1 - 0,5294)}{1,01} = 0,22 \quad (31)$$

Una vez terminados los cálculos, se observa que el valor teórico de la opción de compra es 0,22€. Es importante destacar que si el número de períodos es suficientemente grande, el resultado va a coincidir con el resultado obtenido en el modelo de Black-Scholes.

Figura 5. Árbol de decisión del precio de la opción.



Fuente: Elaboración propia.

Este modelo se destaca por su sencillez en cuanto a los cálculos y se aplica para ambos tipos de opciones (europeas o americanas). En cambio, el modelo de Black-Scholes presenta un cierto grado de complejidad a la hora de calcular el valor de la prima y se aplica solo a las opciones europeas. La mayoría de los programas informáticos que se utilizan en la práctica se basan en el modelo de Black-Scholes. Una de las desventajas que tiene el modelo binomial con respecto al de Black-Scholes es que el resultado obtenido por el modelo binomial no es exacto, sino que es una aproximación.

1.3 Análisis de una estrategia con opciones: *strap*

El *strap* es una combinación de opciones que consiste en la compra o en la venta simultánea de dos opciones de compra y una de venta sobre el mismo activo subyacente, con el mismo precio de ejercicio y la misma fecha de vencimiento (Casanovas, 2014). La denominación *strap* es un vocablo inglés cuyo uso está ampliamente extendido en español, tal como se indica en el *Diccionario comentado de términos financieros ingleses de uso frecuente en español*, elaborado por Miguel Castero Montero (2003). Además, otros autores españoles, tales como Delgado Ugarte (1999), Rascón Ortega (2007), y Soldevilla García (1996) incluyen en sus obras los nombres de las estrategias con opciones en inglés. Esta estrategia es una variante de la estrategia *Straddle* que consiste en comprar una opción de compra y una opción de venta. Según Ramón (2014) el *strap* puede clasificarse en:

- “*Strap inferior*” o *strap* largo.
- “*Strap superior*” o *strap* corto.

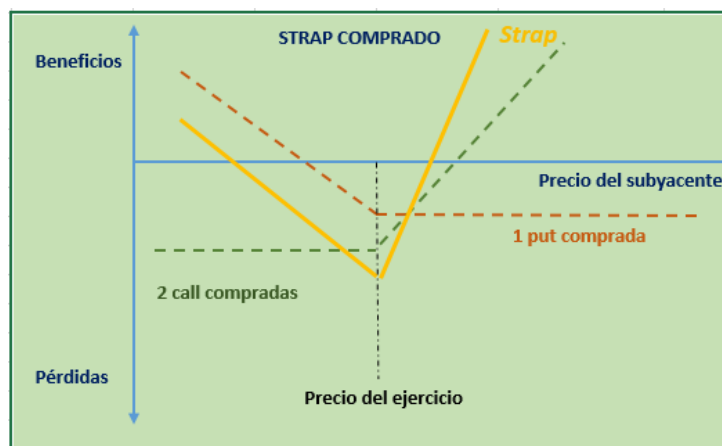
1.3.1 *Strap* largo

El *strap* largo consiste en la adquisición de dos opciones de compra y una opción de venta, sobre el mismo activo subyacente, con idéntico precio del ejercicio e iguales vencimientos (Casanovas, 2014).

El inversor de este tipo de estrategia considera que el precio del activo subyacente va a experimentar un gran movimiento en el mercado en cualquier dirección, pero con una ligera predisposición al alza. Si su pronóstico se cumple, ejercerá las dos opciones

de compra si el precio sube, y ejercerá la opción de venta si el precio baja. Siempre y cuando el precio del subyacente varíe lo suficiente, la posibilidad de obtener ganancias es ilimitada. Las pérdidas quedan limitadas al importe pagado por las primas.

Figura 6. Strap largo.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7, se muestran los posibles resultados obtenidos por parte del comprador del *strap* largo teniendo en cuenta el comportamiento del precio del activo subyacente en el mercado.

Tabla 7. Resultado del *strap* largo.

Precio del activo subyacente	Compra de dos opciones de compra	Compra de una opción de venta
$P_s > P_e$	Se ejerce	No se ejerce
	Resultado obtenido = $2 * (P_s - P_e) - \text{Primas pagadas}$	
$P_s < P_e$	No se ejerce	Se ejerce
	Resultado obtenido = $(P_e - P_s) - \text{Primas pagadas}$	
$P_s = P_e$	No se ejerce	Se ejerce
	Resultado Obtenido = Pérdida de las primas pagadas	

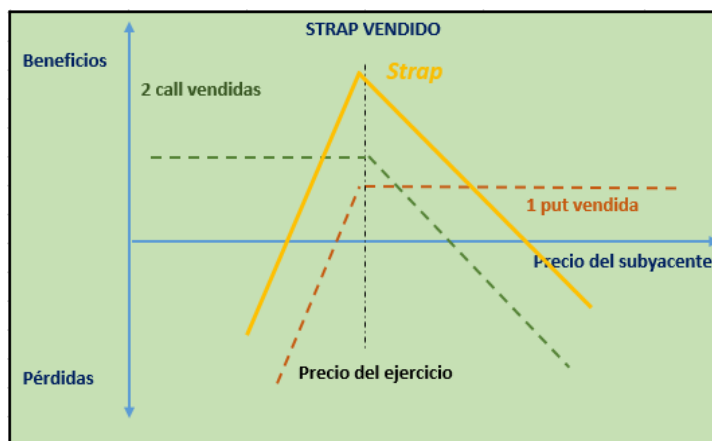
Fuente: Elaboración propia basada en Casanovas (2014).

1.3.2 *Strap* corto

En el caso del *strap* superior o corto, el inversor vende dos opciones de compra y una de venta sobre el mismo activo subyacente, con idéntico precio de ejercicio e iguales vencimientos. La mejor situación en el mercado para el vendedor del *strap* es cuando

el precio del subyacente coincida con el precio del ejercicio. De este modo, obtiene ganancias inmediatas en forma de las tres primas cobradas. Las pérdidas son potencialmente ilimitadas, tanto si el precio del subyacente varía al alza como a la baja (Casanovas, 2014).

Figura 7. Strap corto.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se muestran los resultados de esta estrategia.

Tabla 8. Resultados del *strap* corto.

Precio del activo subyacente	Venta de dos opciones de compra	Compra de una opción de venta
$P_s > P_e$	Se ejerce	No se ejerce
Resultado obtenido = $2*(P_e - P_s) + \text{Primas pagadas}$		
$P_s < P_e$	No se ejerce	Se ejerce
Resultado obtenido = $(P_s - P_e) + \text{Primas pagadas}$		
$P_s = P_e$	No se ejerce	Se ejerce
Resultado Obtenido = Ganancias de las primas cobradas		

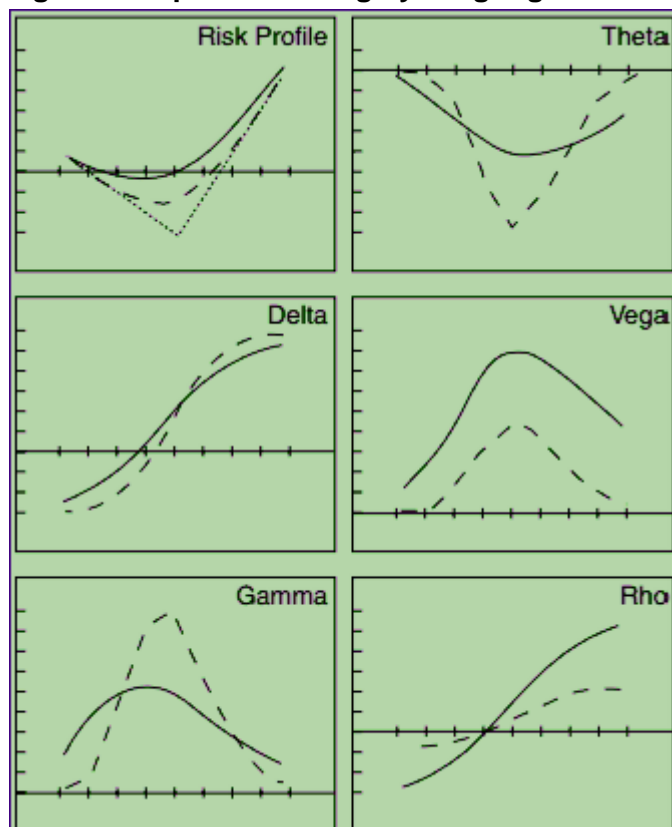
Fuente: Elaboración propia basada en Casanovas (2014).

1.3.3 Las griegas del *strap*

Según Cohen (2005), el perfil del riesgo del *strap* es tal que si el precio de las acciones permanece alrededor del precio de ejercicio, se obtiene máxima pérdida. Si se mueve de forma explosiva en cualquier dirección, se obtienen beneficios. Si el precio se mueve particularmente hacia arriba, los beneficios son ilimitados.

La delta del *strap* toma su valor máximo cuando alguna de las opciones obtiene rendimientos positivos. Existe un tramo en el que la delta puede ser positiva o negativa. La delta positiva significa que el inversor obtiene beneficios cuando el precio del subyacente sube y la delta negativa significa que el inversor gana cuando el precio del subyacente es cada vez más bajo (Cohen, 2005).

Figura 8. El perfil del riesgo y las griegas en el *strap*.



Fuente: Cohen (2005).

Gamma alcanza su punto máximo alrededor del precio de ejercicio, indicando que es un punto de inflexión y que a partir de ahí la velocidad del cambio en delta se modifica (Cohen, 2005).

Respecto a theta, cuando las opciones se acercan al vencimiento y la estrategia no se encuentra en región de beneficios, el efecto del paso del tiempo perjudica al inversor del *strap*, ya que se le acaba la duración del contrato y aún tiene que compensar las primas (Cohen, 2005).

Respecto a vega, cuando el inversor se encuentra en una situación tal que el vencimiento de la opción se está acercando y todavía el precio de la acción no se ha movido, entonces la volatilidad se vuelve más beneficiosa, ya que se necesita que el precio del subyacente cambie (Cohen, 2005).

Respecto a rho, muestra que los tipos de interés más altos son generalmente favorables cuando el precio de la acción sube, y viceversa (Cohen, 2005).

2. Análisis de casos

2.1 Caso 1: *Strap* largo sobre FCC

En este apartado se analiza el caso de un *strap* largo sobre FCC, en el cual se suscriben dos opciones de compra y una de venta sobre acciones de dicha empresa.

2.1.1 Descripción de los datos

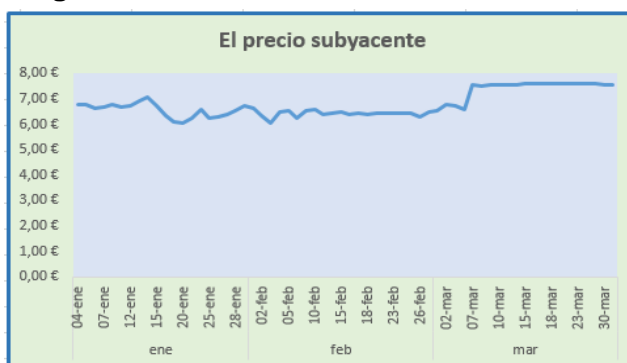
Siguiendo las indicaciones del tutor se seleccionó la empresa FCC. El horizonte temporal para el estudio ha sido un periodo comprendido entre el 4 de enero de 2016 y el 18 de marzo del mismo año. Se han utilizado varias fuentes para extraer los datos, tales como:

- MEFF, del que se obtiene el precio de ejercicio de las opciones, su fecha del vencimiento, el importe de la prima (el máximo, el mínimo y el último valor de la prima al final del día), así como la volatilidad del subyacente, la delta, el volumen, el interés abierto y el número de las operaciones realizadas durante el día.
- Infobolsa, de donde se obtiene el precio de las acciones (el máximo, el mínimo y el último valor de la sesión), y el volumen.

A continuación se presenta una fotografía inicial de la realidad que se va a analizar en este estudio mediante las tablas y gráficos dinámicos.

En la Figura 9, se puede observar que la cotización de las acciones de FCC no ha sufrido grandes cambios rodando entre 6,76€ y 7,58€.

Figura 9. Cotización de las acciones de FCC.



Fuente: Elaboración propia.

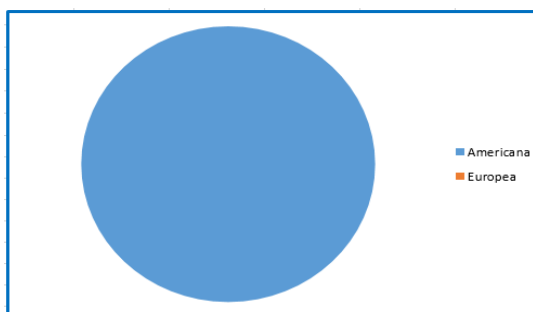
El 100% de las opciones negociadas fueron opciones *put*, y además todas ellas han sido americanas.

Tabla 9. El reparto de las opciones entre *call* y *put*.

Call/Put	Volumen total
Call	0,00%
Put	100,00%
Total general	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. El reparto de las opciones entre europeas y americanas.

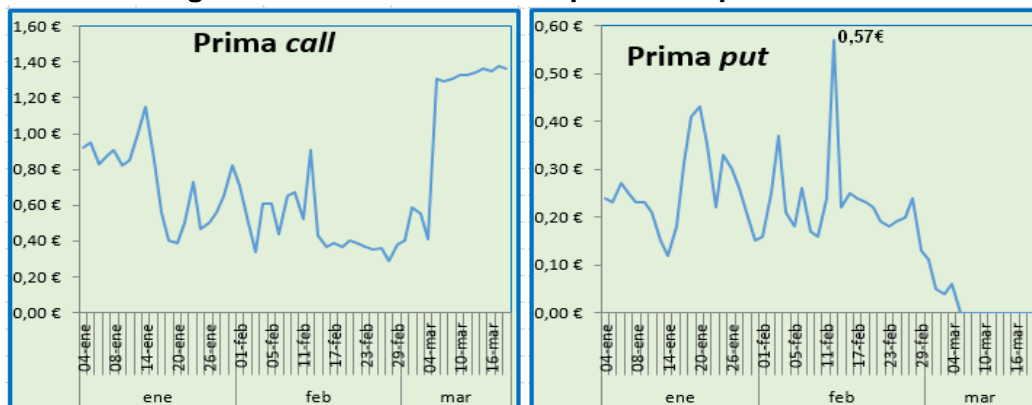


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 11, muestra la evolución de la prima en opciones de la empresa FCC. Se puede ver que durante los tres primeros meses del año el valor de las opciones *call* y *put* ha tenido un comportamiento inestable. A mediados del mes de enero el precio de la prima de las opciones *call* ha alcanzado uno de sus valores máximos en 1,15€, seguido de una bajada brusca. A partir de ahí, el precio de la prima experimenta

pequeños aumentos y disminuciones, aunque finalmente se estabiliza. Por su parte, el valor de la prima en las opciones *put* se comporta de manera fluctuante alcanzando el 12 de febrero su valor máximo de 0,57€. A partir de ese día, su valor desciende continuamente llegando a 0€ al vencimiento.

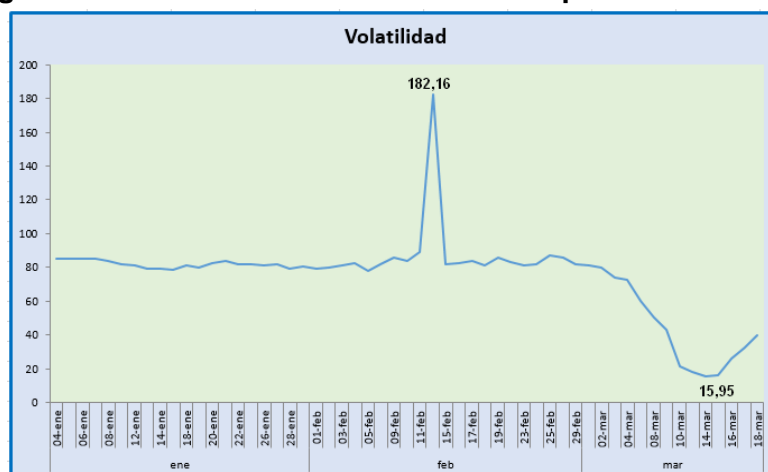
Figura 11. La evolución de la prima en opciones de FCC.



Fuente: Elaboración propia.

En la evolución de la volatilidad implícita se observa que desde el 4 de enero y hasta 11 de febrero la volatilidad de las opciones ha sido estable en el tiempo. El 11 de febrero la volatilidad del precio del subyacente experimenta un movimiento al alza aumentantando desde 89,24 hasta 182,16. Al día siguiente, la volatilidad cae de manera brusca alcanzando el día 15 de marzo su valor mínimo de 15,95.

Figura 12. La evolución de volatilidad en opciones de FCC.



Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Valoración de la estrategia

Para valorar la estrategia estudiada, se ha partido de los siguientes datos:

- El precio del subyacente, que es igual a 6,765€ y se ha tomado de la fecha del 4 de Enero del año 2016.
- El tipo de interés que, siguiendo a Castellanos Hernán (2011), es el Euribor a 12 meses, y que en esta fecha toma un valor de 5,8%, según datos del Banco de España.
- La volatilidad, que es la volatilidad implícita que publica el MEFF en esta fecha.
- El tiempo, que es la fracción del año entre el 4 de enero y el 18 de marzo de 2016.
- El dividendo repartido el 8 de enero fue de un 0,4078000€ por acción y ha sido actualizado con la capitalización continua desde la fecha del pago del mismo hasta la fecha del 4 de enero de 2016. Finalmente el dividendo actualizado se ha restado al precio del subyacente, presentando este un valor de 6,357458€.

Tabla 10. Datos iniciales *strap* largo.

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Subyacente	6,765 €	Tiempo (días)	74
Volatilidad 1	40,74	Tiempo (años)	0,20218579
Volatilidad 2	44,13	Dividendo	0,407800 €
Ratio volatilidades	1,083210604	Fecha	08/01/2016
Euribor (12M)	5,80%	Tiempo (días)	4
Fecha contrato	04/01/2016	Tiempo (años)	0,01092896
Fecha vencimiento	18/03/2016	Dividendo actual.	0,407542 €
		Subyacente s/div.	6.357458 €

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se determinan las cifras críticas de la estrategia, que son los puntos muertos y la máxima ganancia y pérdida. El punto muerto inferior es el punto en el cual el inversor no obtiene ganancias ni pérdidas, y se calcula restando al precio de ejercicio el valor de las primas. El punto muerto superior, a partir del cual se empiezan a obtener beneficios, es la suma del precio de ejercicio y el resultado de dividir entre dos la suma de las primas. Con la posición larga de esta estrategia el máximo beneficio resulta ilimitado, ya que el precio de subyacente no tiene tope. En cambio las pérdidas son limitadas al valor de las primas.

Las cifras críticas se han obtenido de la siguiente manera:

- Punto muerto inferior:

$$6,23 - (0,56 + 0,56 + 0,40) = 4,70\text{€} \quad (32)$$

- Punto muerto superior:

$$6,23 + \left(\frac{0,56 + 0,56 + 0,40}{2} \right) = 6,99\text{€} \quad (33)$$

- Máximo beneficio: ilimitado

- Máxima pérdida:

$$0,56 + 0,56 + 0,40 = 1,53\text{€} \quad (34)$$

Tabla 11. Las cifras críticas del *strap* largo sobre FCC.

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Combinación
Opción	Call	Call	Put	
Posición	Larga	Larga	Larga	
Precio de ejercicio	6,23 €	6,23 €	6,23 €	6,23 €
Prima	-0,56 €	-0,56 €	-0,40 €	-1,53 €
Punto muerto superior	6,92 €	6,92 €	6,76 €	6,99 €
Punto muerto inferior				4,70 €
Máx. Beneficio	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Máx. Pérdida	0,56 €	0,56 €	0,40 €	1,53 €

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra el cálculo de la prima y las griegas de la estrategia, utilizando el modelo de Black–Scholes. Para el cálculo de la prima de la estrategia se han sumado las primas de las tres opciones. El cálculo de las griegas se ha obtenido mediante la suma de las griegas de las tres posiciones largas. Al tratarse de un desembolso que realiza el inversor las tres primas aparecen con el signo negativo, por lo que la prima total también está con el signo negativo.

- Prima:

$$-0,56 - 0,56 - 0,56 = -1,53\text{€} \quad (35)$$

- Delta:

$$0,604 + 0,604 - 0,397 = 0,812\text{€} \quad (36)$$

- Gamma:

$$0,330 + 0,330 + 0,305 = 0,966\text{€} \quad (37)$$

- Vega:

$$1,100 + 1,100 + 1,102 = 3,303\text{€} \quad (38)$$

- Theta:

$$-1,299 - 1,299 - 1,033 = -3,632\text{€} \quad (39)$$

- Rho:

$$0,671 + 0,671 - 0,591 = 0,751\text{€} \quad (40)$$

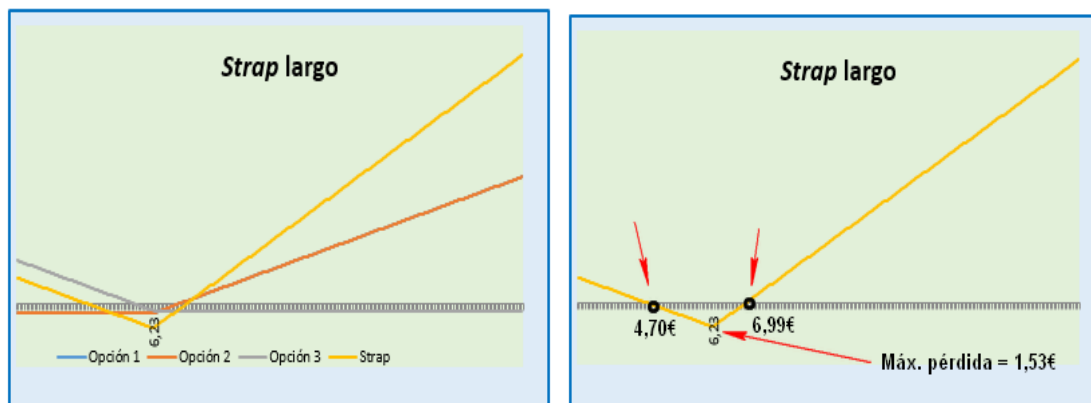
Tabla 12. El cálculo de las griegas del *strap* largo.

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Combinación
Delta	0,604944	0,604944	-0,397287	0,812600
Gamma	0,330633	0,330633	0,305700	0,966967
Vega	1,100742	1,100742	1,102421	3,303904
Theta	-1,299358	-1,299358	-1,033353	-3,632068
Rho	0,671458	0,671458	-0,591721	0,751195

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el gráfico del perfil de resultados de la estrategia analizada. La figura del *strap* largo tiene una forma de “v” asimétrica siendo más inclinada hacia la derecha, como consecuencia de que son dos opciones de compra las que actúan en ese lado.

Figura 13. El perfil de resultados del *strap* largo sobre FCC.

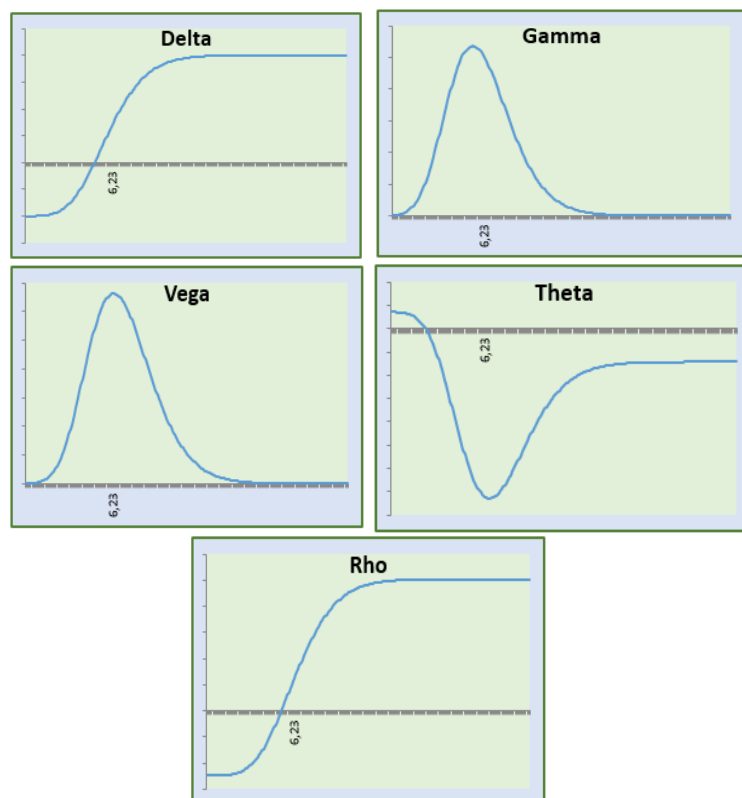


Fuente: Elaboración propia.

Entre los dos puntos muertos, el inversor entra en pérdidas con dicha estrategia. Los beneficios se producen cuando el precio sale del intervalo delimitado por dichos puntos muertos (4,70€, 6,99€). La máxima pérdida (1,53€) sucede cuando el precio del subyacente coincide con el precio de ejercicio (6,23€).

En cuanto a las griegas de la estrategia se observa que delta es creciente, existiendo un tramo donde la delta es negativa y otro donde es positiva. Es negativa antes del precio de ejercicio, lo que significa que la prima disminuye cuando el precio del subyacente crece en ese tramo. La delta es positiva después del precio de ejercicio, lo que indica que la prima crece cuando el precio del subyacente aumenta en ese tramo.

Figura 14. Las griegas del *strap* largo sobre FCC.



Fuente: Elaboración propia.

Gamma es continuamente positiva y alcanza su punto máximo alrededor del precio de ejercicio, indicando que es un punto de inflexión y que a partir de ahí la velocidad del cambio en delta se modifica. Vega presenta una forma idéntica que gamma. Es siempre positiva y indica que mientras la volatilidad aumenta, la prima también lo hace. Theta muestra un decrecimiento continuo, de modo que conforme la opción se acerca el vencimiento, el inversor dispone de menos tiempo para ejercitar sus opciones. Rho presenta una forma similar a la de la delta. En el primer tramo, rho es negativa para los valores inferiores al precio del subyacente, de modo que cuando el tipo de interés aumenta, el valor de la prima disminuye. En el segundo tramo, rho es positiva para los

valores superiores al precio de ejercicio, de modo que si el tipo de interés aumenta también lo hace la prima.

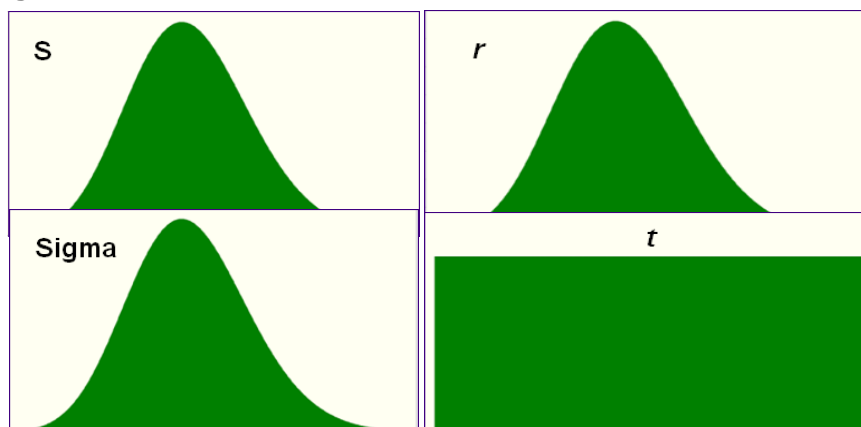
2.1.3 Análisis de sensibilidad con simulación

Para saber a qué variables es más sensible, tanto la prima como las griegas, se ha utilizado un complemento de Excel llamado Crystal Ball, cuya función principal es efectuar análisis de sensibilidad con simulación. El análisis de sensibilidad se realizó simulando sobre el precio del subyacente, el tipo de interés, la volatilidad y el tiempo.

Para ello se han asumido los siguientes supuestos:

- Siguiendo a Geske (1978), se asume que la distribución del precio del subyacente es logarítmico-normal.
- Se asume que el tipo de interés es logarítmico-normal, siguiendo a Black y Karasinski (1991).
- Siguiendo a Fouque, Papanicolaou y Sircar (2000), se asume que la distribución de la volatilidad es logarítmico-normal.
- Se asume que el tiempo se distribuye de manera uniforme, siguiendo a Jeong, Kim y Wee (2009).

Figura 15. La distribución de variables en el análisis de sensibilidad.



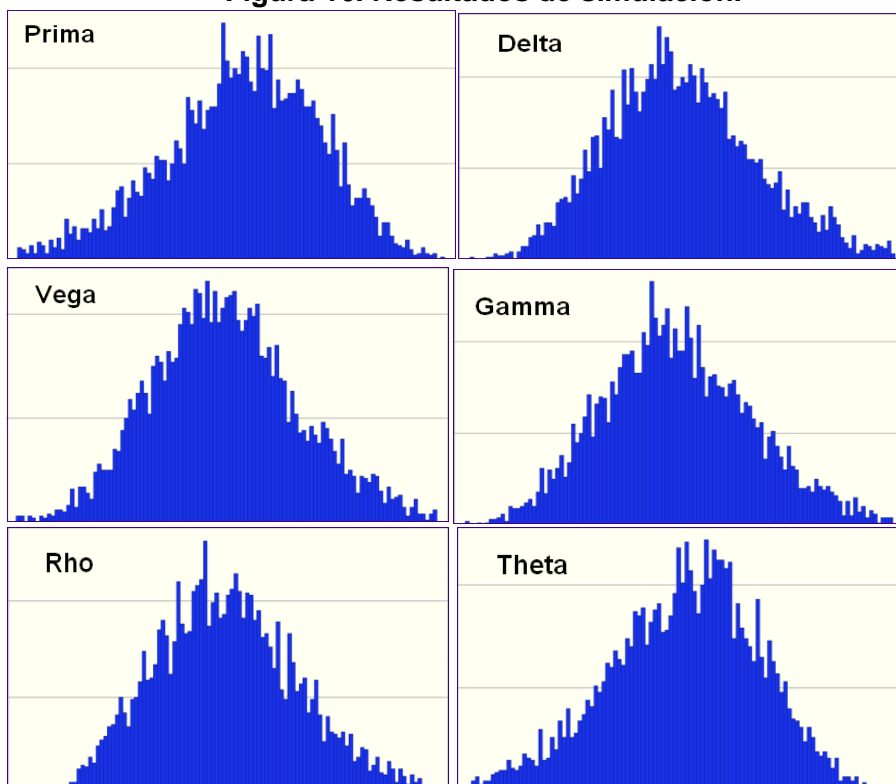
Fuente: Elaboración propia.

Se han realizado varios ajustes para el desarrollo del análisis de sensibilidad. El primero de ellos ha sido dejar el precio de ejercicio en función del precio del subyacente, con el fin de evitar el riesgo de salirse de la estrategia y romper la figura de la estrategia *strap*. Otro ajuste es el ajuste de volatilidades. Al ser las tres opciones

sobre el mismo activo subyacente, las volatilidades deben guardar una cierta relación entre sí, por lo que se ha puesto la volatilidad de la opción de venta en función de la volatilidad de las dos opciones de compra, y así poder simular las tres volatilidades al mismo tiempo.

A continuación se muestran los resultados de una simulación con 5.000 escenarios para todas las variables explicadas. En general, se observa que todas las variables tiene un perfil de distribución normal y cuyos valores se concentran todos alrededor de un valor central.

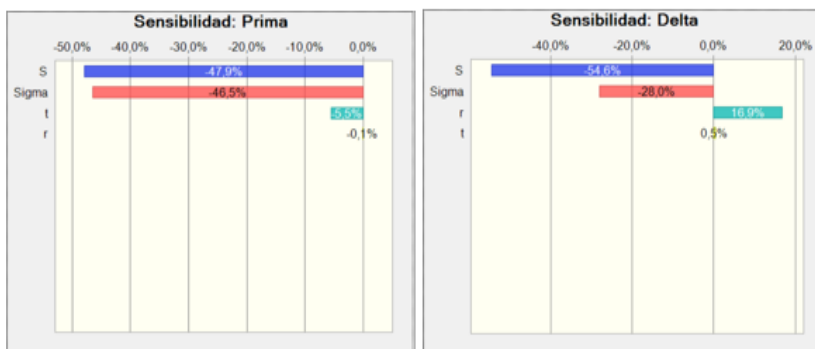
Figura 16. Resultados de simulación.



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de sensibilidad sobre la prima se percibe que todas las variables influyen en sentido negativo sobre la prima. Las más predominantes son el precio del subyacente y la volatilidad, explicando un -47,9% y -46,5% de su variación, respectivamente. La variable con menor peso es el tiempo que explica un -5,5% de variación de la prima.

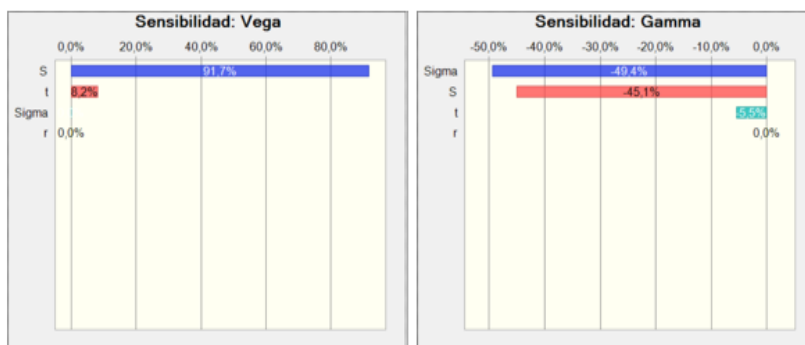
Figura 17. Análisis de sensibilidad de prima y delta.



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de sensibilidad sobre la delta, el factor más influyente es el precio del subyacente, que explica un -54,6% en sentido negativo. El segundo es la volatilidad con un -28% también en sentido negativo, y un 16,9% de variación de delta es culpa del tipo de interés, pero en este caso en sentido positivo.

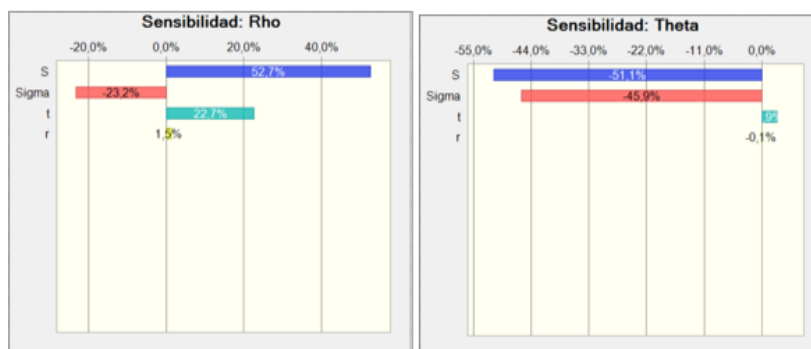
Figura 18. Análisis de sensibilidad de vega y gamma.



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de sensibilidad sobre vega se observa que el precio del subyacente es el factor más sensible y explica un 91,7% de su variación en sentido positivo. Y solo un 8,2% de su variación es culpa de la variable tiempo. El análisis de sensibilidad sobre gamma muestra que la volatilidad y el precio del subyacente son los factores más relevantes y explican un -49,4% y -45,1% de su variación, ambos en sentido negativo.

En el análisis de sensibilidad sobre theta se puede ver que los factores más influyentes son el precio del subyacente y la volatilidad en sentido negativo, porque explican un -51,1% y un -45,9% de su variación. El tiempo explica un 9% de su variación, y en sentido positivo.

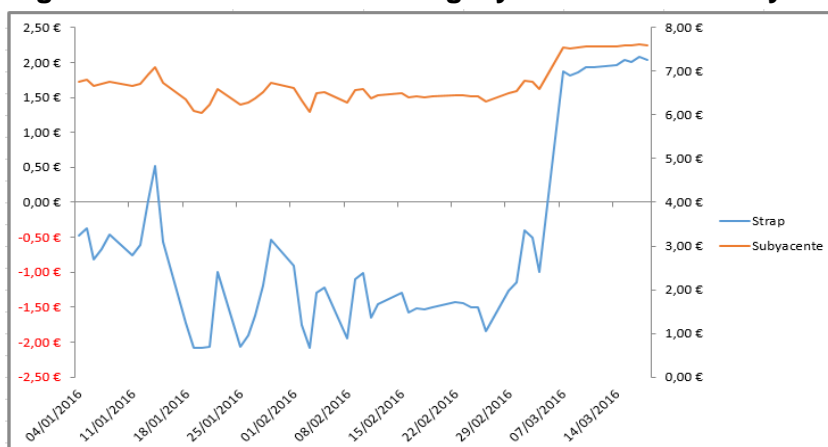
Figura 19. Análisis de sensibilidad de rho y theta.

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de sensibilidad sobre rho se puede ver que los factores más influyentes son el precio del subyacente y el tiempo en sentido positivo, porque explican un 52,7% y 22,7% de su variación, respectivamente. El segundo factor, pero ya en sentido negativo, es la volatilidad, que explica un -23,2% de su variación. Otro elemento con menor peso es el tipo de interés que explica un 1,5% de su variación en sentido positivo.

2.1.4 Análisis del resultado y contrastes de hipótesis

La siguiente Figura 20, muestra el resultado de la estrategia en relación con la evolución del precio del subyacente.

Figura 20. Resultado de estrategia y evolución del subyacente.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar como el precio del subyacente no tiene importantes variaciones. Como consecuencia de este comportamiento, la mayor parte del periodo no resulta

beneficioso para la estrategia. Solo a partir del 4 de marzo se observa un ligero aumento en el precio del subyacente por lo que fue posible ejercer las opciones *call* generándose así el máximo beneficio (2,08€) el día 17 de marzo.

A continuación se presentan algunas medidas de estadística descriptiva. Se observa que la estrategia ha obtenido un resultado medio de -0,5614€. El error típico ha sido de 0,100€. La mediana toma el valor de -1,01€, siendo el valor que divide la distribución en dos partes iguales. Al ser negativo, implica que la estrategia no ha resultado ganadora la mayor parte del periodo analizado. La moda, el número más frecuente de la serie de datos, toma el valor de -1,01€, y en este caso no aporta una información relevante. La desviación típica indica la dispersión de los valores con respecto a la media y es de 74,82%. La varianza de la muestra presenta el valor de 55,98%. La curtosis es una medida de la magnitud de los valores atípicos que mide cuán escarpada o alisada está una distribución, su valor es de 0,463. Al ser un valor positivo se puede concluir que las variaciones experimentadas en los datos son muy agresivas.

Tabla 13. Medidas de estadística descriptiva.

<i>Strap</i>		
<i>Media</i>	-0,561454545	<i>Rango</i> 2,05
<i>Error típico</i>	0,100892041	<i>Mínimo</i> -1,01
<i>Mediana</i>	-1,01	<i>Máximo</i> 1,04
<i>Moda</i>	-1,01	<i>Suma</i> -30,88
<i>Desviación estándar</i>	0,748235401	<i>Cuenta</i> 55
<i>Varianza de la muestra</i>	0,559856215	<i>Mayor (3)</i> 1,01
<i>Curtosis</i>	0,463647319	<i>Menor(3)</i> -1,01
<i>Coefficiente de asimetría</i>	1,489268199	<i>Nivel de confianza(95,0%)</i> 0,20227636

Fuente: Elaboración propia.

La asimetría indica el grado de simetría que presenta la distribución respecto a la media y tiene un valor de 1,489268991. En el análisis de dicha estrategia esta medida compara lo que se gana con lo que se pierde. Cuando el valor es mayor que cero, indica que los días que se obtienen beneficios estos son cuantitativamente mayores que las pérdidas obtenidas los días que estas suceden. El rango es la diferencia entre el máximo y el mínimo y es igual a 2,05. El valor correspondiente al k-ésimo mayor (3) se interpreta como el tercer valor más alto de la serie y es igual a 1,01€. En cambio el k-ésimo menor (3) es el tercer valor más bajo de la serie y en este caso es -1,01€. Al

no ser valores distantes del máximo (1,04€) y mínimo (-1,01€), respectivamente, estos no fueron datos atípicos.

Otro de los análisis es el cálculo de un intervalo de confianza. Este intervalo se ha calculado sumando y restando a la media el valor que corresponde al nivel de confianza de 95%, por lo que el intervalo de confianza es:

$$\begin{aligned} (-0,56 \pm 0,20) & \quad (41) \\ (-0,56 - 0,20) & = -0,76 \\ (-0,56 + 0,20) & = -0,36 \end{aligned}$$

El resultado obtenido indica que, con un nivel de confianza del 95%, el resultado de la estrategia analizada se encuentra en el intervalo [-0,76; -0,36].

Además de las medidas de estadística descriptiva, se realizan contrastes de hipótesis. Para ello se localiza un evento importante de la empresa FCC. El día 12 de Febrero de 2016 se produjo una ampliación de capital. Posteriormente se divide la serie de resultados en dos partes: antes del acontecimiento y después del mismo, para llevar a cabo contrastes que determinen si ese acontecimiento resulta relevante para el éxito de la estrategia, siguiendo un enfoque similar a estudios previos (García & Álvarez, 2006; Meneu & Pardo, 2001; Tornero, 1998).

A continuación se realiza un contraste de igualdad de varianzas. La hipótesis nula es que las varianzas son iguales y la hipótesis alternativa es que son distintas. El resultado del contraste indica que, para un nivel de significación del 1%, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 14. Contraste de igualdad de varianzas.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<i>Media</i>	-0,868133333	-0,19344
<i>Varianza</i>	0,057390602	0,93168684
<i>Observaciones</i>	30	25
<i>Grados de libertad</i>	29	24
<i>F</i>	0,061598597	
<i>P(F<=f) una cola</i>	4,35366E-11	
<i>Valor crítico para F (una cola)</i>	0,526168654	

Fuente: Elaboración propia.

Suponiendo que las varianzas son desiguales, el siguiente contraste será de igualdad de medias, siendo la hipótesis nula que las medias son iguales.

Tanto en el análisis de una cola como en el de dos colas se rechaza la hipótesis nula para un nivel de significación del 1%. En el análisis de una sola cola la hipótesis nula es que las medias son iguales y la hipótesis alternativa es que la media después del anuncio es mayor. Se puede ver que la probabilidad para el contraste de una cola es igual a 0,10%, menor que el 1%, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula para ese nivel de significación. En el análisis de dos colas, la hipótesis nula es que las medias son iguales y la hipótesis alternativa es que las medias son distintas, es decir, que la media tras el anuncio puede ser mayor o menor. Al ser una probabilidad menor al 1% también se rechaza la hipótesis nula para ese nivel de significación

Tabla 15. Contraste de igualdad de medias.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<i>Media</i>	-0,868133333	-0,19344
<i>Varianza</i>	0,057390602	0,93168684
<i>Observaciones</i>	30	25
<i>Diferencia hipotética de las medias</i>	0	
<i>Grados de libertad</i>	26	
<i>Estadístico t</i>	-3,408564111	
<i>P(T<=t) una cola</i>	0,001069048	
<i>Valor crítico de t (una cola)</i>	1,705617901	
<i>P(T<=t) dos colas</i>	0,002138096	
<i>Valor crítico de t (dos colas)</i>	2,055529418	

Fuente: Elaboración propia.

Al rechazarse la hipótesis nula en los dos contrastes se puede concluir que la ampliación del capital de la empresa FCC ha tenido un impacto significativo en los resultados de la estrategia.

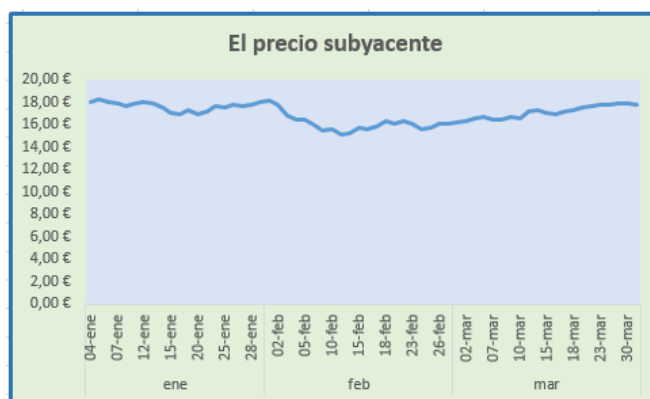
2.2 Caso 2: *Strap* corto sobre Gas Natural

El análisis del caso 2 se realiza de manera similar al del caso 1. La estrategia analizada es el *strap* corto, en el cual se venden dos opciones de compra y una de venta sobre acciones de Gas Natural.

2.2.1 Descripción de los datos

Se ha elegido la empresa Gas Natural siguiendo las indicaciones del tutor. El horizonte temporal, así como las fuentes utilizadas para extraer los datos, han sido los mismos que para el caso 1. Se observa que la cotización de las acciones de Gas Natural ha seguido un patrón bastante uniforme oscilando entre 15,26€ y 18,13€.

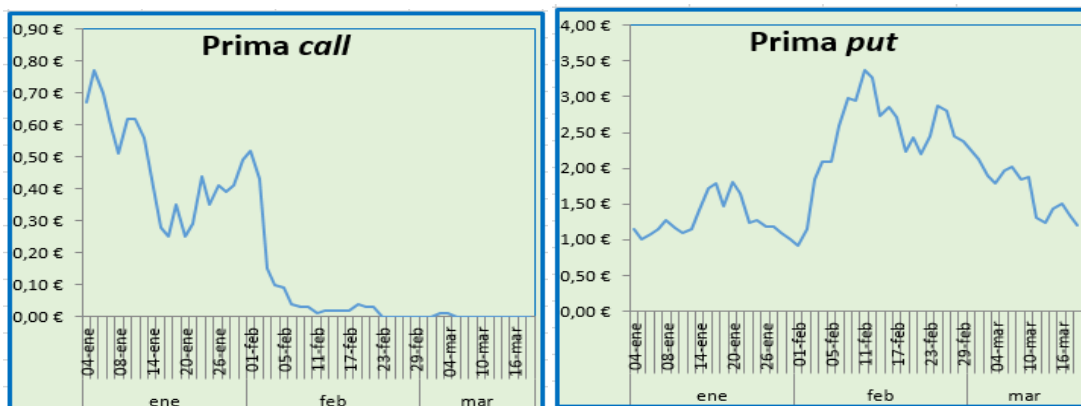
Figura 21. Cotización de las acciones de Gas Natural.



Fuente: Elaboración propia.

En la evolución de la prima, el valor de la misma en las opciones *call* ha experimentado una tendencia a la baja alcanzando su mínimo (0,01€) el día 11 de febrero y permaneciendo en valores bajos hasta final del periodo. El valor de la prima en las opciones *put* ha tenido un comportamiento fluctuante, logrando alcanzar su valor máximo (3,38€) el 11 de febrero. A partir de este instante, comienza a descender llegando a valer 1,20€ el 18 de marzo.

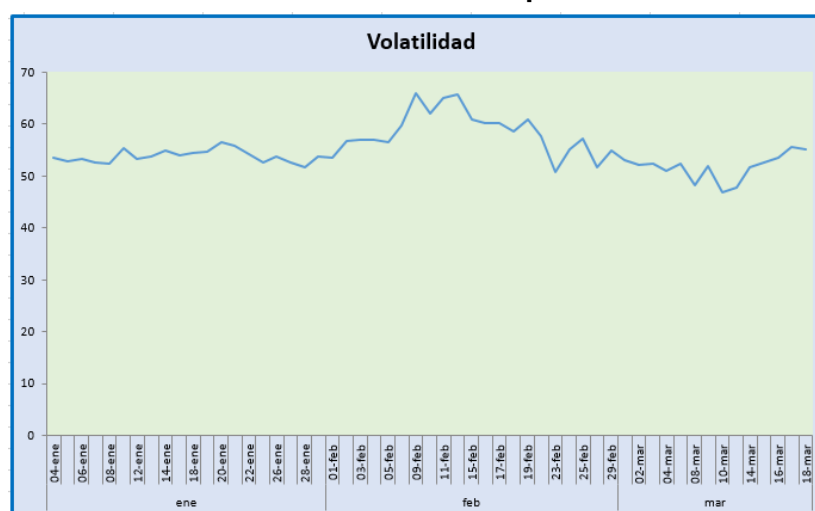
Figura 22. La evolución de la prima en opciones de Gas Natural.



Fuente: Elaboración propia.

La evolución de la volatilidad de las opciones de Gas Natural durante la primera mitad del periodo ha seguido una tendencia ascendente, hasta alcanzar 65,83 el 9 de febrero. No obstante, a partir de ahí su comportamiento ha sido a la baja, mostrando su mínimo de 46,74 el 10 de marzo.

Figura 23. La evolución de volatilidad en opciones de Gas Natural.



Fuente: Elaboración propia.

En el reparto de las opciones entre *call* y *put* se puede observar que el 100% de las negociaciones corresponden a las *put*, de las cuales todas ellas han sido americanas.

Tabla 16. El reparto de las opciones entre *call* y *put* y europeas y

Call/Put	Volumen total	Ame/Eur	Suma de Volumen
Call	0,00%	Americana	100,00%
Put	100,00%	Europea	0,00%
Total general	100,00%	Total general	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Valoración de la estrategia

Para valorar la estrategia estudiada se ha partido de los siguientes datos:

- El precio del subyacente, que toma un valor de 18,10€ y se ha recogido a la fecha del 4 de enero del año 2016 de los datos de infobolsa.
- El tipo de interés, que se ha utilizado el Euribor a 12 meses y que en esta fecha es igual a 5,8%.
- La volatilidad implícita que MEFF publica en esta fecha.

- El tiempo que es la fracción del año entre la formalización y el vencimiento.
- En este caso, no hubo reparto de dividendos.

Tabla 17. Datos iniciales *strap* corto.

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Subyacente	18,10 €	Tiempo (días)	74
Volatilidad 1	26,98	Tiempo (años)	0,20218579
Volatilidad 2	26,62	Dividendo	0,000000 €
Ratio volatilidades	0,986656783	Fecha	08/01/2016
Euribor (12M)	5,80%	Tiempo (días)	4
Fecha contrato	04/01/2016	Tiempo (años)	0,01092896
Fecha vencimiento	18/03/2016	Dividendo actual	0,000000 €
		Subyacente s/div.	18,100000 €

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se determinan las cifras críticas de la estrategia, que son los puntos muertos y la máxima ganancia y pérdida. El punto muerto inferior se calcula restando al precio de ejercicio la suma de las tres primas. El punto muerto superior se obtiene dividiendo la suma de las tres primas entre dos, y ese resultado se le suma al precio de ejercicio. El máximo beneficio estará limitado al valor de las primas y la máxima pérdida es potencialmente ilimitada.

Las cifras críticas se han obtenido de la siguiente manera:

Tabla 18. Las cifras críticas del *strap* corto sobre Gas Natural.

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Combinación
Opción	Call	Call	Put	
Posición	Corta	Corta	Corta	
Precio de ejercicio	18,50	18,50	18,50	18,50
Prima	0,79 €	0,79 €	0,96 €	2,55 €
Punto muerto superior	18,89 €	18,89 €	17,14 €	19,77 €
Punto muerto inferior				15,95 €
Máx. Beneficio	0,79 €	0,79 €	0,96 €	2,55 €
Máx. Pérdida	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado

Fuente: Elaboración propia.

- Punto muerto inferior:

$$18,5 - (0,79 + 0,79 + 0,96) = 15,95€ \quad (42)$$

- Punto muerto superior:

$$18,5 + \left(\frac{0,79 + 0,79 + 0,96}{2} \right) = 19,77€ \quad (43)$$

- Máxima beneficio:

$$0,79 + 0,79 + 0,96 = 2,55\text{€} \quad (44)$$

- Máxima pérdida: ilimitada

A continuación se detalla el cálculo de la prima y las griegas de la estrategia, que se ha realizado siguiendo el modelo de Black–Scholes. La prima es el resultado de la suma de las tres primas. Al tratarse de posiciones cortas las griegas se obtienen mediante la resta de las griegas de las tres opciones.

- Prima:

$$0,79 + 0,79 + 0,96 = 2,55\text{€} \quad (45)$$

- Delta:

$$-0,490881 - 0,490881 + 0,509892 = -0,471870\text{€} \quad (46)$$

- Gamma:

$$-0,002649 - 0,002649 - 0,002649 = -0,007947\text{€} \quad (47)$$

- Vega:

$$-3,246015 - 3,246015 - 3,245865 = -9,737894\text{€} \quad (48)$$

- Theta:

$$2,635226 + 2,635226 + 1,545605 = 6,816057\text{€} \quad (49)$$

- Rho:

$$-1,655820 - 1,656820 + 2,060781 = -1,250859\text{€} \quad (50)$$

Tabla 19. El cálculo de las griegas del *strap* corto.

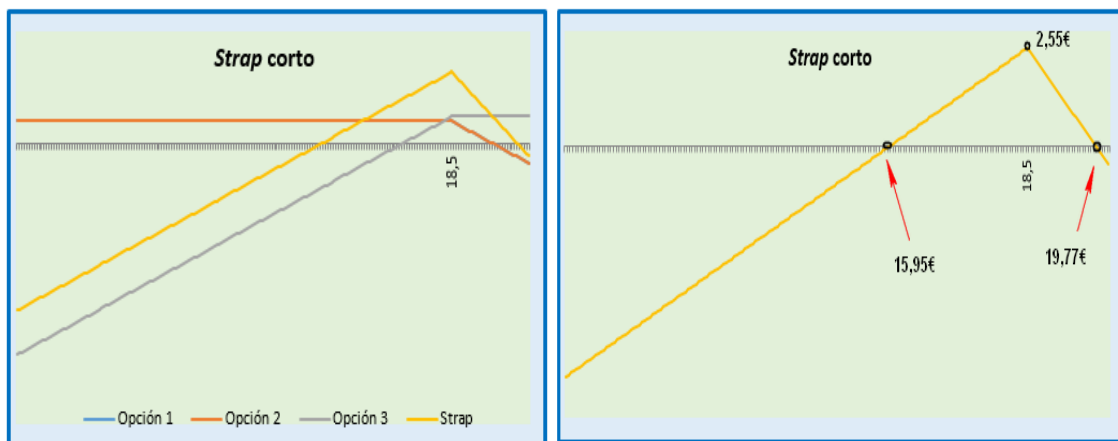
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Combinación
Delta	0,490881	0,490881	-0,509892	-0,471870
Gamma	0,002649	0,002649	0,002649	-0,007947
Vega	3,246015	3,246015	3,245865	-9,737894
Theta	-2,635226	-2,635226	-1,545605	6,816057
Rho	1,655820	1,655820	-2,060781	-1,250859

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 24 muestra el perfil de resultados determinado a partir de los datos anteriores. La figura del *strap* corto tiene una forma de “v” asimétrica invertida, siendo en la zona derecha su pendiente mayor que en la zona izquierda, como consecuencia de que son dos opciones de compra las que actúan en ese lado.

El beneficio estará limitado al valor de las primas (2,55€) y su máximo se produce cuando el precio del subyacente coincide con el precio de ejercicio (18,5€). Las pérdidas son potencialmente ilimitadas y serán mayores cuanto más se aleja el precio del subyacente del intervalo delimitado por los puntos muertos (15,95€ ; 19,77€).

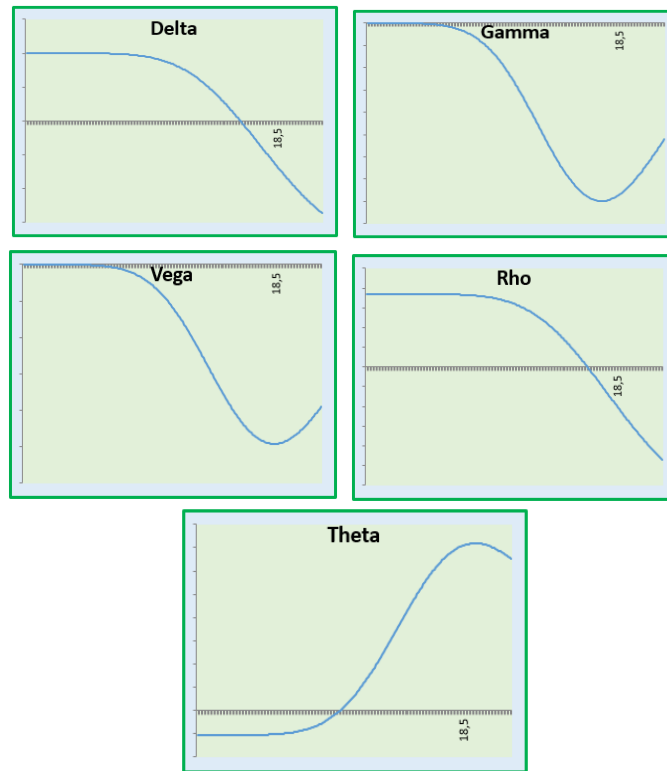
Figura 24. El perfil de resultados del *strap* corto sobre Gas Natural.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las griegas de la estrategia se observa que:

- El gráfico de delta es decreciente, existiendo un tramo negativo y uno positivo. La delta es positiva para precios inferiores al precio del subyacente, de modo que cuando el precio del subyacente aumenta, también lo hace la prima. Es negativa para los precios superiores al precio de ejercicio, lo que indica que si aumenta el precio del subyacente, la prima disminuye.
- Gamma es constantemente negativa y alcanza su punto mínimo alrededor del precio de ejercicio, indicando que es un punto de inflexión y que a partir de ahí la velocidad del cambio de delta se modifica.
- Vega presenta una forma idéntica a gamma. Es siempre negativa e indica que mientras la volatilidad aumenta el valor de la prima disminuye.
- El gráfico de theta es creciente, de modo que conforme la opción se acerca el vencimiento y todavía no se ha ejercido el derecho, el vendedor obtiene más posibilidades de que la estrategia le resulte beneficiosa.
- El gráfico de rho presenta una forma similar al gráfico de delta. El primer tramo, donde rho es positiva, significa que para valores más bajos que el precio de ejercicio, si aumenta el tipo de interés también crece la prima. Rho es negativa para los valores superiores al precio de ejercicio, de modo que si el tipo de interés sube, la prima baja.

Figura 25. Las griegas del *strap* corto sobre Gas Natural.

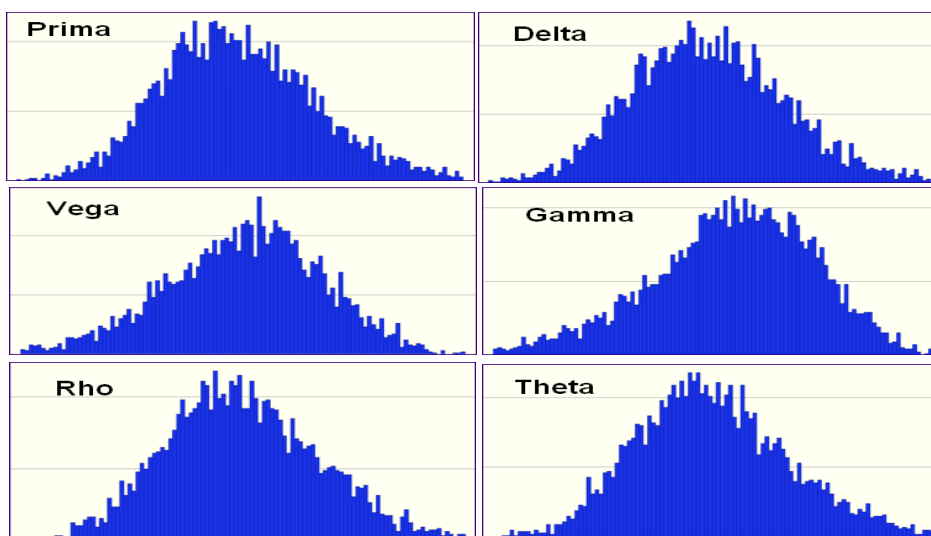
Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Análisis de sensibilidad con simulación

El análisis de sensibilidad para el caso 2, así como las variables explicativas y sus distribuciones, siguen siendo las mismas que para el caso 1. Los ajustes efectuados anteriormente en el precio del subyacente y la volatilidad permanecen para el estudio del caso 2.

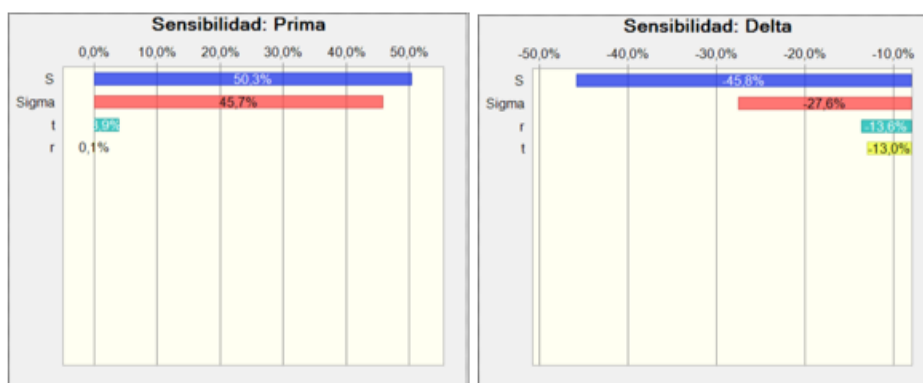
La Figura 26 muestra los resultados de simulación para cada una de las variables explicativas en los que se observa una forma similar a la de distribución normal, y cuyos valores se concentran todos alrededor de un valor central.

Figura 26. Resultados de simulación.



Fuente: Elaboración propia.

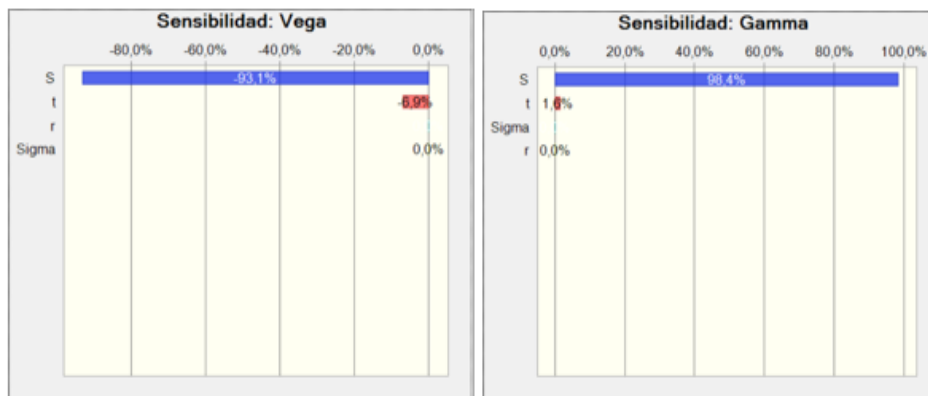
Figura 27. Análisis de sensibilidad de prima y delta.



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de sensibilidad sobre la prima se observa que el precio del subyacente y la volatilidad son los factores con mayor influencia, y explican un 50,3% y 45,7% de su variación, respectivamente, en sentido positivo. El tiempo explica un 3,9% de la variación de la prima. En el análisis de sensibilidad sobre la delta se observa que todas las variables influyen en sentido negativo. El precio del subyacente es el factor más relevante y explica un -46,8% de su variación, la volatilidad explica un -27,6%, y el tipo de interés y el tiempo explican un -13,6% y -13%, respectivamente.

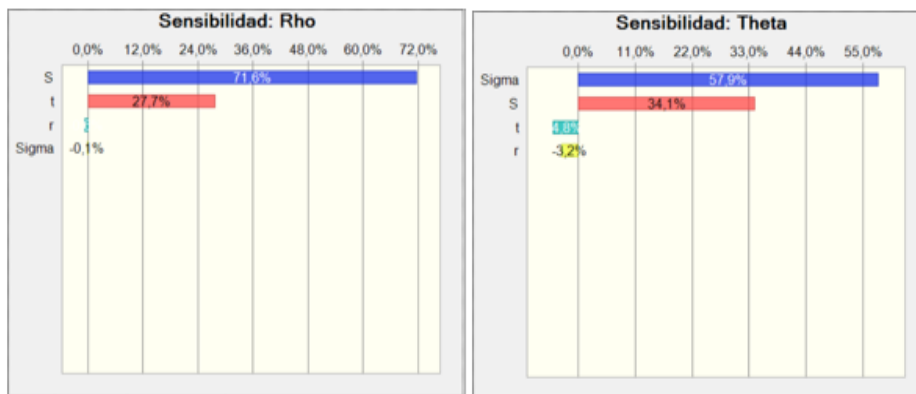
Figura 28. Análisis de sensibilidad de vega y gamma.



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de sensibilidad sobre vega, el factor que explica prácticamente toda su variación es el precio del subyacente, con un -93,1% en sentido negativo. El factor menos relevante es el tiempo, que explica un -6,9% de variación de vega en sentido negativo. En el análisis de sensibilidad sobre gamma se observa que casi toda su variación la explica el precio del subyacente, con un 98,4% en sentido positivo.

Figura 29. Análisis de sensibilidad de rho y theta.



Fuente: Elaboración propia.

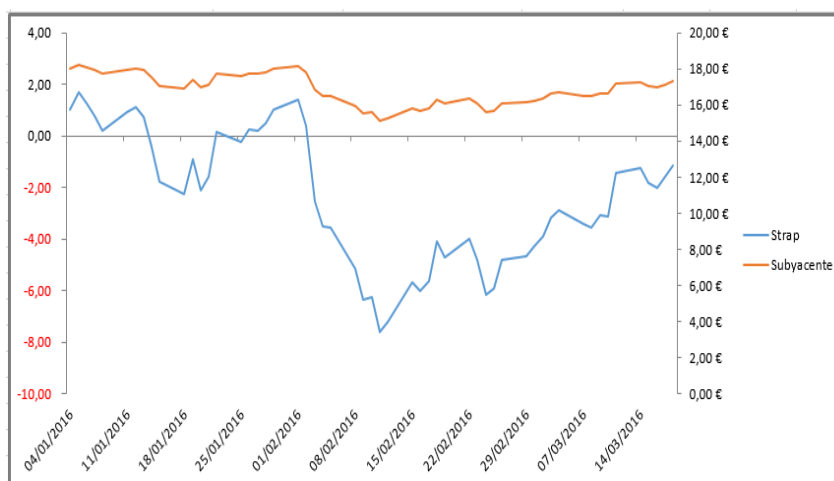
En el análisis de sensibilidad sobre rho se ve que el factor que explica el mayor porcentaje de variación es el precio del subyacente, con un 71,6%, mientras que el tiempo explica un 27,7% de su variación, ambos en sentido positivo. En el análisis de sensibilidad sobre theta se percibe que el primer factor más destacado es la volatilidad, que explica un 57,9% de su variación. El precio del subyacente es el segundo factor más relevante, y explica un 34,1% de su variación. El tiempo y el tipo

de interés son factores con menor relevancia, y explican un 4,6% en sentido positivo, y -3,2% en sentido negativo, respectivamente.

2.2.4 Análisis del resultado con contrastes de hipótesis

Los resultados obtenidos de la estrategia en relación con el precio del subyacente demuestran que la mayor parte del periodo analizado resulta poco beneficioso para el inversor, porque la mayor parte del periodo el precio del subyacente se distancia mucho del precio de ejercicio. Al principio del periodo, el precio muestra un comportamiento estable, por lo que se puede ver como la estrategia reporta beneficios hasta el día 14 de enero, obteniéndose un beneficio máximo de 1,69€ el día 5 de enero del 2016. A partir de ahí, y hasta el final del periodo analizado, la posición larga ejerce tanto las opciones *call* como *put*, y la posición corta entra en pérdidas.

Figura 30. Resultado de estrategia y evolución del subyacente.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan las medidas de estadística descriptiva obtenidas a partir de los resultados de la estrategia. La estrategia toma un valor medio de -2,355€ y un error típico de 0,348€. La mediana presenta un valor negativo de -2,17, lo que implica que la estrategia ha resultado perdedora la mayor parte del tiempo. La desviación típica indica que la dispersión es muy grande y se sitúa en el 258,06%. La curtosis es -1,095 por lo que, al tratarse de un valor negativo, se puede concluir que las variaciones experimentadas en los datos son moderadas. El coeficiente de asimetría

toma un valor de -0,140 e indica el grado de simetría que presenta la distribución respecto a la media.

Tabla 20. Medidas de estadística descriptiva.

<i>Strap corto</i>		
<i>Media</i>	-2,355672727	<i>Rango</i> 9,285
<i>Error típico</i>	0,347976546	<i>Mínimo</i> -7,54
<i>Mediana</i>	-2,17	<i>Máximo</i> 1,745
<i>Moda</i>	1,085	<i>Suma</i> -129,562
<i>Desviación estándar</i>	2,580663137	<i>Cuenta</i> 55
<i>Varianza de la muestra</i>	6,659822224	<i>Mayor (3)</i> 1,337
<i>Curtosis</i>	-1,095845083	<i>Menor(3)</i> -6,295
<i>Coefficiente de asimetría</i>	-0,140388946	<i>Nivel de confianza(95,0%)</i> 0,697650966

Fuente: Elaboración propia.

El rango es la diferencia entre el máximo y el mínimo, y es igual a 9,285. El valor correspondiente al k-ésimo mayor (3) se interpreta como el tercer valor más alto de la serie, y es igual a 1,337€. En cambio, el k-ésimo menor (3) es el tercer valor más bajo de la serie y, en este caso, es -6,295€. Al ser valores cercanos al máximo (1,745€) y mínimo (-7,54€), respectivamente, se puede confirmar que estos no fueron datos atípicos. El intervalo de confianza se calcula sumando y restando a la media 0,70, que es el valor que corresponde al nivel de confianza de 95%.

$$\begin{aligned}
 &(-2,35 \pm 0,70) && (51) \\
 &(-2,35 - 0,70) = -3,05 \\
 &(-2,35 + 0,70) = -1,65
 \end{aligned}$$

El resultado obtenido indica que, con un nivel de confianza del 95%, el resultado de la estrategia analizada se encuentra en el intervalo de [-3,05 ; -1,6].

A continuación, se procede a realizar el contraste de igualdad de las varianzas y medias. Para ello se localiza un acontecimiento importante en la empresa Gas Natural. El día 22 de febrero de 2016 se produjo el anuncio de un incremento en 2,7% de los beneficios del año 2015. Posteriormente se divide la serie de resultados en dos partes, antes del evento y después del mismo para llevar a cabo un contraste de igualdad de varianzas y medias.

Tabla 21. Contraste de igualdad de varianzas.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<i>Media</i>	-1,882416667	-3,252368421
<i>Varianza</i>	8,401093279	2,347331579
<i>Observaciones</i>	36	19
<i>Grados de libertad</i>	35	18
<i>F</i>	3,578997255	
<i>P(F<=f) una cola</i>	0,002792074	
<i>Valor crítico para F (una cola)</i>	2,082080324	

Fuente: Elaboración propia.

En el contraste de igualdad de varianzas, la hipótesis nula es que las varianzas son iguales, y la hipótesis alternativa que son distintas. El resultado del contraste indica que se rechaza la hipótesis nula para un nivel de significación del 1%.

El siguiente contraste será de igualdad de medias, suponiendo que las varianzas son desiguales, y siendo la hipótesis nula que las medias son iguales. Tanto en el análisis de una cola como en el de dos colas, se rechaza la hipótesis nula para un nivel de significación del 1%.

Tabla 22. Contraste de igualdad de medias.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<i>Media</i>	-1,882416667	-3,252368421
<i>Varianza</i>	8,401093279	2,347331579
<i>Observaciones</i>	36	19
<i>Diferencia hipotética de las me</i>	0	
<i>Grados de libertad</i>	53	
<i>Estadístico t</i>	2,293123549	
<i>P(T<=t) una cola</i>	0,012918295	
<i>Valor crítico de t (una cola)</i>	1,674116237	
<i>P(T<=t) dos colas</i>	0,02583659	
<i>Valor crítico de t (dos colas)</i>	2,005745949	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que se obtuvieron en los dos contrastes permiten concluir que el anuncio del incremento de los beneficios de la empresa ha tenido un impacto significativo en los resultados de la estrategia.

3. Implementación del trabajo en la hoja de cálculo

La implementación del trabajo en una hoja de cálculo ha sido una de las partes más relevantes y significativas del trabajo. Para la valoración de la estrategia *strap* y la presentación sistemática de los datos se ha creado un prototipo de un modelo. Aunque el excel es a menudo inadecuado para el manejo de grandes volúmenes de datos y para los cálculos de mayor complejidad, es una de las herramientas más poderosas y accesibles para el análisis, la comprensión y valoración financiera, como establecen diversos autores, entre los cuales cabe citar a Benninga y Czaczkcs (2000), y a Sengupta (2004).

Se han empleado diferentes recursos ofrecidos por la hoja de cálculo, tales como los gráficos y las tablas dinámicas, las barras de desplazamiento, casillas de verificación, macros y listas desplegables.

Los elementos principales del prototipo son los siguientes:

- Índice. En la primera hoja de cálculo se ha creado un índice a través del cual se puede navegar de manera intuitiva a los distintos apartados.

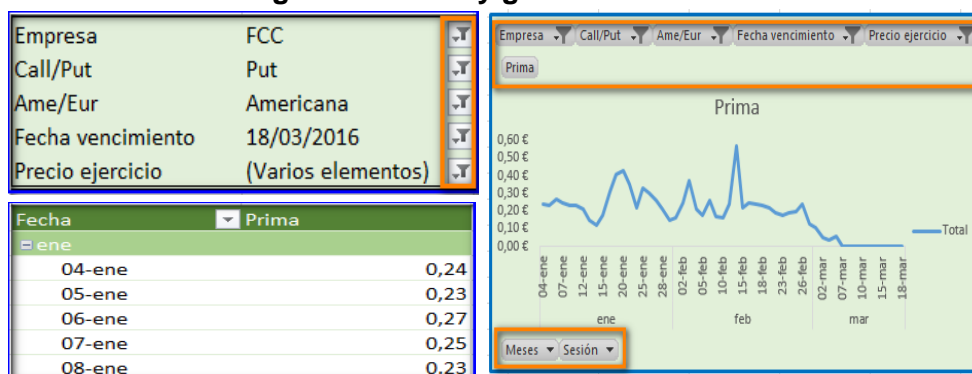
Figura 31. Índice.

Empresas	Periodo	Fuente	Acciones	Opciones	Estrategia	
FCC	04/01/2016 -	MEFF	Cotizaciones	Prima	Strap largo FCC	Strap corto Gas Natural
Gas Natural	18/03/2016	Infobolsa Banco de España	Volumen	Volatilidad Put/Call Americana/Europea Volumen por sesión Volumen por precio de ejercicio Volumen por tipo de opción Volumen por fechas de vencimiento Volumen por sesión y tipo de acción Volumen por precio de ejercicio y tipo de acción	Valoración Resultado	Valoración Resultado

Fuente: Elaboración propia.

- Datos. Los datos se presentan utilizando tablas y gráficos dinámicos aprovechando su interactividad para facilitar el análisis preliminar de los mismos. En la Figura 34 se puede ver un ejemplo de tabla y gráfico dinámico de la evolución de la prima de las opciones. La ventaja principal que ofrecen estas herramientas es una comparación rápida y sencilla de los distintos escenarios. Para poder mostrar los datos deseados es necesario modificar los filtros en la tabla o en el gráfico y, una vez hecho esto, el gráfico y la tabla se adaptan automáticamente a la elección. Se puede filtrar por la empresa, el tipo de opción (*call/put* o *americana/europea*), la fecha de vencimiento, el precio de ejercicio, el mes y la sesión. También se puede agrupar y desagrupar los datos por días, meses, horas, etc.

Figura 32. Tabla y gráfico dinámico.



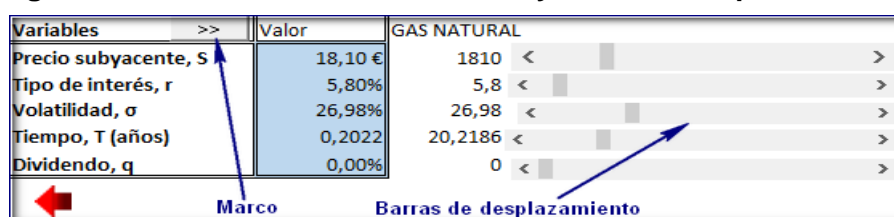
Fuente: Elaboración propia.

- La estrategia.

Para cada una de las variantes analizadas, la información se estructura como sigue. Se ha creado una hoja para la valoración de la estrategia que incluye los siguientes elementos destacados:

La entrada de los datos, situada en la parte superior izquierda y que incluye el precio del subyacente, el tipo de interés, la volatilidad, el tiempo y el dividendo continuo.

Figura 33. La entrada de datos, marco y barra de desplazamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Estos datos se pueden modificar mediante una barra de desplazamiento asociada a cada dato, para realizar un análisis de sensibilidad preliminar de distintos escenarios. En la entrada de los datos se ha incorporado un botón que tiene asignada una macro que permite restablecer los datos de partida. También se ha incorporado un hipervínculo en forma de una flecha que permite regresar a la hoja del índice. En la zona de resultados se encuentran las cifras críticas de la estrategia agrupadas en apartados que se pueden mostrar u ocultar a voluntad.

Figura 34. Cifras críticas agrupadas en bloques.

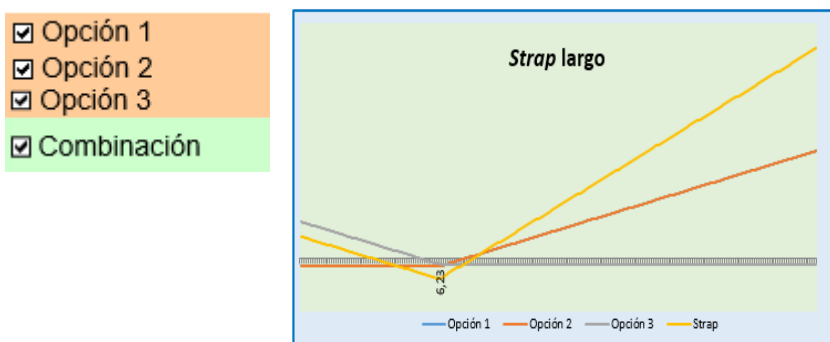
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Combinación
9 Opción	Call	Call	Put	
10 Posición	Larga	Larga	Larga	
11 Precio de ejercicio	6,23 €	6,23 €	6,23 €	6,23 €
12				
13				
14 Prima	-0,56 €	-0,56 €	-0,40 €	-1,53 €
15 Punto muerto superior	6,92 €	6,92 €	6,76 €	6,99 €
16 Punto muerto inferior				4,70 €
17 Máx. Beneficio	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
18 Máx. Pérdida	0,56 €	0,56 €	0,40 €	1,53 €
19				
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Combinación
20				
21 Delta	0,604944	0,604944	-0,397287	0,812600
22 Gamma	0,330633	0,330633	0,305700	0,966967
23 Vega	1,100742	1,100742	1,102421	3,303904
24 Theta	-1,299358	-1,299358	-1,033353	-3,632068
25 Rho	0,671458	0,671458	-0,591721	0,751195
26				

Mostrar u ocultar

Fuente: Elaboración propia.

En la zona de gráficos, se muestra el gráfico del perfil de la estrategia, en el que cabe la posibilidad de elegir presentar la estrategia y/o sus componentes a través de las casillas de verificación.

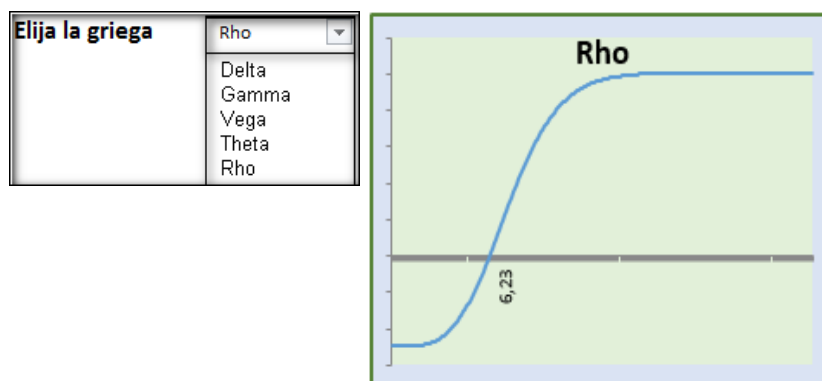
Figura 35. El perfil de estrategia y casillas de verificación.



Fuente: Elaboración propia.

Se añade un gráfico de las griegas, al que se ha asociado una lista desplegable en la que se presentan las cinco griegas y a través de la cual se puede elegir la griega a presentar.

Figura 36. Gráfico de las griegas y lista desplegable.



Fuente: Elaboración propia.

En la parte derecha de la hoja se muestra el detalle de los cálculos necesarios, que incluye:

- Valoración de la prima y las griegas de acuerdo al modelo de Black-Scholes.
- La generación de los valores necesarios para los gráficos a través de tablas de datos.

Figura 37. Cálculo de la prima y las griegas.

OPCIÓN 1			OPCIÓN 2			OPCIÓN 3		
K	6,23 €		K	6,23 €		K	6,23 €	
σ	40,74%		σ	40,74%		σ	44,13%	
d1	0,266164		d1	0,266164		d1	0,260375	
d2	0,082976		d2	0,082976		d2	0,061945	
N'(d1)	0,385058		N'(d1)	0,385058		N'(d1)	0,385646	
N'(d2)	0,397571		N'(d2)	0,397571		N'(d2)	0,398178	
N(d1)	0,604944		N(d1)	0,604944		N(d1)	0,602713	
N(d2)	0,533065		N(d2)	0,533065		N(d2)	0,524697	
N(-d1)	0,395056		N(-d1)	0,395056		N(-d1)	0,397287	
N(-d2)	0,466935		N(-d2)	0,466935		N(-d2)	0,475303	
Prima	CALL 0,56 €	PUT 0,36 €	Prima	CALL 0,56 €	PUT 0,36 €	Prima	CALL 0,60 €	PUT 0,40 €
Paridad	VERDADERO		Paridad	VERDADERO		Paridad	VERDADERO	
Delta	0,604944	-0,395056	Delta	0,604944	-0,395056	Delta	0,602713	-0,397287
Gamma	0,330633	0,330633	Gamma	0,330633	0,330633	Gamma	0,305700	0,305700
Vega	1,100742	1,100742	Vega	1,100742	1,100742	Vega	1,102421	1,102421
Vega (1%)	0,011007	0,011007	Vega (1%)	0,011007	0,011007	Vega (1%)	0,011024	0,011024
Theta	-1,299358	-0,942230	Theta	-1,299358	-0,942230	Theta	-1,390480	-1,033353
Theta (255)	-0,005096	-0,003695	Theta (255)	-0,005096	-0,003695	Theta (255)	-0,005453	-0,004052
Theta (365)	-0,003560	-0,002581	Theta (365)	-0,003560	-0,002581	Theta (365)	-0,003810	-0,002831
Rho	0,671458	-0,581303	Rho	0,671458	-0,581303	Rho	0,660917	-0,591721
Rho (1%)	0,006715	-0,005813	Rho (1%)	0,006715	-0,005813	Rho (1%)	0,006609	-0,005917

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 38 se muestran los cálculos necesarios para elaborar el gráfico del perfil de la estrategia, donde se incluyen una serie de precios de mercado, valores intrínsecos de cada opción, junto con sus resultados, y un resultado global.

Figura 38. Cálculo del perfil de resultados.

Precio de mercado	Intrínseco 1	Intrínseco 2	Intrínseco 3	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3	Global	Gráfico 1	Gráfico 2	Gráfico 3	Gráfico 4	Eje
3	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,83€	1,70€	-0,56	-0,56	2,83	1,70	
3,05	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,78€	1,65€	-0,56	-0,56	2,78	1,65	
3,1	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,73€	1,60€	-0,56	-0,56	2,73	1,60	
3,15	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,68€	1,55€	-0,56	-0,56	2,68	1,55	
3,2	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,63€	1,50€	-0,56	-0,56	2,63	1,50	
3,25	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,58€	1,45€	-0,56	-0,56	2,58	1,45	
3,3	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,53€	1,40€	-0,56	-0,56	2,53	1,40	
3,35	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,48€	1,35€	-0,56	-0,56	2,48	1,35	
3,4	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,43€	1,30€	-0,56	-0,56	2,43	1,30	
3,45	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,38€	1,25€	-0,56	-0,56	2,38	1,25	
3,5	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,33€	1,20€	-0,56	-0,56	2,33	1,20	
3,55	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,28€	1,15€	-0,56	-0,56	2,28	1,15	
3,6	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,23€	1,10€	-0,56	-0,56	2,23	1,10	
3,65	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,18€	1,05€	-0,56	-0,56	2,18	1,05	
3,7	0€	0€	3€	-0,56€	-0,56€	2,13€	1,00€	-0,56	-0,56	2,13	1,00	
3,75	0€	0€	2€	-0,56€	-0,56€	2,08€	0,95€	-0,56	-0,56	2,08	0,95	
3,8	0€	0€	2€	-0,56€	-0,56€	2,03€	0,90€	-0,56	-0,56	2,03	0,90	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Cálculo del gráfico de las griegas.

	Delta	Gamma	Vega	Theta	Rho	Gráfico
	0,812600	0,966967	3,303904	-3,632068	0,751195	
3	-0,9996615	0,0022804	0,0017735	0,3551938	-1,2447355	-1,2447355
3,05	-0,9995287	0,0030631	0,0024599	0,3544464	-1,2446539	-1,2446539
3,1	-0,9993515	0,0040678	0,0033715	0,3534542	-1,2445431	-1,2445431
3,15	-0,9991174	0,0053429	0,004568	0,352152	-1,2443944	-1,2443944
3,2	-0,9988117	0,0069437	0,0061211	0,3504622	-1,2441971	-1,2441971
3,25	-0,9984166	0,0089325	0,0081151	0,3482928	-1,2439379	-1,2439379
3,3	-0,9979109	0,0113784	0,0106488	0,3455364	-1,2436011	-1,2436011
3,35	-0,9972699	0,0143574	0,0138357	0,3420693	-1,2431676	-1,2431676
3,4	-0,9964649	0,0179514	0,0178055	0,3377502	-1,2426149	-1,2426149
3,45	-0,995463	0,0222481	0,0227039	0,3324201	-1,2419168	-1,2419168
3,5	-0,9942268	0,0273395	0,0286934	0,3259018	-1,2410428	-1,2410428
3,55	-0,9927142	0,033321	0,0359524	0,3179997	-1,2399579	-1,2399579
3,6	-0,9908783	0,0402901	0,0446752	0,3085014	-1,2386222	-1,2386222
3,65	-0,9886671	0,0483445	0,0550703	0,2971777	-1,236991	-1,236991
3,7	-0,9860241	0,0575806	0,0673593	0,2837853	-1,2350141	-1,2350141
3,75	-0,9828878	0,0680914	0,0817744	0,268068	-1,2326361	-1,2326361
3,8	-0,9791923	0,0799646	0,0985559	0,2497602	-1,2297963	-1,2297963
3,85	-0,9748673	0,0932805	0,1179493	0,2285895	-1,2264285	-1,2264285
3,9	-0,969839	0,1081099	0,1402017	0,2042806	-1,2224617	-1,2224617

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se presenta una hoja más para mostrar la evolución del resultado a lo largo del periodo de tiempo considerado. En ella se calculan los valores intrínsecos de cada opción y sus resultados, teniendo en cuenta el precio del subyacente en esa fecha y el precio de ejercicio correspondiente.

Figura 40. Evolución del resultado de estrategia.

Vencimiento	18/03/2016	Fecha	Subyacente	Intrínseco 1	Intrínseco 2	Intrínseco 3	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Strap
Strike 1	6,23€	04/01/2016	6,765	0,53€	0,53€	0,53€	-0,39€	-0,39€	0,29€	-0,48€
Strike 2	6,23€	05/01/2016	6,799	0,57€	0,57€	0,57€	-0,35€	-0,35€	0,33€	-0,37€
Strike 3	6,23€	06/01/2016	6,852	0,42€	0,42€	0,42€	-0,50€	-0,50€	0,18€	-0,81€
Prima 1	0,92€	07/01/2016	6,701	0,47€	0,47€	0,47€	-0,45€	-0,45€	0,23€	-0,67€
Prima 2	0,92€	08/01/2016	6,77	0,54€	0,54€	0,54€	-0,38€	-0,38€	0,30€	-0,46€
Prima 3	0,24€	11/01/2016	6,672	0,44€	0,44€	0,44€	-0,48€	-0,48€	0,20€	-0,75€
		12/01/2016	6,72	0,49€	0,49€	0,49€	-0,43€	-0,43€	0,25€	-0,61€
		13/01/2016	6,933	0,70€	0,70€	0,70€	-0,22€	-0,22€	0,46€	0,03€
		14/01/2016	7,098	0,87€	0,87€	0,87€	-0,05€	-0,05€	0,63€	0,52€
		15/01/2016	6,733	0,50€	0,50€	0,50€	-0,42€	-0,42€	0,26€	-0,57€
		18/01/2016	6,349	0,12€	0,12€	0,12€	-0,80€	-0,80€	-0,12€	-1,72€
		19/01/2016	6,094	0,00€	0,00€	0,00€	-0,92€	-0,92€	-0,24€	-2,08€
		20/01/2016	6,039	0,00€	0,00€	0,00€	-0,92€	-0,92€	-0,24€	-2,08€
		21/01/2016	6,234	0,00€	0,00€	0,00€	-0,92€	-0,92€	-0,24€	-2,07€
		22/01/2016	6,591	0,36€	0,36€	0,36€	-0,56€	-0,56€	0,12€	-1,00€
		25/01/2016	6,234	0,00€	0,00€	0,00€	-0,92€	-0,92€	-0,24€	-2,07€
		26/01/2016	6,287	0,06€	0,06€	0,06€	-0,86€	-0,86€	-0,18€	-1,91€
		27/01/2016	6,384	0,15€	0,15€	0,15€	-0,77€	-0,77€	-0,09€	-1,62€
		28/01/2016	6,526	0,30€	0,30€	0,30€	-0,62€	-0,62€	0,06€	-1,19€
		29/01/2016	6,743	0,51€	0,51€	0,51€	-0,41€	-0,41€	0,27€	-0,54€

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo ha sido analizar la estrategia con opciones sobre acciones conocida como *strap*, ampliando y consolidando conocimientos en el campo de las opciones financieras, analizando la estrategia a partir de casos reales, y utilizando para ello la hoja de cálculo como herramienta de valoración financiera.

En el primer capítulo se ha visto el marco teórico de las opciones financieras, así como sus características y tipos básicos. Se han presentado diversos modelos cuyo propósito es el cálculo del valor de la prima. Uno de ellos ha sido el modelo de Black–Scholes que, basado en un contexto de capitalización continua, demuestra la existencia de la paridad entre las primas de las opciones de venta y de compra. También se han visto las griegas, que son medidas que describen la sensibilidad de la prima de una opción frente a las modificaciones producidas en las variables que la determinan.

En el segundo capítulo se ha analizado la aplicación de la estrategia a dos casos reales. En particular, la versión larga se ha aplicado a la empresa FCC. El análisis de sensibilidad realizado con el simulador Crystal ball ha permitido saber a qué variables es más sensible la prima y las griegas de la estrategia. En particular el precio del subyacente y la volatilidad han resultado los factores más influyentes en el valor de la prima. En el resultado de la estrategia se pudo comprobar que como consecuencia de un comportamiento estable del precio del subyacente, la estrategia no ha resultado beneficiosa la mayor parte del tiempo. El segundo caso trata del *strap* corto sobre las acciones de Gas Natural, y tras valorar el resultado de la estrategia se pudo comprobar que la estrategia no ha reportado rendimientos positivos porque el precio del subyacente se alejaba del precio de ejercicio, situación poco beneficiosa para la posición corta. En el análisis de sensibilidad sobre la prima se demostró que el precio del subyacente y la volatilidad han sido variables más relevantes. Finalmente, los

contrastes de hipótesis han demostrado que un acontecimiento importante en las empresas implicó un impacto significativo en los resultados de la estrategia.

En el tercer capítulo se implementó un modelo de valoración en hoja de cálculo organizándolo a través de un índice que permite navegar de manera intuitiva a los distintos apartados. Los datos se presentaron mediante tablas y gráficos dinámicos aprovechando su interactividad. Para cada una de las variantes analizadas la información se estructuró alrededor de unos datos de entrada, pudiendo modificarlos mediante barras de desplazamiento y obteniendo de esta forma distintos escenarios. Por otro lado, se han calculado los resultados del perfil de la estrategia, así como sus griegas representándolas a través de gráficos. Por último, se ha creado una nueva hoja de cálculo donde se mostró la evolución del resultado de la estrategia.

En base al trabajo realizado se pudo comprobar que el *strap* largo es una estrategia adecuada para los activos que presentan alta volatilidad, particularmente en la dirección alcista. El máximo riesgo ocasionado es la pérdida de la prima y el máximo beneficio resulta ilimitado. Por el contrario, los contratantes del *strap* corto obtienen beneficios cuando la volatilidad de los activos es baja, y en dicho caso el rendimiento positivo estará representado por la prima. En cambio, las pérdidas son ilimitadas si el precio del subyacente experimenta fuertes oscilaciones.

Como valoración personal sobre el trabajo realizado he aprendido a:

1. Aplicar diversas habilidades combinando conocimientos financieros con los de sistemas de información, así como con los de dirección estratégica y política empresarial.
2. Manejar bibliografía específica del campo financiero en un idioma extranjero adquiriendo vocabulario específico de inglés financiero.
3. Buscar, organizar y tratar grandes volúmenes de datos, así como importarlos en la hoja del cálculo.
4. Aplicar los conocimientos teóricos a nivel práctico, desarrollando la capacidad de emitir juicios y reflexiones sobre casos reales.
5. Profundizar en el manejo de la hoja de cálculo, como herramienta de valoración financiera y apoyo a la toma de decisiones.
6. En conjunto, desarrollar habilidades para emprender posteriormente nuevas acciones de aprendizaje en este campo de estudio con autonomía.

Como limitaciones, en este trabajo sería de gran interés:

- Considerar otros activos subyacentes distintos de las acciones analizándolos en sus diversos escenarios.
- Considerar otros mercados financieros distintos del mercado español.
- Comparar la estrategia elegida con otras similares.

Las restricciones de tiempo y espacio han limitado el desarrollo y ampliación de las propuestas mencionadas anteriormente. Sin embargo, estas propuestas podrían ser futuras líneas en el trabajo.

El campo del estudio sobre el que se ha hecho el trabajo es un campo dinámico y cambiante, donde las innovaciones se producen de forma constante. Es por ello que el entorno hace surgir nuevas necesidades y la actividad financiera debe ofertar soluciones a las mismas. Este trabajo me abre puertas para seguir profundizando en el tema de opciones financieras y en un futuro cercano poder convertirme en una profesional con experiencia en derivados y otros instrumentos financieros.

Bibliografía

- Benninga, S., & Czaczkes, B. (2000). *Financial modeling*. Cambridge MIT press.
- Black, F., & Karasinski, P. (1991). Bond and option pricing when short rates are lognormal. *Financial Analysts Journal*, 47(4), 52-59.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2013). *Principios de finanzas corporativas*. México: McGraw-Hill.
- Casanovas, M. (2014). *Opciones financieras*. Madrid: Pirámide.
- Cohen, G. (2005). *The bible of options strategies: The definitive guide for practical trading strategies*. New Jersey: Pearson Education.
- Fouque, J., Papanicolaou, G., & Sircar, K. R. (2000). Mean-reverting stochastic volatility. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3(01), 101-142.
- García, R. Q., & Álvarez, I. S. (2006). El comportamiento de la volatilidad intradía del futuro IBEX-35 ante la llegada de información al mercado. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española De Financiación y Contabilidad*, 35(130), 523-540.
- Geske, R. (1978). The pricing of options with stochastic dividend yield. *The Journal of Finance*, 33(2), 617-625.
- Hernán, E. C. (2011). *Opciones y futuros de renta variable: Manual práctico*. Madrid: Instituto de Bolsas y Mercados Españoles.
- Hull, J. C. (2009). *Introducción a los mercados de futuros y opciones* (6ª ed.). México: Pearson Educación.

Hull, J. C. (2011). *Options, futures, and other derivatives* (8ª ed.). New Jersey: Pearson Education.

Mascareñas, J. (2007). *Principios de finanzas*. Madrid: Universidad Complutense.

Meneu, V., & Pardo, Á. (2001). El efecto "día festivo" en la bolsa española. *Moneda y Crédito: Revista De Economía*, 213, 97-127.

Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), 141-183.

Montero, M. C. (2003). *Diccionario comentado de términos financieros ingleses de uso frecuente en español*. A Coruña: Netbiblo.

Pindado García, J., & Abínzano Guillén, I. (2012). *Finanzas empresariales*. Madrid: Paraninfo.

Piñeiro Sánchez, C., & De Llano Monelos, P. (2009). *Principios y modelos de dirección financiera*. Santiago De Compostela: Andavira.

Piñeiro Sánchez, C., & De Llano Monelos, P. (2010). *Dirección financiera: Un enfoque centrado en valor y riesgo*. Madrid: Delta.

Ramón, M. C. (2014). *Opciones financieras*. Madrid: Pirámide.

Rascón Ortega, P. (2007). Manual práctico de opciones financieras. *Una Forma Equilibrada De Invertir En Bolsa*. España: Libros En Red.

Sengupta, C. (2004). *Financial modeling using excel and VBA*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Soldevilla, E., & García, E. S. (1996). *Opciones y futuros sobre divisas: Estrategias negociadoras del riesgo de cambio*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Tornero, A. P. (1998). Efectos de los mercados derivados sobre IBEX-35 en el activo subyacente. *Revista Española De Financiación y Contabilidad*, 94(27), 99-128.

Ugarte, J. I. D. (1999). *Estrategias con opciones financieras: Cómo ganar dinero utilizando las opciones financieras*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Índice analítico

A

At the money, 14

C

Call, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 36, 37, 47, 50, 51, 59, 62, 67

D

Delta, 5, 6, 21, 22, 23, 33, 34, 36, 41, 42, 44, 45, 54, 55, 56, 57
Dentro de dinero, 14, 22

E

En dinero, 14, 22
Expiration date, 12

F

Fecha de ejercicio, 12
Fecha de expiración, 12, 14, 15, 31, 63
Fecha de vencimiento, 12, 14, 15, 31, 63
Fuera de dinero, 14, 22, 29

G

Gamma, 5, 6, 23, 26, 42, 45, 55, 57
Griegas, 4, 5, 6, 7, 21, 22, 24, 26, 33, 34, 39, 40, 41, 42, 53, 54, 55, 64, 65, 66, 67, 68

I

In the money, 14, 16

M

Modelo binomial, 4, 26, 30
Modelo de Black-Scholes, 25, 30, 65

O

Opción
americana, 63
de compra, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 36, 37, 47, 50, 51, 59, 62, 67
de venta, 4, 5, 7, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 36, 37, 44, 50, 51, 59, 63, 67
europea, 25, 63
Out the money, 14, 16, 29

P

Posición
corta, 5, 15, 59, 68
larga, 5, 15, 39, 58, 67
Precio de ejercicio, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 41, 42, 43, 52, 54, 55, 58, 63, 66, 68
Prima, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 30, 36, 37, 39, 41, 42, 44, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 62, 65, 67, 68
Put, 4, 5, 7, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 36, 37, 44, 50, 51, 59, 62, 67

R

Rho, 5, 6, 24, 42, 46, 55, 58

S

Strap, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 50, 52, 53, 54, 55, 62, 67, 68

Strike, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 27, 28,
31, 32, 33, 34, 36, 39, 41, 42, 43, 52, 54, 55, 58,
63, 66, 68

Strike price, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 27, 28, 31,
32, 33, 34, 36, 39, 41, 42, 43, 52, 54, 55, 58, 63,
66, 68

Subyacente, 12

T

Theta, 5, 6, 23, 34, 45, 46, 55, 58

Tipo de interés, 5, 6, 24, 42, 46, 55, 58

U

Underlying asset, 2, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17,
18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32,
33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47,
48, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 63, 66, 67, 68, 72

V

Vega, 5, 6, 23, 24, 26, 34, 45, 57

Volatilidad, 2, 5, 6, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 34, 36, 37,
38, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 51, 52, 55, 56, 57, 58,
63, 68, 72