UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de Fin de Grado

Inversión con opciones financieras

Short Call Butterfly

Alejandro Velo Rodríguez

Tutor: Marcos Vizcaíno González

Programa de Simultaneidad del Grado en Administración y Dirección de Empresas y el Grado en Derecho

Curso académico 2021/22

Trabajo de Fin de Grao presentado en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad da Coruña para la obtención del Grado en Administración y Dirección de Empresas

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Grado aborda el análisis teórico y práctico de una estrategia de inversión con opciones financieras: la estrategia *Short Call Butterfly*. Así, partiendo del marco teórico común a todas las opciones financieras, se profundizará en el desarrollo teórico de la estrategia para, sobre dicha base, proceder a su aplicación práctica a un activo subyacente real (las acciones de Repsol, S.A.). El análisis práctico de la estrategia se realiza empleando el modelo de valoración de opciones de Black-Scholes, y se acompaña de un análisis de sensibilidad y un análisis de los resultados obtenidos con la estrategia, para lo que se recurre al apoyo de la hoja de cálculo. En este sentido, la metodología empleada tiene como principal objetivo el de efectuar un juicio crítico sobre la conveniencia de la estrategia, que permita revelar sus principales ventajas e inconvenientes y las situaciones más idóneas para su aplicación, juicio que, empleando idéntica metodología, sería replicable para cualquier otra estrategia de inversión con opciones que un inversor se pueda plantear realizar.

Palabras clave: opciones financieras; *call*; *put*; *Short Call Butterfly*; Black-Scholes

Número de palabras: 14.781

Abstract

This Final Degree Project deals with the theoretical and practical analysis of an investment strategy with financial options: the Short Call Butterfly strategy. Thus, starting from the theoretical framework common to all financial options, the theoretical development of the strategy will be deepened in order to, on that basis, proceed to its practical application to a real underlying asset (the shares of Repsol, S.A.). The practical analysis of the strategy is carried out using the Black-Scholes option pricing model, and is accompanied by a sensitivity analysis and an analysis of the results obtained with the strategy, for which the spreadsheet is used. In this sense, the main objective of the methodology used is to make a critical judgment on the convenience of the strategy, which allows revealing its main advantages and disadvantages and the most suitable situations for its application, a judgment that, using the same methodology, would be replicable for any other investment strategy with options that an investor may consider carrying out.

Keywords: financial options; call; put; Short Call Butterfly; Black-Scholes

Índice

Índice de figuras

Índice de tablas

Introducción

Los mercados actuales, caracterizados por el desarrollo tecnológico, la globalización y la competencia internacional, convierten en indispensable para la supervivencia de cualquier actividad económica la anticipación a los cambios que se puedan producir en el entorno (Castellanos Hernán, 2011, p. 13). En este sentido, también los inversores pueden tratar de anticipar las consecuencias que esconde la incertidumbre sobre el futuro, lo que ha dado lugar a la generación y proliferación de una clase de instrumentos financieros: los instrumentos financieros derivados.

Un **instrumento financiero derivado** consiste en un contrato financiero a plazo, es decir, un contrato cuyos términos son fijados en el momento presente pero cuya transacción se realiza en una fecha futura (Elvira y Puig, 2015, p. 22). Como su propio nombre induce a pensar, los instrumentos financieros definen derechos y obligaciones respecto a otros activos, conocidos como **activos subyacentes**, de modo tal que la cotización del instrumento financiero derivado en su mercado "depende" de la cotización de dichos activos subyacentes en su propio mercado (Piñeiro Sánchez y De Llano Monelos, 2010, p. 321). En la actualidad, existe una amplia variedad de modalidades de instrumentos financieros derivados (*Forwards*, futuros, opciones, *swaps*, contratos por diferencias -CFD-, por citar algunos de los más populares), los cuales pueden recaer en una extensa pluralidad de activos subyacentes (por ejemplo, acciones, divisas, tipos de interés, índices bursátiles o materias primas). Tomando conciencia de esta vasta heterogeneidad, el presente estudio se centrará en una concreta modalidad de instrumento financiero derivado: las opciones financieras.

Una **opción financiera** es un contrato a plazo que otorga al comprador el derecho a negociar una cierta cantidad de un determinado activo subyacente, a un precio y en una fecha previamente convenidos, concediendo a su comprador la potestad unilateral de decidir si el contrato llega o no a ejecutarse, y obligando al vendedor a cumplir su compromiso de atender al requerimiento del comprador (Piñeiro Sánchez y De Llano Monelos, 2010, p. 332). Como se explicará detalladamente, el derecho incorporado a una opción financiera puede ser de compra (*call*) o de venta (*put*) del activo subyacente, y en cualquiera de ambos casos, un sujeto puede actuar como comprador (posición larga) o como vendedor (posición corta), de lo que resulta un total de cuatro posiciones básicas.

Ahora bien, las opciones financieras no solo se pueden utilizar individualmente. En efecto, la gran versatilidad de las opciones financieras hace que sea posible combinar las cuatro posiciones básicas en una **estrategia** o **combinación de opciones financieras**, al objeto de explotar las ventajas que cada una de ellas ofrece en función de la evolución esperada del precio del activo subyacente. Sin embargo, dado que existen tantas estrategias como la imaginación del inversor sea capaz de llevar a la práctica (Castellanos Hernán, 2011, p. 166), el análisis se centrará en una concreta estrategia combinada con opciones: la estrategia *Short Call Butterfly.*

La **estrategia *Short Call Butterfly*** es una estrategia compuesta por cuatro opciones *call* que se utiliza en escenarios en los que se espera una elevada volatilidad en el precio del activo subyacente (Castellanos Hernán, 2011, p. 168). Como veremos, dicha estrategia es de corte conservador, pues conlleva una limitación tanto de los beneficios como de las pérdidas que con aquella se puede obtener (Cohen, 2016, p. 218).

Así, el **objetivo** del presente estudio no es otro que, bajo el pretexto de analizar una determinada estrategia combinada con opciones, estudiar el marco común a todas las estrategias y desarrollar una metodología que permita diagnosticar y analizar dichas combinaciones, comprendiendo sus ventajas e inconvenientes.

A tal efecto, en el trabajo es posible distinguir **tres Capítulos** diferenciados: el Capítulo I aborda el marco teórico de las opciones financieras, explicando sus elementos básicos, tipificándolas y diferenciando las distintas posiciones y situaciones en que se pueden encontrar. A continuación, el Capítulo II se dedica al análisis teórico de la estrategia *Short Call Butterfly*, describiendo su composición y examinando sus características. Por su parte, el Capítulo III estudia la aplicación práctica de la estrategia seleccionada a un activo subyacente real (las acciones de la empresa Repsol, S.A.), al objeto de confirmar o desmentir las bondades e inconvenientes de la estrategia identificadas desde una perspectiva teórica, analizando la sensibilidad de las variables clave de la estrategia y los resultados obtenidos como consecuencia de su aplicación. En última instancia, el estudio finaliza con unas **conclusiones** en las que se vierte lo analizado con anterioridad.

1. Marco teórico de las opciones financieras

1.1. Concepto

Una **opción financiera** es un contrato a plazo entre dos partes que otorga al comprador el derecho, aunque no la obligación, de comprar o vender, según se trate de una opción de compra o una opción de venta, un determinado activo a un precio cierto y en un momento futuro. En contraprestación por este derecho, el comprador de la opción pagará una **prima** al vendedor (Elvira y Puig, 2015, p. 78).

En virtud del derecho adquirido, el comprador de la opción podrá ejercitar o no la opción, en función de su conveniencia. Por el contrario, el vendedor de la opción estará obligado a cumplir sus obligaciones contractuales en caso de que el comprador decida ejercitar la opción, tanto si ello le conviene como si no (Casanovas Ramón, 2014, p. 29).

1.2. Elementos básicos

Los elementos básicos de una opción financiera podrían condensarse en los siguientes (Loring Miro, 2000, p. 304; Elvira y Puig, 2015, p. 78):

- **Activo subyacente**: es el activo referencia del contrato, es decir, el bien que será comprado o vendido en caso de que el comprador decida ejercitar la opción. Las opciones financieras pueden tener como referencia un variado conjunto de activos, tales como las materias primas, acciones, depósitos, divisas o índices bursátiles (Casanovas Ramón, 2014, p. 33).

  Estos activos subyacentes tienen un **precio de mercado o al contado** (***spot***, en adelante, **S**), que varía en el tiempo.

- **Fecha de vencimiento** (en adelante, **T**): es la fecha en la que el contrato finaliza o se liquida.

- **Precio de ejercicio o *strike*** (en adelante, **E**): es el precio fijado en el contrato para la transacción del activo subyacente. Dicho precio de ejercicio es fijo y no variará durante la duración del contrato, y ello aunque sí varíe el precio de mercado del activo subyacente.

- **Prima** (en adelante, **p**): es el precio de la opción, que será pagado por el comprador y recibirá el vendedor.

- **Nominal del contrato:** es el número de valores que comprende la opción, que dependerá del mercado en el que se negocie la opción.

1.3. Clasificación

La gran variedad de opciones financieras existentes en la actualidad permite clasificarlas en función de múltiples criterios (Casanovas Ramón, 2014, p. 32).

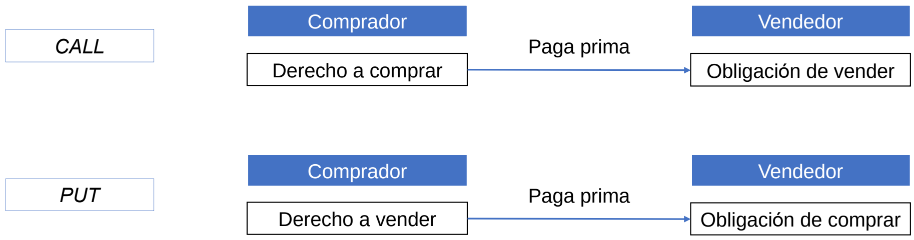
En primer lugar, atendiendo a su **configuración básica**, las opciones financieras pueden clasificarse en:

- **Opciones de compra u opciones *call***: el comprador de una opción *call* adquiere el derecho a comprar el activo subyacente a un precio de ejercicio determinado. Por tener esta facultad, el comprador paga una prima al vendedor. En contraposición, el vendedor de una opción *call* se obliga a vender el activo subyacente al precio de ejercicio determinado en el contrato, siempre y cuando el comprador decida ejercitar su **derecho de compra**, cobrando una prima en contraprestación al riesgo asumido (Elvira y Puig, 2015, p. 79).

- **Opciones de venta u opciones *put*:** el comprador de una opción *put* adquiere el derecho a vender el activo subyacente a un precio de ejercicio determinado. Por tener esta facultad, el comprador satisface al vendedor una prima. En contraposición, el vendedor de una opción *put* se obliga a comprar el activo subyacente al precio de ejercicio fijado en el contrato, siempre y cuando el comprador decida ejercitar su **derecho de venta**, cobrando una prima en contraprestación al riesgo asumido (Elvira y Puig, 2015, p. 79).

La Figura 1 resume las características básicas de cada uno de estos dos tipos de opciones.

Figura 1: Tipos de opciones en función de su configuración básica



Fuente: Elaboración propia siguiendo a Elvira y Puig (2015, p. 80)

Por otra parte, en función del **momento** en el cual se puede ejercitar la opción, se suele distinguir entre (Casanovas Ramón, 2014, p. 33):

- **Opciones europeas:** la opción europea tan solo puede ejercitarse en un momento determinado, que es la fecha de vencimiento.
- **Opciones americanas:** la opción americana puede ejercitarse en cualquier momento anterior a la fecha de vencimiento, ofreciendo de este modo una mayor flexibilidad al inversor.

1.4. La prima

Como se tuvo ocasión de introducir en el apartado 1.2, la prima es el precio de la opción. Dicha prima se puede descomponer en dos componentes diferenciados:

$$\text{Prima} = \text{Valor intrínseco} + \text{Valor temporal} \qquad (1)$$

El **valor intrínseco** de una opción constituye el beneficio inmediato que el comprador de la opción podría obtener en caso de que optase por ejercitar dicha opción (Loring Miro, 2000, p. 336) . El cálculo del valor intrínseco varía en función de si la opción es una opción *call* o *put*:

- Tratándose de una **opción de compra** o ***call***, el valor intrínseco será:

$$\text{Valor intrínseco} = \text{Max. } \{0, S - E\} \qquad (2)$$

Así, el valor intrínseco de una opción *call* será igual a cero si el precio de mercado del activo subyacente (S) es inferior al precio de ejercicio (E). En caso contrario, esto es si S > E, el valor intrínseco de una opción *call* será igual a S – E.

- Tratándose de una **opción de venta** o ***put***, el valor intrínseco será:

$$\text{Valor intrínseco} = \text{Max.}\ \{0, E - S\} \qquad (3)$$

Así, el valor intrínseco de una opción *put* será igual a cero si el precio de mercado del activo subyacente (S) es superior al precio de ejercicio (E). En caso contrario, esto es si S < E, el valor intrínseco de una opción *put* será igual a E – S.

De las ecuaciones (2) y (3) se deduce fácilmente que el valor intrínseco de una opción no puede ser negativo sino que, como mínimo, será igual a cero.

El **valor temporal** de una opción es aquella parte de la prima que excede del valor intrínseco. Así, ya se trate de una opción *call* o *put*, el valor temporal de dicha opción será:

$$\text{Valor temporal} = \text{Prima} - \text{Valor intrínseco} \qquad (4)$$

En el valor temporal de una opción influyen diversas variables que pueden alterar de manera significativa la prima de una opción, las cuales son sintetizadas por Casanovas Ramón (2014, p. 71) en las tres siguientes:

- La fecha de vencimiento de la opción (T).
- La diferencia entre el precio de mercado del activo subyacente (S) y el precio de ejercicio (E).
- La volatilidad del activo subyacente.

1.5. Situaciones

Para determinar si resulta interesante para el comprador ejercitar la opción -ya sea a su vencimiento o antes de su vencimiento, para el caso de las opciones americanas-, se distinguen tres diferentes situaciones en función de si el precio de mercado del activo subyacente (S) es mayor, menor o igual al precio de ejercicio de la opción (E) (Loring Miro, 2000, p. 336).

- Opciones **dentro del dinero** o ***in the money*** (en adelante, **ITM**): una opción se encuentra dentro del dinero cuando se puede y debe ejercer.

  Para el supuesto de una opción *call*, el comprador la ejercerá si el precio del activo subyacente (S) es mayor que el precio de ejercicio (E) (S > E).

  Para el supuesto de una opción *put*, el comprador la ejercerá si el precio del activo subyacente (S) es menor que el precio de ejercicio (E) (S < E).

  Dicho de otro modo, una opción estará ITM cuando su valor intrínseco sea positivo.

- Opciones **en el dinero** o ***at the money*** (en adelante, **ATM**): una opción está en el dinero cuando su ejercicio resulta indiferente para el comprador.

  Ya se trate de una opción *call* o una opción *put*, estas se encontrarán en dinero cuando el precio del activo subyacente (S) sea igual al precio de ejercicio (E) (S = E).

  De este modo, una opción que esté en ATM tendrá un valor intrínseco nulo.

- Opciones **fuera del dinero** o ***out of the money*** (en adelante, **OTM**): una opción está fuera del dinero cuando no se debe ejercer.

  Tratándose de una opción *call*, el comprador no la ejercerá si el precio del activo subyacente (S) es menor que el precio de ejercicio (E) (S < E), pues en tal caso preferirá adquirir el activo subyacente en el mercado originario por su precio al contado.

  Tratándose de una opción *put*, el comprador no la ejercerá si el precio del activo subyacente (S) es mayor que el precio de ejercicio (E) (S > E), pues en tal caso preferirá vender el activo subyacente en el mercado originario por su precio al contado.

  Así, una opción en situación OTM tendrá un valor intrínseco nulo.

1.6. Posiciones

Aunque son dos las modalidades básicas de opciones (opciones de compra o *call* y opciones de venta o *put*), en cada una de estas modalidades existirá una parte compradora y una parte vendedora. En este sentido, se denomina posición larga a la que ocupa el sujeto comprador, al tiempo que recibe el nombre de posición corta la que tiene el sujeto vendedor (Loring Miro, 2000, p. 300)

Por tanto, es posible distinguir **cuatro posiciones básicas** en un contrato de opción (Elvira y Puig, 2015, p. 77):

- Posición larga en una *call* (***long call***): constituye la posición compradora en una opción de compra.
- Posición corta en una *call* (***short call***): constituye la posición vendedora en una opción de compra.
- Posición larga en una *put* (***long put***): constituye la posición compradora en una opción de venta.
- Posición corta en una *put* (***short put***): constituye la posición vendedora en una opción de venta.

A continuación, se estudiarán los perfiles de resultado de cada una de estas cuatro posiciones básicas.

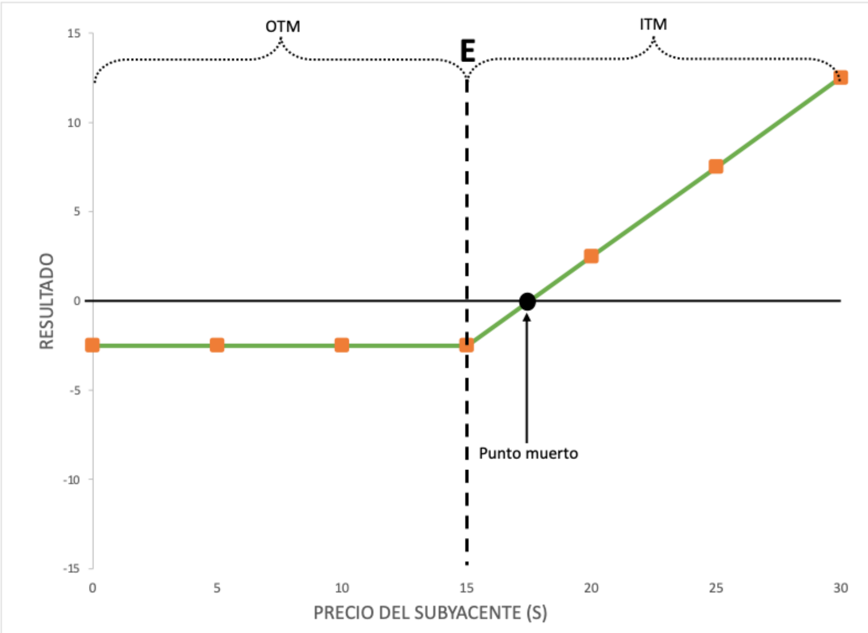
1.6.1. Posición larga en una *call*

Para comprender adecuadamente la posición larga en una opción *call* se partirá del siguiente ejemplo:

> Un inversor, anticipando un alza en la cotización de las acciones de la empresa Endesa, S.A., decide comprar una opción de compra europea sobre una acción de dicha empresa (*long call*), a un precio de ejercicio (E) de 15 € y con vencimiento el 1 de junio de 2022 (T), pagando una prima de 2,5 €.

La Figura 2 muestra las diferentes posibilidades de beneficio y de pérdida en función de la evolución del precio del activo subyacente en la fecha de vencimiento (S_T). El eje de abscisas representa el precio del activo subyacente en la fecha de vencimiento (S_T) -en nuestro caso, las acciones de Endesa, S.A.-, mientras que el eje de ordenadas indica el resultado de la posición.

Figura 2. Perfil de resultados de una *long call*



Fuente: Elaboración propia

Cuando la cotización del activo subyacente (S_T) es inferior al precio de ejercicio (E) ($S_T < E$), nuestro inversor no ejercerá su opción de compra (situación OTM), perdiendo íntegramente la prima pagada.

Por el contrario, cuando la cotización del activo subyacente es superior al precio de ejercicio ($S_T > E$), nuestro inversor ejercerá su opción de compra (situación ITM). En tal caso, su resultado será igual a: $S_T – E – p$. En todo caso, aún teniendo una situación ITM, es posible que el comprador de la *call* incurra en pérdidas cuando la diferencia entre el precio del activo subyacente (S_T) y el precio de ejercicio (E) sea inferior a la prima pagada (p), aunque en todo caso ejercerá la opción, ya que ello le permitirá minimizar las pérdidas y recuperar parte de la prima pagada.

Finalmente, cuando la cotización del activo subyacente es igual al precio de ejercicio (S_T = E), al comprador de la opción *call* le resulta indiferente ejercer o no la opción (situación ATM), ya que en ambos casos obtendrá idéntico resultado, perdiendo la prima pagada.

En este sentido, denominaremos **punto muerto** a aquel precio del activo subyacente (S_T) para el que el resultado de la posición es igual a cero. En el caso de una posición larga en una *call*, dicho punto será aquel en el que $S_T = E + p$. Por encima de este punto muerto, el comprador de una opción *call* obtendrá en beneficios, mientras que por debajo de este incurrirá en pérdidas.

La adopción de una posición larga en una *call* es recomendable cuando el inversor anticipe un aumento en la cotización del acto subyacente (Casanovas Ramón, 2014, p. 35). Como se deduce de la Figura 2, sus posibilidades de beneficio son ilimitadas, mientras que la pérdida estará limitada al importe de la prima pagada.

1.6.2. Posición corta en una *call*

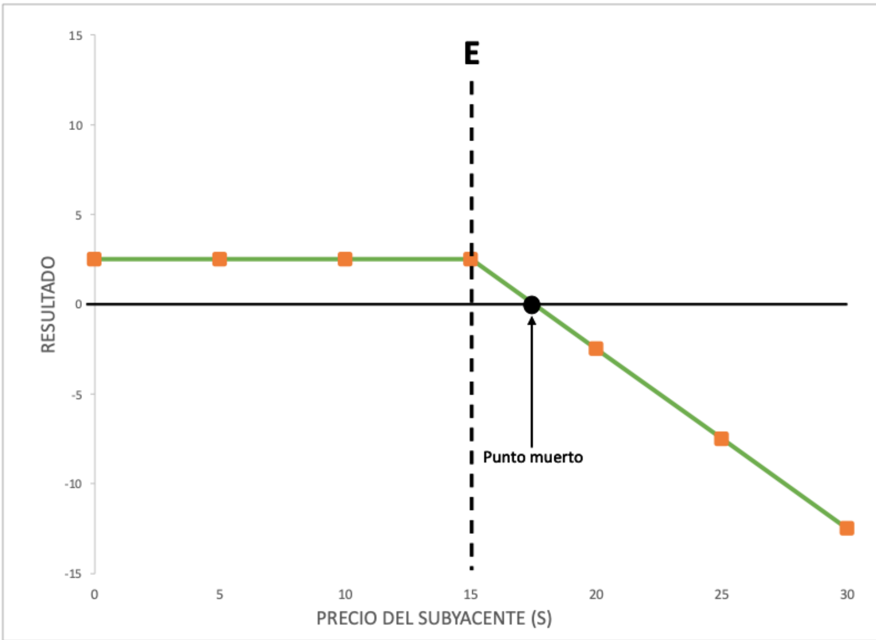
La posición corta permite obtener los resultados inversos a los de la posición larga en una opción *call*, los cuales se muestran en la Figura 3.

Cuando la cotización del activo subyacente es inferior al precio de ejercicio ($S_T < E$), el comprador de la opción no ejercerá su opción de compra, y el vendedor de la opción cobrará íntegramente la prima.

Por el contrario, cuando la cotización del activo subyacente es superior al precio de ejercicio ($S_T > E$), el comprador de la opción ejercerá su opción de compra. En tal caso, el resultado del vendedor será igual a: $E – S_T + p$.

Finalmente, cuando la cotización del activo subyacente (S_T) es igual al precio de ejercicio (E) ($S_T = E$), al comprador de la opción *call* le resulta indiferente ejercer o no la opción. En esta situación el vendedor de la opción cobrará íntegramente la prima.

Figura 3. Perfil de resultados de una *short call*



Fuente: Elaboración propia

Al igual que en la posición *long call*, en el caso del vendedor de la opción *call*, el punto muerto será aquel precio del activo subyacente (S_T) el que S_T = E + p. Por encima de este punto muerto, el vendedor de una opción *call* incurrirá en pérdidas, mientras que por debajo de este obtendrá beneficios.

Como contraposición a la posición larga, la adopción de una posición corta en una *call* es un instrumento de especulación a la baja sobre el precio del activo subyacente (Casanovas Ramón, 2014, p. 38). De la Figura 3 se colige que sus posibilidades de beneficio se limitan a la prima cobrada, mientras que la pérdida puede ser ilimitada en caso de que no se cumplan las expectativas bajistas del vendedor de la *call*.

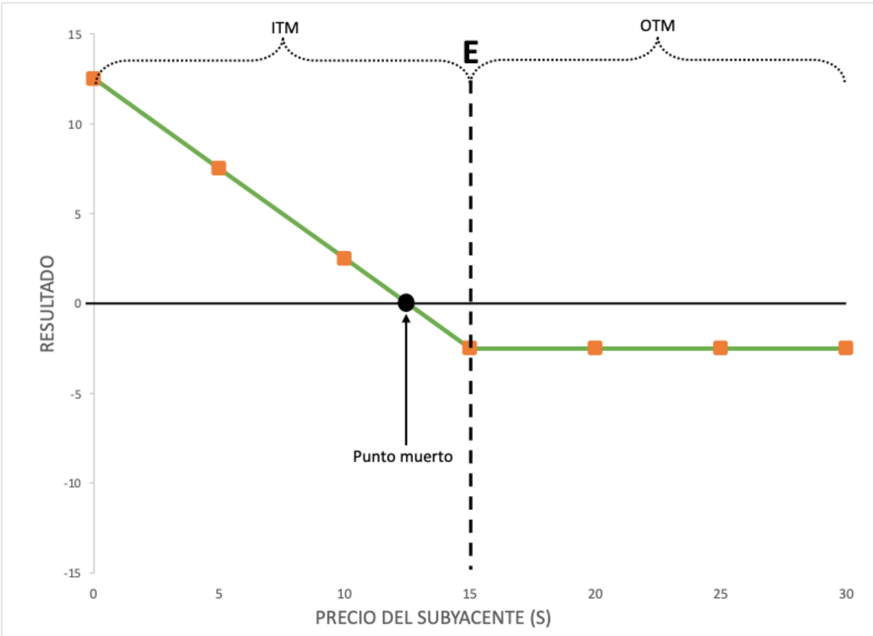
1.6.3. Posición larga en una *put*

La comprensión del funcionamiento de las opciones de venta o *put* resulta menos intuitiva que la de las opciones *call* analizadas con anterioridad. Dicha comprensión puede ciertamente facilitarse con un ejemplo como el siguiente:

Un inversor, previendo una posible bajada en la cotización de las acciones de la empresa Endesa, S.A., decide comprar una opción de venta europea sobre una acción de dicha empresa (*long put*), a un precio de ejercicio (E) de 15 € y con vencimiento el 1 de junio de 2022 (T), pagando una prima de 2,5 €.

De modo similar a lo expuesto para las opciones *call*, la Figura 4 expresa las distintas combinaciones de beneficio y de pérdida en función de la evolución del precio del activo subyacente en la fecha de vencimiento (S_T).

Figura 4. Perfil de resultados de una *long put*



Fuente: Elaboración propia

Cuando la cotización del activo subyacente (S_T) es inferior al precio de ejercicio (E) (S_T < E), el comprador de la opción ejercerá su opción de venta (situación ITM). En tal caso, su resultado será igual a: E – S_T – p. En todo caso, aún teniendo una situación ITM, es posible que el comprador de la *put* incurra en pérdidas cuando la diferencia entre el precio de ejercicio (E) y el precio del activo subyacente (S_T) sea inferior a la prima pagada (p), aunque en todo caso se decantará por ejercitar la opción, pues ello le permitirá minimizar las pérdidas y recuperar parte de la prima pagada.

Por el contrario, cuando la cotización del activo subyacente es superior al precio de ejercicio (S_T > E), nuestro inversor no ejercerá su opción de venta (situación OTM), perdiendo íntegramente la prima pagada.

Evidentemente, cuando la cotización del activo subyacente es igual al precio de ejercicio (S_T = E), al comprador de la opción *put* le resulta indiferente ejercer o no la opción (situación ATM). En ambos casos, nuestro inversor perderá la prima pagada.

El punto muerto de la posición *long put* se sitúa en aquel precio del activo subyacente (S_T) para el que se verifica que S_T = E – p. Por encima de este punto muerto, el comprador de una opción *put* experimentará pérdidas, mientras que por debajo de este obtendrá un beneficio.

De conformidad con la configuración que se acaba de exponer, la adopción de una posición larga en una *put* puede utilizarse como un instrumento de especulación a la baja sobre el precio del activo subyacente (Casanovas Ramón, 2014, p. 37). A diferencia de lo que ocurría con la posición *long call*, la Figura 4 revela que las posibilidades de beneficio del comprador de la opción *put* no son ilimitadas, pues la cotización del activo subyacente no puede tomar valores negativos. Así, el beneficio máximo que podría obtener el comprador de la opción *put* será igual a E – p, lo que se producirá cuando S_T = 0. En todo caso, su pérdidas estarán limitadas al importe de la prima pagada.

1.6.4. Posición corta en una *put*

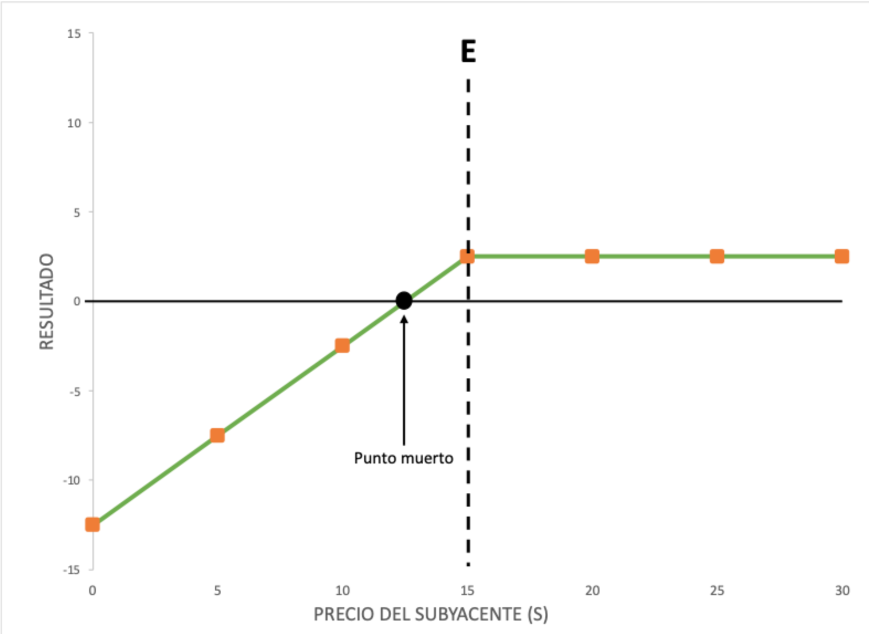
Tomando el mismo ejemplo empleado para explicar la posición *long put*, la Figura 5 evidencia que el vendedor de una opción *put* obtendrá unos resultados exactamente opuestos a los del comprador de una opción *put*.

De este modo, si la cotización del activo subyacente es inferior al precio de ejercicio (S_T < E), el comprador de la opción ejercerá su opción de venta. En tal caso, el resultado del vendedor de la opción *put* será igual a: S_T – E + p.

Sin embargo, cuando la cotización del activo subyacente es superior al precio de ejercicio (S_T > E), el comprador de la opción *put* decidirá no ejercitar su opción, cobrando el vendedor de la opción *put* íntegramente la prima.

Si la cotización del activo subyacente es igual al precio de ejercicio (S_T = E), al comprador de la opción *put* le resulta indiferente ejercer o no la opción y, de nuevo, el vendedor de la opción *put* cobrará íntegramente la prima.

Figura 5. Perfil de resultados de una *short put*



Fuente: Elaboración propia

El punto muerto de la posición *short put* será aquel precio del activo subyacente (S_T) en que S_T = E – p. El vendedor de una opción *put* obtendrá beneficios cuando S_T se sitúe por encima de dicho punto muerto, mientras que incurrirá en pérdidas cuando S_T sea inferior al punto muerto.

De forma opuesta al comprador de una opción *put*, el vendedor de una opción *put* espera que la cotización del activo subyacente (S_T) no disminuya por debajo del precio de ejercicio (E) (Elvira y Puig, 2015, p. 101). Tal y como se deriva de la Figura 5, será en esa situación cuando el vendedor de la opción *put* obtendrá el máximo beneficio, que estará limitado al importe de la prima cobrada. En todo caso, dado que la cotización del activo subyacente no puede ser negativa, su pérdida máxima quedará limitada al punto en que S_T = 0, siendo entonces su resultado igual a (– E + p).

2. La estrategia *Short Call Butterfly*

Tras haber examinado el marco teórico común a la totalidad de las opciones financieras, conviene puntualizar que las opciones financieras se pueden utilizar de forma conjunta, diseñando estrategias que combinen las cuatro posiciones básicas anteriormente analizadas. En este sentido, en el presente apartado se estudiará una concreta estrategia combinada con opciones: la **estrategia *Short Call Butterfly***.

2.1. Concepto

La estrategia *Short Call Butterfly*, también denominada como mariposa vendida con opciones *call*, es una estrategia compuesta por cuatro opciones *call* que se utiliza en escenarios en los que se espera una elevada volatilidad en el precio del activo subyacente (Castellanos Hernán, 2011, p. 168). Así, se trata de una estrategia de **volatilidad** que permite obtener beneficios cuando el precio del activo subyacente varía ostensiblemente, con independencia de que esta variación sea al alza o a la baja, es decir, con independencia de que el precio del activo subyacente aumente o disminuya (Soldevilla García, 1996, p. 175).

2.2. Opciones, posiciones y situación de las opciones

La estrategia *Short Call Butterfly* está compuesta por cuatro opciones *call*, todas ellas con la misma fecha de vencimiento (T) y el mismo activo subyacente (Cohen, 2016, p. 217; Castellanos Hernán, 2011, p. 192):

- Dos opciones *call* vendidas, en las que se adoptará una posición corta.
- Dos opciones *call* compradas, en las que se adoptará una posición larga.

Aunque la estrategia *Short Call Butterfly* se compone de cuatro opciones *call*, la situación en la que se encuentra cada una de ellas es diferente. En concreto, una *Short Call Butterfly* se construye combinando las cuatro opciones *call* del siguiente modo:

1. Venta de una opción *call* con el precio de ejercicio más bajo (E_1). Esta primera opción *call* estará en situación **ITM**, de modo que la cotización inicial del activo subyacente (S) será mayor que el precio de ejercicio (E_1) ($S > E_1$).

2. Compra de dos opciones *call* con un mismo precio de ejercicio medio (E_2). Estas dos opciones *call* estarán en situación **ATM**, por lo que la cotización inicial del activo subyacente (S) será igual al precio de ejercicio (E_2) ($S = E_2$).
3. Venta de una opción *call* con el precio de ejercicio más alto (E_3). Esta última opción *call* estará en situación **OTM**, de modo que la cotización inicial del activo subyacente (S) será menor que el precio de ejercicio (E_3) ($S < E_3$).

De conformidad con lo expresado con anterioridad, en una *Short Call Butterfly* existirán tres precios de ejercicio (E) diferentes entre sí y, además, se verificará que:

$$E_3 > E_2 = S > E_1$$

Asimismo, para la construcción de esta estrategia se requiere que los precios de ejercicio sean equidistantes entre sí (Loring Miro, 2000, p. 321; Cohen, 2016, p. 217), de modo tal que:

$$E_3 – E_2 = E_2 – E_1 = d$$

siendo d la diferencia entre los precios de ejercicio adyacentes.

2.3. Prima neta

Como se ha tenido ocasión de apuntar, la estrategia *Short Call Butterfly* se compone de cuatro opciones *call*. Sin embargo, el inversor que opta por esta estrategia adopta una posición corta en dos de las opciones *call* y una posición larga en las dos opciones *call* restantes. Teniendo en cuenta que la adopción de una posición corta da lugar al cobro de una prima (p_c) y una posición larga ocasiona el pago de una prima (p_p), las primas de cada una de las opciones *call* que componen la estrategia serán las siguientes:

- La venta de la opción *call* ITM supondrá el cobro de una prima (p_{c1}).
- La compra de las dos opciones *call* ATM supondrá el pago de una misma prima (p_{p1} y p_{p2}).
- La venta de la opción *call* OTM supondrá el cobro de una prima (p_{c2}).

Con la expresión **prima neta** se hace referencia al resultado de sumar las primas cobradas (p_c) y restar las primas pagadas (p_p) para la construcción de la estrategia

(Cohen, 2016, p. 218). En particular, la prima neta de la estrategia se calcularía tal y como se muestra en la ecuación (5).

$$\text{Prima neta} = p_{c1} - p_{p1} - p_{p2} + p_{c2} \tag{5}$$

No obstante, ha de tenerse en cuenta que la situación en la que se encuentran las opciones *call* vendidas, por las que se cobra una prima, es diferente a la situación en la que están las opciones *call* compradas, por las que el comprador ha de pagar una prima. Ello da lugar a que las primas de las opciones *call* sean distintas entre sí dependiendo de la situación en la que se encuentre cada opción (ITM, ATM y OTM). En este sentido, la prima de una opción será mayor cuanto más ITM (o menos OTM) esté la opción y, a la inversa, será menor cuanto más OTM (o menos ITM) esté la opción.

Teniendo lo anterior en cuenta, la prima de la *call* vendida ITM (p_{c1}) será la mayor, seguida de las primas de las *call* compradas ATM (p_{p1} y p_{p2}) y, finalmente, la prima de la *call* vendida OTM (p_{c2}), que será la menor de todas. Así, las primas de las opciones *call* de una estrategia *Short Call Butterfly* cumplirán lo siguiente:

$$p_{c1} > p_{p1} = p_{p2} > p_{c2}$$

En todo caso, la estrategia *Short Call Butterfly* es una estrategia de **prima neta cobrada** o ***net credit,*** lo que significa que las primas individuales de las opciones *call* contratadas deben dar lugar a un resultado positivo, es decir, que la suma de las primas cobradas ha de ser mayor a la suma de las primas pagadas (Cohen, 2016, p. 218). Ello implica que las primas de las *call* de una estrategia *Short Call Butterfly* deberán verificar que:

$$p_{c1} + p_{c2} > p_{p1} + p_{p2}$$

2.4. Perfil de resultados

Como se introdujo en el apartado 2.1, la estrategia *Short Call Butterfly* es una estrategia de volatilidad, que produce beneficios cuando se producen movimientos explosivos en el precio del activo subyacente, con independencia de que dichos movimientos sean a la alza o a la baja.

Por ello, la máxima ganancia se producirá cuando las expectativas sobre la elevada volatilidad del precio del activo subyacente se cumplan, es decir, cuando la cotización del activo subyacente al vencimiento (S_t) sea inferior al precio de ejercicio más bajo (E_1), o bien cuando la cotización del activo subyacente al vencimiento (S_t) sea superior al precio de ejercicio más alto (E_3). En tal caso, la **máxima ganancia** será igual a la prima neta.

Por el contrario, la máxima pérdida se producirá en aquella situación en que la cotización del activo subyacente no varía en absoluto respecto a su cotización inicial. En esta situación, la **máxima pérdida** vendrá dada por la diferencia entre los precios de ejercicio adyacentes y equidistantes entre sí ($E_3 – E_2 = E_2 – E_1 = d$) y la prima neta.

En efecto, el hecho de que tanto la máxima ganancia como la máxima pérdida que se puede obtener con la estrategia *Short Call Butterfly* se encuentren **limitadas** lleva a caracterizar a esta como una **estrategia conservadora** (Cohen, 2016, p. 218).

Por lo que respecta a los puntos muertos, la estrategia *Short Call Butterfly* tiene dos puntos muertos diferentes:

- Un punto muerto **inferior** o *breakeven down*, por debajo del cual la estrategia permite obtener beneficios y por encima del cual esta incurre en pérdidas.

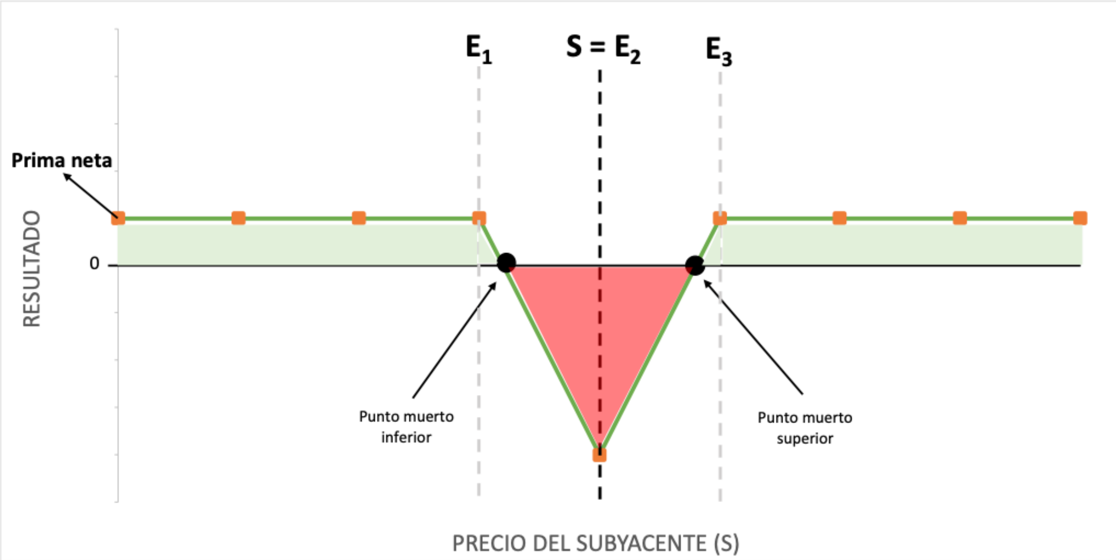
$$\text{Punto muerto inferior} = E_1 + \text{prima neta} \tag{6}$$

- Un punto muerto **superior** o *breakeven up*, por encima del cual la estrategia permite obtener beneficios y por debajo del cual esta incurre en pérdidas.

$$\text{Punto muerto superior} = E_3 - \text{prima neta} \tag{7}$$

En definitiva, la Figura 6 muestra el perfil de resultados de la estrategia *Short Call Butterfly*, la cual será objeto de comentario detallado en el apartado 3.1.3, a cuyas explicaciones me remito.

Figura 6. Perfil de resultados teórico de una *Short Call Butterfly*



Fuente: Elaboración propia

3. Aplicación práctica

Tras el estudio teórico de la estrategia *Short Call Butterfly*, conviene abordar en este punto su aplicación práctica a un activo subyacente real, lo que permitirá confirmar o desmentir las bondades e inconvenientes de la estrategia anteriormente identificados, así como extraer ciertas conclusiones sobre aquella.

3.1. Valoración de la estrategia

3.1.1. Datos básicos

Para este estudio práctico, se plantea el siguiente supuesto de hecho:

> Las acciones de Repsol, S.A. cotizan a 11,37 € a fecha de 25 de febrero de 2022. Un inversor, previendo una elevada volatilidad en el precio de las acciones, decide construir una estrategia *Short Call Butterfly* contratando cuatro opciones *call* en modalidad europea, con fecha de vencimiento fijada el 20 de mayo de 2022. Así, nuestro inversor decide vender una opción *call* con precio de ejercicio 10,87 € (E_1), comprar dos opciones *call* con precio de ejercicio 11,37 € (E_2) y vender una última opción *call* con precio de ejercicio 11,87 € (E_3).

Además de los datos que se deducen de la simple lectura del supuesto de hecho, existen otros datos cuyo conocimiento resulta necesario para diseñar y comprender los resultados de la estrategia. En definitiva, los datos básicos que se han de tener en cuenta son los que siguen:

- **Activo subyacente**: el activo referencia del contrato son las acciones de la empresa **Repsol, S.A**., sociedad anónima admitida a cotización en la Bolsa de Madrid e integrante del índice IBEX 35. Su actividad económica viene constituida por la exploración y producción de hidrocarburos, así como el refino, transporte, química, gestión de estaciones de servicio y actividades relacionadas con nuevos tipos de energía (Grupo Repsol, 2021).

- **Precio inicial del activo subyacente** (**S_0**): el precio inicial de las acciones de Repsol, S.A. a la fecha en la que se construye la estrategia es **11,37 €.**

S_0 = **11,37 €**

- **Precios de ejercicio de las opciones o *strike*** (**E**): como se tuvo ocasión de explicar pormenorizadamente en el apartado 2.2, la estrategia *Short Call Butterfly* se encuentra compuesta por cuatro opciones *call* en las que se adoptan diversas posiciones y que se encuentran en diferentes situaciones. La totalidad de los requisitos expuestos en dicho apartado se verifican en la estrategia descrita en el supuesto de hecho, toda vez que está compuesta por:

    - Una opción *call* vendida con precio de ejercicio **10,87 € (E_1)** en situación ITM ($S_0 > E_1$), pues 11,37 € > 10,87 €.
    - Dos opciones *call* compradas con precio de ejercicio **11,37 € (E_2)** en situación ATM ($S_0 = E_2$).
    - Una opción *call* vendida con precio de ejercicio **11,87 € (E_3)** en situación OTM ($S_0 < E_3$), pues 11,37 € < 11,87 €.

    Y, además, los precios de ejercicio son diferentes y equidistantes entre sí:

    11,87 € > 11,37 € > 10,87 €

    11,87 € – 11, 37 € = 11,37 € – 10,87 € = 0,5 €

- **Volatilidad del precio del activo subyacente** (**σ**): la volatilidad del precio del activo subyacente es la variabilidad de la cotización del activo subyacente de la opción (Hull, 2014, p. 233). Siguiendo a Casanovas Ramón (2014, p. 42), la volatilidad histórica suele medirse mediante la desviación estándar de la variación logarítmica del precio del activo subyacente de que se trate, es decir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}\left[\ln\frac{S_t}{S_{t-1}} - \overline{S}\right]^2}{n-1}} \tag{8}$$

    siendo

$$\overline{S} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} \ln \frac{S_t}{S_{t-1}}}{n}} \qquad (9)$$

en donde S_t y S_{t-1} representan el precio del activo subyacente en los periodos t y t-1, respectivamente.

En todo caso, partiendo de esta base matemática, la volatilidad de las acciones de Repsol, S.A. se ha tomado del simulador de primas de opciones del Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros en España (MEFF), cuyo valor a fecha de construcción de la estrategia es (MEFF, 2022):

σ = 30,31 %

- **Tipo de interés** (**r**): toda vez que la opción implica un aplazamiento en el pago del precio pactado, para su valoración financiera debe emplearse un tipo de interés a la tasa sin riesgo (Piñeiro Sánchez y De Llano Monelos, 2010, p. 338). Para el análisis efectuado, se ha tomado como tasa sin riesgo el tipo de interés proporcionado por el simulador de primas de opciones del Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros en España (MEFF), que a fecha de construcción de la estrategia era nulo.

r = 0,0 %

- **Tiempo (T):** el tiempo que media entre la fecha de contratación de la estrategia y la fecha de vencimiento de las opciones abarca desde el 25 de febrero hasta el 20 de mayo de 2022, lo que suma un total de 85 días. Sin embargo, a efectos de los cálculos que posteriormente se efectuarán, dicho periodo de tiempo debe expresarse en fracción de año:

$$\mathbf{T = \frac{85}{365} = 0{,}2329}$$

3.1.2. Determinación de la prima neta de la estrategia

Tal y como se apuntó en el apartado 2.3, la prima neta de la estrategia *Short Call Butterfly* se calcula sumando las primas cobradas por la venta de las opciones *call* y restando las primas abonadas por la compra de estas. Ello implica, pues, que para determinar la prima neta de la estrategia resulte imprescindible calcular la prima de cada una de las opciones *call* individuales que la integran. Así las cosas, se procederá en primer lugar al cálculo de las primas individuales de las opciones que integran la estrategia, para posteriormente agregarlas a efectos de obtener la prima neta de la estrategia.

3.1.2.1. El modelo de Black-Scholes

En la actualidad, son varios los modelos de valoración de opciones que permiten calcular el valor teórico de la prima de una opción, tales como el modelo de Black-Scholes, el modelo Montecarlo o el modelo binomial desarrollado por Cox, Ross y Rubinstein (Elvira y Puig, 2015, p. 110). De todos ellos, el más antiguo pero quizás también el más utilizado es el modelo publicado por Fisher Black y Myron Scholes en 1973 para la valoración de opciones sobre acciones, conocido popularmente como el modelo de Black-Scholes, que es el que emplearemos en el presente estudio.

Como todo modelo, el modelo de Black-Scholes parte de una serie de **hipótesis básicas** de necesario cumplimiento, a saber (Casanovas Ramón, 2014, p. 95; Hull, 2014, p. 306):

i. Las opciones deben ser opciones europeas.
ii. El mercado financiero es perfecto, en el sentido de que los inversores pueden prestar y pedir prestado sin limitación alguna, todo ello a un tipo de interés sin riesgo, conocido y constante en el periodo estimado. Además, el mercado ofrece oportunidades de negociación continuas.
iii. No existen costes de transacción ni de información, ni tampoco existen impuestos.
iv. El comportamiento del precio de la acción se corresponde con la distribución logarítmica normal. Tanto el rendimiento esperado de la acción (μ) como la volatilidad del precio de esta (σ) se mantienen constantes.
v. El modelo se desarrolla en un contexto de capitalización continua, en el que e^{rn} es el factor de capitalización, e^{-rn} es el factor de actualización y $r = \ln\,(1+i)$ es el tipo de interés anual.
vi. No existen oportunidades de arbitraje libres de riesgo, lo que conlleva que las opciones estén igualmente valoradas en todos los mercados.

Con todo, antes de proceder al desarrollo del modelo, debe precisarse que la versión del modelo de Black-Scholes aquí empleada responde a su versión original, en la que las acciones que sirven de activo subyacente de las opciones **no distribuyen dividendos** durante el periodo de tiempo analizado. Sin perjuicio de ello, existen también otras versiones del modelo de Black-Scholes que sí consideran en la valoración de la prima la influencia del reparto de dividendos derivados de la acción (Hull, 2014, p. 314).

El modelo de Black-Scholes calcula la prima de la opción de forma diferente según se trate de una opción *call* o una opción *put*. En efecto, tratándose de la prima de una opción *call* (C), su cálculo se expresa en la ecuación (10):

$$C = SN(d_1) - e^{-rT}EN(d_2) \qquad (10)$$

Al tiempo que el cálculo de la prima de una opción *put* (P) se realiza conforme a la ecuación (11):

$$P = e^{-rT}EN(-d_2) - SN(-d_1) \qquad (11)$$

siendo

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \qquad (12)$$

y

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \qquad (13)$$

donde:

$N(d_1)$ y $N(d_2)$: Funciones de densidad de las variables d_1 y d_2

T: Tiempo que falta hasta el vencimiento de la opción

S: Precio del activo subyacente

r: Tipo de interés continuo anual

E: Precio de ejercicio de la opción

σ: Volatilidad anual del activo subyacente

3.1.2.2. La paridad *put-call*

Las primas de una pareja de opciones *call* y *put* de tipo europeo, negociadas en el mismo mercado, que tienen por objeto el mismo subyacente e idéntica fecha de vencimiento, guardan una relación de equilibrio financiero comúnmente conocida como **paridad *put-call*** (Piñeiro Sánchez y De Llano Monelos, 2009, p. 266). En efecto, desarrollando matemáticamente las expresiones de las primas de una opción *call* y una opción *put*, formuladas respectivamente en las ecuaciones (10) y (11), se obtiene la siguiente expresión:

$$c + Ee^{-rT} = p + S \tag{14}$$

3.1.2.3. Cálculo de las primas

A pesar de que el modelo Black-Scholes ofrece la posibilidad de calcular la prima de una opción *call* y de una opción *put*, para el cálculo de las primas individuales de las cuatro opciones que componen la estrategia *Short Call Butterfly* tan solo será necesario utilizar la ecuación (10), referida a la obtención de la prima de una opción *call*, pues las cuatro opciones que componen la estrategia son opciones *call*.

A efectos de realizar este cálculo, baste recordar los datos básicos de partida expresados en el apartado 3.1.1, los cuales se reproducen en la Tabla 1:

Tabla 1. Datos básicos

Variable	Cuantía
Precio del subyacente (S_o)	11,37
Tipo de interés (r)	0,00%
Volatilidad (σ)	30,31%
Tiempo (T)	0,2329

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la expresión (10) al cálculo de las primas individuales de las cuatro opciones que componen la estrategia, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2. Primas individuales de las opciones

Prima	Valor
p_{c1}	0,93
p_{p1}	-0,66
p_{p2}	-0,66
p_{c2}	0,46

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se expuso en el apartado 2.3, la prima neta de la estrategia se obtiene sumando las primas cobradas (p_c) y restando las primas pagadas (p_p) para la construcción de la estrategia:

$$\textbf{Prima neta} = p_{c1} - p_{p1} - p_{p2} + p_{c2} = 0{,}93 - 0{,}66 - 0{,}66 + 0{,}46 = \mathbf{0{,}06\ €} \quad (15)$$

En efecto, como se puede comprobar, la estrategia *Short Call Butterfly* es una estrategia de **prima neta cobrada** o ***net credit*,** toda vez que la suma aritmética de las primas pagadas y cobradas da lugar a un resultado positivo.

3.1.3. Perfil de resultados

Partiendo de lo ya explicado en el apartado 2.4, en el que se analizaron los puntos muertos y la máxima ganancia y pérdida de la estrategia desde el punto de vista teórico, en este apartado se tratará de aplicar dichos aspectos teóricos a la configuración concreta de la estrategia elegida en este estudio práctico.

Así, la estrategia *Short Call Butterfly* presenta dos puntos muertos diferenciados, resultado de aplicar las siguientes fórmulas:

$$\text{Punto muerto inferior} = E_1 + \text{prima neta} = 10{,}87 + 0{,}06 = 10{,}93\ € \quad (16)$$

$$\text{Punto muerto superior} = E_3 - \text{prima neta} = 11{,}87 - 0{,}06 = 11{,}81\ € \quad (17)$$

La Tabla 3 muestra una comparativa entre los puntos muertos de las opciones individuales y los puntos muertos inferior y superior de la combinación.

Tabla 3. Comparativa puntos muertos

	Short Call Butterfly	Call vendida	Call comprada	Call comprada	Call vendida
Punto muerto inferior	10,93	11,80	12,03	12,03	12,33
Punto muerto superior	11,81				

Fuente: Elaboración propia

De la comparativa proporcionada por la Tabla 3 se colige que la estrategia presenta un punto muerto inferior que se sitúa entre los dos puntos muertos de las *call* vendidas. Sin embargo, la combinación tiene un punto muerto superior menor que el de las dos *call* compradas, lo que implica que permitirá obtener beneficios con un menor valor del precio del activo subyacente.

Asimismo, la máxima ganancia estará constituida por la prima neta cobrada, al tiempo que la máxima pérdida vendrá dada por la diferencia entre los precios de ejercicio adyacentes y equidistantes entre sí ($E_3 – E_2 = E_2 – E_1 = d$) y la prima neta:

$$\text{Máxima ganancia} = \text{prima neta cobrada} = 0{,}06\ € \tag{18}$$

$$\text{Máxima pérdida} = d – \text{prima neta} = 0{,}5 – 0{,}06 = –\ 0{,}44\ € \tag{19}$$

La Tabla 4 proporciona una comparativa entre las máximas ganancias y pérdidas de las opciones individuales y de la combinación. Tal y como se observa en ella, la estrategia consigue no solo limitar las pérdidas ilimitadas que pueden derivarse de una *call* vendida, sino que la máxima pérdida es inferior también a la que podría resultar de las *call* compradas (concretamente, un 33,53% inferior en términos absolutos). Sin embargo, la estrategia tiene el claro inconveniente de que no solo impide obtener las ganancias ilimitadas propias de una *call* comprada, sino que su máxima ganancia, limitada a la prima neta, es considerablemente inferior a la que podría proporcionar cualquiera de las *call* vendidas: en concreto, un 93,60% menor a la máxima ganancia que permite obtener la *call* vendida con *strike* más bajo, y un 86,99% menor a la que se podría derivar de la *call* vendida con *strike* más alto. Ello explica, en buena lógica, que se haya catalogado a la estrategia *Short Call Butterfly* como conservadora en el apartado 2.4.

Tabla 4. Comparativa máxima pérdida y ganancia

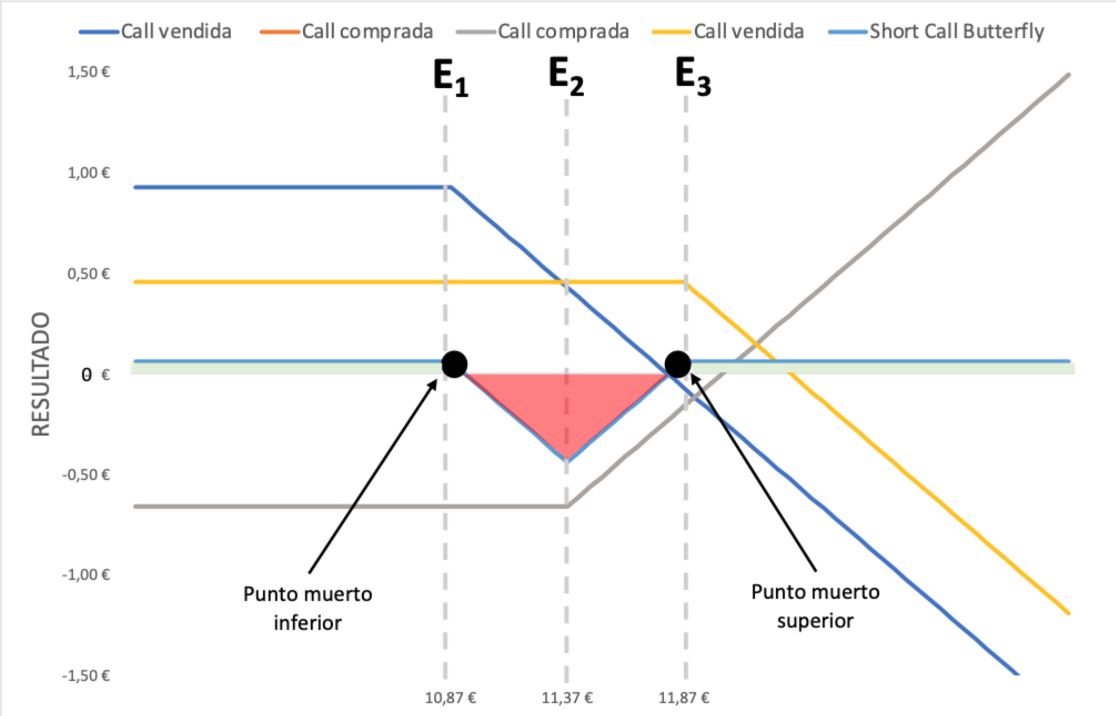
	Call vendida	Call comprada	Call comprada	Call vendida	*Short Call Butterfly*
Máxima pérdida	Ilimitada	-0,66	-0,66	Ilimitada	-0,44
Máxima ganancia	0,93	Ilimitada	Ilimitada	0,46	0,06

Fuente: Elaboración propia

En definitiva, la Figura *7* muestra el perfil de resultados de la estrategia empleada en esta aplicación práctica, en la que se representan gráficamente las cuatro opciones *call* que integran la combinación, con sus respectivos precios de ejercicio (E_1, E_2 y E_3), así como la estategia que las combina.

Como se observa, la representación gráfica de la combinación es totalmente coincidente con la contenida en el apartado 2.4 (Figura 6). Así, los beneficios de la estrategia (zona verde) se producen cuando las acciones de Repsol, S.A. cotizan a un precio menor al punto muerto inferior de la estrategia (10,93 €) o mayor al punto muerto superior de esta (11,81 €), al tiempo que la estrategia arroja pérdidas (zona roja) cuando las acciones cotizan entre ambos puntos muertos. En este sentido, el beneficio máximo de la estrategia, igual a la prima neta (0,06 €) se obtiene cuando las acciones cotizan a un precio inferior al precio de ejercicio de la primera *call* vendida (E_1 = 10,87 €), o bien cuando estas cotizan a un precio superior al precio de ejercicio de la segunda *call* vendida (E_3 = 11,87 €). Cuando la cotización de las acciones es superior al precio de ejercicio más bajo (E_1 = 10,87 €) pero menor que el punto muerto inferior (10,93 €), la estrategia todavía es capaz de generar beneficios, aunque tremendamente reducidos (inferiores a 0,06 €, que constituye el beneficio máximo), beneficios que serán todavía menores cuanto más se aproxime la cotización de las acciones a dicho punto muerto inferior y nulos al alcanzarlo. Asimismo, cuando la cotización de las acciones es inferior al precio de ejercicio más alto (E_3 = 11,87 €) pero mayor que el punto muerto superior (11,81 €), la estrategia permitirá también obtener beneficios igualmente exiguos, que serán aún menores cuanto más se aproxime la cotización de las acciones a dicho punto muerto superior y nulos al alcanzarlo.

Figura 7. Perfil de resultados de la *Short Call Butterfly*



Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Las griegas

3.1.4.1. Marco teórico

Para la toma de decisiones en relación con las opciones financieras es fundamental determinar cómo afectan al precio (o prima) de una opción determinadas variables y, especialmente, la cuantificación de dicho impacto (Castellanos Hernán, 2011, p. 127). En este sentido, se denominan *griegas* a los **indicadores de sensibilidad** del precio de una opción a las variaciones de las variables que lo determinan y, en particular, a los cambios en el precio del activo subyacente (S), la volatilidad (σ), el tiempo (T) y los tipos de interés (r) (Elvira y Puig, 2015, p. 110).

Matemáticamente, una griega no es sino la derivada parcial de la prima de la opción respecto de la variable cuya incidencia sobre aquella se trate de cuantificar (Castellanos Hernán, 2011, p. 128). Así, las fórmulas de las griegas que a continuación se expresarán parten de la ecuación de las primas de una opción *call* y *put* en el modelo de Black-Scholes, expresadas respectivamente en las ecuaciones (10) y (11) y, por lo general, serán diferentes según se trate de una opción *call* o *put*, lo que se indicará con los subíndices *c* o *p*, respectivamente. En particular, interesa centrarse en las siguientes griegas:

- **Delta (Δ)**: mide la variación de la prima (p) por unidad de variación de la cotización del subyacente (S) (Elvira y Puig, 2015, p. 110).

$$\mathbf{D} = \frac{\delta p}{\delta S}$$

  Siendo

$$\mathbf{D}_c = N(d_1) \tag{20}$$

$$\mathbf{D}_p = N(d_1) - 1 \tag{21}$$

- **Vega (ν)**: mide la sensibilidad de la prima (p) respecto a cambios en la volatilidad de la cotización del activo subyacente (σ) (Elvira y Puig, 2015, p. 110).

$$\mathbf{n} = \frac{\delta p}{\delta \sigma}$$

  Siendo

$$\mathbf{n}_c = \mathbf{n}_p = S\sqrt{T}N'(d_1) \tag{22}$$

- **Theta (θ)**: mide la sensibilidad de la prima (p) respecto a la variación del tiempo (T) (Elvira y Puig, 2015, p. 110).

$$\mathbf{q} = \frac{\delta p}{\delta T}$$

  Siendo

$$\mathbf{q}_c = \frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rEe^{-rT}N(d_2) \tag{23}$$

$$\mathbf{q_p} = \frac{\mathrm{SN}'(\mathrm{d_1})\sigma}{2\sqrt{\mathrm{T}}} + \mathrm{rEe^{-rT}N(-d_2)} \quad (24)$$

- **Rho (ρ)**: mide la sensibilidad de la prima (p) respecto a cambios en el tipo de interés (r).

$$\mathbf{r} = \frac{\delta p}{\delta r}$$

Siendo

$$\mathbf{r}_c = ETe^{-rT}N(d_2) \quad (25)$$

$$\mathbf{r}_p = -ETe^{-rT}N(-d_2) \quad (26)$$

Para la interpretación de las griegas, es especialmente útil considerar la relación existente entre cada una de las variables cuya sensibilidad se trata de cuantificar y la prima de la opción. En este sentido, tal relación puede ser directa o positiva cuando la variable de que se trate y la prima presentan movimientos en el mismo sentido, o bien inversa o negativa cuando los movimientos son en sentido contrario. Así, la Tabla 5 muestra el sentido de la relación entre cada una de las variables cuya sensibilidad se mide a través de las griegas expuestas y la prima de una opción, diferenciando si se trata de una opción *call* y *put*. En todo caso, conviene precisar que tales relaciones son las existentes para el caso de una posición larga (o compradora), de modo tal que los resultados para una posición corta (o vendedora) serán los inversos a los mostrados en la Tabla 5.

Tabla 5. Relación entre variables clave y la prima de una opción *call* y *put*

	S	σ	T	r
Opción *call*	Positiva (+)	Positiva (+)	Negativa (-)	Positiva (+)
Opción *put*	Negativa (-)	Positiva (+)	Negativa (-)	Negativa (-)

Fuente: Elaboración propia siguiendo a Castellanos Hernán (2011, p. 127)

3.1.4.2. Cálculo de las griegas

Partiendo de los datos básicos expresados en la Tabla 1 y las fórmulas para la obtención de cada una de las griegas, la Tabla 6 muestra los resultados del cálculo de dichas griegas para las cuatro opciones *call* individuales que componen la estrategia.

Tabla 6. Griegas individuales

	Call vendida	Call comprada	Call comprada	Call vendida
Delta	-0,6482	0,5292	0,5292	-0,4125
Vega	-0,0204	0,0218	0,0218	-0,0214
Theta	0,0036	-0,0039	-0,0039	0,0038
Rho	-0,0150	0,0125	0,0125	-0,0099

Fuente: Elaboración propia

Tomando los resultados de las griegas individuales de las opciones que componen la combinación, el cálculo de las griegas de la estrategia *Short Call Butterfly* consiste sencillamente en sumar aritméticamente dichas griegas individuales:

Tabla 7. Griegas de la estrategia

	Short Call Butterfly
Delta	-0,0025
Vega	0,0019
Theta	-0,0003
Rho	0,0001

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3. Gráficas de las griegas

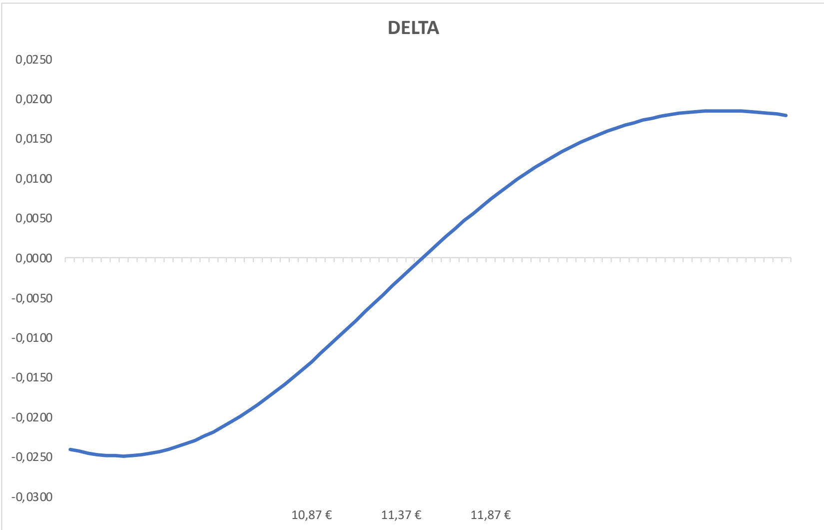
A continuación, se analizarán las gráficas de cada una de las griegas de la estrategia expresadas en la Tabla 7. Así, en el eje de ordenadas se representará el valor de la griega de que se trate, al tiempo que el eje de absisas se corresponde con la cotización del activo subyacente, apareciendo representados únicamente aquellos valores que coinciden con los *strikes* de las opciones individuales que integran la combinación.

- **Delta (Δ)**

Como se observa en la Figura 8, la Delta de la estrategia tiende a tomar valores próximos a cero cuando el precio del activo subyacente es similar al *strike* de las dos *call* compradas y, al contrario, toma sus valores extremos (más altos y más bajos) en valores alejados de dicho *strike* intermedio.

Ello se explica por el hecho de que la estrategia empleada obtiene su máximo beneficio cuando la volatilidad del precio del activo subyacente es elevada o, lo que es equivalente, cuando su precio se aleja del valor inicial de cotización (que es también el *strike* intermedio): por encima de dicho *strike* intermedio, un aumento del precio del activo subyacente interesa al inversor y beneficia la prima; por debajo de dicho *strike* intermedio, un aumento del precio del activo subyacente no interesa al inversor y perjudica la prima.

Figura 8. Delta de la *Short Call Butterfly*

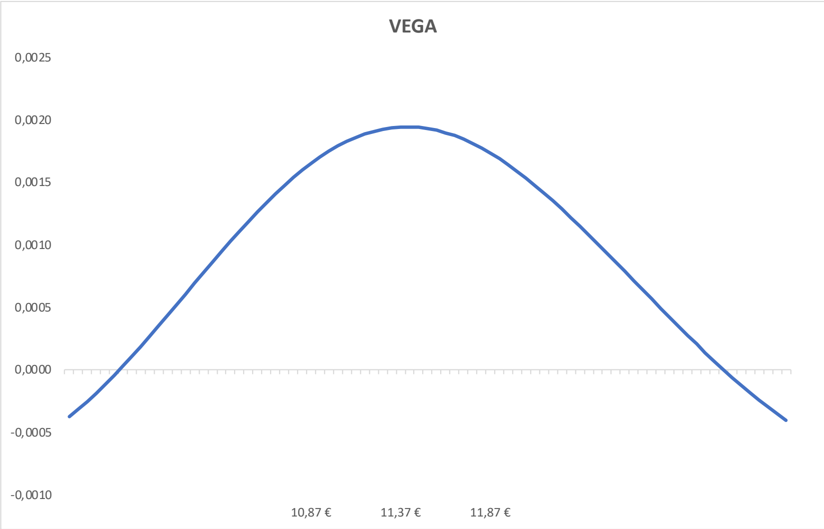


Fuente: Elaboración propia

- **Vega (ν)**

De la Figura 9 se colige que Vega alcanza sus mayores valores en la región cercana al *strike* intermedio y el precio inicial del activo subyacente. Ello es evidente pues, obteniéndose los mayores beneficios de la estrategia cuando la cotización se aleja del precio inicial del activo subyacente, en ese punto una mayor volatilidad interesa al inversor y beneficia la prima. Por el contrario, si la cotización del subyacente ya se encuentra alejada de dicho valor, en ese punto el inversor ya obtiene los beneficios máximos de la estrategia, de modo que una mayor volatilidad no le interesa, pues podría hacer que la cotización del subyacente se acercase a su cotización inicial privándole de los ganancia obtenida con la estrategia, y por ello la mayor volatilidad perjudica la prima.

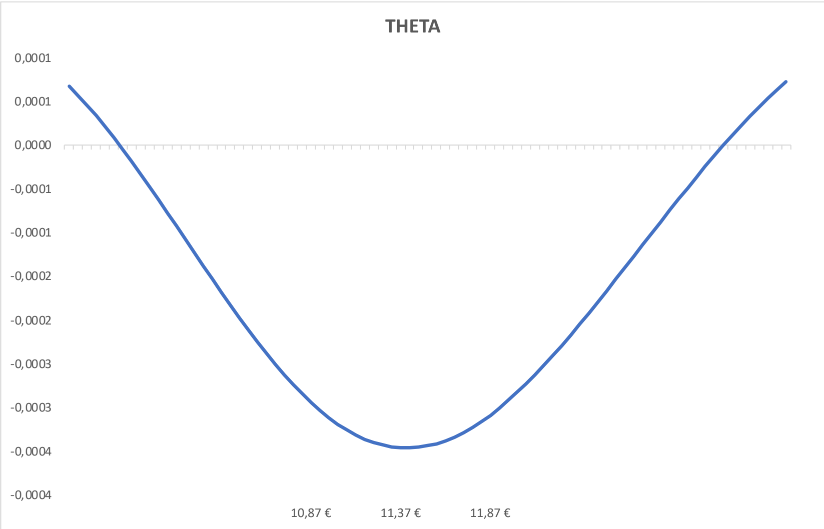
Figura 9. Vega de la *Short Call Butterfly*



Fuente: Elaboración propia

- **Theta (θ)**

Figura 10. Theta de la *Short Call Butterfly*



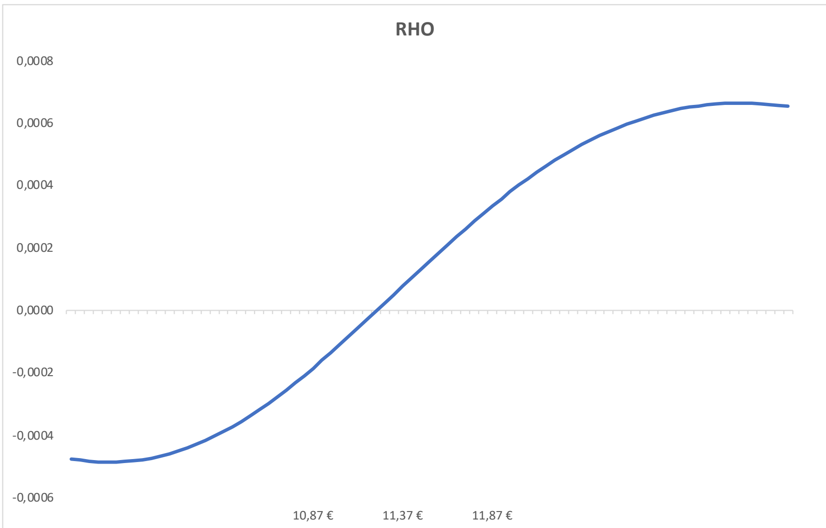
Fuente: Elaboración propia

La Figura 10 muestra como Theta alcanza sus valores más negativos en la región cercana al *strike* intermedio y el precio inicial del activo subyacente. En efecto, el paso del tiempo perjudica la prima cuando la cotización del activo subyacente toma valores en los que la estrategia no permite obtener beneficios, efecto que se va suavizando conforme la cotización del subyacente se aleja de la cotización inicial y toma valores extremos, en los que la estrategia produce beneficios y el paso del tiempo favorece la prima de la opción.

- **Rho (ρ)**

Finalmente, tal y como se observa en la Figura 11, un mayor tipo de interés beneficia la prima cuanto mayor es la cotización del activo subyacente, mientras que para una cotización baja del subyacente, un mayor tipo de interés perjudica la prima. En efecto, un aumento del tipo de interés incrementa la prima de las opciones *call* y disminuye la de las *put*. Para cotizaciones elevadas del activo subyacente, las opciones *call* de la estrategia se meten dentro de dinero, por lo que predominará el primer efecto y un aumento del tipo de interés aumentará la prima de la estrategia, sucediendo lo inverso para cotizaciones bajas del activo subyacente.

Figura 11. Rho de la *Short Call Butterfly*



Fuente: Elaboración propia

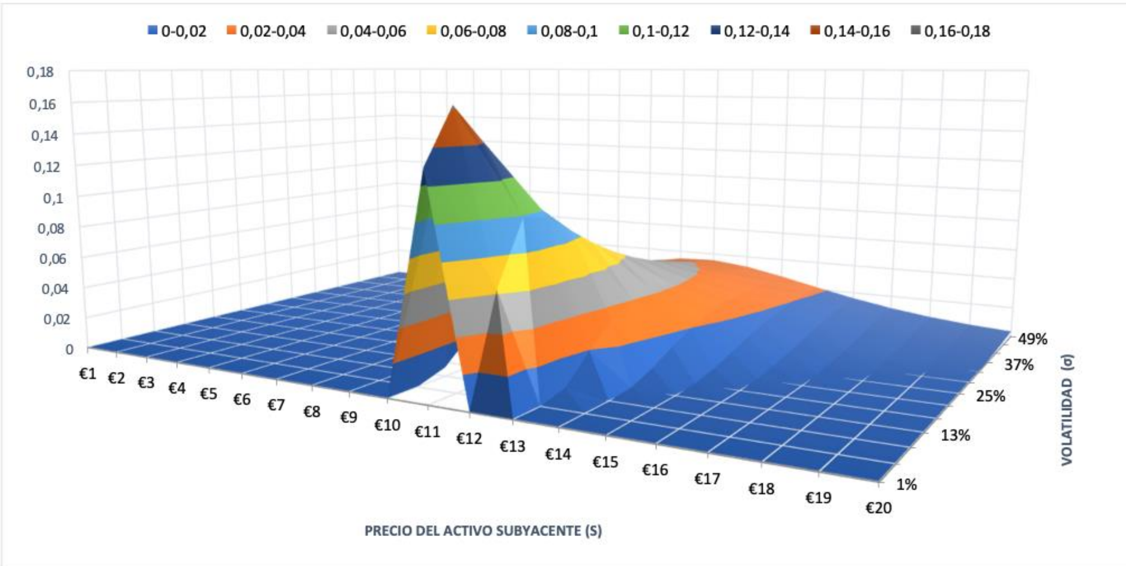
3.2. Análisis de sensibilidad

Como se ha tenido ocasión de explicar detalladamente, el estudio de las variaciones que pueden sufrir las variables clave de las opciones financieras constituye un punto clave para su estudio. Así, en este apartado se mostrarán diversos análisis de sensibilidad de dichas variables tanto sobre la prima de la estrategia como sobre sus griegas, análisis que parten de la hipótesis de que las restantes variables se mantienen constantes (*céteris paribus*).

3.2.1. Análisis de sensibilidad de la prima

En primer lugar, conviene apuntar que la influencia de la volatilidad de partida sobre la prima es diferente en función de cuál sea la cotización inicial del activo subyacente.

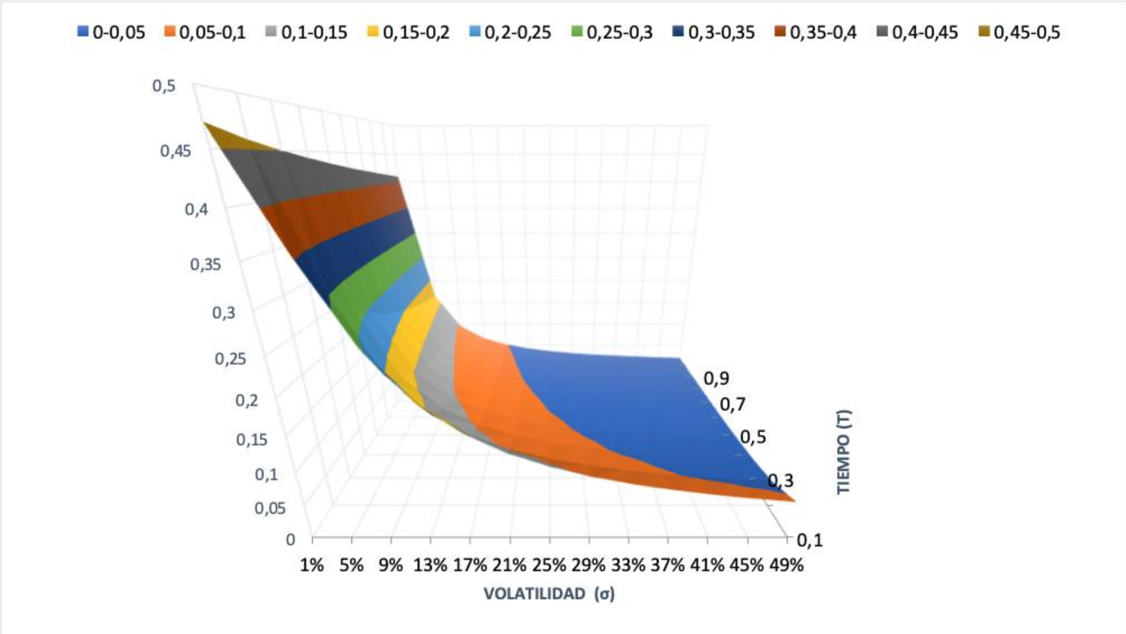
Figura 12. Sensibilidad de la prima en función del precio del activo subyacente y la volatilidad



Fuente: Elaboración propia

Tal y como se colige de la Figura 12, en las cotizaciones del activo subyacente próximas al *strike* intermedio, la prima será mayor cuanto menor sea la volatilidad de partida (la mayor volatilidad perjudica a la prima). Por el contrario, a medida que nos alejamos de dicho *strike* intermedio, la prima será mayor cuanto mayor sea la volatilidad de partida (la mayor volatilidad beneficia a la prima). La razón se antoja lógica: cuando la cotización es similar al *strike* intermedio, la estrategia no permite obtener beneficios, por lo que la mayor volatilidad de partida hace más probable que la cotización del subyacente se sitúe en una zona que permita obtener beneficios, y por ello perjudicará la prima de la combinación. A la inversa, cuando la cotización se aleja del *strike* intermedio, la estrategia produce beneficios, de modo tal que la mayor volatilidad de partida, que podría provocar que la cotización del subyacente se acerque de nuevo a los valores centrales, favorecerá la prima.

Figura 13. Sensibilidad de la prima en función de la volatilidad y el tiempo



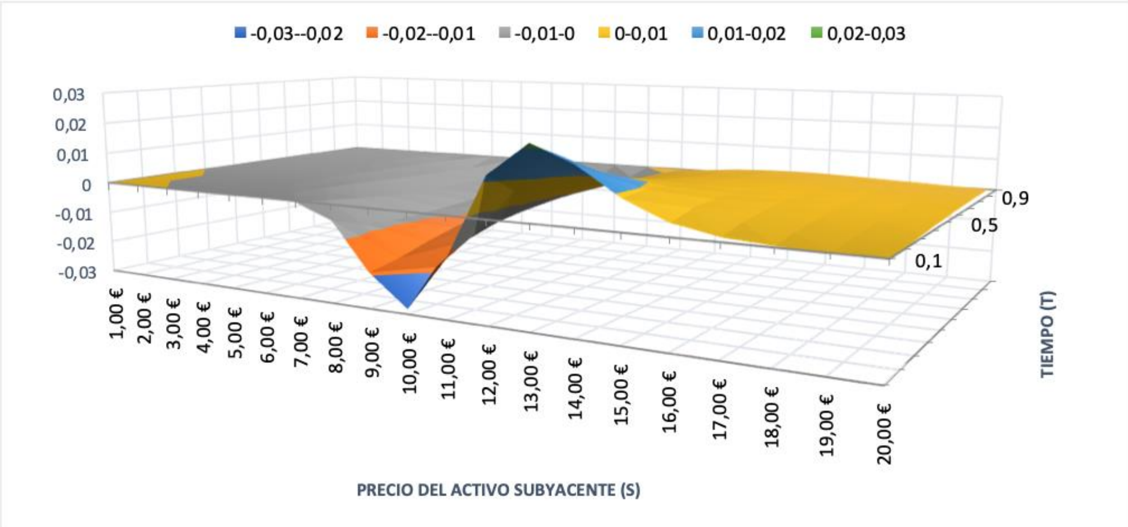
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la influencia de la volatilidad de partida en la prima no es la misma según el periodo de tiempo que reste hasta el vencimiento. En efecto, a medida que aumenta la volatilidad de partida, la prima de la estrategia disminuye, pero en la Figura 13 se observa que esa disminución es más intensa cuanto mayor es el tiempo que resta hasta el vencimiento de la opción, pues cuanto mayor sea ese tiempo, mayor será también el espacio temporal disponible para que el precio del activo subyacente termine fluctuando y la estrategia produzca beneficios.

3.2.2. Análisis de sensibilidad de las griegas

Finalmente, se analizará la sensibilidad de las variables más relevantes para las griegas que mayores valores toman en la estrategia: Delta y Vega.

Figura 14. Sensibilidad de Delta en función del precio del subyacente y el tiempo

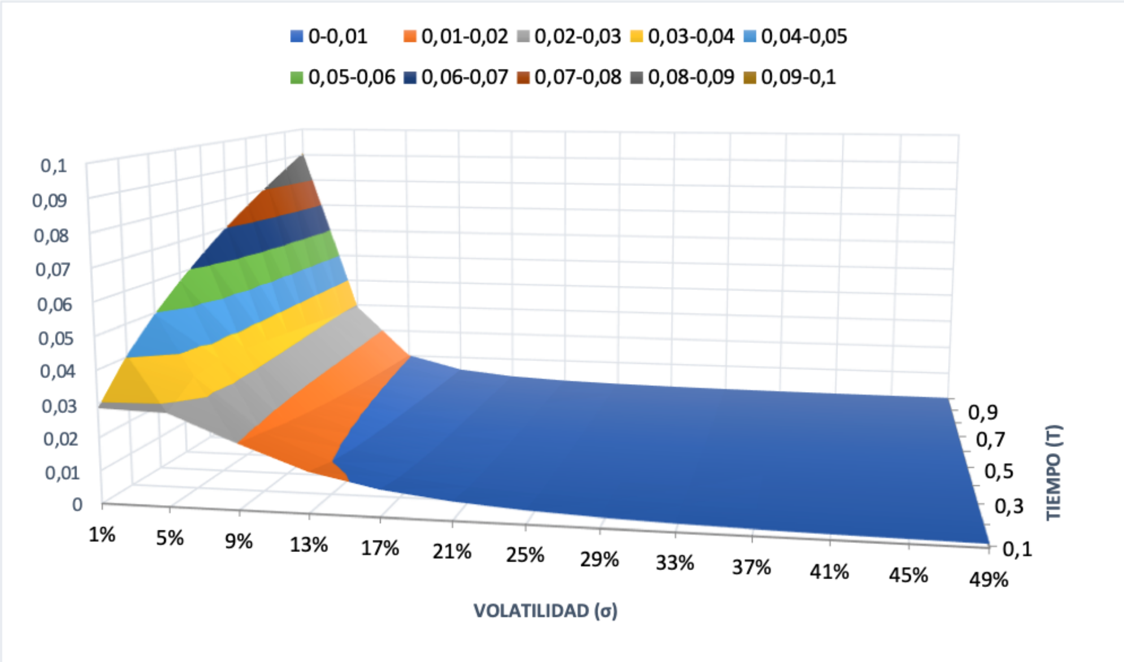


Fuente: Elaboración propia

Por lo que respecta a la primera, de la Figura 14 se colige que la influencia del precio del activo subyacente sobre Delta es muy elevada cuando restan pocos días para el vencimiento de la opción, mientras que es notablemente inferior cuando el tiempo restante hasta el vencimiento es elevado. Ello es obvio pues, cuanto menos tiempo reste hasta el vencimiento, menor será el margen para que el precio del activo subyacente fluctúe, lo que implicará que la variación en dicho precio afecte mucho más intensamente a la prima.

En relación a Vega, parece evidente que cuanto mayor sea la volatilidad de partida, menor será la sensibilidad de la prima a dicha volatilidad. Sin embargo, la Figura 15 revela que, además, la influencia del aumento de la volatilidad sobre la disminución de Vega será mayor cuanto más tiempo reste hasta el vencimiento. Efectivamente, para valores bajos de la volatilidad de partida, cuanto más tiempo reste hasta el vencimiento mayor es la sensibilidad de la prima a dicha volatilidad, pues mayor es el espacio temporal disponible para que dicha volatilidad opere y de lugar a que la estrategia arroje beneficios.

Figura 15. Sensibilidad de Vega en función de la volatilidad y el tiempo



Fuente: Elaboración propia

3.3. Análisis de resultados

Tras exponer el comportamiento de la estrategia y su perfil de resultados, tanto desde una perspectiva teórica (apartado 2.4) como práctica (apartado 3.1.3), conviene en este punto comprobar la consistencia de lo expuesto a través de un análisis de los resultados de la estrategia para diferentes cotizaciones del activo subyacente. Con este objetivo, se han simulado 400 diferentes precios del activo subyacente, que han sido agrupados en 5 diferentes escenarios por orden ascendente (de menor a mayor), de modo tal que cada uno de ellos representa una situación con un mayor precio que el anterior, motivo por el cual se han denominado como: escenario muy bajista (1), bajista (2), estable (3), alcista (4) y muy alscista (5).

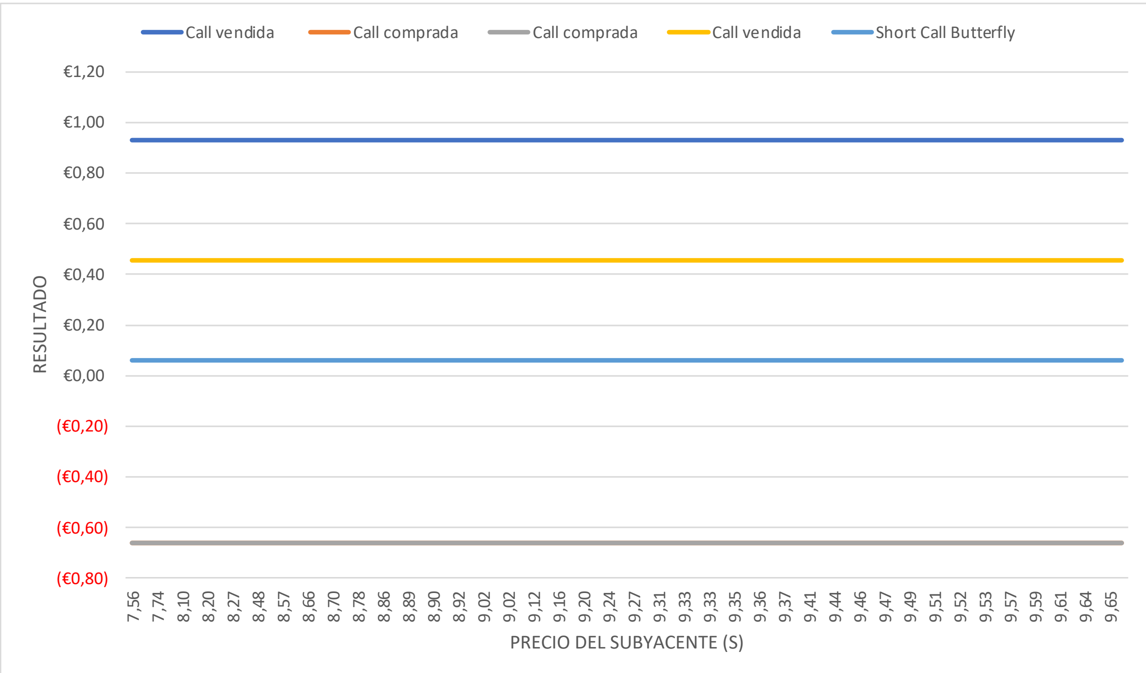
3.3.1. Simulación de escenarios

En este apartado se mostrarán los gráficos correspondientes a los 5 escenarios de precios del activo subyacente, que se acompañarán de un cuadro de medidas de estadística descriptiva relativa al resultado de la estrategia, realizadas con un nivel de confianza del 95%, que facilitará el análisis de aquellos. En cada uno de los gráficos, se representarán tanto el resultado de la estrategia como el de cada una de las opciones individuales que la componen en el eje de ordenadas, reservándose el eje de abcisas para la cotización del activo subyacente (S).

- Escenario **muy bajista** (1), **bajista** (2) y **muy alcista** (5)

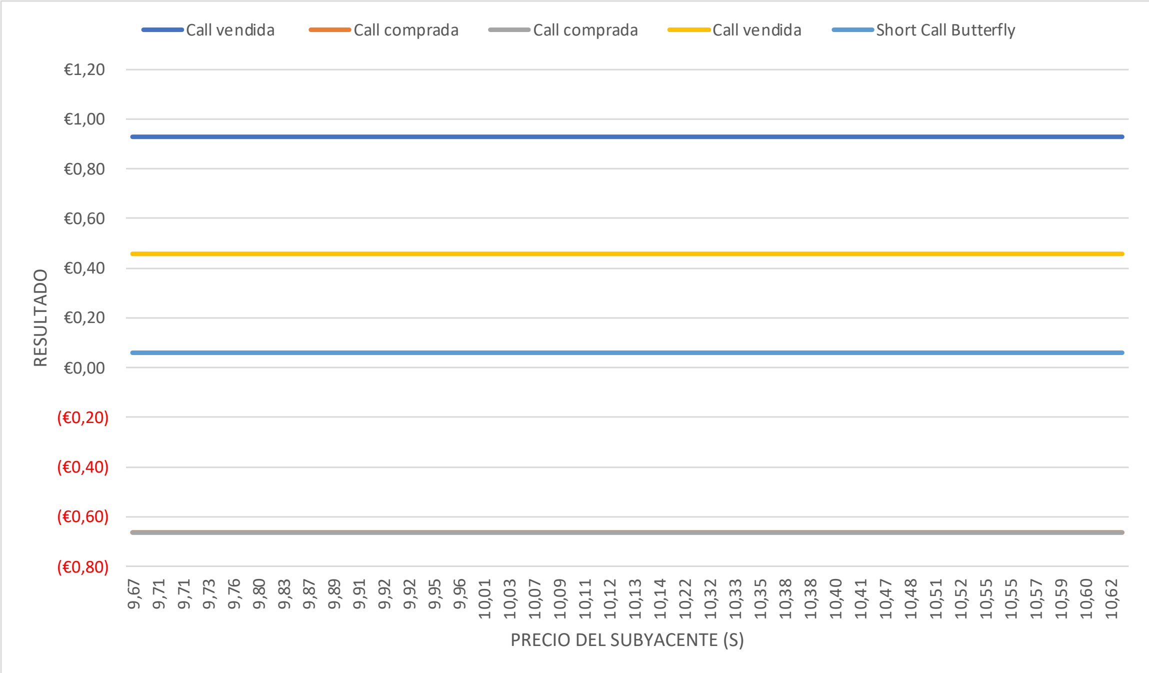
Como se observa en los gráficos que siguen, estos tres escenarios presentan un comportamiento constante del resultado de la estrategia. En efecto, estos resultados no son ninguna sorpresa, pues ya sabemos que a la estrategia *Short Call Butterfly* le interesan escenarios de elevada volatilidad, en los que el precio del activo subyacente aumente o disminuya notablemente.

Figura 16. Escenario muy bajista



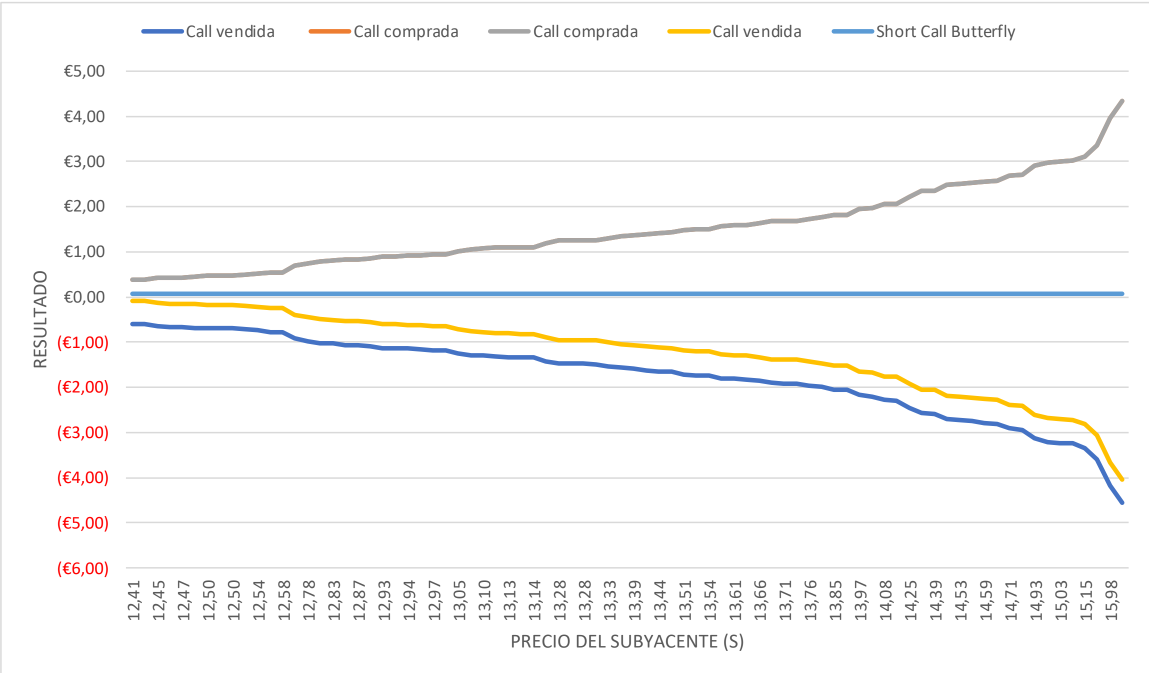
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Escenario bajista



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Escenario muy alcista



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Estadística descriptiva: escenarios muy bajista, bajista y muy alcista

Short Call Butterfly			
	1. Muy bajista	**2. Bajista**	**5. Muy alcista**
Media	0,06	0,06	0,06
Error típico	0,00000	0,00000	0,00000
Mediana	0,06	0,06	0,06
Moda	0,06	0,06	0,06
Desviación estándar	0,00000	0,00000	0,00000
Varianza de la muestra	0,00000	0,00000	0,00000
Curtosis	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Coeficiente de asimetría	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Rango	0,00	0,00	0,00
Mínimo	0,06	0,06	0,06
Máximo	0,06	0,06	0,06
Suma	4,75	4,75	4,75
Cuenta	80	80	80
Nivel de confianza(95,0%	0,00000	0,00000	0,00000

Fuente: Elaboración propia

Por lo que respecta a las medidas estadísticas expresadas en la Tabla 8, se observa la coincidencia entre la media, mediana y moda (0,06), valor que es igual a la prima neta cobrada y que constituye el beneficio máximo que es posible obtener con la estrategia, lo que implica que en los tres escenarios analizados el valor medio coincide con el beneficio máximo y, además, dicho beneficio máximo es el valor más repetido, de lo que es posible concluir que dichos escenarios son tremendamente beneficios para la estrategia. Dicho beneficio máximo es, también, tanto el valor mínimo como el valor máximo que se obtiene en los tres escenarios.

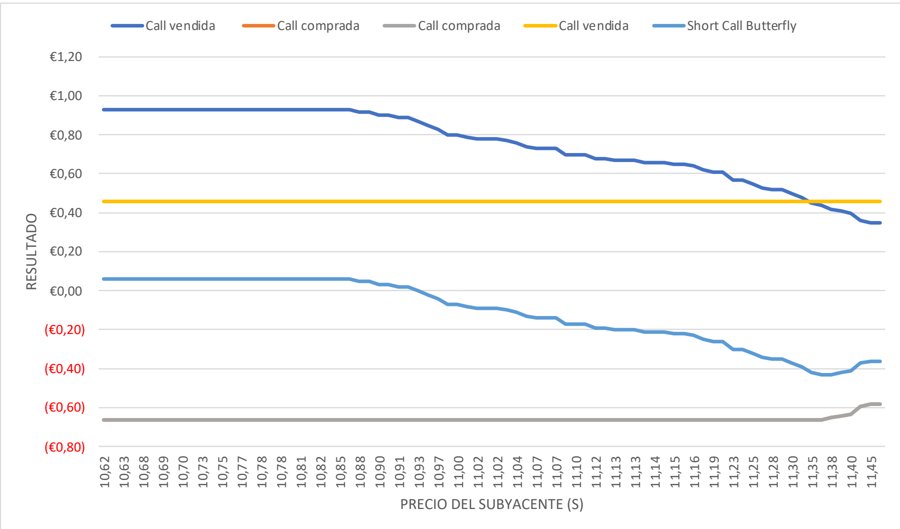
El error típico, la desviacción estándar y la varianza son coincidentes e iguales a 0, toda vez que el resultado de la estrategia es constante y, en consecuencia, no presenta volatilidad alguna en ninguno de los tres escenarios analizados.

Finalmente, el coeficiente de curtosis y el coeficiente de asimetría no muestran ningún valor, toda vez que la concentración de valores alrededor de la media es máxima, pues el resultado de la estrategia es constante e igual a la media en los tres escenarios, lo que explica también que la gráfica se muestre plenamente simétrica.

- Escenario **estable** (3)

La Figura 19 muestra los resultados correspondientes al escenario estable, en el que el resultado de la combinación ya no es contante e igual al beneficio máximo.

Figura 19. Escenario estable



Short Call Butterfly	
Media	-0,11
Error típico	0,01866
Mediana	-0,09
Moda	0,06
Desviación estándar	0,16686
Varianza de la muestra	0,02784
Curtosis	-1,18242
Coeficiente de asimetría	-0,43796
Rango	0,49
Mínimo	-0,43
Máximo	0,06
Suma	-9,08
Cuenta	80
Nivel de confianza(95,0%)	0,03713

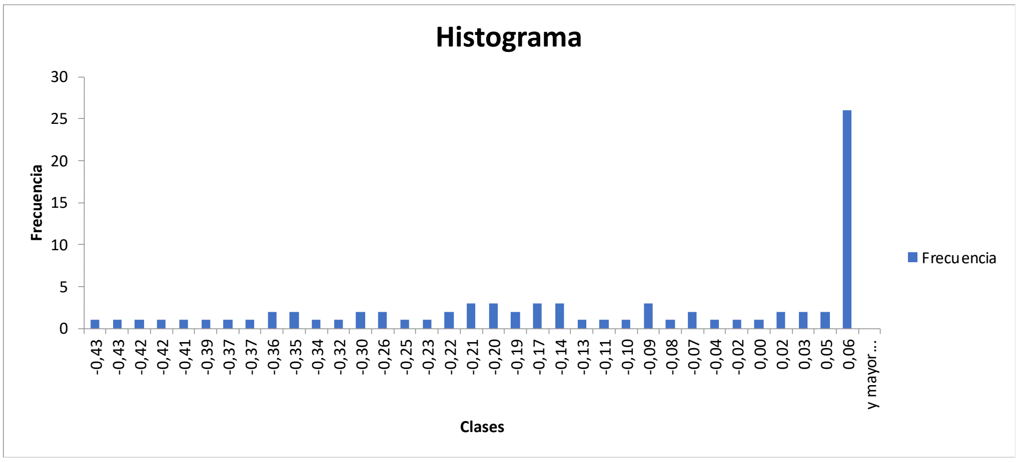
Fuente: Elaboración propia

En efecto, la media (-0,11) es negativa y la mediana (-0,09) también, lo que implica que, de media, la estrategia produce pérdidas en un escenario de cotización estable del subyacente. Sin embargo, la moda (0,06) es positiva a igual al beneficio máximo, de lo que resulta que el resultado más repetido, aún en un escenario estable, es precisamente dicho beneficio máximo.

Por otra parte, el resultado de la combinación presenta una dispersión elevada, pues la desviación estándar (0,16686) es mayor que el valor absoluto de la media. A la misma conclusión llegamos analizando la varianza, el error típico y el rango, toda vez que presentan valores relativamente elevados.

El coeficiente de curtosis es elevado y negativo, por lo que existirá una reducida concentración de valores alrededor de la media, mientras que el coeficiente de asimetría es negativo, de lo que resulta que la distribución de resultados es asimétrica por la izquierda, de modo que se repiten en mayor medida los valores altos, lo que sin duda resulta beneficioso. Ello se confirma si observamos el histograma reflejado en la Figura 20.

Figura 20. Histograma del escenario estable



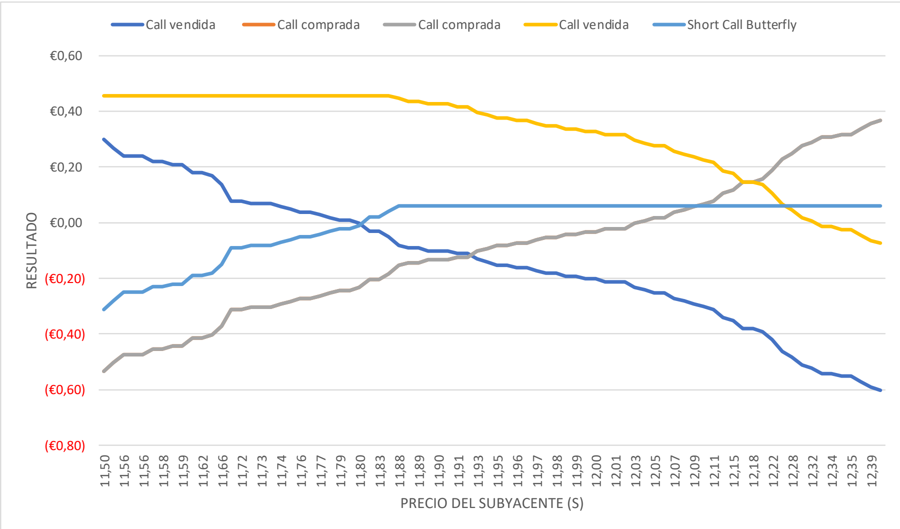
Fuente: Elaboración propia

El valor mínimo (-0,43) coincide prácticamente con la máxima pérdida que se puede obtener con la estrategia, mientras que el valor máximo (0,06) lo constituye el máximo beneficio. Así, en un escenario estable es posible obtener tanto el peor comportamiento de la estrategia como el mejor, pero se debe ser conciente de que, por término medio, el resultado será negativo. De hecho, para un nivel de confianza del 95%, el resultado se encontrará en el intervalo de confianza (-0,15061;-0,07635). Todo ello nos lleva a calificar el escenario estable como perjudicial para la estrategia aunque, en todo caso, no implica inexorablemente que la estrategia vaya a arrojar pérdidas.

- Escenario **alcista** (4)

Finalmente, la Figura 21 muestra los resultados del escario alcista que, *a priori*, debería ser beneficioso para la estrategia. Sin embargo, observamos como la media (-0,01) es negativa, aunque la mediana y la moda (0,06) son positivas e iguales al beneficio máximo.

Figura 21. Escenario alcista



Short Call Butterfly	
Media	-0,01
Error típico	0,01207
Mediana	0,06
Moda	0,06
Desviación estándar	0,10799
Varianza de la muestra	0,01166
Curtosis	0,67171
Coeficiente de asimetría	-1,42320
Rango	0,37
Mínimo	-0,31
Máximo	0,06
Suma	-0,69
Cuenta	80
Nivel de confianza(95,0%)	0,02403

Fuente: Elaboración propia

La dispersión es elevada, pues la desviación estándar (0,10799) es mayor que el valor absoluto de la media, al tiempo que el error típico, la varianza y el rango toman también valores relativamente elevados.

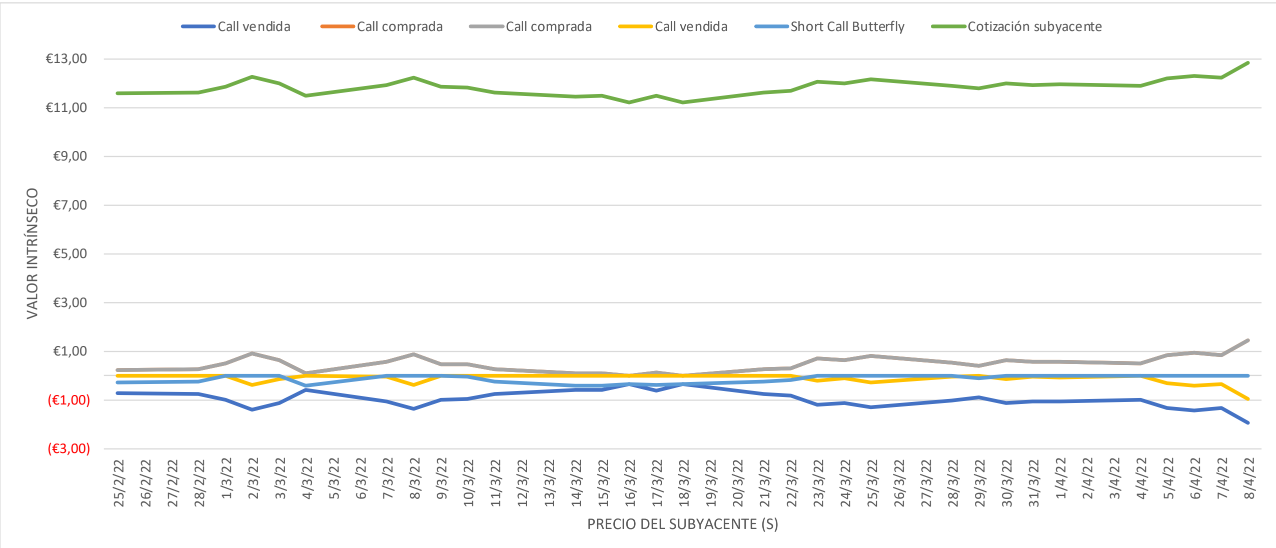
El coeficiente de curtosis es elevado y positivo, por lo que existirá una elevada concentración de valores alrededor de la media, lo que es desfavorable, toda vez que la media es negativa. En todo caso, el coeficiente de asimetría es negativo, implicando una asimetría por la izquierda que, en este caso, es beneficiosa, pues ello implicará que los valores altos se repiten en mayor medida.

El valor mínimo (-0,31) es bastante negativo pero no constituye la máxima pérdida que es posible obtener con la estrategia, mientras que el valor máximo (0,06) lo constituye el máximo beneficio. Además, para un nivel de confianza del 95%, el resultado se encontrará en el intervalo de confianza (-0,03264;-0,01543). Así, el escenario alcista no se muestra tan favorable como en un principio cabría pensar, pues aunque en él es posible obtener el beneficio máximo y, de hecho, sea el valor que más se repite, es un escenario que por término medio dará lugar a que la estrategia arroje pérdidas. En todo caso, debe tenerse en cuenta que esta conclusión se deduce de la concreta simulación efectuada: en efecto, con otras simulaciones diferentes -con otras cotizaciones diferentes del activo subyacente-, las conclusiones podrían diferir ligeramente en los escenarios "frontera", esto es, el alcista y el bajista, dependiendo de cuán altos o bajos sean los precios del activo subyacente que se incluyan en cada uno de estos escenarios.

3.3.2. Escenario real

Al margen de los 5 escenarios anteriormente apuntados, la Figura 22 muestra los resultados obtenidos con la estrategia para la evolución real de las acciones de Repsol, S.A. en la Bolsa de Madrid desde el día en que se contrató la posición (25 de febrero de 2022) hasta completar un total de 31 sesiones con cotización abierta (10 de abril de 2022).

Figura 22. Escenario real



Fuente: Elaboración propia

En todo caso, conviene advertir que en el eje de ordenadas no se representa el resultado obtenido con la combinación y las opciones individuales, toda vez que las opciones se han contratado en modalidad europea y, por consiguiente, no se puede liquidar la posición hasta su vencimiento. Por ello, se ha optado por representar el valor intrínseco de la estrategia y las opciones individuales en cada momento de tiempo.

A pesar de que el valor íntrinseco, por definición, siempre es nulo o positivo, la media del valor intrínseco obtenido es negativa. La explicación es sencilla: dado que en el apartado 1.4 definimos el valor intrínseco como el beneficio inmediato que el comprador de la opción podría obtener en caso ejercitarla, es evidente que lo que representa un beneficio para el comprador supone una pérdida para el vendedor de la opción. Así, toda vez que la estrategia se compone de dos opciones *call* vendidas y dos opciones *call* compradas, el valor intrínseco de las opciones *call* vendidas será siempre nulo o negativo y, además, opuesto al que resultaría de haber adoptado una posición larga.

Tabla 9. Estadística descriptiva del valor intrínseco en el escenario real

Short Call Butterfly	
Media	-0,12
Error típico	0,02848
Mediana	0,00
Moda	0,00
Desviación estándar	0,15859
Varianza de la muestra	0,02515
Curtosis	-0,98477
Coeficiente de asimetría	-0,86304
Rango	0,42
Mínimo	-0,42
Máximo	0,00
Suma	-3,67
Cuenta	31
Nivel de confianza(95,0%)	0,05817

Fuente: Elaboración propia

Además, conviene destacar que tanto el valor central (mediana) como el más repetido (moda) (0,00) coinciden con el máximo. En este sentido, el valor instrínseco de la estrategia es nulo cuando la evolución de la cotización del activo subyacente favorece a la estrategia (en este caso, cuando es muy alcista), lo que además es plenamente coherente, pues los beneficios de la estrategia proceden de la prima neta y no en sí mismos del valor intrínseco: en efecto, siendo el valor intrínseco nulo, la estrategia producirá su máximo beneficio, que será igual a la prima neta cobrada.

En todo caso, el comportamiento real del activo subyacente, predominamente alcista, ha resultado beneficioso para la estrategia. Teniendo en cuenta que el precio inicial del activo subyacente era 11,37 € y el punto muerto superior se fijó en 11,81 €, es evidente que la cotización real del activo subyacente ha beneficiado a la estrategia pues, atendiendo a la Tabla 10, tanto su cotización media (11,86), la mediana (11,88) y la moda (12,00) se sitúan por encima del punto muerto superior, de modo tal que, suponiendo que el día del vencimiento la cotización del activo subyacente fuese igual a la cotización media, mediana o más repetida en el periodo analizado, la combinación produciría beneficios.

Tabla 10. Estadística descriptiva de la cotización real

Cotización subyacente	
Media	11,86
Error típico	0,06213
Mediana	11,88
Moda	12,00
Desviación estándar	0,34592
Varianza de la muestra	0,11966
Curtosis	0,79734
Coeficiente de asimetría	0,37453
Rango	1,61
Mínimo	11,22
Máximo	12,83
Suma	367,66
Cuenta	31
Nivel de confianza(95,0%)	0,12689

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Contraste de hipótesis

Tras el análisis gráfico y estadístico descriptivo de los escenarios, se han realizado diversos contrastes de hipótesis para comparar los resultados de los distintos escenarios entre sí, así como para comparar el resultado obtenido en un concreto escenario con la estrategia y el resultado que se obtendría contratando individualmente una de las opciones que la componen.

Los contrastes realizados han sido dos: uno relativo a la igualdas de varianzas y otro referente a la igualdad de medias.

Ambos contrastes se efectúan con un **nivel de significación del 1%**, de modo tal que se rechaza la hipótesis nula cuando la probabilidad asociada al estadístico utilizado sea inferior al 1%.

Las hipótesis nula (H_o) y alternativa (H_1) se han planteado del siguiente modo:

- En el contraste de **igualdad de varianzas**:

  H_o = *Las varianzas son iguales*

  H_1 = *Las varianzas son distintas*

  Si se rechaza H_o, se asume que las varianzas son distintas y, por consiguiente, la volatilidad es distinta entre los dos escenarios o entre la estrategia y la opción individual que se compara. Por el contrario, si no se rechaza H_o, se asume que las varianzas son iguales y, por consiguiente, la volatilidad es igual.

  Este contraste se efectúa a través de la prueba *F* de Fisher. En función de si el resultado del contraste muestra varianzas iguales o distintas, en contraste de igualdad de medias se efectuará suponiendo varianzas iguales o desiguales, respectivamente.

- En el contraste de **igualdad de medias**, existen a su vez dos diferentes contrastes, bilateral y unilateral:

  - Bilateral:

    H_o = *Las medias son iguales*

    H_1 = *Las medias son distintas*

  - Unilateral:

    H_o = *Las medias son iguales*

    H_1 = *La media de la variable 1 es mayor o menor que la media de la variable 2*

  Ambos contrastes, bilateral y unilateral, se efectúan con la prueba *t* de Student, el primero de dos colas y el segundo de una cola.

3.3.3.1. Contrastes entre escenarios

El análisis gráfico de los escenarios revela con bastante claridad qué escenario es más beneficioso para la estrategia, toda vez que en la mayoría de los casos en un escenario siempre se dan resultados mayores o menores que en los restantes para cualquier precio del activo subyacente. Sin embargo, en otros escenarios la conclusión no es tan evidente, siendo estos últimos los que contrastaremos en el presente apartado.

- Contraste entre escenario **bajista** y **alcista**:

La Tabla 11 muestra los resultados del contraste de hipótesis entre el escenario bajista y el alcista. Así, observando el contraste de varianzas, se rechaza la hipótesis nula (H_o), de modo tal que las varianzas son significativamente distintas y, concretamente, la varianza en el escenario alcista es mayor que en el bajista, por lo que el primero también será un escenario más volátil. Por lo que se refiere al contraste de medias, se rechaza la hipótesis nula (H_o) tanto en el contraste bilateral como en el unilateral. Así, las medias son significativamente distintas y, concretamente, la media del escenario bajista es mayor que la del escenario alcista.

Tabla 11. Contraste: escenario bajista vs. alcista

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Bajista	*Alcista*
Media	0,059396034	-0,008603966
Varianza	0	0,011661772
Observaciones	80	80
Grados de libertad	79	79
F	0	
P(F<=f) una cola	0	
Valor crítico para F (una cola)	0,689107535	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Bajista	*Alcista*
Media	0,059396034	-0,008603966
Varianza	0	0,011661772
Observaciones	80	80
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	79	
Estadístico t	5,632116509	
P(T<=t) una cola	1,31497E-07	
Valor crítico de t (una cola)	1,664371409	
P(T<=t) dos colas	2,62993E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	1,99045021	

Fuente: Elaboración propia

Todo ello lleva a concluir que el escenario bajista es, en nuestro estudio particular, más beneficioso para la estrategia que el escenario alscista, pues presenta menor volatilidad en el resultado de la estrategia (de hecho, no presenta volatilidad alguna) y, por término medio, su resultado es mayor que en el escenario alcista.

- Contraste entre escenario **estable** y **alcista**:

Tal y como se colige de la Tabla 12, en el contraste de varianzas se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo que que las varianzas son significativamente distintas y, observando sus valores, la varianza en el escenario estable es mayor que en el alcista, luego el primero también será un escenario más volátil. En el contraste de medias, de nuevo se rechaza la hipótesis nula (H_0), tanto en el contraste bilateral como en el unilateral: las medias son significativamente distintas y, de hecho, es mayor (menos negativa) en el escenario alcista que en el estable.

Tabla 12. Contraste: escenario estable vs. alcista

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Estable	*Alcista*
Media	-0,113478966	-0,008604
Varianza	0,027843528	0,01166177
Observaciones	80	80
Grados de libertad	79	79
F	2,387589821	
P(F<=f) una cola	7,31632E-05	
Valor crítico para F (una cola)	1,451152323	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Estable	*Alcista*
Media	-0,113478966	-0,008604
Varianza	0,027843528	0,01166177
Observaciones	80	80
Diferencia hipotética de las media	0	
Grados de libertad	135	
Estadístico t	-4,719427097	
P(T<=t) una cola	2,91932E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1,656219133	
P(T<=t) dos colas	5,83864E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	1,977692277	

Fuente: Elaboración propia

Así, en congruencia con lo razonado teóricamente, en nuestro estudio particular el escenario alcista es más beneficioso para la estrategia que el escenario estable, pues presenta menor volatilidad en el resultado de la estrategia y, por término medio, su resultado es mayor que en el escenario estable, aunque negativo.

3.3.3.2. Contrastes entre la estrategia y la contratación de una opción individual

Finalmente, se han realizado dos contrastes, ambos en un **escenario alcista**, al objeto de comparar el resultado obtenido con la estrategia y el resultado que se obtendría contratando una opción individual.

Por lo que respecta al primero, la Tabla 13 muestra el resultado del contraste entre la contratación individual de la *call* vendida con *strike* más bajo (E_1) y la contratación de la estrategia.

Tabla 13. Contraste: call vendida con strike más bajo vs. estrategia

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Call vendida (E_1)	*Short Call Butterfly*
Media	-0,137075037	-0,008603966
Varianza	0,056913354	0,011661772
Observaciones	80	80
Grados de libertad	79	79
F	4,880334969	
P(F<=f) una cola	1,03973E-11	
Valor crítico para F (una cola)	1,451152323	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Call vendida (E_1)	*Short Call Butterfly*
Media	-0,137075037	-0,008603966
Varianza	0,056913354	0,011661772
Observaciones	80	80
Diferencia hipotética de las media	0	
Grados de libertad	110	
Estadístico t	-4,388004127	
P(T<=t) una cola	1,31783E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1,658824187	
P(T<=t) dos colas	2,63567E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	1,981765282	

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, la Tabla 14 hace lo propio con la contratación de la *call* comprada con precio intermedio (E_2) y la estrategia.

Tabla 14. Contraste: call comprada con strike intermedio vs. estrategia

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Call comprada (E_2)	*Short Call Butterfly*
Media	-0,097159386	-0,008603966
Varianza	0,056913354	0,011661772
Observaciones	80	80
Grados de libertad	79	79
F	4,880334969	
P(F<=f) una cola	1,03973E-11	
Valor crítico para F (una cola)	1,451152323	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	Call comprada (E_2)	*Short Call Butterfly*
Media	-0,097159386	-0,008603966
Varianza	0,056913354	0,011661772
Observaciones	80	80
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	110	
Estadístico t	-3,02466185	
P(T<=t) una cola	0,001549359	
Valor crítico de t (una cola)	1,658824187	
P(T<=t) dos colas	0,003098717	
Valor crítico de t (dos colas)	1,981765282	

Fuente: Elaboración propia

Así, en el contraste de varianzas se rechaza la hipótesis nula (H_o) en ambos casos, lo que implica que las varianzas son significativamente distintas: concretamente, la volatilidad es mayor en la contratación individual de las opciones respectivas que en la estrategia. Por lo que respecta al contraste de medias, de nuevo se rechaza la hipótesis nula (H_o) en ambos casos, de modo que las medias son significativamente distintas y, en particular, es mayor (menos negativa) en la estrategia que en la contración individual de las opciones.

En definitiva, conforme a los contrastes realizados, en un escenario alcista es más beneficioso contratar la estrategia *Short Call Butterfly* que contratar individualmente tanto la *call* vendida con *strike* bajo como la *call* comprada con *strike* intermedio.

Conclusiones

Como se puntualizó en la introducción del presente estudio, el objetivo de este era precisamente el de, bajo el pretexto de analizar una determinada estrategia combinada con opciones, estudiar el marco común a todas las estrategias y desarrollar una metodología que permita diagnosticar y analizar dichas combinaciones, comprendiendo sus ventajas e inconvenientes.

En este sentido, tras analizar en el Capítulo I los aspectos teóricos de las opciones financieras, al objeto de construir una base que permitiese con posterioridad comprender la estrategia seleccionada, en el Capítulo II se abordó el estudio teórico de la estrategia *Short Call Butterfly*.

La estrategia *Short Call Butterfly* se construye combinando cuatro opciones *call,* todas ellas con la misma fecha de vencimiento y el mismo activo subyacente: dos opciones *call* vendidas y dos opciones *call* compradas. En concreto, la estrategia se construye vendiendo una *call* en situación ITM con el precio de ejercicio más bajo (E_1), comprando dos *call* en situación ATM con el mismo precio de ejercicio intermedio (E_2), y vendiendo una última *call* en situación OTM con el precio de ejercicio más alto (E_3), siendo estos tres precios de ejercicio diferentes y equidistantes entre sí.

Dado que la prima de cada una de las opciones que componen la estrategia será diferente según la situación en que se encuentre (ITM, ATM u OTM), la construcción efectuada permite que la prima neta de la estrategia sea positiva, motivo por el cual se califica como una estrategia de prima neta cobrada o *net credit*.

La estrategia se beneficia de un entorno de elevada volatilidad en el precio del activo subyacente (al alza o a la baja), de modo tal que la máxima ganancia se producirá cuando la cotización del activo subyacente al vencimiento sea inferior al precio de ejercicio más bajo (E_1) o superior al precio de ejercicio más alto (E_3), y la máxima pérdida cuando la cotización del activo subyacente no varíe en absoluto.

Con posterioridad al análisis teórico efectuado, el Capítulo III del estudio abordó la aplicación práctica de la estrategia a un activo subyacente real (las acciones de Repsol, S.A.), con la finalidad de comprobar si los aspectos identificados desde el punto de vista teórico se veían o no confirmados en la práctica.

En este punto, la aplicación del modelo de Black-Scholes, en su versión en que las acciones que sirven de activo subyacente no distribuyen dividendos, permitió obtener las primas de cada una de las opciones *call* individuales que componen la estrategia. Sumando dichas primas, se obtuvo la prima neta de la estrategia, de importe positivo, confirmando que, en efecto, la estrategia *Short Call Butterfly* es una estrategia de prima neta cobrada.

Por otra parte, la comparativa entre las máximas ganancias, pérdidas y puntos muertos entre las opciones individuales y la estrategia relevan que, si bien la estrategia permite obtener beneficios con un menor valor del precio del activo subyacente en comparación con las *call* compradas, lo cierto es que en un escenario de gran aumento de la cotización del activo subyacente, su máxima ganancia, limitada a la prima neta cobrada, es remotamente inferior a los beneficios ilimitados que se podrían obtener con una *call* comprada, mientras que un escenario de corte bajista, dicha máxima ganancia es notablemente inferior a la que se podría obtener con cualquiera de las *call* vendidas.

En lo que respecta a las griegas de la estrategia, de estas es posible concluir que las variables que mayor relevancia tienen en la combinación son el precio del activo subyacente y la volatilidad. En este sentido, la Delta de la estrategia tiende a tomar valores próximos a cero cuando la cotización del activo subyacente no varía y extremos cuando dicha cotización se aleja de la inicial, mientras que su Vega alcanza sus máximos valores en la región cercana a la cotización inicial. Estas dos griegas confirman que la estrategia se ve favorecida por la elevada volatilidad, pues cuando la cotización del activo subyacente se aleja de sus valores iniciales, un mayor precio interesa al inversor y hace que aumente la prima, pero cuando dicha cotización ya se encuentra alejada de los valores iniciales, el inversor ya obtiene el máximo beneficio, de modo que una mayor volatilidad no le interesa, pues podría hacer que la cotización se acercase de nuevo a su valor inicial y le privase de sus beneficios. Por otra parte, de la Theta de la estrategia se colige que el paso del tiempo tan solo favorece a la prima cuando la cotización del subyacente se encuentra en la zona de beneficios, perjudicándole cuando se aproxima a los valores centrales de la cotización del subyacente; al tiempo que de

Rho se deriva que un aumento del tipo de interés incrementa la prima de la estrategia para precios altos del subyacente, disminuyéndola para precios bajos.

En otro orden de cosas, los análisis de sensibilidad efectuados permiten concluir que, en general, la influencia de la volatilidad de partida sobre la prima de la estrategia es de carácter negativo o inverso (a mayor volatilidad, menor prima). Sin embargo, si bien ello se confirma para las cotizaciones iniciales del subyacente en las que la estrategia no produce beneficios, cuando dicha cotización se aleja del *strike* intermedio la influencia de la volatilidad sobre la prima de la estrategia se vuelve positiva o directa (a mayor volatilidad, mayor prima). Además, la relación inversa entre la volatilidad de partida y la prima de la estrategia es más intensa cuanto mayor es el tiempo que resta hasta el vencimiento de la opción.

Por su parte, la simulación de escenarios y el contraste de hipótesis han permitido realizar una clasificación de aquellos en función de su conveniencia para la estrategia. Así, de la simulación efectuada ha resultado que, como ya teóricamente se había supuesto, los escenarios más beneficiosos para la estrategia son los que mayor volatilidad presentan (el muy bajista y el muy alcista), en los que el resultado de la combinación es constante e igual al beneficio máximo.

Por lo que respecta a los escenarios alcista y bajista, de la concreta simulación realizada resulta que la estrategia tiene un mejor comportamiento en el escenario bajista, en que el resultado también es constante e igual al beneficio máximo, mientras que el escenario alcista no se muestra tan favorable para la estrategia como cabría pensar desde un punto de vista teórico, ya que a pesar de que sí permite obtener el beneficio máximo cuando la cotización se aproxima a los valores del escenario muy alcista, por término medio el resultado de la estrategia es negativo (aunque prácticamente nulo).

Asimismo, de los contrastes efectuados es posible concluir que, en un escenario alcista, la estrategia presenta un mejor comportamiento que el que resultaría de solo contratar la *call* vendida con *strike* bajo o la *call* comprada con *strike* intermedio. Sin embargo, este resultado podría ser el inverso en otro escenario: por ejemplo, en un escenario muy bajista la *call* vendida con *strike* bajo daría lugar a un mayor beneficio que el obtenido con la combinación, y en un escenario muy alcista, una *call* comprada permitiría obtener unos beneficios muy superiores al beneficio máximo de la estrategia, ya que su ganancia es potencialmente ilimitada.

Finalmente, el escenario estable es ciertamente perjudicial para la estrategia, pues el resultado mínimo obtenido es muy cercano a la máxima pérdida que se puede lograr con la estrategia y, por término medio, la combinación arrojará un resultado negativo. Sin embargo, aun en el escenario estable, la estrategia sí permitiría obtener beneficios y, de hecho, el beneficio máximo es el valor más repetido (moda) en dicho escenario.

Además, la evolución real de la cotización de las acciones de Repsol, S.A. durante el periodo de tiempo analizado ha sido tremendamente positiva para la estrategia, toda vez que ha sido predominantemente alcista. Tan positiva ha sido dicha evolución, que la estrategia sería capaz de obtener beneficios si al día de vencimiento la cotización de las acciones se mantiene en el valor medio, mediano o más repetido obtenido durante el periodo analizado. En este sentido, el valor intrínseco de la estrategia tiende a ser nulo cuanto mayor es la cotización de las acciones, pues siendo nulo el valor intrínseco, la estrategia permitiría obtener el máximo beneficio: la prima neta cobrada.

En definitiva, de lo expuesto con anterioridad es posible concluir que la estrategia *Short Call Butterfly* es una estrategia especialmente recomendable para aquellos inversores que tengan una expectativa de elevada volatilidad en el precio del activo subyacente. Además, dado que es una estrategia eminentemente conservadora, ello la hace aconsejable para inversores aversos al riesgo, que no tengan inconveniente en limitar sus potenciales beneficios en orden a restringir también las pérdidas que pueden obtener.

En este sentido, las principales ventajas de la estrategia, además de la limitación de las pérdidas, son que permite obtener un flujo de caja positivo (la prima neta cobrada) sin necesidad de llevar a cabo ningún tipo de inversión inicial, y que, dado que es una estrategia de dirección neutral (Cohen, 2016, p. 218), en la que es indiferente que la cotización del activo subyacente aumente o disminuya con tal de que oscile, se puede emplear cuando el inversor espera un acontecimiento que vaya a producir un cambio en la cotización del activo subyacente, aunque desconozca si le va a afectar positiva o negativamente.

Ahora bien, como principal inconveniente, ha de tenerse en cuenta que la pérdida potencial es bastante superior al beneficio máximo que se puede obtener con la estrategia (en nuestro caso, más de siete veces superior). Así, un inversor puede optar alternativamente por otras estrategias como los *straddles* o los *strangles* que, si bien pueden dar lugar a una mayor pérdida, también permiten obtener un beneficio sensiblemente superior si se cumplen las expectativas sobre la elevada volatilidad del activo subyacente (Cohen, 2016, p. 220).

Finalmente, conviene indicar que la metodología empleada para la comprensión de la estrategia *Short Call Butterfly* es igualmente replicable a cualquier otra estrategia combinada con opciones financieras. Así las cosas, tal y como se planteaba en el objetivo del presente estudio, su elaboración me ha permitido adquirir las competencias necesarias para diagnosticar una determinada estrategia y, a partir de sus ventajas e inconvenientes, realizar una recomendación sobre la conveniencia o no de aquella respecto a una determinada situación de mercado y a un perfil de inversor. Dicho análisis crítico es, si cabe, especialmente útil en un contexto como el actual, en que la abrumadora variedad de instrumentos financieros dificulta la selección de aquellos que verdaderamente se adaptan a la estrategia de inversión que se desea realizar.

Bibliografía

Casanovas Ramón, M. (2014). *Opciones financieras*. Pirámide.

Castellanos Hernán, E. (2011). *Opciones y futuros de renta variable: manual práctico.* Instituto BME.

Cohen, G. (2016). *The bible of options strategies: the definitive guide for practical trading strategies*. Pearson Education.

Elvira, O., y Puig, P. (2015). *Comprender los productos derivados: futuros, opciones, productos estructurados, CAPs, Floors, Collars, CFDs...* Profit.

Grupo Repsol. (2021). *Informe de gestión integrado*. Recuperado el 10 de febrero de 2022 en: https://www.repsol.com/content/dam/repsol-corporate/es/accionistas-e-inversores/informes-anuales/2021/informe-gestion-integrado-2021.pdf

Hull, J. (2014). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. Pearson Educación.

Loring Miro, J. (2000). *Opciones y futuros.* Desclée de Brouer.

Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros en España (MEFF). (2022). *Simulador de primas de opciones*. Recuperado el 25 de febrero de 2022 de https://www.meff.es/aspx/calculadoras/calculadoraOp.aspx

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

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

Soldevilla García, E. (1996). *Opciones y futuros sobre divisas: estrategias negociadoras del riesgo de cambio.* Asociación para el Progreso de la Dirección.