



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de
Fin de Grado

Estudio de una
estrategia de
inversión con
opciones financieras

Short Iron Condor

Nildes Abella Mantiñán

Tutor: Marcos Vizcaíno González

**Programa de simultaneidad del Grado en Administración
y Dirección de Empresas y el Grado en Derecho**

Año 2020

Resumen

En este Trabajo de Fin de Grado se abordan los aspectos teóricos esenciales de las opciones financieras (tipologías, funcionamiento, posiciones...), así como la teoría básica relativa a la combinación de opciones objeto de estudio conocida como *Short Iron Condor* y, por último, se analiza la susodicha estrategia a través de un caso práctico.

A lo largo del mismo se evidencia que es una estrategia compleja debido a los requisitos que requiere su construcción y que su implementación sería conveniente únicamente si el inversor espera fuertes oscilaciones en el precio del activo subyacente, ya sean al alza o a la baja. Asimismo, se examinan las ventajas y desventajas que presenta la estrategia y el resultado que reportaría al inversor.

Para realizar determinados cálculos del estudio práctico fue necesario el empleo del Modelo Black-Scholes, el cual se describe brevemente sin profundizar en su desarrollo matemático. También en esta parte del trabajo se recurrió a la hoja de cálculo para la valoración de la estrategia (estudio de variables relevantes, análisis de sensibilidad, planteamiento de escenarios, contrastes de hipótesis, etc.) y para la elaboración de múltiples gráficos que sintetizan la información.

Palabras clave: opción financiera; *Short Iron Condor*; *call*; *put*; prima; Black-Scholes

Número de palabras: 14.996

Abstract

This Final Degree Project studies the financial options' essential theoretical aspects (typologies, operation, positions...), as well as the basic theory related to the combination of options known as Short Iron Condor and, finally, approaches the analysis of the mentioned strategy through a practical case.

Throughout the Project, it becomes apparent that it is a complex strategy due to its construction requirements, and that its implementation would be convenient only if the investor expects strong fluctuations in the price of the underlying asset, either upward or downward. Moreover, the advantages and disadvantages that the strategy presents and the returns it would report to the investor are examined.

In order to carry out specific calculations of the practical study, it was necessary to use the Black-Scholes Model, which is briefly described without delving into its mathematical development. Also, in this part of the Project, the spreadsheet was used to evaluate the strategy (study of the main variables, sensitivity analysis, scenario planning, hypothesis testing, etc.) and to create multiple charts that synthesize the information.

Keywords: financial option; Short Iron Condor; call; put; premium; Black-Scholes

Number of words: 14.996

Índice

Introducción	8
1. Marco conceptual	11
1.1 Concepto de opción financiera	11
1.2 Tipos de opciones	11
1.3 Variables clave del contrato	13
1.4 Componentes de la prima	14
1.5 Situaciones	14
1.6 Posiciones.....	15
1.7 Perfiles de beneficio y pérdida	16
1.8 Ejemplo numérico	19
2. Estrategia de inversión: <i>Short Iron Condor</i>	21
2.1 Descripción	21
2.2 Construcción:	21
2.2.1 Opciones que la componen y posiciones	21
2.2.2 Situación de las opciones según su <i>strike</i>	22
2.2.3 Resultado gráfico	23
2.3 Características:	23
2.3.1 Prima neta.....	23
2.3.2 Máxima ganancia y máxima pérdida	24
2.3.3 Puntos muertos	25
2.3.4 Síntesis	26
2.4 Finalidad, ventajas y desventajas.....	27
3. Caso práctico	28
3.1 Valoración de la estrategia	28
3.1.1 Datos de partida	28

3.1.2	Estudio de la prima neta.....	30
3.1.2.1	Modelo Black-Scholes.....	30
3.1.2.2	Paridad <i>put – call</i>	32
3.1.2.3	Cálculo de las primas individuales	32
3.1.2.4	Cálculo de la prima de la estrategia	33
3.1.3	Puntos muertos. Máxima ganancia y máxima pérdida.....	33
3.1.4	Perfil de resultados.....	36
3.1.5	Griegas	37
3.1.5.1	Griegas individuales.....	39
3.1.5.2	Griegas de la estrategia	39
3.2	Análisis de sensibilidad	44
3.2.1	Gráficas 2D y 3D.....	44
3.2.1	Matriz de tensión.....	49
3.2.1	<i>Crystal Ball</i>	50
3.3	Análisis del resultado en distintos escenarios	52
3.4	Contraste de hipótesis.....	58
3.4.1	Contraste entre los escenarios muy alcista y muy bajista.....	59
3.4.2	Contraste entre los resultados de la <i>call</i> comprada y la estrategia en el escenario muy alcista.....	59
4.	Empleo de la hoja de cálculo	61
4.1	Herramientas de valoración.....	61
4.2	Herramientas para el análisis de sensibilidad.....	63
4.3	Diseño de un índice interactivo y botón de regreso	64
	Conclusiones	65
	Bibliografía.....	69

Índice de figuras

Figura 1: Opciones en función del derecho incorporado	12
Figura 2: Opciones en función del momento de ejercicio	12
Figura 3: Perfiles de una opción de compra	17
Figura 4: Perfiles de una opción de venta	18
Figura 5: <i>Put</i> comprada. Posición respecto a una acción.....	20
Figura 6: Resultado gráfico de una <i>Short Iron Condor</i>	23
Figura 7: Perfil beneficio–pérdida de la <i>Short Iron Condor</i>	26
Figura 8: Perfil de beneficio y pérdida – Caso práctico	36
Figura 9: Representación gráfica de <i>Delta</i> de la estrategia	40
Figura 10: Representación gráfica de <i>Vega</i> de la estrategia	41
Figura 11: Representación gráfica de <i>Theta</i> de la estrategia	42
Figura 12: Representación gráfica de <i>Rho</i> de la estrategia.....	43
Figura 13: Evolución de la prima neta en función del precio del subyacente.....	44
Figura 14: Evolución de las primas individuales de las opciones en función del precio del subyacente	45
Figura 15: Prima neta con respecto al paso del tiempo.....	46
Figura 16: Volatilidad con respecto al paso del tiempo	46
Figura 17: Prima neta con respecto al movimiento de la volatilidad	47
Figura 18: <i>Delta</i> según la volatilidad	48
Figura 19: <i>Delta</i> según tiempo	48
Figura 20: Influencia de las variables en la prima de la estrategia	51
Figura 21: Influencia de las variables en las grietas de la estrategia.....	51
Figura 22: Escenarios del precio del subyacente	52
Figura 23: Resultado en el escenario muy alcista	53
Figura 24: Resultado en el escenario alcista.....	54
Figura 25: Resultado en el escenario estable	54
Figura 26: Resultado en el escenario bajista	56
Figura 27: Resultado en el escenario muy bajista.....	56
Figura 28: Datos de partida, barras de desplazamiento y botón de restablecimiento de datos.....	61
Figura 29: Casillas de verificación en la hoja de cálculo	62
Figura 30: Tablas de datos en la hoja de cálculo	63
Figura 31: Índice de la hoja de cálculo.....	64
Figura 32: Botón de regreso en la hoja de cálculo	64

Índice de tablas

Tabla 1: Derechos y obligaciones en las opciones financieras.....	15
Tabla 2: Primas individuales de las opciones de la estrategia.....	33
Tabla 3: Comparativa puntos muertos y máxima ganancia/pérdida: opciones VS estrategia	34
Tabla 4: Fórmulas de las griegas para <i>call</i> y <i>put</i>	38
Tabla 5: Relación entre las variables y la prima de la opción (posición larga)	38
Tabla 6: Cálculo griegas individuales	39
Tabla 7: Cálculo griegas de la estrategia	39
Tabla 8: Matriz de tensión.....	49
Tabla 9: Contribución de las opciones principales al resultado y dirección	57
Tabla 10: Resultados del contraste de hipótesis para el resultado en los escenarios muy alcista y muy bajista	59
Tabla 11: Resultados del contraste de hipótesis para el resultado de la <i>call</i> comprada y la estrategia en el escenario muy alcista.....	60

Introducción

En las últimas décadas se ha producido un importante desarrollo de los mercados financieros, de tal forma que a día de hoy se caracterizan por operar con gran variedad de productos, así como por mover enormes cantidades de dinero en sus negociaciones. Entre esos productos financieros están los llamados instrumentos derivados, cuyo mercado también ha experimentado un crecimiento explosivo.

Un **instrumento derivado** es un contrato cuyos términos se fijan en el momento presente, pero en el que la transacción se realiza en una fecha futura, es decir, se trata de un contrato financiero a plazo. Se los conoce como productos derivados porque su valor depende de la cotización de un activo que toman como referencia y que se negocia en el mercado al contado (de entrega inmediata), denominado **activo subyacente**, y que puede ser muy variado: materias primas (petróleo, cacao, cereales...), acciones, tipos de interés, divisas, etc. (Elvira & Puig, 2015; Piñeiro & Llano, 2011).

Aun cuando pudiera parecer que se trata de negocios del mundo moderno, su origen se remonta al siglo XVII, cuando ya en el comercio de bulbos de tulipanes en Holanda o en el comercio de arroz en Japón se negociaban contratos a plazo que estipulaban que la entrega de la cosecha y el pago del precio se realizarían en fecha futura. Estos negocios reportaban, tanto al productor como al comprador, mayor seguridad en torno al futuro pues conocían el precio al que se cerraría la transacción (Elvira & Puig, 2015).

Sin embargo, la popularidad de estos productos financieros se alcanzó a finales del siglo XIX cuando se crearon los primeros mercados para la negociación de contratos a plazo sobre productos agrícolas. En 1848 se fundó el primer mercado moderno de derivados, el *Chicago Board of Trade* (CBOT) (Piñeiro & Llano, 2011).

La inversión en ciertos activos implica normalmente asumir un riesgo debido a que no se conoce con certeza cuál será el resultado futuro. Así, por ejemplo, la cotización futura

del oro, de las acciones, del dólar, del petróleo o del trigo no son conocidas, por lo que una inversión en esos activos es arriesgada. Los productos derivados surgieron como mecanismos de protección para cubrir la incertidumbre derivada de las fluctuaciones en el precio de las materias primas, cotizaciones de acciones, tipos de interés, divisas, etc. Es decir, su finalidad originaria era la **cobertura de riesgos de mercado** (Elvira & Puig, 2015; Piñeiro & Llano, 2009a).

En la actualidad, además de ser utilizados por coberturistas que están expuestos a un riesgo de volatilidad de los precios no deseado, los productos derivados son empleados por especuladores, es decir, inversores que asumen el riesgo esperando que el cambio en los precios les beneficie y así obtener rendimiento con la transacción. De hecho, el mayor volumen de contratación en el mercado lo aportan los especuladores (Elvira & Puig, 2015; Piñeiro & Llano, 2009a).

Los derivados financieros (contratos a plazo, futuros, opciones...) son cada vez más usados por empresas de todos los tamaños y también por inversores particulares. Además, estos instrumentos han influido en varias burbujas especulativas relativas al crudo, los cereales, el negocio inmobiliario, etc. Y es que los derivados pueden acarrear consecuencias negativas si no se emplean correctamente, de ahí la importancia de conocer su estructura y funcionamiento para una buena negociación de los mismos (Piñeiro & Llano, 2009a). Asimismo, es necesario comprender que el derivado no suprime por completo el riesgo, sino que sirve para atenuar, transferir o diversificar el riesgo.

En concreto, el derivado que constituye el objeto de estudio de este trabajo son las conocidas como **opciones financieras**. Se trata de un contrato a plazo que da derecho a comprar, o vender, un activo determinado en fecha futura a un precio determinado. La parte compradora del contrato puede, a cambio del pago de una prima, decidir si el contrato se llega a ejecutar o no. La parte vendedora recibe dicha prima por someterse a la decisión del comprador.

Las opciones son uno de los instrumentos derivados más utilizados y pueden establecerse sobre acciones, materias primas, índices, deuda, tipos de interés, divisas, etc. La proliferación de este tipo de contratos ha hecho que se desarrollen multitud de tipologías de opciones.

En este contexto es posible combinar los distintos tipos de opciones para construir estrategias, más o menos complejas, creando nuevos perfiles de valor y riesgo y con distintas finalidades en función de los objetivos perseguidos por el inversor. La principal utilidad de las **combinaciones de opciones** es que permiten obtener una cobertura a menor coste debido a que al combinar opciones adoptando distintas posiciones (comprador vs vendedor) las primas pagadas se compensan con las cobradas. Con ello se intenta limitar las pérdidas potenciales y maximizar las ganancias potenciales.

El objetivo primordial de este trabajo es el estudio en profundidad de una determinada combinación de opciones que permita, con posterioridad, la comprensión de otras combinaciones. Se pretende así ampliar los conocimientos sobre esta materia que fue tratada en la asignatura Teoría de la Financiación de manera somera, así como profundizar en el manejo de la hoja de cálculo, en concreto, mediante el uso del programa Excel de Microsoft Office.

La **estrategia de inversión** elegida se conoce con el nombre de **Short Iron Condor**. Es útil cuando se espera una alta volatilidad en el precio del subyacente, es decir, fuertes oscilaciones del mismo, ya sean al alza o a la baja. Combina, como se verá, cuatro opciones –dos de compra y dos de venta– y permite limitar el riesgo que supondría invertir únicamente en una de las cuatro opciones individualmente considerada. Sin embargo, aunque la estrategia limita la pérdida potencial, también limita los beneficios potenciales.

El trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos: el **Capítulo 1** está dirigido a introducir los conceptos esenciales sobre opciones financieras; en el **Capítulo 2** se analiza desde un punto de vista teórico la combinación de opciones elegida; el **Capítulo 3** está dedicado a la puesta en práctica de la estrategia mediante un caso práctico en el que, además de estudiar las variables que le afectan, se realizan distintos análisis de sensibilidad y contrastes de hipótesis; por último, en el **Capítulo 4**, se describen algunas de las herramientas de la hoja de cálculo que fueron empleadas para la elaboración del trabajo, puesto que, aunque este no se centra en el manejo de la hoja de cálculo, se realizó un uso intensivo de la misma por lo que se ha considerado oportuno dedicar unas páginas a explicar brevemente ciertos recursos esenciales. Se finaliza el presente trabajo con las **Conclusiones** que se han derivado del estudio llevado a cabo en los capítulos anteriores.

1. Marco conceptual

1.1 Concepto de opción financiera

Una opción es un **contrato a plazo que otorga a su comprador el derecho de comprar o vender**, según se trate de una opción de compra o una opción de venta, respectivamente, un activo a un precio fijado en el contrato y en una fecha concreta o a lo largo de un periodo de tiempo determinado. A cambio de tener esta facultad de decidir si se ejecuta o no el contrato, el comprador paga una prima al vendedor de la opción (Elvira & Puig, 2015; Piñeiro & Llano, 2009b).

Es, por lo tanto, un **contrato asimétrico** en el que el comprador puede decidir unilateralmente si ejecuta o cancela la transacción de compra o venta, mientras que el vendedor tiene la obligación de actuar (vendiendo o comprando el activo) en función de lo que el comprador haya decidido.

1.2 Tipos de opciones

Existen dos clasificaciones esenciales, la primera en función de la naturaleza del derecho que otorga la opción y la segunda atiende al momento en que esta puede ser ejercitada.

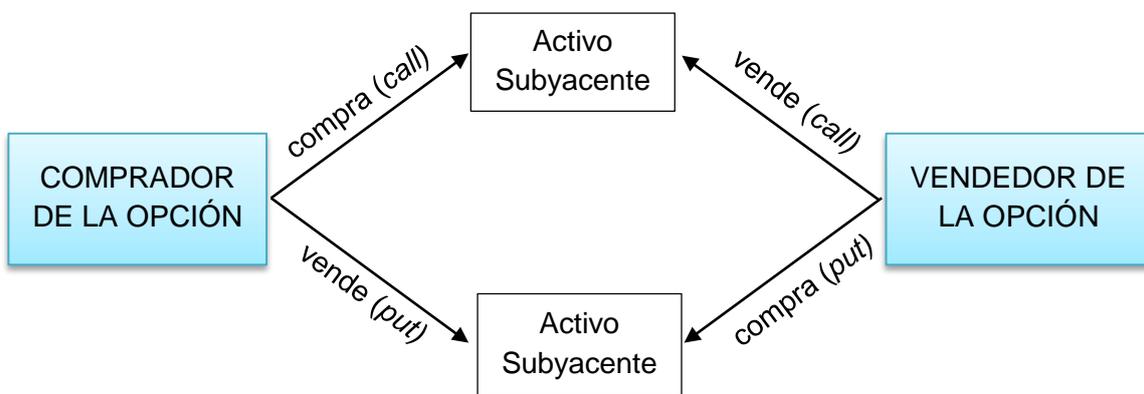
El derecho incorporado a la opción puede ser de compra o de venta (Elvira & Puig, 2015):

- Una **opción de compra** (denominada en inglés **call**) da a su comprador el derecho –y no la obligación– a comprar un activo a un precio determinado. Para tener este derecho deberá pagar una prima al vendedor de la *call*.

Por su parte, el vendedor queda obligado a vender el activo al precio fijado siempre y cuando el comprador ejerza la opción, recibiendo a cambio la prima.

- En una **opción de venta** (en inglés, **put**) el comprador tiene el derecho –y no la obligación– de vender el activo al precio acordado, pagando por tener esta facultad una prima al vendedor de la *put*. Este último se obliga a comprar el activo al precio determinado en caso de que el comprador ejerza su derecho a vender, cobrando como compensación la prima.

Figura 1: Opciones en función del derecho incorporado

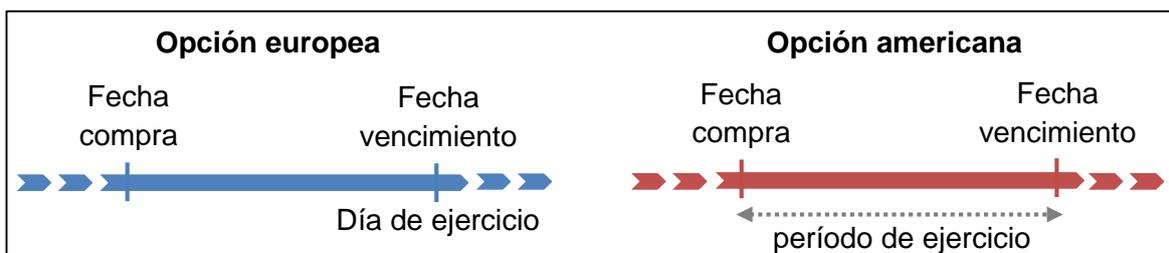


Fuente: Elaboración propia

A su vez, las opciones pueden clasificarse en función del momento en el que pueden ejercitarse.

El derecho que otorga la opción puede ejercerse en una fecha concreta (hablaremos entonces de una **opción europea**) o a lo largo de un período de tiempo hasta su vencimiento (**opción americana**). La opción americana puede ejercitarse en cualquier momento comprendido entre la fecha de compra y la fecha de vencimiento de la misma.

Figura 2: Opciones en función del momento de ejercicio



Fuente: Doldán (2003)

1.3 Variables clave del contrato

- **Activo subyacente**: como instrumentos derivados, las opciones toman como referencia un activo que constituye el objeto del contrato (Elvira & Puig, 2015).

Estos activos suelen ser activos financieros (acciones, tipos de interés, divisas...) o mercancías (*commodities*) como cereales, productos ganaderos, metales preciosos, etc.

Es habitual que el **precio al contado** (*spot*, en adelante, **S**) de estos bienes se enfrente a variaciones, ello, unido a que el volumen de transacción acostumbra a ser elevado hace que la negociación de una opción se presente como una alternativa para cubrir el riesgo de compra y venta de dichas mercancías.

- **Precio de ejercicio o strike** (**X**): Precio fijo acordado para el intercambio del activo subyacente en caso de que se ejecute la opción (Doldán, 2003). Es la cantidad monetaria que ha de pagar el comprador y recibir el vendedor de una opción de compra siempre y cuando esta se ejerza; o, en el caso de una opción de venta que se ejerce, el precio recibido por el comprador de dicha opción – quien vende el subyacente– y pagado por el vendedor de la opción –obligado a comprar el activo subyacente–.
- **Prima o precio de la opción**: es el precio pagado por el comprador de la opción por tener la potestad de decidir si esta se ejerce o no, y es recibido por el vendedor. Este precio cotiza en función de la oferta y la demanda, por lo que la prima fluctúa continuamente (Elvira & Puig, 2015). Nos referiremos a la prima con una **c** cuando estemos ante opciones *call* y con una **p** cuando se trate de opciones *put*.
- **Plazo hasta vencimiento o fecha de ejercicio** (**T**): en función de si la opción puede ejercerse durante (americana) o al final (europea) de un determinado período de tiempo (Pindado, 2012).
- **Nominal del contrato**: cantidad de valores que comprende la opción. En el MEFF (Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros en España) las opciones sobre acciones suelen ser lotes de 100 acciones (Elvira & Puig, 2015).

1.4 Componentes de la prima

El precio de una opción puede entenderse como la suma de dos componentes:

$$\text{Prima o precio opción} = \text{Valor intrínseco} + \text{Valor temporal} \quad (1)$$

Valor intrínseco (VI): Resultado que se obtendría en caso de ejercer inmediatamente el derecho incorporado a la opción si ello fuese posible.

- **Opción de compra o call: Máx. $\{0, S - X\}$.** Será cero si el precio del activo (S) es inferior al precio de ejercicio (X) e igual a $S - X$ si $S > X$.
- **Opción de venta o put: Máx. $\{0, X - S\}$.** Será cero si el precio del activo subyacente (S) es superior al de ejercicio (X) e igual a $X - S$ si $S < X$.

De las fórmulas anteriores se deduce que el valor intrínseco nunca es negativo, como mínimo será igual a cero.

Valor temporal (VT): valor asociado a las expectativas de que un movimiento favorable del precio del subyacente haga que interese ejercer la opción durante el periodo de ejercicio (americana) o en la fecha de expiración (europea).

Este beneficio futuro esperado es lo que hace que la prima sea mayor al valor intrínseco ($VT = \text{Prima} - VI$).

1.5 Situaciones

Las opciones pueden encontrarse en tres situaciones distintas dependiendo de cuál sea el precio del subyacente (S) con respecto al precio de ejercicio (X) de la opción:

- **Opciones dentro de dinero** (en inglés *In The Money*, **ITM**): Una opción está dentro de dinero cuando se da la condición de ejercicio.

En el caso de una opción de compra (*call*), el comprador la ejercerá si el precio de ejercicio pactado es inferior al precio de contado del activo subyacente ($X < S$).

El comprador de una opción de venta (*put*) la ejercerá si el precio de ejercicio es superior al precio al que cotiza el subyacente en el mercado al contado ($X > S$).

- **Opciones en dinero** (*At The Money, ATM*): Aquellas cuyo ejercicio es indiferente para su propietario. Tanto las *call* como las *put* estarán en dinero cuando el precio de ejercicio sea igual al precio del subyacente ($X = S$).
- **Opciones fuera de dinero** (*Out The Money, OTM*): Aquellas que no se ejercen porque su ejercicio perjudicaría a su propietario.

El comprador de una *call* no la ejercerá cuando $X > S$, porque en tal caso obtiene mejor resultado comprando el subyacente en el mercado a su precio al contado, inferior al de ejercicio.

En el caso de una *put*, esta no será ejercida cuando $S > X$, pues el comprador de la opción de venta preferirá vender el subyacente al precio de contado (S) y no al de ejercicio (X) que es menor.

1.6 Posiciones

Como señalábamos en el apartado 1.2 al hablar de los tipos de opciones, en función del derecho que incorpora, la opción puede ser de compra o de venta. En ambos casos, se dice que el sujeto que compra la opción ocupa una **posición larga** y el que vende la opción ostenta la **posición corta**.

Es conveniente recordar aquí los derechos y obligaciones de las partes intervinientes en un contrato de opciones:

Tabla 1: Derechos y obligaciones en las opciones financieras

	COMPRADOR	VENDEDOR
CALL	Derecho a comprar el subyacente Paga la prima	Obligación de vender el subyacente Recibe la prima
PUT	Derecho a vender el subyacente Paga la prima	Obligación de comprar el subyacente Recibe la prima

Fuente: Elaboración propia siguiendo a Piñeiro & Llano (2009b)

Dado que en cada tipo de opción (de compra o de venta) el inversor puede posicionarse como comprador o vendedor podemos encontrarnos cuatro situaciones distintas (Elvira & Puig, 2015):

- **Call comprada:** posición larga en una opción de compra. Su compra es recomendable cuando se tengan expectativas alcistas del precio del subyacente.
- **Call vendida:** posición corta en una opción de compra. El vendedor de una *call* espera que el precio del subyacente no suba por encima del de ejercicio y, así, ganar la prima cobrada pues el comprador no ejercerá la opción.
- **Put comprada:** posición larga en una opción de venta. Su compra es recomendable cuando se tengan expectativas bajistas del precio del subyacente.
- **Put vendida:** posición corta en una opción de venta. El vendedor de una *put* espera que el precio del subyacente no baje por debajo del de ejercicio, obteniendo en tal caso la prima.

1.7 Perfiles de beneficio y pérdida

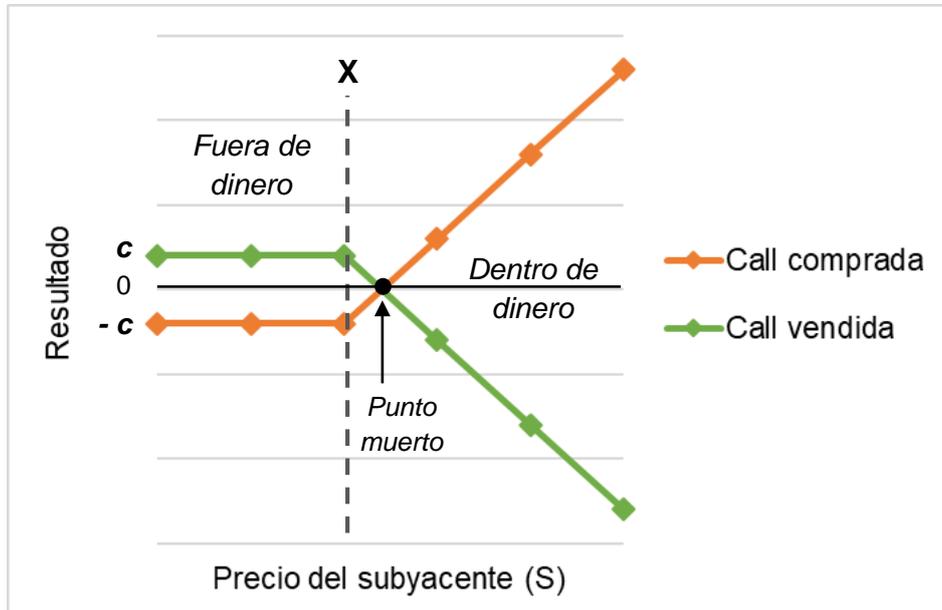
En consecuencia, existen 4 posiciones cada una de ellas con un perfil específico de beneficio y pérdida.

Cabe señalar que el resultado del contrato, así como el ejercicio de la opción, van a depender del precio que alcance el subyacente a la fecha de vencimiento (S_T). En una posición larga, la opción se ejercerá si se compra (*call*) o se vende (*put*) a un precio favorable en relación con la cotización en el mercado; la posición corta obtendrá idéntico resultado, pero de signo contrario (Piñeiro & Llano, 2011).

A continuación, se presenta la **representación gráfica de los perfiles de resultados** junto con la explicación de lo que ocurre en cada situación:

OPCIÓN DE COMPRA

Figura 3: Perfiles de una opción de compra



Fuente: Elaboración propia

Si al llegar el vencimiento de la opción (T) el precio de mercado del subyacente (S_T) es inferior al precio de ejercicio pactado (X), el comprador no ejerce la opción pues le resulta más barato comprar en el mercado al contado. Se dice en este caso que la opción está “fuera de dinero” (OTM). En esta situación el comprador pierde la prima (-c) y el vendedor gana la prima (c).

En cambio, si $S_T > X$, el comprador ejerce la opción pues prefiere comprar al precio de ejercicio pactado que es inferior al precio al contado. Se dice entonces que la opción está “dentro de dinero” (ITM). En esta situación, el resultado que obtendrá el comprador es igual a: $(S_T - X) - c$. Es posible que aun ejerciendo la opción el comprador incurra en pérdidas, pero estas serán inferiores a las que sufriría en caso de no ejercerla, pues recuperará parte de la prima. Por lo que respecta al vendedor, está obligado a dar contrapartida, es decir, vender el subyacente, obteniendo un resultado igual a $(X - S_T) + c$.

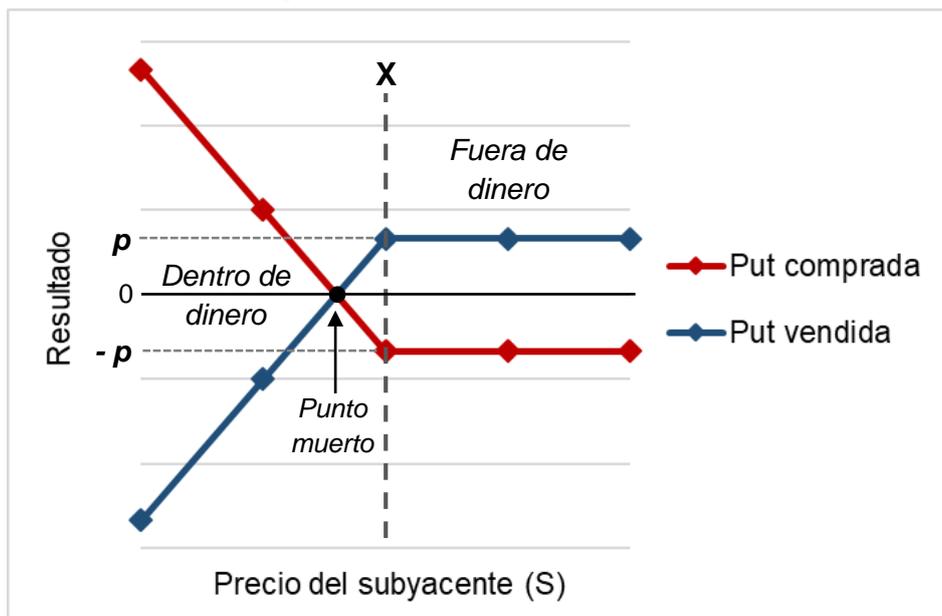
En el supuesto de que $S_T = X$, el resultado de ejercer y de no ejercer la opción es el mismo, el comprador pierde la prima que es ganada por el vendedor. En este escenario la opción está “en dinero” (ATM).

Se conoce como **punto muerto** al precio del subyacente para el cual se obtiene un resultado igual a cero. Esto ocurre cuando es igual a la suma del *strike* y la prima ($S_T = X + c$). Para precios superiores el comprador obtendrá beneficios y el vendedor comenzará a tener pérdidas.

Como se aprecia en la Figura 3, las pérdidas del comprador de una *call* están limitadas a la prima, mientras que tiene unas ganancias potencialmente ilimitadas en función del precio que alcance el activo subyacente. Por su parte, el vendedor tiene ganancias limitadas a la prima y pérdidas potencialmente ilimitadas.

OPCIÓN DE VENTA

Figura 4: Perfiles de una opción de venta



Fuente: Elaboración propia

El comprador de la opción y, a la vez, vendedor del subyacente, ejercerá la opción cuando el precio del subyacente en el mercado (S) sea inferior al precio de ejercicio (X) pues le interesa vender a un precio pactado superior al precio que alcanza el activo al contado. En esta situación en la que $X > S_T$, el resultado del comprador será igual a $(X - S_T) - p$, mientras que el vendedor de la opción se ve obligado a comprar el subyacente, obteniendo como resultado $(S_T - X) + p$.

Cuando el comprador no ejerce la opción de venta por ser $S_T > X$, pierde la prima (- p) pagada al vendedor de la opción (p).

El punto muerto se sitúa en $S_T = X - p$. Para valores de S_T inferiores el comprador obtendrá beneficios y el vendedor pérdidas.

En la Figura 4 se observa que, en este caso, las ganancias del comprador de la *put* no son ilimitadas, pues a lo sumo S_T será igual a 0, siendo la ganancia máxima igual a $(X - p)$; las pérdidas máximas se limitan a la prima cuando no ejerce la opción. El vendedor de la opción sufre la pérdida máxima en el caso que $S_T = 0$, siendo su resultado igual a $(- X + p)$ y su máxima ganancia se limita a la prima.

1.8 Ejemplo numérico

Para ilustrar lo explicado hasta aquí y comprender mejor cómo funciona el mercado de opciones financieras se cierra esta primera sección con un ejemplo práctico. Se ha elegido estudiar la compra de una opción de venta (*put*) por ser este tipo de opciones menos intuitivas que las de compra.

Un inversor espera que la cotización de las acciones de Inditex disminuya en los próximos meses. Con idea de obtener beneficio, compra una opción de venta con un precio de ejercicio de 30 € para vender 100 acciones. La prima que debe pagar por acción es de 0,5 €. Y se trata de una put europea con vencimiento a tres meses.

Variables clave:

- ✓ Activo subyacente: Acciones de Inditex
- ✓ Nominal: 100 acciones
- ✓ Precio de ejercicio (X) = 30 €
- ✓ Prima o precio de la opción (p) = 0,5 €/acción

Con estos datos podemos calcular el desembolso inicial que hace el inversor:

$$100 \text{ acciones} \times 0,5 \text{ €/acción} = 50 \text{ €}$$

Llegada la fecha de vencimiento, el inversor ejercerá la opción únicamente si la cotización de la acción es inferior a 30 €. En caso contrario, le interesaría más vender las acciones a un precio mayor en el mercado.

Suponemos que, pasados los tres meses, la acción de Inditex cotiza a 25 €. Por lo tanto:

Precio del subyacente al vencimiento (S_T) = 25 € < 30 € = (X) Precio de ejercicio

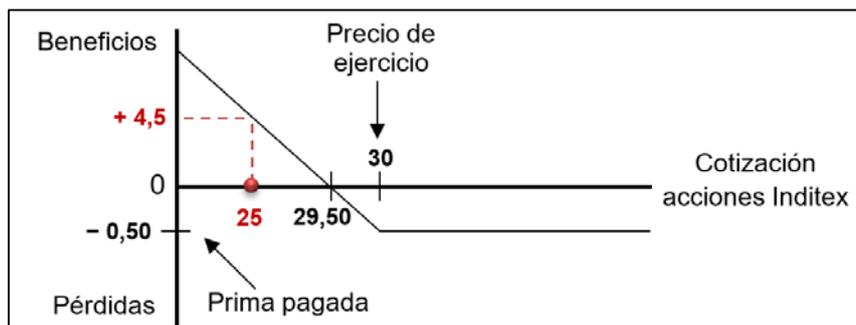
En este momento el inversor compra 100 acciones en el mercado por 25 €/acción, y, con el ejercicio de la opción de venta, las vende por 30 €/acción, obteniendo 5 €/acción, que, si descontamos la prima pagada, resulta en beneficios de 4,5 €/acción:

- Compra en el mercado de 100 acciones: 25 € x 100 acciones = - 2.500 €
- + Venta de acciones por ejercicio opción: 30 € x 100 acciones = + 3.000 €
- Prima total pagada = - 50 €

= RESULTADO TOTAL DE LA OPERACIÓN = + 450 €

Si el precio de la acción al vencimiento es mayor al de ejercicio, por ejemplo, 35 €, el inversor de nuestro ejemplo no ejerce la opción, perdiendo la prima pagada (-50 €).

Figura 5: *Put* comprada. Posición respecto a una acción.



Fuente: Elaboración propia siguiendo a Elvira & Puig (2015)

2. Estrategia de inversión: *Short Iron Condor*

Una vez conocidas las características y posiciones elementales –larga: comprador; corta: vendedor– de las opciones, pueden construirse estructuras más complejas a través de muy diversas estrategias. En esta sección del trabajo estudiaremos desde una perspectiva teórica una estrategia de inversión con opciones.

2.1 Descripción

La estrategia seleccionada ha sido la conocida como **Cóndor de Hierro Corto o *Short Iron Condor*** en inglés. Se trata de una combinación de opciones *put* y *call* que se emplea cuando se espera una alta volatilidad del precio del activo subyacente. Esta **estrategia de volatilidad** permite obtener beneficios si el precio del subyacente aumenta o disminuye. La clave está en conocer algún acontecimiento o noticia que produzca tal movimiento en la cotización del activo subyacente, permitiendo adelantarse y sacar provecho de esa situación (Cohen, 2005; Crawford, 2017).

Se trata de una **estrategia neutral o no direccional** ya que el inversor espera una gran variación en el precio del subyacente, pero le es indiferente si ese movimiento se produce al alza o a la baja mientras que la variación sea explosiva. Su implementación **limita el riesgo**, pero **también** da lugar a un **beneficio** limitado (Crawford, 2017).

2.2 Construcción:

2.2.1 Opciones que la componen y posiciones

La estrategia está compuesta por las siguientes opciones:

1. *Put* vendida (posición corta)
2. *Put* comprada (posición larga)
3. *Call* comprada (posición larga)
4. *Call* vendida (posición corta)

Todas las opciones deben tener la **misma fecha de vencimiento** y el mismo **activo subyacente** (Crawford, 2017).

2.2.2 Situación de las opciones según su *strike*

Se realiza con opciones fuera de dinero (OTM), es decir, que en el momento de la inversión no se ejercerían (Crawford, 2017):

1. *Put* vendida (+ OTM) con el *strike* (X_1) más bajo
2. *Put* comprada (OTM) con *strike* (X_2) medio - bajo
3. *Call* comprada (OTM) con *strike* (X_3) medio - alto
4. *Call* vendida (+ OTM) con el *strike* (X_4) más alto

Para poder construir la *Short Iron Condor* son necesarios los siguientes **requisitos** (Cohen, 2005):

- Cada opción debe tener un *strike* o **precio de ejercicio diferente** y debe cumplirse que:

$$X_4 > X_3 > S_T > X_2 > X_1$$

- Los **precios de ejercicio** son **equidistantes**, de tal forma que: $X_4 - X_3 = X_3 - X_2 = X_2 - X_1 = k$ (Kakushadze & Serur, 2019).
- Los *strikes* de las *put* deben ser inferiores al precio del subyacente en el mercado en el momento de la inversión.
- Los *strikes* de las *call* deben ser superiores al precio del subyacente en el mercado en el momento de la inversión.

2.2.3 Resultado gráfico

La combinación de las opciones anteriores, con las posiciones y características citadas, da lugar al siguiente resultado:

Figura 6: Resultado gráfico de una *Short Iron Condor*



Fuente: Cohen (2005)

2.3 Características:

2.3.1 Prima neta

La prima de la estrategia se obtiene a partir de las individuales de cada opción:

1. La *put* vendida da lugar al cobro de una prima p_1 .
2. La *put* comprada da lugar al pago de una prima p_2 .
3. La *call* comprada da lugar al pago de una prima c_1 .
4. La *call* vendida da lugar al cobro de una prima c_2 .

La prima neta se calcula como diferencia entre las primas cobradas ($p_1 + c_2$) y las primas pagadas ($p_2 + c_1$).

$$\text{Prima neta} = \pi = (p_1 + c_2) - (p_2 + c_1) \quad (2)$$

La posición neta en esta estrategia será un pago ya que normalmente la prima pagada por la *put* comprada será superior a la cobrada por la *put* vendida y la prima pagada por la compra de la *call* será superior a la recibida por la venta de la *call*. Ello se debe a que las posiciones cortas están más OTM, lo que hace que sus primas sean más bajas. Hablaremos entonces de **prima neta pagada** (Crawford, 2017).

2.3.2 Máxima ganancia y máxima pérdida

Si se cumplen las expectativas y el precio del subyacente tiene gran volatilidad, esta estrategia generará beneficio, aunque limitado. Si la volatilidad no fuera tal, también quedaría limitada la pérdida (Crawford, 2017).

MÁXIMA GANANCIA: diferencia entre precios de ejercicio adyacentes – la prima neta pagada ¹

El beneficio máximo se obtiene como diferencia entre los precios de ejercicio de las *call* o de las *put*, según cuál sea el precio del subyacente al vencimiento, menos el valor absoluto de la prima neta pagada (Invertir en bolsa, 2008).

El beneficio máximo se produce en **dos situaciones** (Crawford, 2017):

- Cuando, en la fecha de vencimiento, el precio del activo subyacente es inferior al precio de ejercicio de la *put* vendida (X_1 , el *strike* más bajo), el beneficio máximo es:

$$\text{Beneficio máximo} = \text{Precio de ejercicio de la } \mathbf{put \text{ comprada } (X_2)} - \text{Precio de ejercicio de la } \mathbf{put \text{ vendida } (X_1)} - \text{Prima neta pagada} \quad (3)$$

Y ello porque para ese precio del subyacente únicamente se ejercen las *put* que estarían dentro de dinero.

- Cuando, en la fecha de vencimiento, el precio del activo subyacente es superior al precio de ejercicio de la *call* vendida (X_4 , el *strike* más alto), el beneficio máximo es:

$$\text{Beneficio máximo} = \text{Precio de ejercicio de la } \mathbf{call \text{ vendida } (X_4)} - \text{Precio de ejercicio de la } \mathbf{call \text{ comprada } (X_3)} - \text{Prima neta pagada} \quad (4)$$

Y ello porque para ese precio del subyacente únicamente se ejercen las *call* que estarían dentro de dinero.

¹ Dado que la prima neta es negativa ($\pi < 0$), se tomará su valor absoluto para la siguiente formulación.

Dado que, como indicábamos en el apartado 2.2.2, los precios de ejercicio son equidistantes:

$$X_2 - X_1 = k = X_4 - X_3 \quad (5)$$

Las dos fórmulas anteriores pueden resumirse en la siguiente:

$$\text{Beneficio máximo} = k - \text{la prima neta pagada}, \quad (6)$$

Siendo k = diferencia entre precios de ejercicio adyacentes

MÁXIMA PÉRDIDA: prima neta pagada

La máxima pérdida se produce cuando el precio del activo subyacente está entre los precios de ejercicio de la *put* comprada (X_2) y la *call* comprada (X_3). En este intervalo ninguna opción se ejerce, limitándose la pérdida máxima al importe de la prima neta pagada (π) (Cohen, 2005; Crawford, 2017).

Se obtienen pérdidas para precios del subyacente comprendidos entre el precio de ejercicio de la *put* comprada (X_2) menos la prima neta pagada y el precio de ejercicio de la *call* comprada (X_3) más la prima neta pagada (Invertir en bolsa, 2008). Estos dos extremos del intervalo de pérdidas coinciden con los puntos muertos.

2.3.3 Puntos muertos

Como señalábamos en el epígrafe 1.7, un punto muerto hace referencia al valor del subyacente para el cual el resultado del inversor será igual a cero. En el caso de esta estrategia nos encontramos con dos puntos muertos (Crawford, 2017):

Punto muerto inferior: precio de ejercicio de la *put* comprada (X_2) – prima neta pagada

Punto muerto superior: precio de ejercicio de la *call* comprada (X_3) + prima neta pagada

2.3.4 Síntesis

Resumiendo, y empleando la formulación de Kakushadze & Serur (2019), tenemos que:

$$\text{Prima neta} = \pi = (p_1 + c_2) - (p_2 + c_1) < 0 \quad (7)$$

$$\text{Resultado} = (S_T - X_1)^+ + (X_2 - S_T)^+ + (S_T - X_3)^+ + (X_4 - S_T)^+ - |\pi| \quad (8)$$

(indicando el símbolo + que sólo se da el resultado entre paréntesis cuando la opción se ejerce)

$$\text{Beneficio máximo} = B_{\max} = k - |\pi| \quad (9)$$

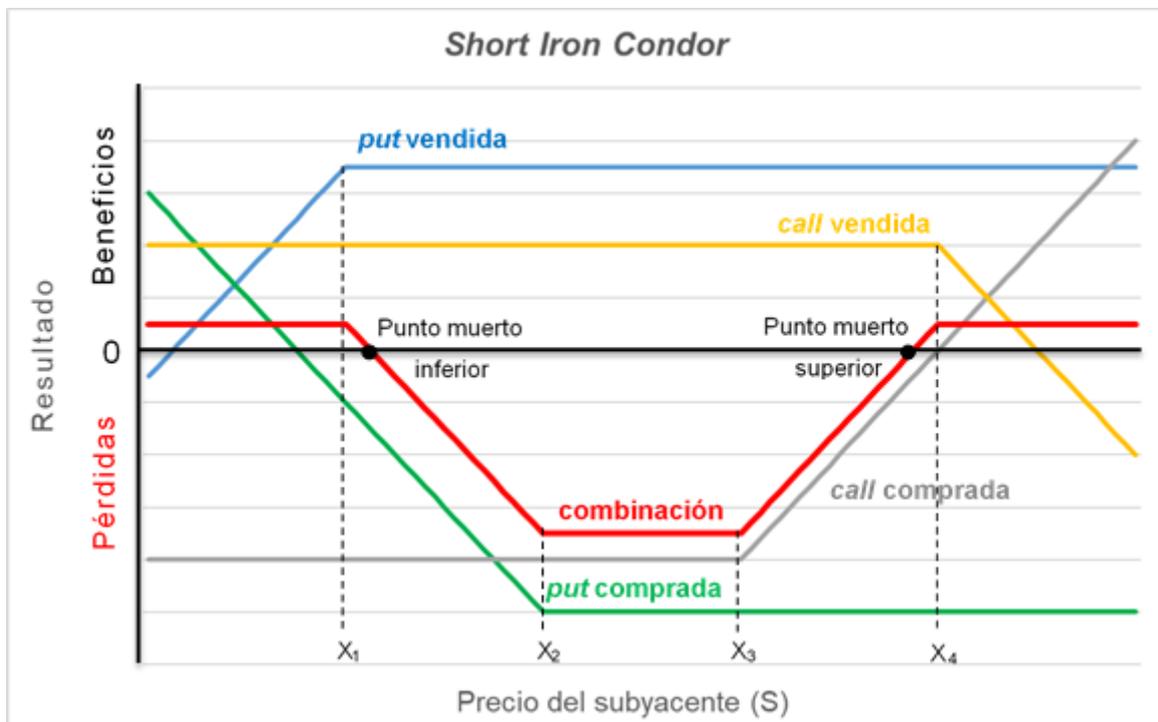
$$\text{Pérdidas máximas} = P_{\max} = \pi \quad (10)$$

$$\text{Punto muerto inferior} = S_{\text{inf}}^* = X_2 - |\pi| \quad (11)$$

$$\text{Punto muerto superior} = S_{\text{sup}}^* = X_3 + |\pi| \quad (12)$$

En la Figura 7 se detalla la construcción de la *Short Iron Condor* a través de la combinación de las opciones citadas, señalando los *strikes* de las mismas y los dos puntos muertos de la estrategia.

Figura 7: Perfil beneficio-pérdida de la *Short Iron Condor*



Fuente: Elaboración propia

2.4 Finalidad, ventajas y desventajas

La finalidad de la estrategia *Short Iron Condor* es obtener beneficios en caso de que se produzca una fuerte oscilación del precio del activo subyacente.

Es posible destacar una serie de ventajas y desventajas que presenta la estrategia (Cohen, 2005):

VENTAJAS:

- Se obtienen beneficios en una situación de alta volatilidad del precio del subyacente con un pequeño desembolso inicial.
- Riesgo limitado a la prima neta pagada.
- No es necesario determinar la dirección (al alza o a la baja) en la que variará el precio del subyacente.

DESVENTAJAS:

- El beneficio es limitado y se empequeñece por el riesgo que existe de que el subyacente no varíe en tal cuantía.
- La pérdida potencial es siempre mayor que la cantidad que se puede ganar.
- Estrategia complicada para el inversor medio.
- Las comisiones suelen suponer un porcentaje elevado con respecto al beneficio en comparación a otras estrategias con opciones. Es por ello que el inversor debe tener en cuenta el coste de las mismas antes de seleccionar esta estrategia (Smith, 2008).

3. Caso práctico

Después de haber estudiado qué es una estrategia de inversión *Short Iron Condor*, con qué opciones se construye, sus principales características y las ventajas y desventajas de la misma desde el punto de vista teórico, procedemos ahora a aplicar lo visto a un supuesto práctico y a hacer distintos análisis que nos permitan finalmente llegar a una serie de conclusiones.

3.1 Valoración de la estrategia

3.1.1 Datos de partida

Se plantea el siguiente supuesto práctico:

Las acciones de la empresa Z cotizan a 24,50€ en diciembre de 2019. Un inversor que espera alta volatilidad en el precio de este subyacente construye una estrategia Short Iron Condor de la siguiente manera:

- *Venta de una put con strike de 23 €*
- *Compra de una put con strike de 24 €*
- *Compra de una call con strike de 25 €*
- *Venta de una call con strike de 26 €*

Todas las opciones son europeas y tienen fecha de vencimiento a 3 meses.

Las **variables críticas** de la estrategia son:

- **Activo subyacente:** **acciones de la empresa Z.** Es el activo de referencia del contrato, sobre el que se emitirán las opciones que componen la estrategia.

Nuestros cálculos relativos a primas y resultados estarán en base unitaria, es decir, para una acción.

- Precio inicial del activo subyacente: Precio al que cotizan las acciones de la empresa Z a la fecha de inversión.

$$S_0 = 24,50 \text{ €}$$

- Volatilidad del precio del subyacente: hace referencia a la dispersión estimada en la cotización de la acción. Es decir, la variabilidad del precio del subyacente, medida a través de la desviación típica del rendimiento esperado de la acción en el intervalo de tiempo considerado y expresada en términos anuales (Elvira & Puig, 2015; Pindado, 2012).

$$\sigma = 15,50 \%$$

- Precio de ejercicio de la opción o *strike* (X): precio pactado para cada una de las opciones que componen la estrategia y que, en caso de que se ejerzan, será el precio para la transacción del activo subyacente (Elvira & Puig, 2015).

La construcción de la *Short Iron Condor* se hace a través de la siguiente serie de opciones con las exigencias relativas a sus *strikes* que ya se expusieron en el apartado 2.2.2.

- *Put* vendida con $X_1 = 23\text{€}$
- *Put* comprada con $X_2 = 24\text{€}$
- *Call* comprada con $X_3 = 25\text{€}$
- *Call* vendida con $X_4 = 26\text{€}$

Todas las opciones son **européas** por lo que sólo pueden ejercerse en la fecha de vencimiento y no antes.

- Tiempo: duración total de la opción, va desde que se produce la inversión hasta la fecha de vencimiento y se expresa en términos anuales.

$$T = \frac{90}{360} = 0,25$$

- Tipo de interés:

$$r = 1,00 \%$$

Para entender la importancia de esta variable puede identificarse una opción *call* (*put*) como el derecho a comprar (vender) un activo subyacente en el futuro a un precio de ejercicio fijado previamente (Doldán, 2003). Dado que ese

desembolso se producirá en el momento de ejercerse la opción (T), a la hora de realizar la inversión hay que considerar el valor actual del precio de ejercicio (X) valorando la operación a un tipo de interés (Pindado, 2012; Piñeiro & Llano, 2011).

3.1.2 Estudio de la prima neta

Como se expuso en el apartado 2.3.1, la prima global de la estrategia, que en el caso de la *Short Iron Condor* supone un pago, se calcula como la suma de las primas individuales de cada una de las opciones que la componen. Por ello, en primer lugar, estudiaremos el cálculo de las primas individuales para continuar después con el de la prima neta.

3.1.2.1 Modelo Black-Scholes

La valoración de opciones puede hacerse a través de diversos modelos matemáticos (Black & Scholes, Binominal, Montecarlo...), de mayor o menor complejidad, que permiten calcular el precio teórico de una opción –la prima– (Elvira & Puig, 2015). En la práctica, pese al desarrollo de otros métodos, el modelo de los autores Black y Scholes es el más popular y será el que emplearemos en el trabajo (Pindado, 2012).

El modelo asume una serie de **HIPÓTESIS** de naturaleza simplificadora para poder deducir la fórmula de valoración de opciones (Doldán, 2003):

- i. Se toma como punto de partida una **opción europea** –que sólo puede ser ejercida en la fecha de vencimiento–, emitida sobre una acción que **no reparte dividendos** ni ningún otro tipo de rendimiento.
- ii. Los **mercados financieros** se consideran **perfectos**: sin costes de transacción, ni impuestos ni restricciones sobre préstamos. Y se suponen oportunidades de negociación continuas del subyacente y sus derivados (Piñeiro & Llano, 2011).
- iii. **Ausencia de oportunidades de arbitraje**: se supone un mercado donde los precios de los activos no permiten llevar a cabo estas operaciones (Pindado, 2012).

Una oportunidad de arbitraje consiste en una estrategia de inversión que aprovecha que el activo no está igualmente valorado en todos los mercados, para obtener un rendimiento seguro, sin posibilidad de resultado negativo y sin que el arbitrajista invierta en términos netos ninguna cantidad de dinero (Pindado, 2012).

- iv. La valoración se hace al **tipo de interés sin riesgo** (r_f) que **es conocido y constante** durante la vida de las opciones. Además, se supone un contexto de capitalización continua (Hull, 2011).

La fórmula Black-Scholes tiene en cuenta todos los factores que afectan significativamente al valor de la opción de tal forma que la prima puede expresarse como función de cinco variables (Piñeiro & Llano, 2011):

$$\pi = f(S, X, T, \sigma, r_f) \quad (13)$$

Del desarrollo del modelo resultan las siguientes expresiones para las primas de los dos tipos de opciones (Hull, 2011):

$$\text{Call:} \quad c = S \cdot N(d_1) - e^{-r_f \cdot T} \cdot X \cdot N(d_2) \quad (14)$$

$$\text{Put:} \quad p = e^{-r_f \cdot T} \cdot X \cdot N(-d_2) - S \cdot N(-d_1) \quad (15)$$

siendo:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} \quad (16)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T} \quad (17)$$

Donde $N(d_x)$ es la probabilidad de que una variable que sigue una distribución normal tipificada $N(0,1)$ sea inferior a d_x , es decir, la probabilidad que este valor deja a su izquierda.

3.1.2.2 Paridad *put* – *call*

La paridad *put* - *call* recoge la relación entre las primas de una opción *call* y de una opción *put* europeas negociadas en el mismo mercado, con idéntico vencimiento y precio de ejercicio y emitidas sobre el mismo activo subyacente. Asimismo, se supone que el activo subyacente es una acción que no reparte dividendos y que ambas son emitidas en las mismas condiciones en cuanto al precio del subyacente, la volatilidad, el tiempo y el tipo de interés (Pindado, 2012).

La fórmula indicativa de la paridad *put-call* se deriva de la construcción de una estrategia² que permite obtener la expresión para la prima de una opción *put* europea en función del valor de una *call* de la misma categoría (Doldán, 2003):

$$p = c - S_0 + Xe^{-rT} \quad (18)$$

El cumplimiento de esta igualdad garantiza que no exista arbitraje en el mercado, pues, en caso contrario, los arbitrajistas venderían la opción, *call* o *put*, sobrevalorada y comprarían la infravalorada (Pindado, 2012).

3.1.2.3 Cálculo de las primas individuales

Para calcular las primas de las cuatro opciones que componen la estrategia utilizamos el modelo de Black-Scholes. Empleando las fórmulas (14) y (15), junto con los datos de partida, se hacen los siguientes cálculos:

- **Prima de una *put* vendida (p_1)** sobre acciones de la empresa Z con precio de ejercicio (X_1) igual a 23€ y vencimiento 3 meses ($T = 0,25$), siendo la cotización de la acción de 24,50€ en el momento de la valoración, no esperándose el reparto de dividendos, estimándose la volatilidad del rendimiento de las acciones en el 15,50% y sabiendo que el tipo de interés sin riesgo a 3 meses en capitalización continua es del 1%.
- **Prima de una *put* comprada (p_2)** con $X_2 = 24$ € y $T = 0,25$.

² Vid. Doldán (2003), *Valoración de opciones put europeas*. Págs. 320 – 321.

- **Prima de una call comprada (c_1)** con $X_3 = 25$ € y $T = 0,25$.
- **Prima de una call vendida (c_2)** con $X_4 = 26$ € y $T = 0,25$.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2: Primas individuales de las opciones de la estrategia

Opción	Prima
Put vendida	$p_1 = 0,20$ €
Put comprada	$p_2 = -0,50$ €
Call comprada	$c_1 = -0,57$ €
Call vendida	$c_2 = 0,26$ €

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.4 Cálculo de la prima de la estrategia

La prima de la estrategia *Short Iron Condor* se obtiene como suma de las primas individuales de las cuatro opciones que la componen, de tal forma que las primas cobradas por las opciones vendidas suman, y las pagadas por las opciones compradas restan:

$$\pi = p_1 + p_2 + c_1 + c_2 = 0,20 + (-0,50) + (-0,57) + 0,26 = -0,60 \text{ €}$$

Del anterior cálculo resulta una prima neta pagada.

3.1.3 Puntos muertos. Máxima ganancia y máxima pérdida

En este apartado tratamos desde una visión práctica lo que teóricamente se desarrolló en el epígrafe 2.3, al cual nos remitimos en cuanto a conceptos, fórmulas y explicaciones más detalladas.

La estrategia *Short Iron Condor* presenta dos puntos muertos, que para el caso práctico estudiado tienen el siguiente resultado:

Punto muerto inferior: precio de ejercicio de la *put* comprada (X_2) – prima neta pagada
 $= 24 - 0,60 = 23,40 \text{ €}$

Punto muerto superior: precio de ejercicio de la *call* comprada (X_3) + prima neta pagada
 $= 25 + 0,60 = 25,60 \text{ €}$

Recordamos que un punto muerto hace referencia al valor del subyacente para el cual el resultado del inversor será igual a cero.

Por otro lado, el máximo beneficio y la máxima pérdida son:

Máximo beneficio = Diferencia entre strikes adyacentes – prima neta pagada
 $= 1 - 0,60 = 0,40 \text{ €}$

Máxima pérdida = Prima neta pagada = $- 0,60 \text{ €}$

❖ COMPARATIVA CON LAS CIFRAS DE LAS OPCIONES INDIVIDUALES

A continuación, se hace un breve análisis comparativo de los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, con los análogos que se obtendrían para las opciones individualmente consideradas:

Tabla 3: Comparativa puntos muertos y máxima ganancia/pérdida: opciones VS estrategia

	<i>Put</i> vendida	<i>Put</i> comprada	<i>Call</i> comprada	<i>Call</i> vendida	Short Iron Condor
Punto muerto inferior	22,80 €	23,50 €			23,40 €
Punto muerto superior			25,57 €	26,26 €	25,60 €
Máxima pérdida	- 22,80 €	- 0,50 €	- 0,57 €	ilimitada	- 0,60 €
Máxima ganancia	0,20 €	23,50 €	ilimitada	0,26 €	0,40 €

Fuente: Elaboración propia

Por lo que respecta a los puntos muertos de las opciones individuales, se consideran superiores o inferiores tomando como referencia el precio de ejercicio (X), de tal forma que si el punto muerto está por encima del *strike* –como sucede en el caso de las *call* – se dice que es un punto muerto superior; y si está por debajo del *strike* – como pasa en las *put*– se trata de un punto muerto inferior.

En relación al **punto muerto inferior**, se observa como el de la estrategia es menor que el de la *put* comprada, y teniendo en cuenta que para valores menores a esos puntos muertos la posición comienza a obtener ganancias, la estrategia necesita un mayor descenso del precio del subyacente para entrar en zona de ganancias.

En cuanto al **punto muerto superior**, el de la estrategia es poco mayor al de la *call* comprada, por lo que ambas posiciones entran en zona de beneficios prácticamente a la vez.

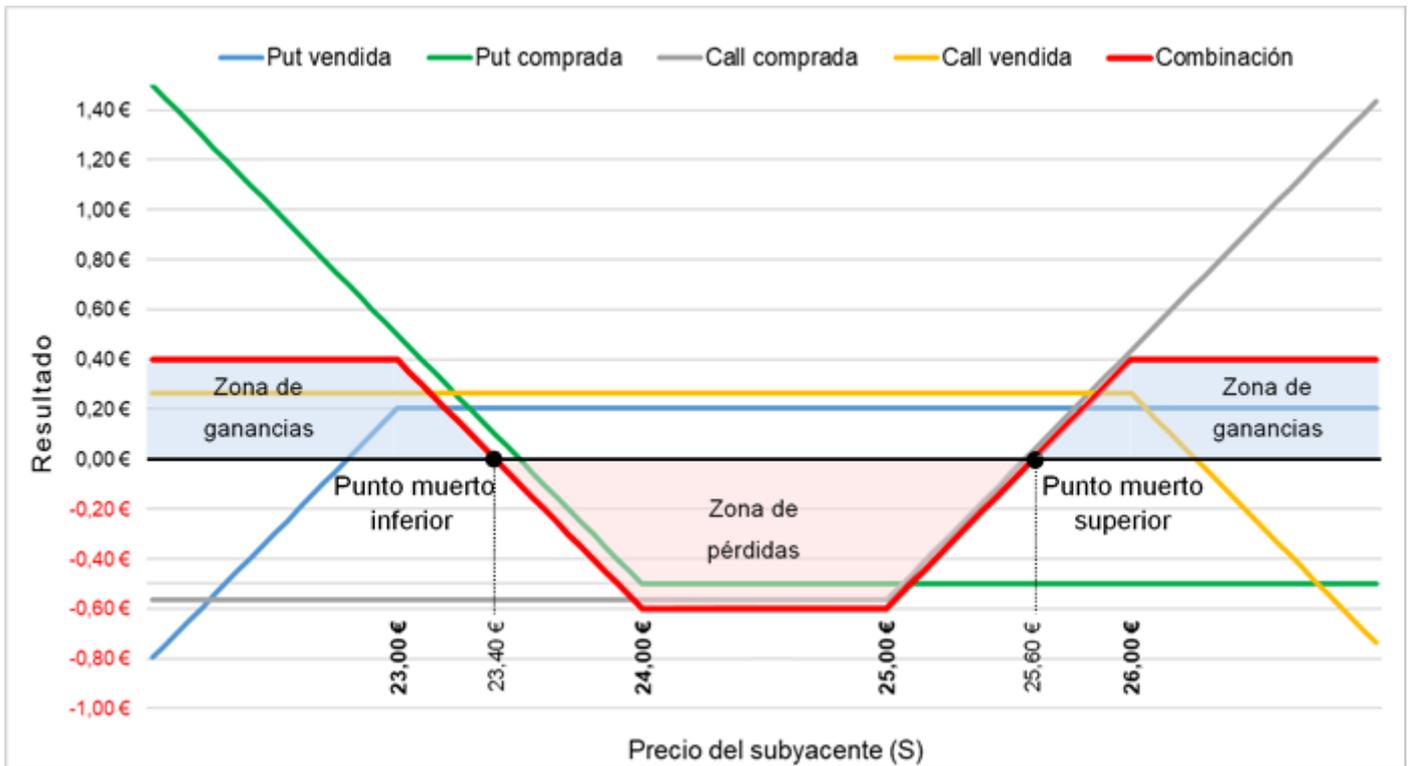
La Tabla 3 refleja una de las razones por las que se construyen combinaciones de opciones, esto es, la posibilidad de **limitar las pérdidas** que se pueden llegar a obtener con las opciones individuales. Se observa como para la *put* vendida las pérdidas pueden llegar a ser muy elevadas, y lo mismo en el caso de la *call* vendida cuyas pérdidas son indeterminadas, pudiendo llegar a ser verdaderamente cuantiosas en función del precio que alcance el subyacente al vencimiento. Por su parte, la pérdida máxima que se podría obtener con la compra singular de la *call* o de la *put* es más limitada, pero aun así la pérdida máxima de nuestra estrategia tiene un valor muy próximo a ellas.

Asimismo, la tabla nos permite ver una de las desventajas de la *Short Iron Condor*, que es la limitación de los **beneficios máximos** alcanzables por el inversor. Así pues, la ganancia máxima de la estrategia está muy lejos de las que se podrían conseguir con las posiciones largas y es poco mayor que la que se obtendría únicamente en las posiciones cortas que, en el mejor de los casos, ganan la prima.

3.1.4 Perfil de resultados

Procedemos ahora a analizar el **perfil de beneficio y pérdida** de la estrategia:

Figura 8: Perfil de beneficio y pérdida – Caso práctico



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico comenzamos por representar las cuatro opciones que componen la estrategia. La suma del resultado que reportaría cada una de ellas para los distintos precios del subyacente –reflejado en el eje de abscisas– da lugar al resultado global, representado en color rojo y con la leyenda “Combinación”.

Se señalan los puntos muertos, siendo aquellos en los que el resultado –reflejado en el eje de ordenadas– de la estrategia es igual a cero. Para precios del subyacente inferiores al punto muerto inferior (23,40 €) o superiores al punto muerto superior (25,60 €) se entra en zona de ganancias. Para precios del subyacente comprendidos dentro del intervalo (23,40; 25,60) la posición no es rentable, obteniéndose pérdidas.

El beneficio máximo (0,40 €/acción) se produce para precios del subyacente menores al *strike* más bajo ($X_1 = 23$ €) o mayores al *strike* más alto ($X_4 = 26$ €) y la máxima

pérdida (0,60 €/acción) se da entre los *strikes* medios ($X_2 = 24$ € y $X_3 = 25$ €). Así pues, la expectativa del inversor será que la cotización de las acciones se sitúe al vencimiento por debajo de 23€ o por encima de 26€.

3.1.5 Griegas

Una vez calculado el valor de la opción a través de la fórmula Black-Scholes, estudiamos ahora otra aplicación que tiene este modelo consistente en analizar la sensibilidad de la prima ante variaciones de alguna de sus variables determinantes (precio del subyacente, volatilidad, tiempo...) (Piñeiro & Llano, 2009b).

Para conocer cómo varía la prima cuando se producen movimientos de dichas variables se utilizan unos **indicadores de sensibilidad** denominados *griegas*. Cada letra griega informa de cómo varía el precio de la opción en función de la evolución de una de esas magnitudes (Elvira & Puig, 2015).

En términos matemáticos, este análisis de sensibilidad se basa en calcular la derivada parcial de la fórmula que define la prima respecto de la variable objeto de estudio (Piñeiro & Llano, 2009b).

- **Delta (Δ):** Mide la variación esperada de la prima de la opción ante una variación unitaria del precio del subyacente (Elvira & Puig, 2015):

$$\Delta = \frac{\delta\pi}{\delta S} \quad (19)$$

- **Theta (θ):** Indica el cambio esperado en el precio de la opción ante cambios en el plazo hasta la fecha de ejercicio de la opción (Piñeiro & Llano, 2011):

$$\theta = - \left(\frac{\delta\pi}{\delta t} \right) \quad (20)$$

Tendrá signo negativo porque a medida que pasa el tiempo y el plazo hasta el vencimiento decrece, la opción perderá valor. Puede interpretarse como el cambio en π ante una reducción de un día en el plazo restante hasta la fecha de expiración (Doldán, 2003).

- **Vega (ϑ):** Mide la sensibilidad de la prima ante un cambio unitario de la volatilidad (Piñeiro & Llano, 2011):

$$\vartheta = \frac{\delta\pi}{\delta\sigma} \quad (21)$$

- **Rho (ρ):** Mide la variación de la prima respecto a variaciones del tipo de interés libre de riesgo, r_f (Doldán, 2003):

$$\rho = \frac{\delta\pi}{\delta r_f} \quad (22)$$

En la siguiente tabla se presenta el resultado de las derivadas anteriores, tanto con respecto a la prima de una *call* como para la de una *put*.

Tabla 4: Fórmulas de las griegas para *call* y *put*

	Call	Put
Delta (precio subyacente)	$\Delta = N(d_1)$	$\Delta = N(d_1) - 1$
Vega (volatilidad)	$v = S \sqrt{T} N'(d_1)$	
Theta (tiempo)	$\Theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rXe^{-rT}N(d_2)$	$\Theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} + rXe^{-rT}N(-d_2)$
Rho (tipo de interés)	$\rho = XT e^{-rT}N(d_2)$	$\rho = -XT e^{-rT}N(-d_2)$

Fuente: Hull (2011)

El efecto individual de las variables sobre el valor de la opción viene recogido en la Tabla 5. La relación puede ser positiva o directa cuando la variable y la prima evolucionan en la misma dirección o relación inversa o de signo contrario, en caso de que evolucionen de modo opuesto (Pindado, 2012; Hull, 2011):

Tabla 5: Relación entre las variables y la prima de la opción (posición larga)

Relación	S	X	t ³	σ	r
CALL	Directa	Inversa	Inversa	Directa	Directa
PUT	Inversa	Directa	Inversa	Directa	Inversa

Fuente: Hull (2011)

³ La variable “t” se define como el tiempo que, en el momento de la valoración, ha transcurrido desde que se emitió la opción.

3.1.5.1 Griegas individuales

Con los datos de partida, junto con los de cada una de las cuatro opciones de la estrategia, procedemos a calcular las griegas individuales aplicando las fórmulas que recoge la Tabla 4.

Tabla 6: Cálculo griegas individuales

	<i>Put vendida</i>	<i>Put comprada</i>	<i>Call comprada</i>	<i>Call vendida</i>
Delta	0,1877	- 0,3680	0,4248	- 0,2433
Vega	- 0,0330	0,0462	0,0480	- 0,0384
Theta	0,0027	- 0,0037	- 0,0043	0,0034
Rho	0,0120	- 0,0238	0,0246	- 0,0142

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.2 Griegas de la estrategia

Para obtener las griegas de la estrategia lo único que debemos hacer es sumar las griegas de las opciones que la componen:

Tabla 7: Cálculo griegas de la estrategia

	Cálculo	Griegas estrategia
Delta	$0,1877 + (- 0,3680) + 0,4248 + (- 0,2433) =$	0,0012
Vega	$(- 0,0330) + 0,0462 + 0,0480 + (- 0,0384) =$	0,0228
Theta	$0,0027 + (- 0,0037) + (- 0,0043) + 0,0034 =$	- 0,0019
Rho	$0,0120 + (- 0,0238) + 0,0246 + (- 0,0142) =$	- 0,0014

Fuente: Elaboración propia

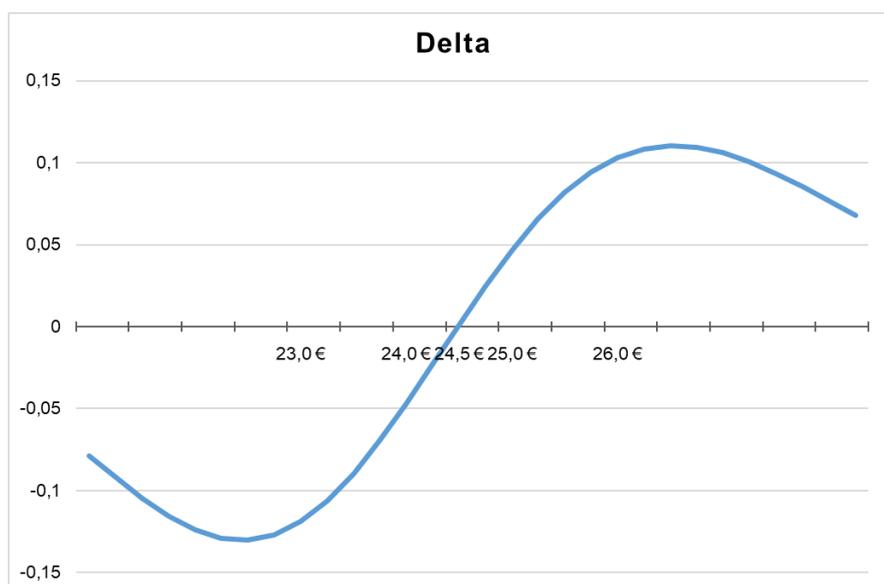
A continuación, analizamos los resultados obtenidos en los cálculos anteriores y presentamos las **gráficas de las griegas de la estrategia**, estudiando su evolución en relación con el precio del subyacente. Cabe señalar que las derivadas sirven para analizar variaciones infinitesimales y que, si el precio del subyacente cambia, las griegas también cambiarán.

❖ *Delta* (Δ)

Observamos que *Delta* es muy próxima a cero por lo que puede decirse que es aproximadamente neutral, es decir, la prima global apenas se ve afectada por variaciones pequeñas en el precio del subyacente.

En la Figura 9 observamos cómo evoluciona *Delta* cuando varía el precio del subyacente.

Figura 9: Representación gráfica de *Delta* de la estrategia



Fuente: Elaboración propia

Delta alcanza sus valores mínimo y máximo para los *strikes* de los extremos, 23,00€ y 26,00€, respectivamente, y es cero entre los *strikes* medios. Para valores del subyacente por encima de 24,50€ un incremento en el precio de las acciones se traduce en incrementos de la prima, mientras que, para valores por debajo, la prima disminuye.

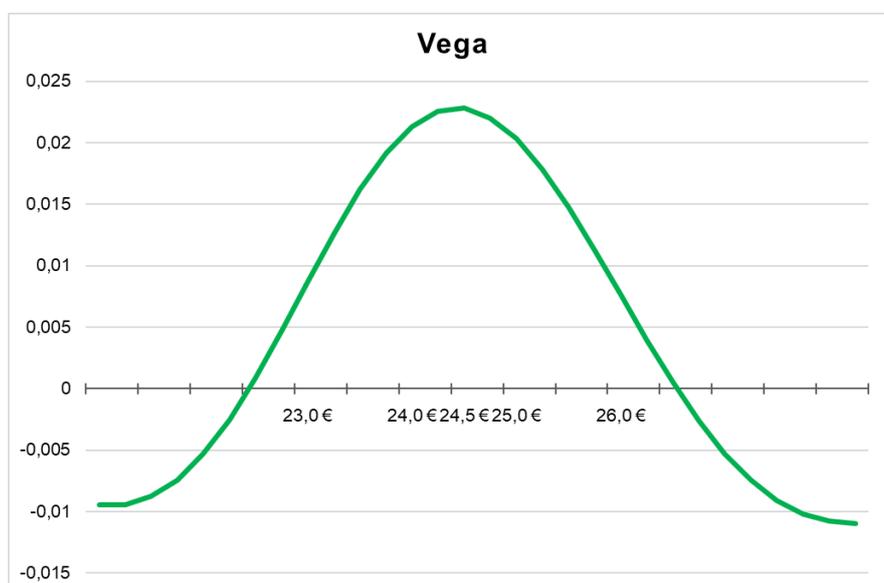
Lo anterior se explica fundamentalmente porque, para los valores altos, interesa que el precio del subyacente continúe aumentando para que la *call* comprada entre dentro de dinero y haya más posibilidades de obtener beneficios con ella. Sin embargo, cuando el precio del subyacente disminuye por debajo de 24,50 €, lo que interesará al inversor es que la cotización disminuya más para que la *put* comprada entre dentro de dinero, por lo que los incrementos del precio del subyacente perjudican, siendo en ese caso *Delta* negativa.

❖ **Vega (ϑ):**

El resultado de este parámetro (0,0228) nos indica que la prima de la estrategia aumenta cuando se producen aumentos en la volatilidad del subyacente. Sin embargo, su valor está muy próximo a cero, de modo que si lo interpretamos diríamos que por un aumento del 1% de la volatilidad, la prima varía en unos 2 céntimos.

Cuando estudiamos cómo influye la volatilidad en la prima a medida que varía el precio del subyacente observamos como la volatilidad es generalmente útil para la estrategia a menos que el precio del subyacente se mueva fuera de los dos precios de ejercicio extremos (Cohen, 2005).

Figura 10: Representación gráfica de Vega de la estrategia



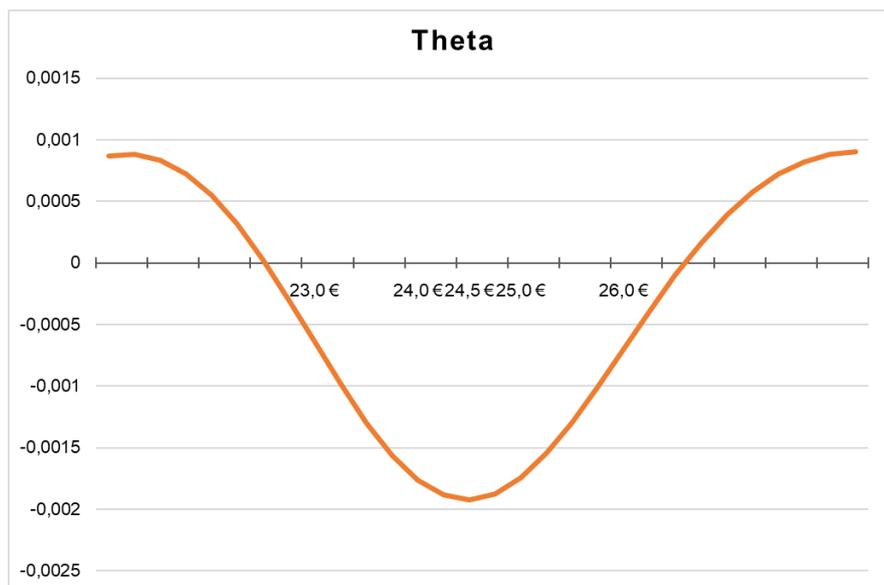
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10 se observa como *Vega* es positiva para precios del subyacente que oscilan, aproximadamente entre 23 y 26 euros, es decir, los *strikes* de la *put* vendida y *call* vendida respectivamente, mientras que cuando la cotización se sitúa fuera de ese intervalo *Vega* es negativa, lo que implica que a mayor volatilidad, menor es el valor de la posición y es que en esa región el inversor se situaría en situación de máxima ganancia, por lo que le interesa una baja variabilidad del subyacente.

❖ **Theta (θ):**

Esta griega alcanza para la estrategia el valor de $-0,0019$, por lo tanto, también podría decirse que es neutral, indicando su signo que a medida que transcurre el tiempo hasta la fecha de vencimiento de las opciones, la posición va perdiendo valor.

Figura 11: Representación gráfica de *Theta* de la estrategia



Fuente: Elaboración propia

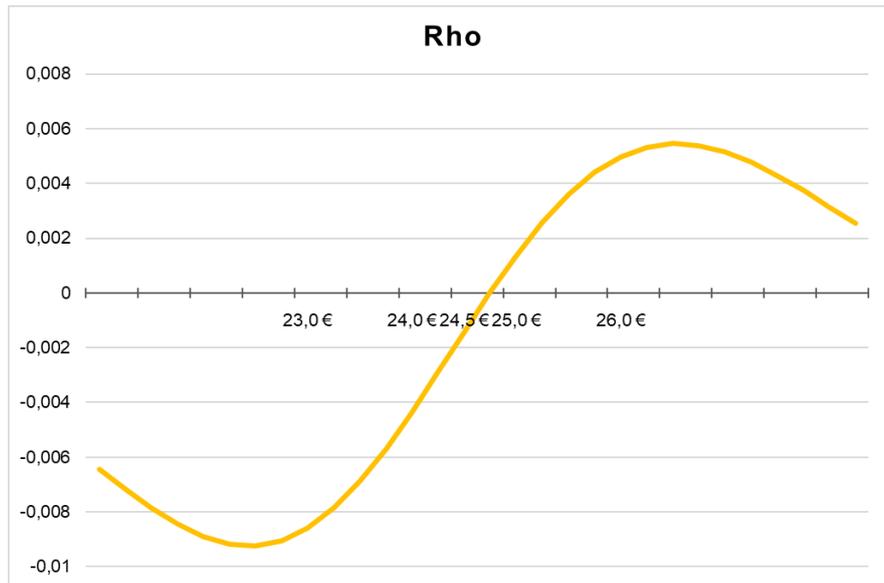
El transcurso del tiempo sólo será beneficioso para la estrategia cuando nos encontremos en zona de beneficios y perjudicará la posición cuando, dada la cotización del subyacente, se obtendrían pérdidas (Cohen, 2005).

❖ **Rho (ρ):**

Dado el resultado de *Rho* ($-0,0014$), la prima neta casi no se ve afectada por variaciones pequeñas del tipo de interés r_f .

Al estudiar la evolución de *Rho* ante diferentes precios del subyacente obtenemos el siguiente resultado:

Figura 12: Representación gráfica de *Rho* de la estrategia



Fuente: Elaboración propia

La estrategia se beneficiará de los incrementos en el tipo de interés cuando el precio del subyacente es elevado mientras que los aumentos del tipo cuando el precio de las acciones es bajo perjudicarán la posición.

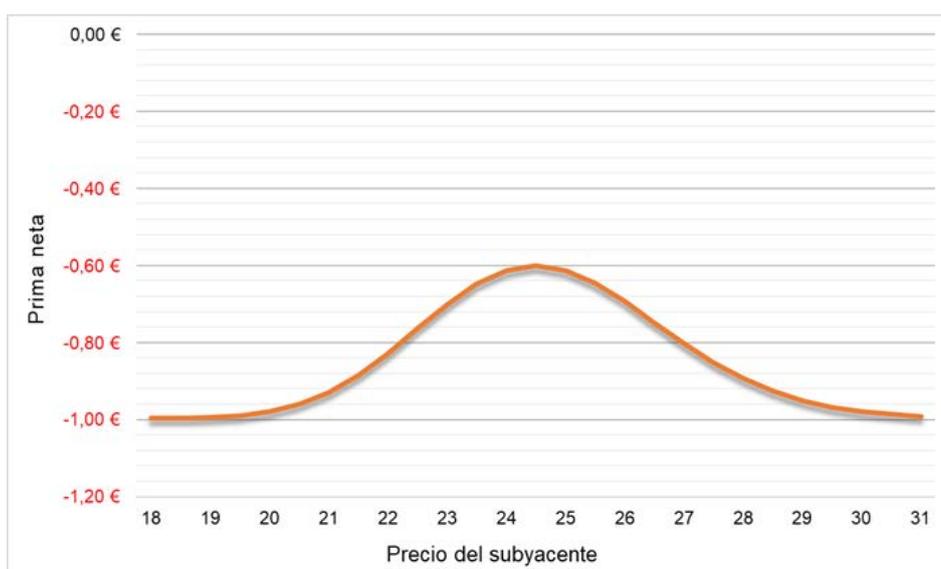
Ello se debe, esencialmente, a que cuando la cotización es alta la *call* comprada entra dentro de dinero y el inversor se ve beneficiado al poder invertir al tipo de interés la cantidad diferida hasta que llegue el vencimiento de la opción y sea ejercida pagando el precio de ejercicio. En cambio, para precios bajos del subyacente el inversor en una *put* comprada (ITM), estaría interesado en vender el subyacente y reinvertir esa cantidad a un tipo de interés creciente, sin embargo, se ve obligado a esperar al vencimiento para poder venderlo y cobrar el precio de ejercicio, disminuyendo el valor de la posición. Esto también lo podemos apreciar a través del valor que alcanza *Rho* para las dos opciones, siendo positivo para la *call* comprada y negativo para la *put* comprada.

3.2 Análisis de sensibilidad

3.2.1 Gráficas 2D y 3D

En esta sección analizaremos a través de gráficas la sensibilidad de las distintas variables de la estrategia *Short Iron Condor*.

Figura 13: Evolución de la prima neta en función del precio del subyacente



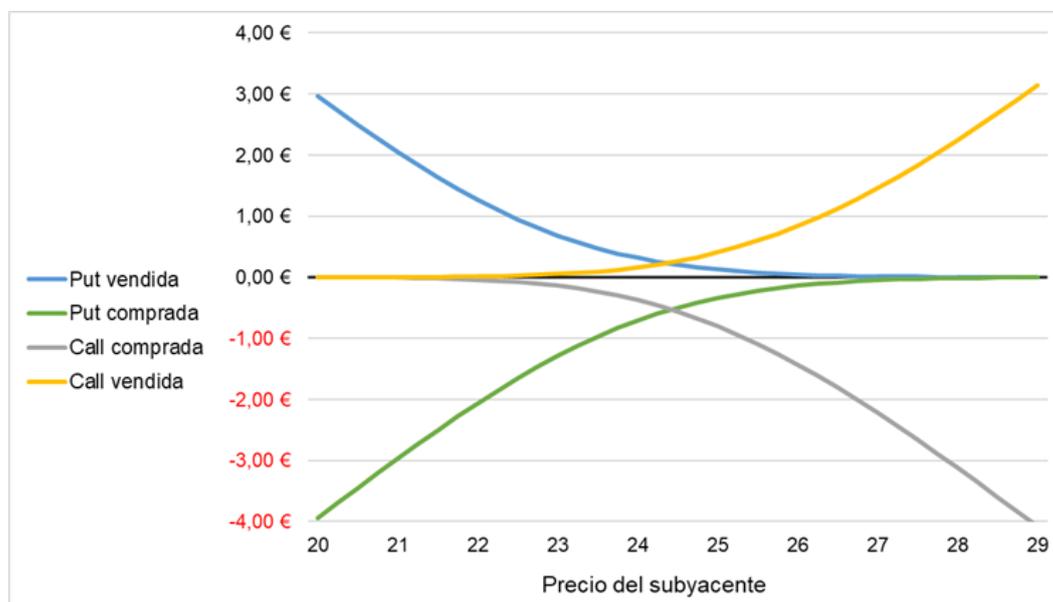
Fuente: Elaboración propia

La Figura 13 refleja cómo variaría la prima global pagada por la construcción de la estrategia si el precio de las acciones de la empresa Z al tiempo de realizar la inversión variase. Si el precio del subyacente fuese menor, la prima pagada aumentaría –su valor sería más negativo–, esto se debe a que las opciones *put* llegarían a estar dentro de dinero, lo que haría aumentar sus primas, y, como sabemos, por la configuración de la propia estrategia, la *put* comprada tendrá una prima pagada mayor que la prima cobrada por la *put* vendida, haciendo aumentar la prima neta. Algo similar ocurre en el supuesto de que el precio del subyacente de partida fuese superior, pues las *call* llegarían a estar en situación de ser ejercidas, lo que las haría más valiosas haciendo aumentar sus primas, siendo la prima pagada por la *call* comprada superior a la que se recibe por la *call* vendida, lo que implicaría aumentos en la prima neta de la estrategia.

Además, es de destacar que la prima se vuelve asintótica en torno a -1,00 € para los valores del subyacente más alejados de 24,50 €.

En la Figura 14 se representan los valores que tomarían las primas de las cuatro opciones ante distintos precios del subyacente:

Figura 14: Evolución de las primas individuales de las opciones en función del precio del subyacente



Fuente: Elaboración propia

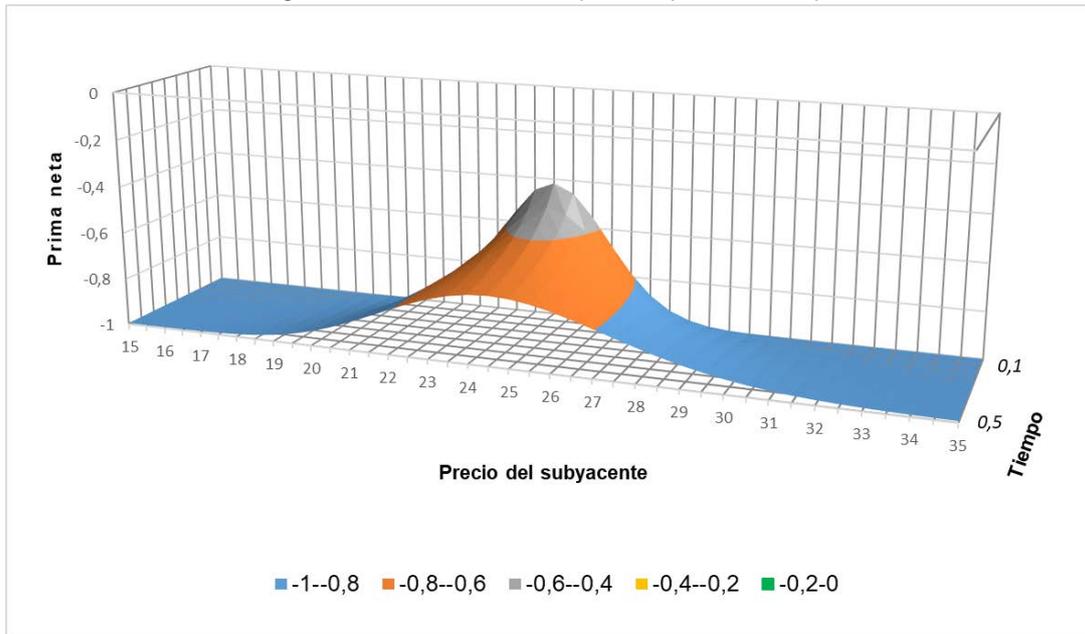
Así se contrasta que si el precio del subyacente cuando se realiza la inversión fuese inferior las primas de las *put* aumentarían, aumentando más la prima pagada por la *put* comprada que la recibida por la *put* vendida. En caso de que el precio fuese mayor, sucede lo mismo para las *call*.

Cuando el precio del subyacente es suficientemente bajo, las únicas primas serían las de las *put* ITM, mientras que las *call* estarían tan OTM que su prima deviene nula. Cuando la cotización del subyacente es suficientemente alta, las primas de las *put* son igual a cero, por lo que la prima neta se obtendría como diferencia entre la prima recibida por la *call* vendida y la pagada por al *call* comprada.

La Figura 15 permite analizar cómo influyen en la prima global de la estrategia los **cambios en el precio del subyacente y el transcurso del tiempo**.

La prima pagada, aumenta cuanto más alejado de 24,50€ está el precio del subyacente debido al comportamiento de las primas de las opciones individuales explicado anteriormente.

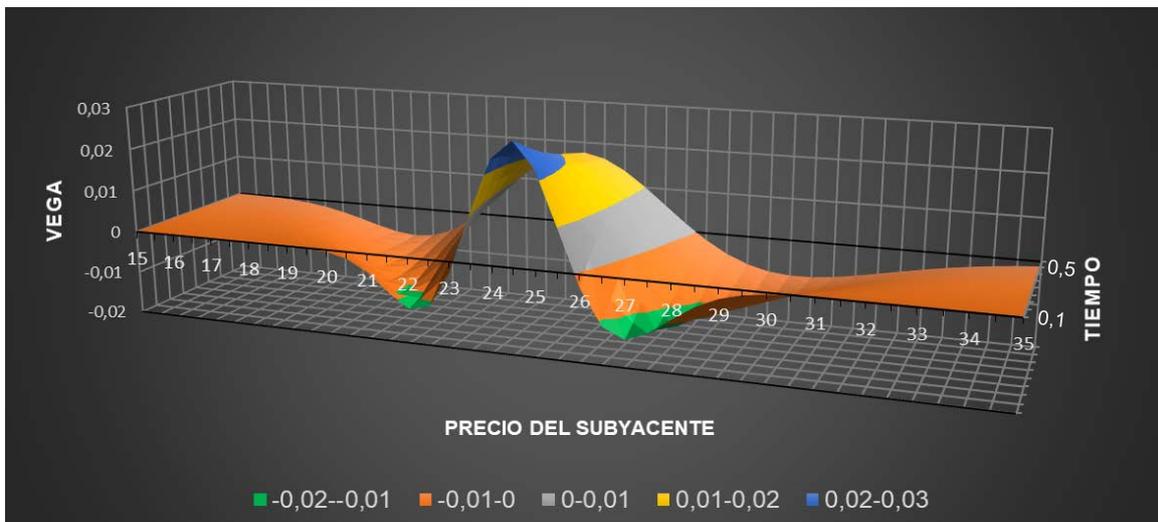
Figura 15: Prima neta con respecto al paso del tiempo



Fuente: Elaboración propia

Por lo que respecta al tiempo, cuando el precio del subyacente está comprendido entre 23 y 26 €, la prima es mayor cuando el tiempo es mayor. Esto se explica porque dentro de ese intervalo de precios se obtendrían pérdidas, por lo que el tiempo beneficiará la posición pues cuanto más plazo reste hasta el vencimiento más posibilidades de que se produzcan oscilaciones que desplacen la estrategia hacia la región de beneficios. Fuera de ese intervalo, y una vez que la estrategia es rentable, el tiempo perjudicará la prima, puesto que la posición pierde valor ya que, a más tiempo, más posibilidades de que se vuelva a situar el subyacente dentro del intervalo de pérdidas.

Figura 16: Volatilidad con respecto al paso del tiempo



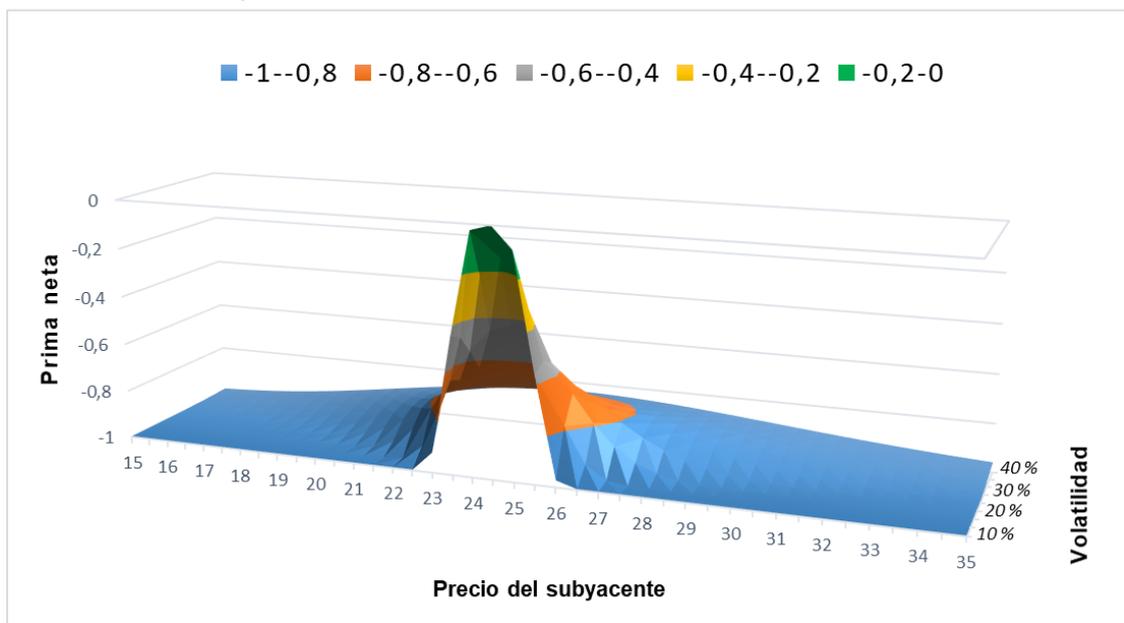
Fuente: Elaboración propia

La **volatilidad** es beneficiosa para la posición salvo si el precio del subyacente se mueve fuera de los *strikes* de los extremos –por debajo de 23 € o por encima de 26 €–. En el gráfico, lo anterior se refleja en una *Vega* positiva entre esos precios, negativa a medida que nos alejamos de los mismos, y nula para los precios del subyacente de los extremos del intervalo estudiado.

En lo referente al tiempo, cuando el precio del subyacente está entre 23 y 26 €, a más tiempo, menor es *Vega*, por lo tanto, menor influencia de la volatilidad en la prima neta. Esto se explica porque, cuando nos situamos en el intervalo de pérdidas, aunque *Vega* es positiva y la volatilidad beneficiosa, si el tiempo hasta el vencimiento es mayor, menos decisivas son las variaciones en el precio del subyacente. Para valores menores pero próximos a 23 € o mayores pero próximos a 26 €, aunque *Vega* es negativa, se vuelve mayor a medida que aumenta el tiempo hasta vencimiento y es que, aunque la volatilidad perjudica, si el tiempo hasta vencimiento es mayor, no tendrán tanta importancia las oscilaciones como si las opciones estuviesen a punto de expirar.

La Figura 17 analiza la evolución de la prima neta pagada por la construcción de la estrategia ante **cambios en el precio del subyacente y la volatilidad**.

Figura 17: Prima neta con respecto al movimiento de la volatilidad



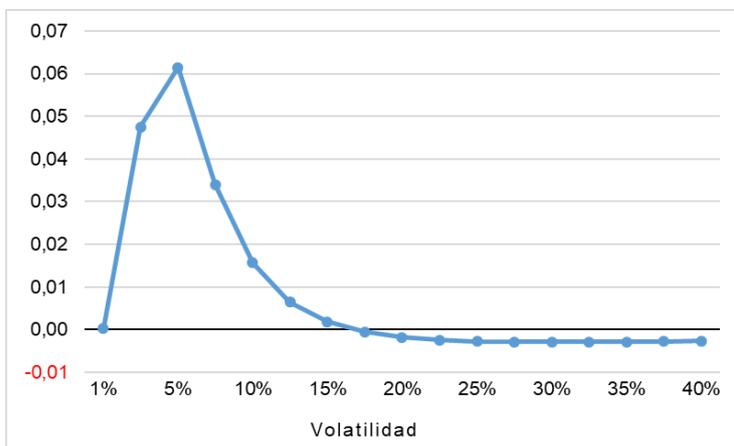
Fuente: Elaboración propia

Cuando *Vega* es positiva, cualquier aumento en la volatilidad beneficiará a la estrategia, aumentando su prima, y una disminución le perjudicará. Así observamos como, para

precios del subyacente comprendidos entre 23 y 26 €, a mayor volatilidad, mayor es la prima pagada. Y ello se justifica porque a más volatilidad del subyacente, mayores posibilidades de que, llegado el vencimiento, la estrategia sea aprovechable, produciendo beneficios.

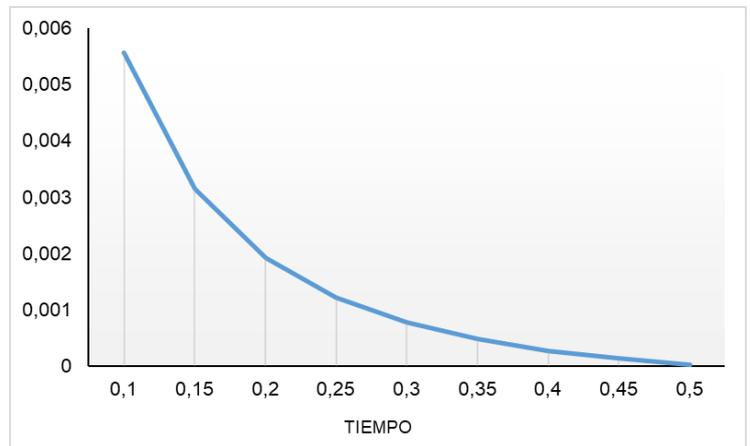
A continuación, se estudia el comportamiento de **Delta ante variaciones en la volatilidad**, por un lado, **y en el tiempo** por otro.

Figura 18: *Delta* según la volatilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 19: *Delta* según tiempo



Fuente: Elaboración propia

Se observa como la prima es más sensible ante cambios en el precio del subyacente cuando la volatilidad es baja, mientras que, para volatilidades muy elevadas, *Delta* se vuelve negativa, de tal forma que un aumento en el precio del subyacente haría reducirse la prima neta.

Delta disminuye a medida que aumenta el tiempo hasta el vencimiento. Es decir, cuanto más falte para la fecha de expiración, menos sensible será la prima ante variaciones del precio del subyacente.

3.2.1 Matriz de tensión

Otro método de análisis de sensibilidad que resume información reflejada en los gráficos es la matriz de tensión. Se ha optado por **estresar el precio del subyacente y la volatilidad** en un intervalo alrededor de los valores de partida, destacando en color la situación inicial (Castellanos, 2011).

Cabe aclarar que la fila “**cierre de posición**” hace referencia al resultado (beneficio o pérdida) que se obtendría con un hipotético cierre de posición adoptando la posición contraria en la misma combinación. Este resultado se calcula considerando que la prima pagada es la prima global de la combinación (0,60 €) y la prima cobrada para cerrar la posición es por el importe que aparece en la fila inferior en la matriz.

Se contrasta como la prima aumenta a medida que el precio del subyacente se aleja del fijado inicialmente. Y es que la estrategia está concebida para obtener ganancias ante fuertes variaciones en el subyacente, por lo que cuando se va distanciando del precio inicial la estrategia tiene más posibilidades de reportar beneficios, aumentando su valor.

Tabla 8: Matriz de tensión

VOLATILIDAD		PRECIO DEL SUBYACENTE					
		22,05 €	23,28 €	24,50 €	25,73 €	26,95 €	
		-10%	-5%	0%	5%	10%	
17,05%	10%	Cierre posición	0,22 €	0,09 €	0,03 €	0,08 €	0,19 €
		Prima neta	-0,82 €	-0,69 €	-0,63 €	-0,68 €	-0,79 €
		Delta	-0,1087	-0,0850	-0,0002	0,0745	0,0914
		Vega	-0,0028	0,0119	0,0194	0,0109	-0,0025
		Theta	0,0003	-0,0010	-0,0018	-0,0011	0,0002
		Rho	-0,0080	-0,0067	-0,0016	0,0031	0,0042
15,50%	0%	Cierre posición	0,22 €	0,07 €	- €	0,07 €	0,20 €
		Prima neta	-0,82 €	-0,67 €	-0,60 €	-0,67 €	-0,80 €
		Delta	-0,1240	-0,1058	0,0012	0,0945	0,1061
		Vega	-0,0053	0,0127	0,0228	0,0112	-0,0053
		Theta	0,0005	-0,0010	-0,0019	-0,0010	0,0004
		Rho	-0,0089	-0,0078	-0,0014	0,0044	0,0052
13,95%	-10%	Cierre posición	0,23 €	0,05 €	-0,04 €	0,05 €	0,21 €
		Prima neta	-0,83 €	-0,65 €	-0,56 €	-0,65 €	-0,81 €
		Delta	-0,1395	-0,1336	0,0034	0,1210	0,1216
		Vega	-0,0086	0,0131	0,0271	0,0110	-0,0089
		Theta	0,0008	-0,0009	-0,0021	-0,0009	0,0006
		Rho	-0,0098	-0,0094	-0,0012	0,0062	0,0062

Fuente: Elaboración propia

3.2.1 *Crystal Ball*

Por último, se ha empleado el complemento de Excel *Crystal Ball*, para realizar una simulación de las variables: precio del subyacente, volatilidad, tipo de interés y tiempo. Con ello se hace un análisis de sensibilidad de la prima y las griegas de la estrategia para ver cómo les afecta la simulación de las anteriores variables.

En esta herramienta es necesario asignar a cada una de las variables una distribución de probabilidad. Se supone que tanto el precio del subyacente, como la volatilidad y el tipo de interés siguen una distribución logarítmico-normal y, en el caso de la variable tiempo, una distribución uniforme (Hull, 2011).

Además, para hacer esta simulación es necesario expresar los *strikes* de las cuatro opciones como fórmulas dependientes del precio del subyacente (S_0), garantizando así que, al hacer simulaciones del precio del subyacente, la estrategia mantenga su estructura, es decir, que todas las opciones sigan estando OTM. En nuestro ejemplo se hicieron los siguientes ajustes:

$$X_1 = S_0 - 1,5$$

$$X_2 = S_0 - 0,5$$

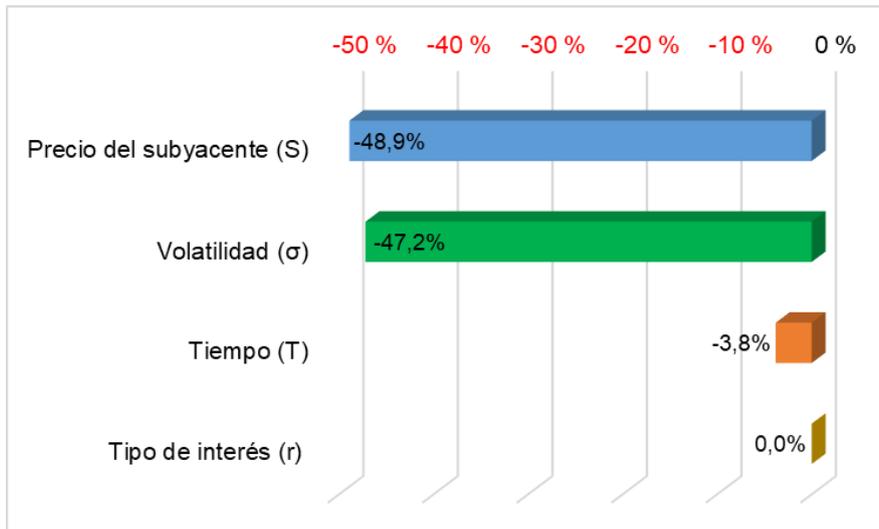
$$X_3 = S_0 + 0,5$$

$$X_4 = S_0 + 1,5$$

Lo que hace *Crystal Ball* es dar una serie de valores a las distintas variables, según las distribuciones de probabilidad asignadas, y ver cómo influyen sobre la prima y las griegas.

Los gráficos siguientes muestran el porcentaje de influencia de cada variable sobre la prima o la griega objeto de estudio:

Figura 20: Influencia de las variables en la prima de la estrategia

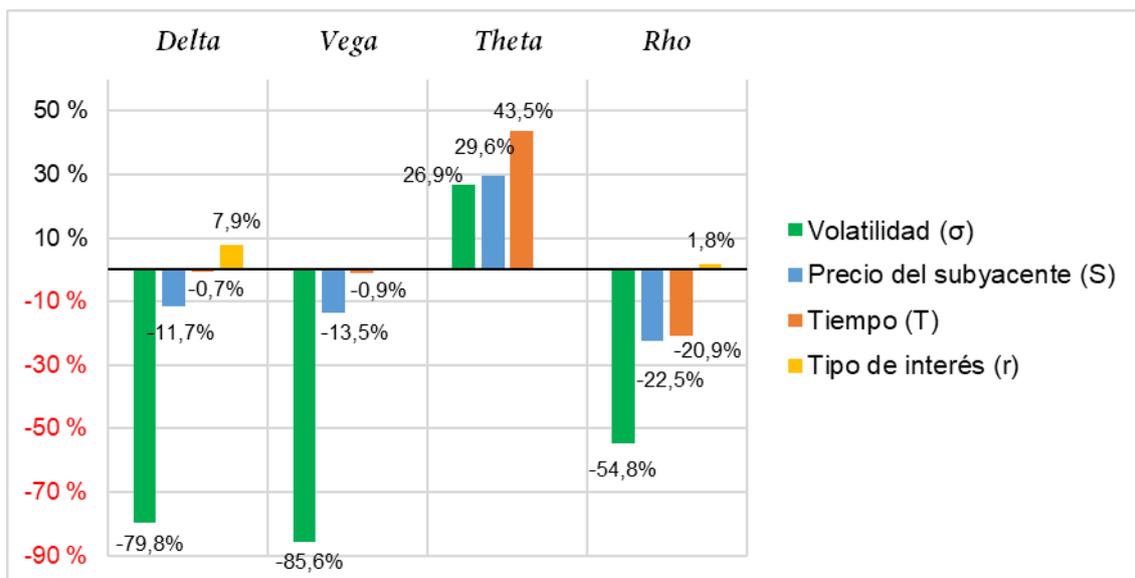


Fuente: Elaboración propia

La prima neta de la estrategia viene explicada fundamentalmente por el precio del subyacente y por la volatilidad. Los % de influencia son negativos dado que la prima siempre es negativa, pues como ya se ha expuesto, la construcción de una *Short Iron Condor* da lugar a una prima neta pagada. En cuanto a los valores que toma, la prima estará comprendida entre $-0,40$ y $-0,75$ €

La Figura 21 muestra la influencia de las variables simuladas sobre las cuatro griegas, siendo la volatilidad el factor más influyente:

Figura 21: Influencia de las variables en las griegas de la estrategia



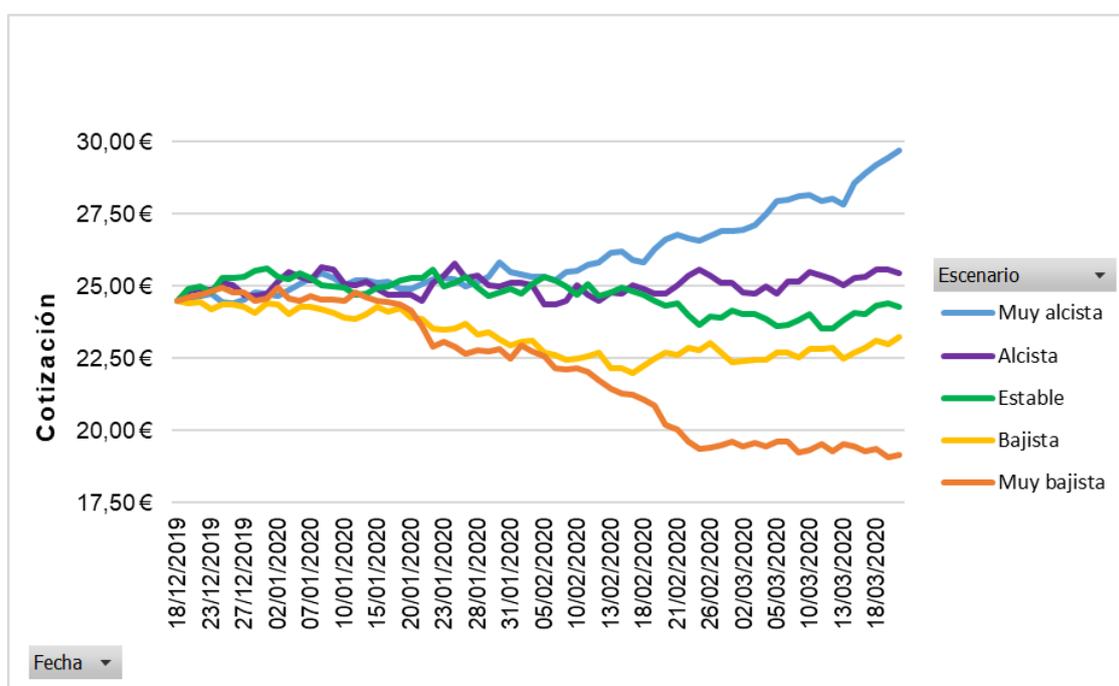
Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis del resultado en distintos escenarios

Cuando hablábamos de la valoración de una opción, decíamos que una parte de dicho valor procedía de las expectativas de evolución favorable del precio del subyacente. En consecuencia, resulta interesante para evaluar nuestra estrategia anticipar el precio futuro del activo subyacente. En este sentido, el modo más sencillo de hacerlo es considerando distintos escenarios posibles (Pindado, 2012).

Se han planteado **cinco escenarios** que podrían ocurrir hasta que llegue el vencimiento de las opciones que, recordamos, es a tres meses:

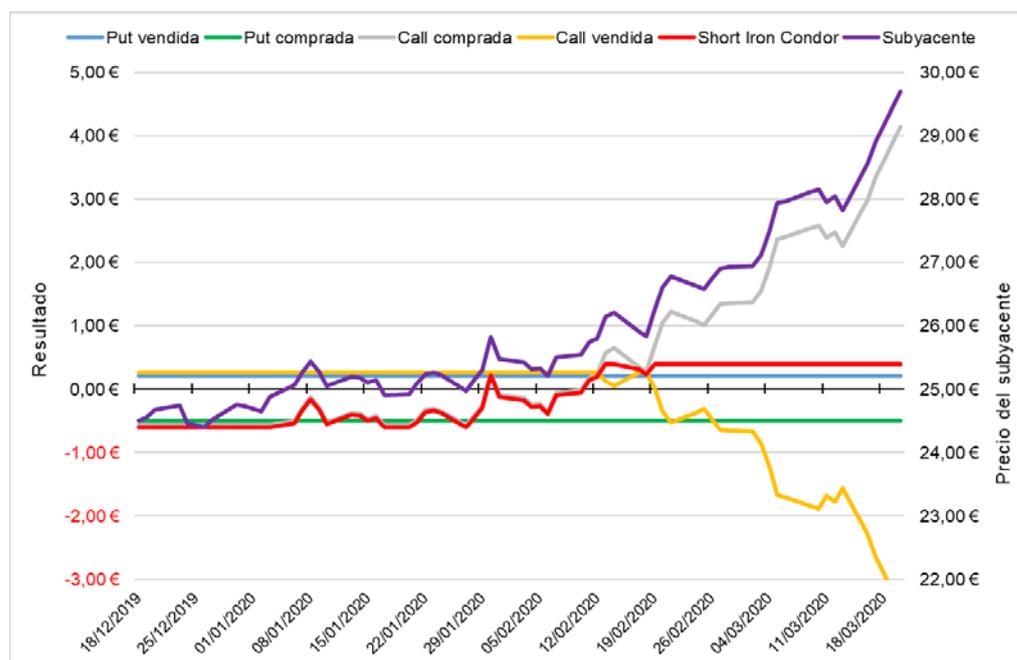
Figura 22: Escenarios del precio del subyacente



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los gráficos de cada escenario junto con las medidas de estadística descriptiva del resultado. Estos permiten comparar el resultado de la estrategia (*en rojo*) con la evolución del precio del subyacente (*en lila*). Adicionalmente se ha añadido el resultado individual de cada una de las opciones que componen la estrategia. Con este análisis podremos saber anticipadamente cuan sensible es nuestra estrategia ante cambios en el precio del subyacente y si está estrechamente relacionada con el comportamiento de alguna de las opciones en particular.

Figura 23: Resultado en el escenario muy alcista



Estadística descriptiva	
Media	-0,07
Mediana	-0,15
Moda	0,40
Desviación estándar	0,4281
Varianza de la muestra	0,1832
Curtosis	-1,8053
Coefficiente de asimetría	-0,0086
Mínimo	-0,60
Máximo	0,40
Mayor (3)	0,40
Menor (3)	-0,60

Fuente: Elaboración propia

Que la **mediana** sea negativa indica que en la mayor parte de los días se obtendrían pérdidas. La **moda**, es decir, el resultado que más se repite, coincide con la máxima ganancia.

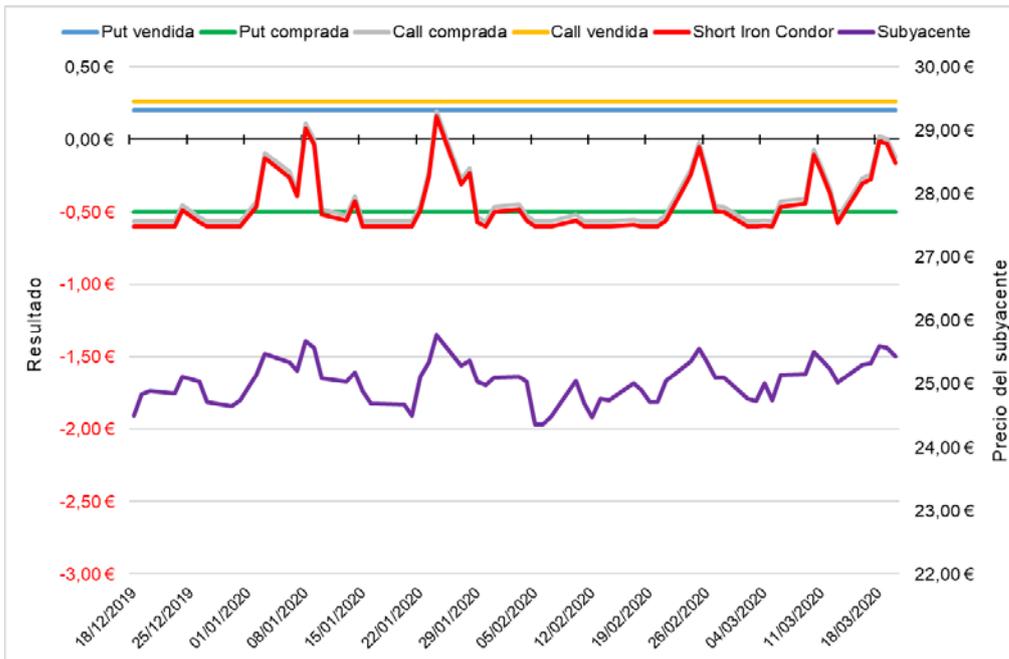
Además, observamos que el **3^{er} mayor valor** coincide con el máximo, lo que indica que este valor se repite y que no es un valor atípico. El **3^{er} menor valor** coincide con el mínimo, lo cual confirma que el resultado mínimo también se da en varias de las sesiones y que no es un valor atípico.

En cuanto a la **dispersión** cabe decir que es alta, pues la desviación típica es elevada en relación con la media.

El **coeficiente de asimetría** está próximo a cero, por lo que la distribución que sigue en este escenario el resultado de la estrategia es simétrica.

Y el **coeficiente de Curtosis** es elevado y negativo, indicando que la distribución que sigue el resultado tiene una reducida concentración alrededor de los valores centrales. Es decir, no hay un número reducido de valores que se repitan más que los demás.

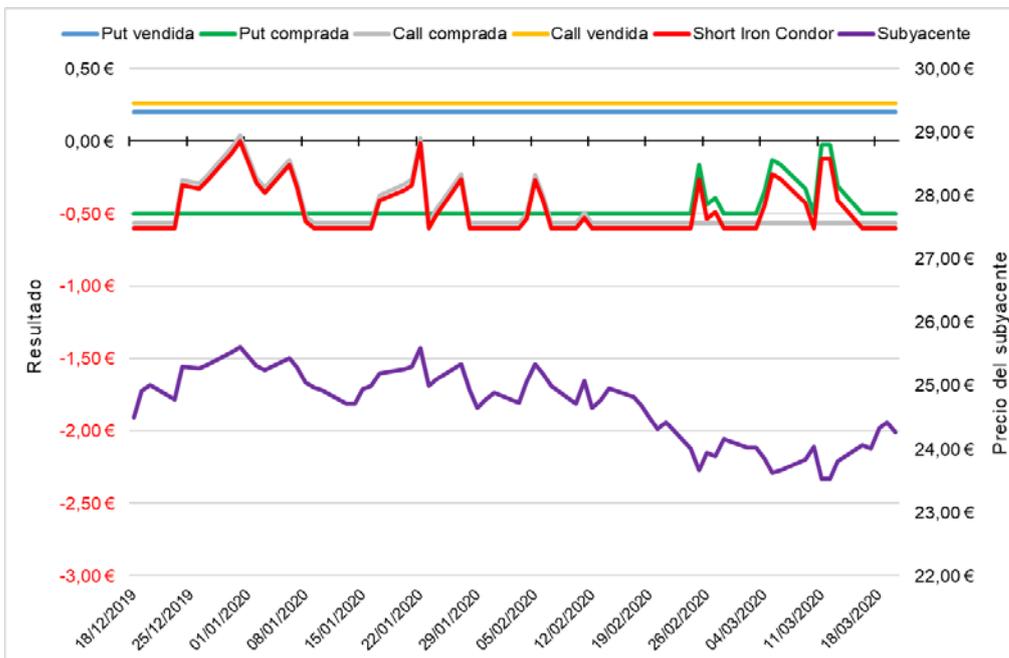
Figura 24: Resultado en el escenario alcista



Fuente: Elaboración propia

Estadística descriptiva	
Media	-0,45
Mediana	-0,56
Moda	-0,60
Desviación estándar	0,2044
Varianza de la muestra	0,0418
Curtosis	0,5598
Coficiente de asimetría	1,2735
Mínimo	-0,60
Máximo	0,16
Mayor (3)	-0,01
Menor (3)	-0,60

Figura 25: Resultado en el escenario estable



Fuente: Elaboración propia

Estadística descriptiva	
Media	-0,47
Mediana	-0,60
Moda	-0,60
Desviación estándar	0,1750
Varianza de la muestra	0,0306
Curtosis	0,1536
Coficiente de asimetría	1,1392
Mínimo	-0,60
Máximo	0,00
Mayor (3)	-0,08
Menor (3)	-0,60

La **mediana** es negativa en ambos escenarios, denotando que en la mayoría de los días se obtendrían pérdidas. La **moda** coincide con el resultado mínimo y es igual a la máxima pérdida que es la prima (-0,60 €).

El **3^{er} mayor valor** es negativo, lo que indica que la estrategia no obtendría beneficio en prácticamente ninguna de las sesiones. Particularmente, en el escenario estable, dado que el máximo es igual a cero, no se obtendrían beneficios en ninguna de las sesiones para los precios del subyacente de esa serie.

El **3^{er} menor valor** coincide con el mínimo, lo que implica que el resultado mínimo se da en varias sesiones y que no es un valor atípico.

La **dispersión** es moderada pues la desviación típica, aunque es relativamente elevada en relación con la media, es inferior a esta en valor absoluto.

El **coeficiente de asimetría** es positivo, por lo que la distribución que sigue el resultado de la estrategia es asimétrica por la derecha lo que significa que se repiten más los valores bajos que los altos. El **coeficiente de Curtosis** es positivo, indicando que existe una mayor concentración alrededor de los valores centrales de la distribución.

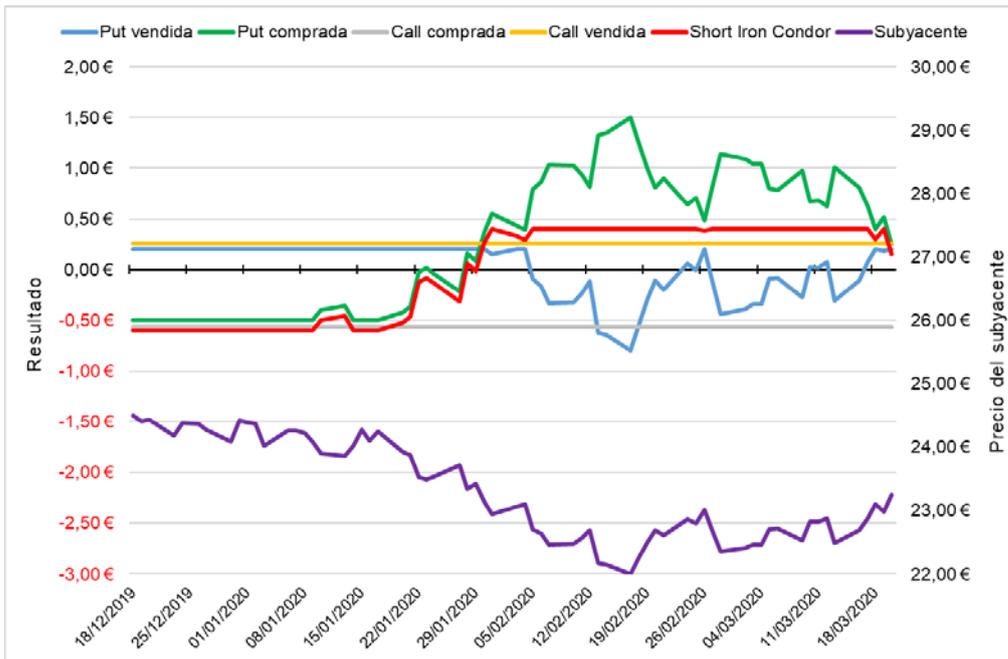
En el escenario alcista se aprecia como en todas las sesiones el resultado de la estrategia es prácticamente idéntico al que se obtendría con la *call* comprada que es la única opción que se ejerce. En el escenario estable, para las primeras sesiones el resultado sigue la evolución de la *call* comprada, y al final, cuando el precio del subyacente desciende por debajo de 24 €, haciendo que la *put* comprada se sitúe ITM, su evolución es paralela a la de esta última opción.

En los escenarios bajista y muy bajista, la **mediana** es positiva lo que indica que en la mayoría de las sesiones se obtendría un resultado positivo. Asimismo, la **moda** coincide con el resultado máximo.

Por otro lado, el **3^{er} mayor valor** coincide con el máximo, indicativo de que este valor se repite y que no es un valor atípico. El **3^{er} menor valor** coincide con el mínimo confirmando que el resultado mínimo se da en varias sesiones y no es un valor atípico.

La **dispersión** es alta, pues la desviación típica es elevada en relación con la media.

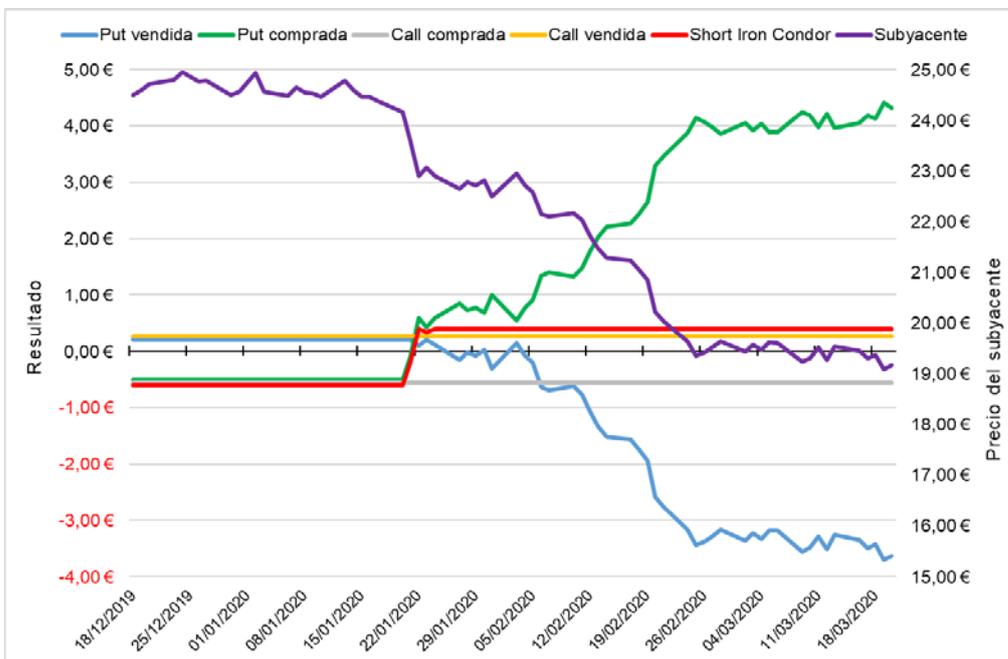
Figura 26: Resultado en el escenario bajista



Fuente: Elaboración propia

Estadística descriptiva	
Media	0,00
Mediana	0,32
Moda	0,40
Desviación estándar	0,4546
Varianza de la muestra	0,2067
Curtosis	-1,7302
Coefficiente de asimetría	-0,4314
Mínimo	-0,60
Máximo	0,40
Mayor (3)	0,40
Menor (3)	-0,60

Figura 27: Resultado en el escenario muy bajista



Fuente: Elaboración propia

Estadística descriptiva	
Media	0,06
Mediana	0,40
Moda	0,40
Desviación estándar	0,4736
Varianza de la muestra	0,2243
Curtosis	-1,5731
Coefficiente de asimetría	-0,6754
Mínimo	-0,60
Máximo	0,40
Mayor (3)	0,40
Menor (3)	-0,60

El **coeficiente de asimetría** es negativo por lo que la distribución del resultado de la estrategia en los dos escenarios es asimétrica por la izquierda, indicando esto que se repiten más los valores altos.

El **coeficiente de Curtosis** es elevado y negativo, lo que significa que existe una reducida concentración en torno a los valores centrales de la distribución.

Se observa como el resultado de la *Short Iron Condor* viene explicado fundamentalmente por el comportamiento de las *put*, que son las opciones que se ejercen.

Por último, en la Tabla 9 se recoge para cada escenario el resultado de la estrategia que predomina en las sesiones – sea beneficio (+) o pérdida (–) –, así como las opciones que más contribuyen al mismo y si lo hacen en la misma dirección (+) que el resultado o en la contraria (–):

Tabla 9: Contribución de las opciones principales al resultado y dirección

ESCENARIO	RESULTADO EN LA MAYORÍA DE SESIONES	OPCIONES QUE MÁS CONTRIBUYEN	DIRECCIÓN
Muy alcista	–	<i>Call</i> comprada <i>Call</i> vendida	+ –
Alcista	–	<i>Put</i> comprada <i>Call</i> vendida	+ –
Estable	–	<i>Call</i> comprada <i>Put</i> comprada	+ +
Bajista	+	<i>Put</i> comprada <i>Call</i> comprada	+ –
Muy bajista	+	<i>Put</i> comprada <i>Put</i> vendida	+ –

Fuente: Elaboración propia

3.4 Contraste de hipótesis

Vistos los resultados obtenidos con los análisis anteriores se realizaron contrastes de hipótesis para comparar el resultado de distintos escenarios entre sí o el resultado en un escenario con el resultado de una determinada opción. Los **dos tipos** de contrastes que se llevaron a cabo fueron los siguientes:

i. De igualdad de varianzas:

$H_0 =$ La volatilidad del resultado es igual.

$H_1 =$ La volatilidad del resultado es distinta.

ii. De igualdad de medias:

o **Contraste bilateral** (dos colas):

$H_0 =$ El resultado medio es igual.

$H_1 =$ El resultado medio es distinto.

o **Contraste unilateral** (una cola):

$H_0 =$ El resultado medio es igual.

$H_1 =$ El resultado medio de la Variable 1 es menor/mayor que el resultado medio de la Variable 2.

El nivel de significación se fija en: $\alpha = 5\%$, de tal forma que la hipótesis nula se rechazará cuando la probabilidad asociada al estadístico⁴ sea inferior a ese porcentaje.

A continuación, se recogen los resultados de los contrastes que se consideraron de mayor interés para el estudio de la estrategia *Short Iron Condor*.

⁴ Para el análisis de igualdad de varianzas se utiliza la prueba F de Fisher. A continuación, en función de si se asumen varianzas iguales o diferentes, realizamos una segunda prueba de comparación de las medias. Se ejecutan dos pruebas t de Student para la media, la primera de una cola y la segunda de dos colas.

3.4.1 Contraste entre los escenarios muy alcista y muy bajista

Dado que la estrategia objeto de estudio está pensada para obtener beneficios en escenarios con grandes variaciones en el precio del subyacente, es conveniente analizar la similitud del resultado en los escenarios con fuertes oscilaciones en la cotización del subyacente, ya sean al alza o a la baja.

Tabla 10: Resultados del contraste de hipótesis para el resultado en los escenarios muy alcista y muy bajista

	<i>E. muy alcista</i>	<i>E. muy bajista</i>
Media	-0,07234	0,05574
Varianza	0,18325	0,22433
F	0,81685	
P(F<=f) una cola	0,20849	
Valor crítico para F (una cola)	0,66296	
Estadístico t	-1,62985	
P(T<=t) una cola	0,05278	
Valor crítico de t (una cola)	1,65666	
P(T<=t) dos colas	0,10555	
Valor crítico de t (dos colas)	1,97838	

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados de la Tabla 10, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, por lo que no hay evidencias de que la volatilidad del resultado sea distinta en los dos escenarios. Asimismo, en el contraste de igualdad de medias no se rechaza ninguna de las dos hipótesis nulas, por lo que no hay evidencias de que los resultados medios sean distintos ni de que el resultado medio en el escenario muy alcista sea menor que el del escenario muy bajista, como parecería indicar la media aritmética.

3.4.2 Contraste entre los resultados de la *call* comprada y la estrategia en el escenario muy alcista

Se contrasta ahora el resultado de adquirir exclusivamente una *call* con el obtenido con la estrategia para el escenario muy alcista:

Tabla 11: Resultados del contraste de hipótesis para el resultado de la *call* comprada y la estrategia en el escenario muy alcista

	<i>Estrategia</i>	<i>Call comprada</i>
Media	-0,07234	0,55501
Varianza	0,18325	1,73066
F	0,10588	
P(F<=f) una cola	0,00000	
Estadístico t	-3,68397	
P(T<=t) una cola	0,00021	
Valor crítico de t (una cola)	1,66437	
P(T<=t) dos colas	0,00042	
Valor crítico de t (dos colas)	1,99045	

Fuente: Elaboración propia

Se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas por lo que puede afirmarse que la volatilidad del resultado de la estrategia y la volatilidad de la *call* comprada en el escenario muy alcista son distintas. También son rechazadas las hipótesis relativas a sus medias, por lo que se concluye que la estrategia y la *call* comprada tienen un resultado medio distinto y que hay evidencias para afirmar que el resultado medio de la estrategia es menor al resultado medio de la *call* comprada en este escenario.

Los mismo sucede cuando contrastamos el resultado de la estrategia con el de la *put* comprada en el escenario muy bajista, rechazándose las tres hipótesis nulas y pudiendo afirmar que sus volatilidades y resultados medios son distintos, así como que el resultado medio de la estrategia es menor al resultado medio de la *put*.

En consecuencia, se llega a la conclusión que ante la previsión de un escenario muy alcista es mejor contratar la opción sola (*call* larga) en vez de la estrategia conjunta, y que si se prevé un escenario muy bajista será mejor contratar solamente la *put* larga. Sin embargo, hay que tener en cuenta el hecho de que adquirir únicamente la opción individual supone enfrentarse a una volatilidad mayor del resultado.

4. Empleo de la hoja de cálculo

Por último, se explican algunos de los recursos de la hoja de cálculo (Excel) que han sido utilizados a lo largo del trabajo permitiendo el análisis de la estrategia. Se detalla la utilidad de los más importantes, excluyendo aquellos que ya han sido comentados en su apartado correspondiente (*Crystal Ball*, contrastes de hipótesis, etc.).

4.1 Herramientas de valoración

A partir de los datos de partida, junto con los *strikes* correspondientes a las cuatro opciones de la estrategia, se realizaban los cálculos de primas, puntos muertos, resultados y griegas. Para ver cómo variaría el resultado de dichos cálculos ante variaciones de los datos iniciales se insertaron **barras de desplazamiento** para cada una de las variables, a través de la herramienta <Desarrollador>:

Figura 28: Datos de partida, barras de desplazamiento y botón de restablecimiento de datos

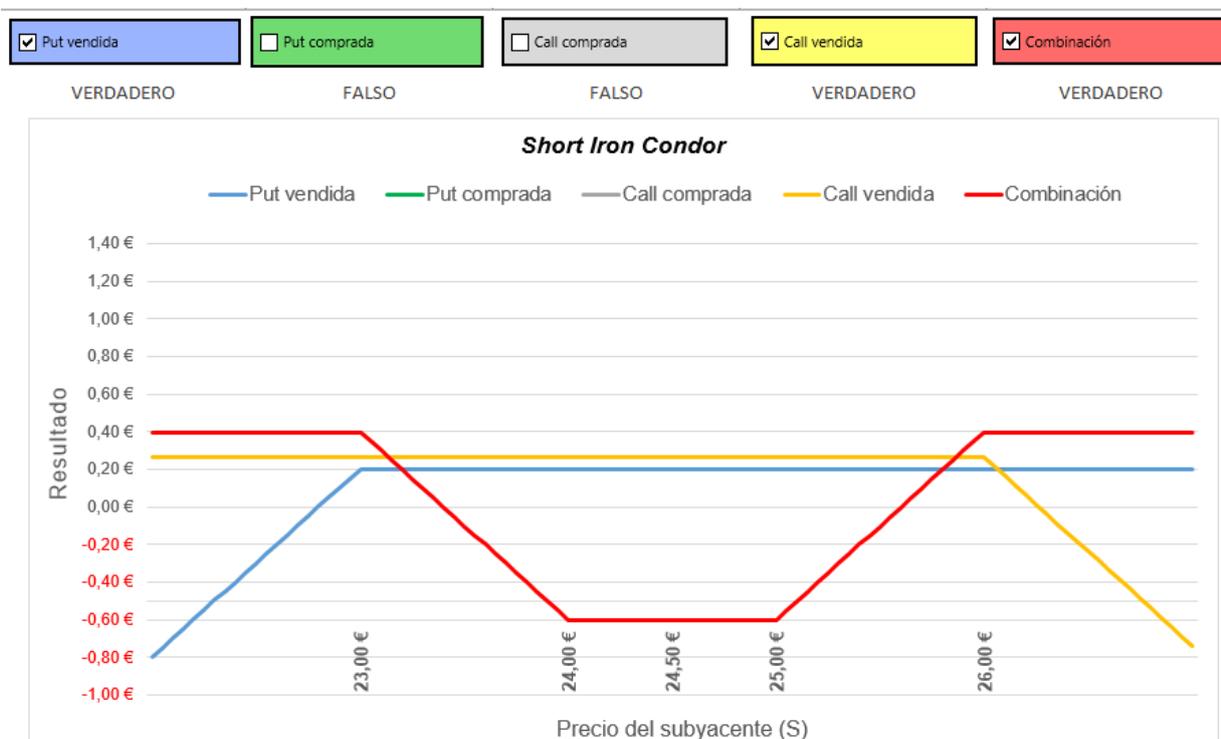
Variable	Cuántia		
Precio del subyacente (S)	24,50 €		
Volatilidad (σ)	15,50%		
Tipo de interés (r)	1,00%		
Tiempo (T)	0,25		

Fuente: Elaboración propia

Estas barras permiten hacer un análisis de sensibilidad sencillo, pues mediante su desplazamiento modificamos el dato de partida al que está vinculada la barra, de tal forma que la hoja de cálculo recalcula los resultados antes indicados. Asimismo, por comodidad, se incorporó una macro asignada al botón azul que se ve en la Figura 28, que restaura los valores iniciales de todas las variables.

En el gráfico del perfil de resultados de la estrategia, al igual que en otros que recoge nuestra hoja de cálculo, se emplearon **casillas de verificación** que permiten seleccionar los elementos que queremos visualizar.

Figura 29: Casillas de verificación en la hoja de cálculo



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a su funcionamiento, están vinculadas a una celda de tal forma que cuando marcamos la casilla devuelve el valor 'VERDADERO'. Para que el gráfico sólo refleje los elementos marcados sometemos la función que reportaría el resultado que se desea representar a una prueba lógica a través de la función <SI> para que sólo nos devuelva el resultado en caso de que en la celda diga 'VERDADERO'. Así pues, la fórmula sería parecida a la siguiente:

$$=SI(\text{Prueba lógica}; \text{Valor a devolver si se cumple la prueba}; \text{Valor en caso contrario}) \rightarrow$$

$$=SI(\text{Celda}=\text{VERDADERO}; \text{Resultado}; \text{NOD}())^5$$

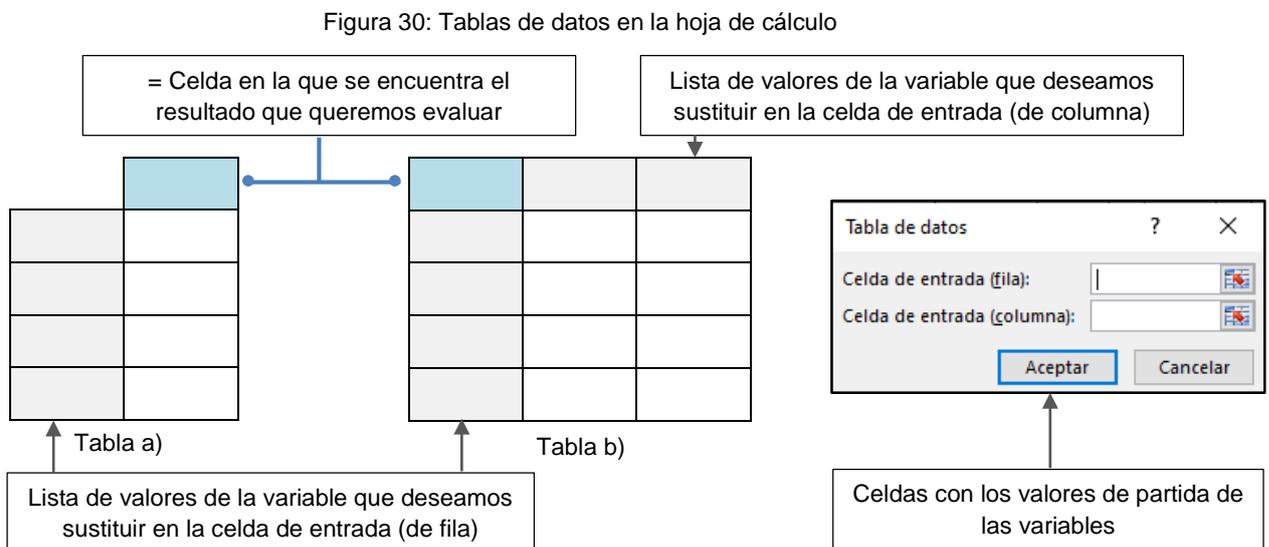
⁵ La función NOD() devuelve el valor de error #N/A (valor no disponible) de tal forma que Excel no representa nada en el gráfico.

4.2 Herramientas para el análisis de sensibilidad

Para los análisis de sensibilidad se utilizaron **tablas de datos** que dieron lugar a las gráficas que se recogen a lo largo del apartado 3.2 del trabajo. Esta herramienta de la hoja de cálculo se localiza en la sección <Datos> de la cinta de opciones y, en concreto, en el apartado de <Análisis de hipótesis>.

Las tablas de datos permiten ver los efectos que tienen los cambios en una o dos variables (una para la celda de entrada de fila y otra para la celda de entrada de columna) sobre uno de los resultados que se analiza. Mediante esta técnica hemos estudiado como se ven afectadas las primas o las griegas ante diferentes valores del precio del subyacente, la volatilidad, el tipo de interés o el tiempo.

Para su uso debemos construir una tabla con la siguiente estructura en función de si estamos evaluando cómo se ve afectado el resultado por una (Tabla a) o por dos (Tabla b) variables:



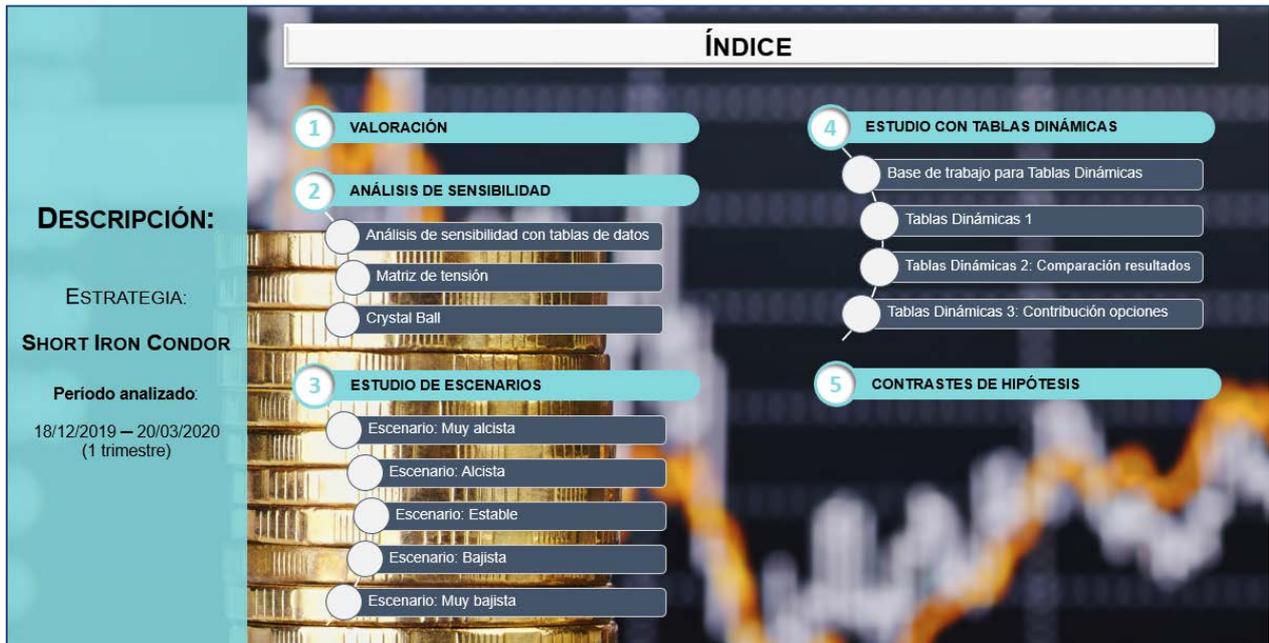
Fuente: Elaboración propia

Una vez tenemos lo anterior, debemos indicar la celda donde se sitúa el valor de partida de la variable o variables en el apartado <celda de entrada> y la hoja de cálculo nos devolverá el resultado en las filas y columnas adyacentes (celdas en blanco).

4.3 Diseño de un índice interactivo y botón de regreso

Con intención de hacer más accesible y cómoda la navegación a través de la hoja de cálculo se creó un índice en la primera de sus hojas, incluyéndose para cada epígrafe del mismo un **hipervínculo** que redirige a la hoja del Libro de Excel correspondiente.

Figura 31: Índice de la hoja de cálculo



Fuente: Elaboración propia

Por último, se creó un botón de regreso al índice que se incluye en cada una de las hojas para facilitar al usuario la navegabilidad:

Figura 32: Botón de regreso en la hoja de cálculo



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Tras haber estudiado la teoría básica acerca de las opciones financieras, introducido desde el punto de vista teórico la estrategia *Short Iron Condor* y haberla puesto en práctica a través de un caso, estamos en condiciones de discutir las cuestiones planteadas al inicio de este trabajo y derivar las conclusiones correspondientes.

Teniendo en cuenta que, además de examinar el marco teórico de las opciones, los objetivos esenciales del trabajo eran el estudio teórico y práctico de la combinación de opciones antes citada y mejorar nuestras habilidades en el manejo de la hoja de cálculo se ha decidido estructurar las conclusiones del trabajo en tres bloques:

BLOQUE I. Conclusiones del marco teórico de la estrategia.

- La *Short Iron Condor* es una estrategia recomendable sólo para escenarios de alta volatilidad del precio del activo subyacente en los que exista incertidumbre acerca de cuál será la dirección del movimiento del precio del subyacente, pues en caso contrario, existen distintas alternativas (otras estrategias, contratar la opción individual...) que reportarían mejor resultado.
- Su construcción exige unos requisitos en cuanto a las opciones que la componen (*strikes* equidistantes, diferentes posiciones en opciones sobre el mismo subyacente, mismo vencimiento, etc.) que pueden ser difíciles de encontrar en el mercado de derivados real.
- Para llevarla a cabo será necesario, en todo caso, realizar un desembolso inicial, la prima neta, debido a que las primas pagadas son superiores a las cobradas. Sin embargo, con otras estrategias podría suceder lo contrario y que la inversión comenzara con un ingreso. Por ello, el inversor debe plantearse su nivel de liquidez antes de acometer este tipo de negocios.

- La implementación de esta estrategia permite limitar las pérdidas potenciales, pero a cambio, el beneficio potencial también se verá limitado.
- El resultado de la estrategia dependerá del precio que alcance el subyacente al vencimiento de las opciones, obteniéndose el máximo beneficio para precios superiores al precio de ejercicio de la *call* vendida (el *strike* más alto) o inferiores al precio de ejercicio de la *put* vendida (el *strike* más bajo), y la máxima pérdida –la prima pagada– para precios del activo subyacente comprendidos entre los precios de ejercicio de la *put* comprada y la *call* comprada (los *strikes* medios).

BLOQUE II. Conclusiones prácticas de la estrategia.

- Aunque el Modelo Black-Scholes empleado para el cálculo de la prima asume unas hipótesis que pueden parecer excesivamente simplificadoras y que no se corresponden con las características de los mercados financieros, existen diversos estudios⁶ que han sometido al modelo a un contraste empírico, dando como resultado la validación del mismo.
- Se comprobó como la estrategia permitía limitar enormemente las pérdidas que se podían obtener en caso de que el precio del subyacente al vencimiento no fuera el esperado en comparación a las que se obtendrían adoptando únicamente las posiciones cortas (*put* vendida o *call* vendida). Sin embargo, la estrategia también reduce cuantiosamente los beneficios máximos potenciales si la comparamos con los resultados que obtendrían individualmente las posiciones largas (*put* comprada o *call* comprada).
- Con la construcción del perfil de resultados pudimos constatar, por un lado, que es necesario que haya una fuerte oscilación al alza o a la baja del precio del subyacente para que la estrategia se sitúe en zona de ganancias y, por otro lado, que la pérdida máxima es siempre mayor al beneficio máximo alcanzable.

⁶ Entre otros:

J. MACBETH & L. MERVILLE (1979): *An Empirical Examination of the Black-Scholes Call Option Pricing Model*. Journal of Finance.

M. BHATTACHARYA (1980): *Empirical Properties of the Black-Scholes Formula under Ideal Conditions*. Journal of Financial and Quantitative Analysis.

- Los diferentes **estudios de sensibilidad** llevados a cabo (griegas, gráficas, *Crystal Ball...*) permiten extraer diversas conclusiones. En primer lugar, la prima neta de la estrategia se ve influenciada principalmente por el precio del subyacente y por la volatilidad de este. Por otro lado, los incrementos en el precio del subyacente y el tipo de interés influyen positivamente en el valor de la estrategia cuando el precio del subyacente es superior a 24,50 €, mientras que los aumentos en dichas variables cuando el precio de las acciones es inferior perjudicará la posición. La volatilidad será beneficiosa para la estrategia a menos que dada la cotización del subyacente nos situemos en zona de máxima ganancia, donde no interesan oscilaciones del precio. En general, a medida que transcurre el tiempo hasta el vencimiento de las opciones, la posición va perdiendo valor, salvo que estemos en zona de beneficios, donde el transcurso del tiempo será beneficioso para la estrategia.

- Del **análisis del resultado en distintos escenarios** podemos derivar la siguiente recapitulación:
 - Para los **escenarios muy alcista, bajista y muy bajista** se logran buenos resultados con la estrategia, llegando a alcanzar el beneficio máximo (0,40€/acción) en varios de los días.

 - En cambio, en el **escenario alcista** la mayoría de los resultados son negativos. Resulta cuanto menos curioso que, dada la simetría del perfil de la estrategia, a la cual le favorecen tanto los incrementos como los descensos del precio del subyacente, obtenga buenos resultados en el escenario bajista mientras que en el escenario alcista no es rentable. Ello se explica porque estamos ante escenarios simulados y el descenso del precio del subyacente en el escenario bajista es mayor en términos porcentuales al incremento en el escenario alcista, lo que nos viene a indicar que sería necesaria una subida en el precio del subyacente mayor en este último escenario para sacar rentabilidad a la estrategia.

 - En el **escenario estable** en ningún día se obtiene resultado positivo, por lo tanto, en caso de baja volatilidad del precio del subyacente, la estrategia reportará pérdidas. Esto contrasta con la finalidad de la estrategia *Short Iron Condor*, que es obtener ganancias en escenarios de alta volatilidad del precio del subyacente.

Por lo que, como es lógico, si este último se mantiene estable hasta la fecha de vencimiento, la estrategia con opciones no reportará beneficios.

- En términos generales, las posiciones largas contribuyen en mayor medida a explicar el resultado alcanzado por la estrategia. A medida que el precio del subyacente es más elevado, aumenta la preponderancia de las *call*, mientras que cuando la cotización se reduce comienzan a tener mayor importancia las *put*.
- El **contraste de hipótesis** fue empleado para confirmar que es indiferente si la oscilación en el precio del subyacente se produce al alza o a la baja, pues la configuración de la *Short Iron Condor* permite obtener buenos resultados en ambos escenarios. Asimismo, se contrastó que, en caso de estimar que el precio del subyacente sólo variará en una dirección, se obtendrían mejores resultados invirtiendo únicamente en la opción individual correspondiente. Es decir, si se prevén fuertes incrementos en el subyacente, comprando la *call*, y si se prevé un importante descenso en la cotización, adquiriendo la *put*.

BLOQUE III. Conclusiones del trabajo con hoja de cálculo.

- La hoja de cálculo se ha mostrado como una herramienta imprescindible para el estudio de la estrategia, permitiendo, además del cálculo de diversas variables, múltiples análisis de sensibilidad, planteamiento de escenarios y la elaboración de gráficas que facilitan al lector la comprensión de los resultados obtenidos. A través de un uso intensivo de la misma se descubrieron nuevos recursos (barras de desplazamiento, tablas dinámicas avanzadas, *Crytal Ball*, etc.) y se mejoró el aprendizaje de otros ya conocidos previamente (tablas de datos, gráficos...).

En definitiva, la *Short Iron Condor* es una estrategia con opciones para inversores con experiencia dada su complejidad y pensada para contextos en los que se prevean fuertes oscilaciones, al alza o a la baja, en el precio del activo subyacente ya que sólo permite obtener beneficios, aunque limitados, cuando existe alta volatilidad.

Bibliografía

Castellanos, E. (2011). *Opciones y futuros de renta variable: Manual práctico*. España: BME.

Cohen, G. (2005). *The bible of options strategies: The definitive guide for practical trading strategies*. New Jersey: Pearson.

Crawford J. (2017). *The Iron Condor Options Strategy* en Learn to Trade for Profit. Recuperado el 15 de febrero de 2020 en:
«<https://www.learntotradeforprofit.com/the-iron-condor/>»

Doldán, F. (2003). *Dirección financiera de la Empresa*. Santiago de Compostela: Tórculo Artes Gráficas.

Elvira, Ó, & Puig, X. (2015). *Comprender los productos derivados: Futuros, opciones, productos estructurados, CAPs, floors, collars, CFDs...* Barcelona: Profit.

Hull, J. C. (2011). *Options, futures, and other derivatives*. Essex: Pearson.

Invertir en bolsa (2008). *Iron condor inverso. Manual Opciones Financieras: Iron Condors*. Recuperado el 13 de febrero de 2020 en:
«<https://www.hablandodebolsa.com/2008/06/iron-condor-inverso-estrategia-con-opciones-financieras-del-tipo-iron-condors.html?cn-reloaded=1>»

Kakushadze, Z. & Serur, J. (2019). *151 Estrategias de Trading*. España: publicado independientemente. pp. 17-18, 37. Recuperado el 13 de febrero de 2020 en:
«<https://arxiv.org/pdf/1912.04492.pdf>»

Pindado, J. (2012). *Finanzas empresariales*. Madrid: Paraninfo.

Piñeiro Sánchez, C., & De Llano Monelos, P. (2009a). *Dirección financiera: Un enfoque centrado en valor y riesgo*. Madrid: Delta.

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

Piñeiro Sánchez, C., & De Llano Monelos, P. (2011). *Finanzas empresariales: Teoría y modelos con hoja de cálculo*. Santiago de Compostela: Andavira.

Smith, C. (2008). *Option strategies: Profit-making techniques for stock, stock index, and commodity options*. Hoboken: John Wiley & Sons.