



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de  
fin de grado

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

Alejandro Rodríguez Loureiro

Tutor: Marcos Vizcaíno González

**Grado en Administración y dirección de empresas**  
Año 2016

# Resumen

Este trabajo tiene como objetivo principal analizar una estrategia de opciones llamada *straddle*, con el propósito de proporcionar un mayor conocimiento sobre las opciones financieras, adquirir destrezas en la búsqueda y tratamiento de información que permita mostrar la conveniencia de la utilización de esta estrategia en un contexto real, y servir de mejora en la utilización de la hoja de cálculo como herramienta adecuada de valoración financiera para la toma de decisiones. Se realiza un primer apartado de revisión bibliográfica sobre los aspectos más importantes de las opciones y de la estrategia elegida, haciendo especial hincapié en la prima y en los modelos que explican su cálculo, como el de Black-Scholes. En el segundo apartado se utilizan los cálculos del modelo anterior para obtener las primas de las opciones elegidas, se analizan las dos variantes del *straddle* de una forma práctica con datos reales, se incorpora una simulación para realizar un análisis de sensibilidad, y se incluye un análisis estadístico de los resultados. El tercer apartado muestra cómo se implementa el trabajo en la hoja de cálculo para la adecuación de esta herramienta para la elaboración de modelos financieros. El estudio concluye demostrando que la volatilidad juega un papel fundamental en esta estrategia, siendo necesaria su aparición en el *straddle* largo y su ausencia en el *straddle* corto.

*Palabras clave:* opciones financieras; Black-Scholes; *straddle*; griegas; volatilidad

*Número de palabras:* 11.362

# Summary

This study aims to analyze an investment strategy consisting on a combination of financial options known as straddle, in order to acquire a wider knowledge about financial derivatives, investigate how useful could be its use in a real situation, and improve capabilities regarding the use of a spreadsheet as a crucial tool for financial valuation. The study starts with a theoretical revision about the most important aspects related to financial options, focusing on the premium and the models that explain its theoretical value, like the Black-Scholes model. The second chapter offers an empirical examination of the selected strategy, analyzing the two straddle variations from an applied overview, developing a sensitivity analysis through simulation and carrying out a statistical analysis of the results. The third chapter shows how to use the spreadsheet to elaborate a prototype of a model that supports the decisions regarding the selected strategy. Finally, the study concludes that volatility is the essential component of this strategy, in so far as it is required to appear in the long straddle and it is required not to arise in the short straddle.

*Keywords:* financial options; Black-Scholes; *straddle*; greeks; volatility

# Índice de contenidos

<b>Introducción y objetivos.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Opciones financieras.....</b>	<b>11</b>
1.1    Concepto y características principales .....	11
1.2    Tipos de opciones por el derecho que incorporan .....	12
1.2.1    Opción de compra ( <i>call</i> ) .....	12
1.2.2    Opciones de venta ( <i>put</i> ) .....	13
1.3    El precio de la opción: La prima .....	15
1.3.1    Valor intrínseco y temporal.....	15
1.3.2    Factores que influyen en la prima.....	16
1.3.3    Modelo de Black-Scholes .....	17
1.3.3.1    Medidas de sensibilidad: Las griegas.....	18
1.3.3.2    La incorporación de los dividendos .....	19
1.3.4    El modelo binomial.....	20
1.4    Estrategias con opciones financieras. El <i>straddle</i> .....	21
1.4.1    Las griegas en el <i>straddle</i> .....	24
<b>2 . Análisis de casos.....</b>	<b>26</b>
2.1    Caso 1: <i>Straddle</i> largo.....	26
2.1.1    Descripción de los datos .....	26
2.1.2    Valoración de la estrategia .....	30
2.1.3    Análisis de sensibilidad con simulación .....	34
2.1.4    Resultados de la estrategia y contraste de hipótesis. Santander...	42
2.2    Caso 2: <i>Straddle</i> corto.....	45
2.2.1    Descripción de los datos .....	45
2.2.2    Valoración de la estrategia .....	48

2.2.3	Análisis de sensibilidad con simulación .....	51
2.2.4	Resultados de la estrategia y contraste de hipótesis. Gamesa.....	57
<b>3.</b>	<b>Implementación del trabajo en la hoja de cálculo .....</b>	<b>60</b>
	<b>Conclusiones .....</b>	<b>64</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>67</b>
	<b>Índice analítico.....</b>	<b>70</b>

# Índice de figuras

Figura 1: Opciones de compra.....	13
Figura 2: Opciones de venta.....	15
Figura 3: <i>Straddle</i> .....	22
Figura 4: <i>Straddle</i> largo y <i>straddle</i> corto .....	23
Figura 5: Las griegas en el <i>straddle</i> .....	25
Figura 6: Cotización de Santander .....	27
Figura 7: Porcentaje de volumen de opciones de Santander.....	28
Figura 8: Evolución de la prima de la <i>call</i> de Santander .....	28
Figura 9: Evolución de la prima de la <i>put</i> de Santander.....	29
Figura 10: Volatilidad de la <i>call</i> de Santander.....	29
Figura 11: Volatilidad de la <i>put</i> de Santander .....	30
Figura 12: Griegas del <i>straddle</i> largo de Santander.....	32
Figura 13: Representación gráfica del <i>straddle</i> largo de Santander.....	34
Figura 14: Distribuciones de probabilidad de las variables explicativas .....	35
Figura 15: Simulación; Delta Santander .....	36
Figura 16: Simulación; Gamma Santander .....	36
Figura 17: Simulación; Vega Santander .....	37
Figura 18: Simulación; Theta Santander.....	37
Figura 19: Simulación; Rho Santander .....	38
Figura 20: Simulación; prima del <i>straddle</i> largo de Santander.....	38
Figura 21: Gráfico de sensibilidad; Delta Santander .....	39
Figura 22: Gráfico de sensibilidad; Gamma Santander.....	39
Figura 23: Gráfico de sensibilidad; Vega Santander .....	40
Figura 24: Gráfico de sensibilidad; Theta Santander .....	40
Figura 25: Gráfico de sensibilidad; Rho Santander.....	41
Figura 26: Gráfico de sensibilidad; prima del <i>straddle</i> largo de Santander.....	41
Figura 27: Resultados del <i>straddle</i> largo .....	42
Figura 28: Cotización de Gamesa .....	45
Figura 29: Porcentaje de volumen de opciones de Gamesa.....	46
Figura 30: Evolución de la prima de la <i>call</i> de Gamesa .....	46
Figura 31: Evolución de la prima de la <i>put</i> de Gamesa.....	47

Figura 32: Volatilidad de la <i>call</i> de Gamesa.....	47
Figura 33: Volatilidad de la <i>put</i> de Gamesa .....	48
Figura 34: Griegas del Straddle corto de Gamesa .....	49
Figura 35: Representación gráfica del <i>straddle</i> corto de Gamesa.....	50
Figura 36: Simulación; Delta Gamesa .....	51
Figura 37: Simulación; Gamma Gamesa .....	51
Figura 38: Simulación; Vega Gamesa .....	52
Figura 39: Simulación; Theta Gamesa.....	52
Figura 40: Simulación; Rho Gamesa .....	53
Figura 41: Simulación; prima del <i>straddle</i> corto de Gamesa.....	53
Figura 42: Gráfico de sensibilidad; Delta Gamesa .....	54
Figura 43: Gráfico de sensibilidad; Gamma Gamesa.....	54
Figura 44: Gráfico de sensibilidad; Vega Gamesa .....	55
Figura 45: Gráfico de sensibilidad; Theta Gamesa .....	55
Figura 46: Gráfico de sensibilidad; Rho Gamesa.....	56
Figura 47: Gráfico de sensibilidad; prima del <i>straddle</i> corto de Gamesa .....	56
Figura 48: Resultados del <i>straddle</i> corto .....	57
Figura 49: Índice del modelo.....	60
Figura 50: Uso de tablas dinámicas.....	61
Figura 51: Entrada de datos en la hoja de cálculo .....	62
Figura 52: Resultados y puntos críticos en hoja de cálculo.....	62
Figura 53: Zona de gráficos en hoja de cálculo .....	63

# Índice de tablas

Tabla 1: Resumen de los tipos de opciones .....	15
Tabla 2: Las griegas en el modelo de Black-Scholes con dividendos .....	20
Tabla 3: Datos del <i>straddle</i> largo de Santander .....	30
Tabla 4: Efecto de los dividendos de Santander .....	31
Tabla 5: Equivalencia anual; Capitalización continua .....	31
Tabla 6: Prima y datos críticos del <i>straddle</i> largo de Santander .....	32
Tabla 7: Medidas de estadística. <i>Straddle</i> largo .....	43
Tabla 8: Contraste de igualdad de varianzas. Noticia Santander .....	44
Tabla 9: Contraste de igualdad de medias. Noticia Santander.....	44
Tabla 10: Datos del <i>straddle</i> corto .....	48
Tabla 11: Prima y datos críticos del <i>straddle</i> corto de Gamesa .....	48
Tabla 12: Medidas de estadística descriptiva. <i>Straddle</i> corto .....	57
Tabla 13: Datos contraste de hipótesis. <i>Straddle</i> corto Gamesa.....	58



# Introducción y objetivos

Las exigencias cambiantes de la sociedad y la globalización de la economía financiera han otorgado una gran repercusión a una compleja clase de instrumentos denominados derivados financieros. Autores como Hull (2011) los definen como un tipo de instrumento financiero cuyo valor depende del precio de un activo en el mercado. Otros autores, como Piñeiro Sánchez y de Llano Monelos (2010) hablan sobre las finalidades de estos instrumentos. Así, puede utilizarse con una finalidad especulativa, que persigue la maximización de la rentabilidad. También pueden emplearse para hacer diversificación, tratando el derivado como un activo más que diversifica el riesgo en una cartera. Además, se pueden emplear para hacer arbitraje, obteniendo beneficio por la compra y venta de un activo a precios desequilibrados. Y, finalmente, pueden emplearse como instrumentos de cobertura ante el riesgo. La importancia relativa de cada una de estas finalidades ha ido mutando paulatinamente, y este cambio ha tenido su punto más álgido con la crisis financiera iniciada en 2007. Los cambios de mentalidad acontecidos en la sociedad como respuesta a la crisis provocan una mayor búsqueda de la cobertura o protección del riesgo, frente a la maximización de la rentabilidad, la diversificación o la búsqueda del arbitraje.

Entre los distintos tipos de derivados, las opciones financieras son de los más populares. Una opción otorga a su poseedor el derecho, que no la obligación, de comprar o vender un activo a un precio pactado en una fecha o período de tiempo determinado. Siguiendo a Cohen (2005), una de las principales características de estos contratos es su flexibilidad que permite, entre otros aspectos, que las opciones puedan utilizarse tanto de forma individual como de forma colectiva mediante combinaciones de las mismas que crean una gran amalgama de posibilidades. Entre estas combinaciones se pueden encontrar estrategias de tendencia, que son conocidas por limitar tanto las pérdidas como los beneficios potenciales, con el propósito de abaratar el coste y minimizar el riesgo de la operación de forma

simultánea. Otro tipo de combinaciones que se pueden realizar son las estrategias de volatilidad. En esta categoría se encuentran estrategias que se benefician en mayor medida de una variación unidireccional del precio, como es el caso del *strap* o *strip*. También existen otras de carácter más neutral que precisan de variación en el precio de un activo en cualquier dirección, como es el caso del *guts*, *strangle* o *straddle*.

El objetivo principal de este trabajo es precisamente el análisis de una de estas estrategias de opciones, en concreto y siguiendo instrucciones del tutor de este estudio, la estrategia elegida es el *straddle*. El análisis de esta estrategia se realiza con varios propósitos, incluyendo ampliar y consolidar los conocimientos sobre el área de opciones financieras, con especial atención a los modelos de valoración, que permiten conocer las variables relevantes y las medidas de sensibilidad. Al mismo tiempo también se pretende adquirir destreza en la búsqueda, tratamiento e interpretación de datos reales, con el objetivo de realizar una aplicación práctica del *straddle* que incluya una reflexión adecuada sobre la conveniencia de su utilización en un contexto real. Finalmente, con este estudio también se busca una mejora y perfeccionamiento en el uso de la hoja de cálculo, con la finalidad de establecer una correcta organización de la información que facilite la presentación de resultados y la extracción de conclusiones de índole financiera.

El trabajo se estructura en una primera parte teórica que permite una comprensión intuitiva de las opciones y la estrategia a tratar, una segunda parte de aplicación práctica de los conocimientos anteriores con datos reales, una tercera parte donde se expone como se realiza la implementación de los datos financieros en la hoja de cálculo y, finalmente, se presentan las conclusiones principales y las limitaciones del estudio.

# 1. Opciones financieras

## 1.1 Concepto y características principales

Pindado (2012) establece que una opción financiera es un contrato entre dos partes en el que una de ellas, denominada comprador o posición larga, tiene el derecho (pero no la obligación) de comprar o vender un activo a la otra parte, denominada vendedor o posición corta, en una fecha futura y a un precio pactado. Si el derecho es de compra el contrato se conoce como opción de compra o *call*; si el derecho es de venta el contrato se denomina opción de venta o *put*. El activo sobre el que trata la opción se conoce como subyacente, mientras que el precio al que se pacta el intercambio se denomina precio de ejercicio o *strike*. Si el comprador solo puede ejercer su derecho en una fecha concreta, denominada fecha de expiración o vencimiento, se dice que la opción es de tipo europeo; si, por el contrario, el comprador puede ejercer su derecho en cualquier momento hasta dicha fecha, la opción es de tipo americano. Para adquirir este derecho, el comprador debe entregar al vendedor una cantidad de dinero, conocida como prima de la opción, en el momento de la formalización del contrato. Con el cobro de la prima, el vendedor queda obligado a acatar la decisión tomada por el comprador cuando finalice la operación, tanto si este decide ejercer su derecho como si decide no ejercerlo.

Las opciones pueden negociarse en mercados organizados de tipo bursátil, como el Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF). No obstante, también pueden formalizarse al margen de estos mercados, en cuyo caso se dice que se negocian en mercados no organizados, también conocidos como *over the counter* (OTC). Como menciona Hull (2002), los mercados bursátiles tienen unas rigideces contractuales mayores que las de los mercados OTC, pero tienen la ventaja de ofrecer una mayor seguridad en las operaciones debido a su adecuada regulación.

## 1.2 Tipos de opciones por el derecho que incorporan

### 1.2.1 Opción de compra (*call*)

La opción de compra otorga a su portador el derecho (pero no la obligación) de adquirir un activo a un precio de ejercicio previamente pactado. Por ejemplo, si se considera una *call* con un precio de ejercicio de 8 u.m. y una prima de 0,75 u.m., el comprador o posición larga debe abonar la prima de 0,75 u.m. en el momento de formular el contrato. El comprador adquiere la opción de compra con el propósito de protegerse de la subida del precio del activo subyacente en el mercado. En la fecha de vencimiento pueden presentarse tres escenarios:

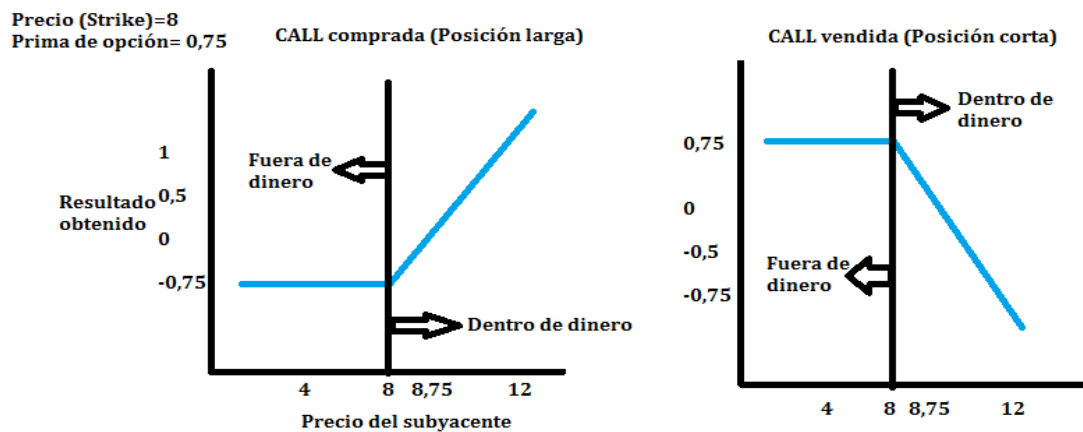
- Si el precio de mercado del activo es inferior al *strike* pactado al comprador no le interesa ejercer su derecho de compra ya que puede adquirir el activo más barato en el mercado; en este caso se dice que la opción está “fuera de dinero” o *out the money* (OTM).
- Si el precio de ejercicio es exactamente igual al precio de mercado del activo, al comprador le es indiferente ejercer o no la operación; se dice entonces que la opción está “en dinero” o *at the money* (ATM).
- Si el precio de mercado del activo es mayor que el precio de ejercicio, el comprador ejercerá su derecho de compra, ya que el subyacente está más caro en el mercado que mediante el contrato; se dice entonces que la opción está “dentro de dinero” o *in the money* (ITM).

Cabe destacar que para que el comprador obtenga beneficios no basta con que la opción se ejerza. El precio de mercado del activo debe aumentar por encima del *strike* y además compensar la prima abonada previamente. El punto en el que se compensa la prima es lo que se conoce como punto muerto y se calcula como la suma del precio de ejercicio más la prima ( $8 + 0,75$ ). En este punto los beneficios son nulos y serán potencialmente ilimitados para la posición larga a medida que el precio aumente por encima de esta cifra. La pérdida máxima que puede sufrir el comprador se da cuando la opción no se ejerce y esto ocurre cuando el precio de mercado del activo es menor que el precio de ejercicio pactado. En este caso el comprador perdería la prima

abonada previamente a la otra parte que coincidiría con su pérdida máxima (0,75 u.m.).

La contraparte del comprador es el vendedor o posición corta. El vendedor cobra la prima en el momento de formularse el contrato de la operación y queda obligado a acatar la decisión de la posición larga de ejercer o no. Su beneficio máximo es la prima abonada por el comprador, que obtiene si este no ejerce la opción. Sin embargo, su pérdida máxima es potencialmente ilimitada a medida que el precio de mercado del activo supera el punto muerto. En la Figura 1 se muestra un resumen de las dos posiciones, larga y corta, en una opción de compra.

**Figura 1: Opciones de compra**



*Fuente:* Elaboración propia

### 1.2.2 Opciones de venta (*put*)

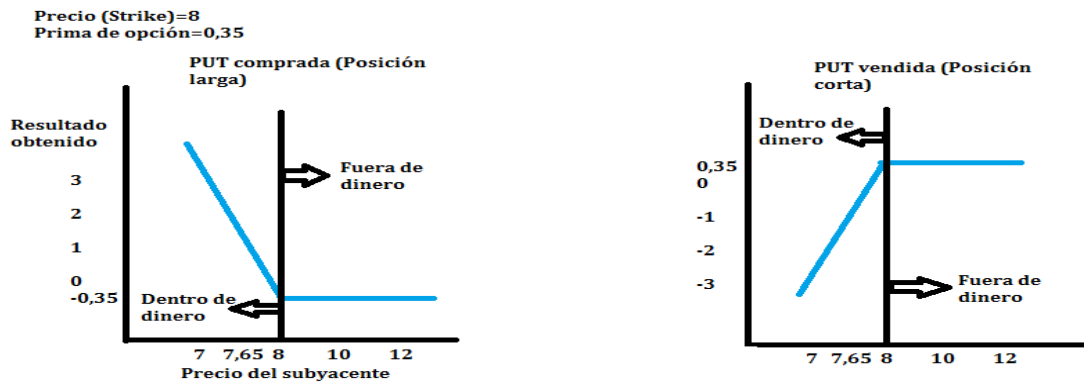
Una opción de venta otorga a su portador el derecho (pero no la obligación) de vender un activo a un precio de ejercicio pactado previamente. Si, por ejemplo, se considera una *put* con un precio de ejercicio de 8 u.m. y una prima de 0,35 u.m., el comprador de la opción o posición larga debe abonar la prima de 0,35 u.m. en el momento de formalizar el contrato. El comprador busca protegerse de reducciones en el precio del activo en el mercado con esta operación. En la fecha de vencimiento pueden presentarse tres situaciones:

- Si el precio de mercado del activo es superior al precio de ejercicio pactado, el vendedor no ejercerá la opción, ya que le interesa más enajenar el activo en el mercado; se dice entonces que la opción está “fuera de dinero” o *out the money* (OTM).
- Si el precio de ejercicio y el precio de mercado coinciden, en este caso al comprador le es indiferente ejercer o no la operación; se dice entonces que la opción está “en dinero” o *at the money* (ATM).
- Si el precio de mercado es inferior al precio de ejercicio establecido, al comprador le interesa ejercer la opción, ya que puede enajenar el activo a un precio mayor con la opción que en el mercado; se dice entonces que la opción está “fuera de dinero” o *out the money* (OTM).

Como sucedía en las opciones de compra, que la opción se ejerza es condición necesaria pero no suficiente para que el comprador obtenga beneficios. La posición larga obtendrá beneficios siempre y cuando el precio de mercado del activo sea inferior al punto muerto de la opción que, en el caso de las *put*, se calcula como el precio de ejercicio menos la prima ( $8 - 0,35$ ). En este punto el beneficio es nulo y las ganancias son potencialmente ilimitadas a medida que el precio desciende por debajo de esta cifra. La pérdida máxima para el comprador será la prima abonada previamente, cuando la opción no se ejerza.

La contraparte del comprador es el vendedor o posición corta. El vendedor cobra la prima abonada por la posición larga al formalizar el contrato y tiene la obligación de acatar su decisión. Su beneficio máximo es la prima abonada previamente por el comprador, cuando este no ejerce la opción; mientras que las pérdidas serán potencialmente ilimitadas a medida que el precio de mercado del activo disminuye por debajo del punto muerto. En la Figura 2 posterior se muestra un resumen de las dos posiciones en una opción de venta.

**Figura 2: Opciones de venta**



Fuente: Elaboración propia

A modo de recapitulación de los dos tipos de opciones y de sus respectivas posiciones se ofrece un resumen en la Tabla 1:

**Tabla 1: Resumen de los tipos de opciones**

	Prima	Aceptación	Expectativas	Beneficios máximos	Pérdidas máximas
Compra de Call	Paga	Derecho de compra	Alcista	Ilimitados	Limitadas (La prima)
Venta de Call	Ingresa	Obligación de vender	Bajista	Limitados (La prima)	Ilimitadas
Compra de Put	Paga	Derecho de vender	Bajista	Ilimitados	Limitadas (La prima)
Venta de Put	Ingresa	Obligación de comprar	Alcista	Limitados (La prima)	Ilimitadas

Fuente: Elaboración propia a partir de CNMV (2006)

## 1.3 El precio de la opción: La prima

### 1.3.1 Valor intrínseco y temporal

La prima de la opción tiene dos componentes principales: el valor intrínseco y el valor extrínseco, también conocido como valor temporal. Siguiendo el informe de la CNMV (2006), el valor intrínseco de la opción es el importe o plusvalía que se recibiría si la opción se ejerciera en el momento actual. De esta forma, en el caso de una opción de compra el valor intrínseco es la diferencia entre el precio de mercado y el precio de ejercicio del activo subyacente. Por el contrario, si se trata de una opción de venta, la plusvalía vendrá determinada por la diferencia entre el precio establecido en el contrato y el precio actual de mercado. Por lo tanto, para que una opción se ejerza es necesario que su valor intrínseco sea mayor que cero.

Por su parte, el valor temporal se define por el posible aumento de valor intrínseco que una opción puede experimentar a lo largo de su periodo de vigencia, y puede calcularse como la diferencia existente entre la prima de la opción y el valor intrínseco. Por tanto, el valor temporal depende del tiempo que reste hasta el vencimiento de la opción financiera, y a medida que la opción se acerca al vencimiento su valor temporal se va reduciendo.

En definitiva, la prima de una opción es la suma de dos elementos: valor intrínseco y valor temporal. Como el valor temporal se va reduciendo, la prima de una opción financiera acaba tendiendo a su valor intrínseco en el momento del vencimiento.

### 1.3.2 Factores que influyen en la prima

La prima de la opción es sensible a varios factores, entre los que cabe destacar los siguientes: el tiempo ( $t$ ), la volatilidad del activo subyacente ( $\sigma$ ), el precio del subyacente en el mercado ( $S$ ) y el tipo de interés ( $r$ ).

- Tiempo ( $t$ ). Tal como se explicó en el apartado anterior, el tiempo que reste hasta el vencimiento es una variable clave, siendo el valor temporal uno de los componentes de la prima.
- Volatilidad del activo subyacente ( $\sigma$ ). La volatilidad se puede cuantificar como la desviación típica del precio del activo, y para determinarla se pueden adoptar dos enfoques (Hull, 2011).
  - Volatilidad histórica, se calcula en base a una serie histórica de datos pasados.
  - Volatilidad implícita, que se calcula en base al precio de liquidación de cada contrato que publica diariamente el mercado.
- Precio del subyacente en el mercado ( $S$ ). El precio del subyacente en el mercado es relevante en relación con el precio de ejercicio pactado en el contrato. Así, la prima de una opción tendrá un valor mayor cuanto más dentro de dinero se sitúe.
- El tipo de interés ( $r$ ). El tipo de interés también se suele citar como otro de los factores influyentes, aunque ciertos autores como Castellanos Hernán (2011) establecen que su influencia es menor que la de otros factores.



### 1.3.3 Modelo de Black-Scholes

Black y Scholes (1973) crearon este modelo con la finalidad de calcular el precio teórico de la prima. Siguiendo a Piñeiro Sanchez y de Llano Monelos (2009), el modelo se basa en una ecuación diferencial que incorpora los distintos factores que influyen en el valor de la prima. El modelo se desarrolla en un contexto de capitalización continua. Así, y siguiendo a Pindado (2012), se parte del factor de capitalización que se usa en capitalización compuesta, siendo  $i$  el tipo de interés efectivo anual y  $n$  el número de periodos:

$$(1 + i)^n \quad (1)$$

El factor de capitalización anterior cumple la siguiente igualdad, siendo  $i_m$  el tipo de interés equivalente para periodos menores de un año y  $m$  la frecuencia de la capitalización:

$$(1 + i_m)^m = (1 + i) \quad (2)$$

El tipo de interés equivalente anterior se puede formular como el tipo de interés nominal de una operación dividido entre la frecuencia de la capitalización:

$$i_m = \left(\frac{J_m}{m}\right) \quad (3)$$

Con todo lo anterior, y generalizando para un período de  $n$  años, se obtiene la igualdad siguiente:

$$(1 + i_m)^{m*n} = \left(1 + \left(\frac{J_m}{m}\right)\right)^{m*n} \quad (4)$$

Si los periodos se reducen cada vez, la frecuencia de capitalización aumenta. En el límite cuando esta frecuencia tiende a infinito, la expresión queda como sigue:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \left(\frac{J_m}{m}\right)\right)^{m*n} = e^{ln(1+i_m)*n} \quad (5)$$

Este cálculo se puede simplificar como  $e^{r*n}$  siendo  $r$  el tipo de interés sin riesgo anual en capitalización continua que es necesario para la utilización de este modelo.

Siguiendo a Hull (2011), la formulación matemática de la ecuación de Black-Scholes es la siguiente:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (6)$$

La variable que hace referencia al valor teórico de la prima es  $f$ , cuyo valor se determina en función de los factores que influyen en su cálculo, ya citados anteriormente: tiempo ( $t$ ), volatilidad del activo subyacente ( $\sigma$ ), el precio del activo en el mercado ( $S$ ) y el tipo de interés continuo ( $r$ ). En su formulación original, este modelo tiene varias restricciones: únicamente sirve para opciones europeas, que no repartan dividendos y en condiciones de no arbitraje.

La solución de la ecuación es la siguiente, según se trate de la prima de una *call* ( $c$ ), o de una *put* ( $p$ ):

$$c = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \quad (7)$$

$$p = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(d_1) \quad (8)$$

En estas expresiones,  $N(x)$  es el término que hace referencia a una función de distribución normal.

Además, la prima de una *call* y una *put* sobre el mismo activo subyacente tienen que guardar una relación, que se conoce como paridad *put-call*, y que garantiza que no se pueda realizar arbitraje (Piñeiro Sanchez & de Llano Monelos, 2009):

$$c + Ke^{-rT} = p + S_0 e^{-qT} \quad (9)$$

### 1.3.3.1 Medidas de sensibilidad: Las griegas

Puesto que el valor de la prima depende de diversos factores, tiene interés considerar su sensibilidad ante variaciones en cada uno de esos factores. Partiendo de la ecuación de Black-Scholes, y calculando la derivada de la prima respecto a cada una de las variables influyentes, se obtienen unas medidas de sensibilidad que se representan por letras griegas. Siguiendo a Hull (2002), las principales griegas son las siguientes:

- **Delta** ( $\Delta$ ). Indica cómo cambia la prima cuando cambia el precio del activo subyacente. Su valor es positivo para una *call* y negativo para una *put*. Sus formulaciones matemáticas son  $N(d_1)$  para la *call* y  $N(d_1) - 1$  para la *put*.

- **Gamma** ( $\Gamma$ ). Indica cómo cambia Delta cuando cambia el precio del activo subyacente. Su valor es el mismo para una *call* y una *put*. La expresión para ambas es  $\frac{N'(d_1)}{S_0\sigma\sqrt{T}}$ .
- **Vega** ( $v$ ). Indica cómo cambia la prima cuando cambia la volatilidad del activo subyacente. Su valor es el mismo para una *call* y una *put*. La expresión que determina su valor es  $S_0\sqrt{T}N'(d_1)$ .
- **Theta** ( $\theta$ ). Indica cómo cambia la prima cuando cambia la variable tiempo ( $t$ ). La formulación de la *call* viene determinada por  $-\frac{S_0N'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rKe^{-rT}N(d_2)$  y la de la *put* es  $-\frac{S_0N'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} + rKe^{-rT}N(d_2)$ .
- **Rho** ( $\rho$ ). Indica cómo cambia la prima cuando cambia el tipo de interés ( $r$ ). Su valor es positivo para la *call* y negativo para una *put*. La expresión de la *call* es  $Ke^{-rT}N(d_2)$  y la de la *put* es  $-Ke^{-rT}N(-d_2)$ .

### 1.3.3.2 La incorporación de los dividendos

Siguiendo a Hull (2011), la incorporación de los dividendos en el modelo se puede hacer de dos formas. En primer lugar, si se trata de un dividendo discreto, se actualiza a la fecha de formalización del contrato empleando capitalización continua y se resta al precio del subyacente. En segundo lugar, si se trata de un dividendo continuo, se introduce una nueva variable en el modelo ( $q$ ), lo que hace que se modifiquen las fórmulas resultantes (Merton, 1973):

$$\frac{\partial f}{\partial t} + (r - q)S \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (10)$$

De la misma forma que en el modelo sin dividendos, de la ecuación anterior pueden obtenerse dos soluciones: la expresión (11) que hace referencia a la solución de una *call* y la expresión (12) que hace referencia a la solución de una *put*.

$$c = S_0e^{-qT}N(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2) \quad (11)$$

$$p = Ke^{-rT}N(-d_2) - S_0e^{-qT}N(d_1) \quad (12)$$

Finalmente, en el modelo con dividendos también se verifica la paridad *put-call*:

$$c + Ke^{-rT} = p + S_0 e^{-qT} \quad (13)$$

Por último, es preciso considerar que las letras griegas que se mencionaron anteriormente también sufren variaciones al introducir los dividendos en el modelo. La Tabla 2 resume sus expresiones matemáticas:

**Tabla 2: Las griegas en el modelo de Black-Scholes con dividendos**

Griega	Opción <i>call</i>	Opción <i>put</i>
Delta	$e^{-qT} N(d_1)$	$e^{-qT} [N(d_1) - 1]$
Gamma	$\frac{N'(d_1)e^{-qT}}{S_0\sigma\sqrt{T}}$	$\frac{N'(d_1)e^{-qT}}{S_0\sigma\sqrt{T}}$
Theta	$\frac{-S_0 N'(d_1)\sigma e^{-qT}}{2\sqrt{T} + qS_0 N(d_1)e^{-qT} - rKe^{-rT} N(d_2)}$	$\frac{-S_0 N'(d_1)\sigma e^{-qT}}{2\sqrt{T} - qS_0 N(d_1)e^{-qT} + rKe^{-rT} N(-d_2)}$
Vega	$S_0\sqrt{T} N'(d_1)e^{-qT}$	$S_0\sqrt{T} N'(d_1)e^{-qT}$
Rho	$Ke^{-rT} N(d_2)$	$-Ke^{-rT} N(-d_2)$

Fuente: Elaboración propia a partir de Hull (2011)

### 1.3.4 El modelo binomial

Otro modelo que se utiliza para determinar el valor teórico es de la prima es el conocido como binomial o CRR, en referencia a los autores Cox, Rox y Rubinstein. Siguiendo a Pindado (2012), el modelo se asienta sobre las siguientes hipótesis.

- Se supone que el plazo hasta el vencimiento de la opción está dividido en un determinado número de intervalos de tiempo con amplitud constante de forma que el precio del activo subyacente solo cambia al finalizar cada uno de ellos.
- El precio solo puede cambiar alcanzando uno entre dos posibles valores al final de cada periodo. El valor vendrá determinado por la expresión  $S_i = S_{i-1} \times u$  cuando se tiene una expectativa alcista del precio, siendo el coeficiente  $u > 1$ . Por el contrario, vendrá determinado por la expresión  $S_i = S_{i-1} \times d$  si se suponen expectativas bajistas del precio, siendo el coeficiente  $d < 1$ .

La principal ventaja de este modelo radica en que su cálculo es relativamente sencillo en comparación a la complejidad matemática del modelo de Black-Scholes. Otra ventaja a tener en cuenta es que su utilización sirve tanto para opciones europeas como americanas.

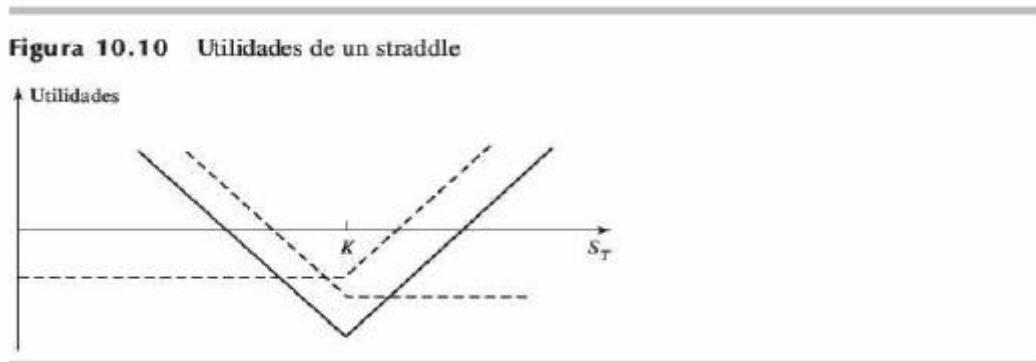
En caso de reparto de dividendos y siguiendo a Pindado (2012), al construir el primer árbol binomial se restará el dividendo previsto a todos los posibles valores del activo subyacente en el periodo correspondiente. Una vez construido el árbol, el método se aplica de manera similar al caso en el que no existe reparto de dividendos.

## 1.4 Estrategias con opciones financieras. El *straddle*

Siguiendo a Cohen (2005), dentro de los distintos tipos de estrategias que surgen como combinaciones de opciones, el *straddle* pertenece a las llamadas estrategias de volatilidad. Este tipo de estrategias son aquellas en las que se puede obtener beneficio cuando el precio del activo subyacente se mueve, tanto al alza como a la baja. Lo más interesante es que no importa la dirección en que se mueve el precio, simplemente debe existir una variación que sea suficiente para compensar el importe de las primas.

El *straddle* es una de las combinaciones más populares, ya que su mecánica es sencilla de comprender de forma intuitiva. Un agente debe adquirir una opción de compra (posición larga en una *call*) y adquirir una opción de venta (posición larga en una *put*) sobre el mismo activo subyacente, con el mismo precio de ejercicio y la misma fecha de vencimiento. El término *straddle* que se utiliza para nombrar esta estrategia es un vocablo que se toma del inglés, y cuyo uso es considerado frecuente en el ámbito del español financiero por diversos autores, entre los que cabe citar a Castelo Montero (2003).

En la Figura 3 se pueden observar los componentes de esta estrategia, y además se muestra la línea de resultados que genera la estrategia combinada.

**Figura 3: Straddle**

Fuente: Hull (2002, pág. 420)

Así, un *straddle* es adecuado cuando un inversor espera una variación importante en el precio de un activo, pero no conoce en qué dirección ocurrirá. A modo de ejemplo, se considera un inversor que supone que el precio de una acción, que está valorada actualmente en el mercado a un precio de 69 u.m., sufrirá una variación significativa en los próximos tres meses, pero no conoce la dirección de esta variación. El inversor opta por realizar un *straddle* al adquirir una *call* y una *put* con un *strike* de 70 u.m. y una fecha de vencimiento a tres meses en ambas opciones. Se considerará también que la opción de compra tiene una prima de 4 u.m. y la opción de venta tiene una prima de 3 u.m. Para entender el funcionamiento de esta estrategia, se pueden considerar distintos escenarios:

- Si el precio de la acción permanece inalterado en 69 u.m., la estrategia tiene un coste para el agente de 6 u.m.. Esto se debe a que se requiere una inversión inicial en concepto de primas abonadas de 7 u.m. La opción de compra vence sin valor, ya que es más asequible adquirir en el mercado que mediante el contrato, y la opción de venta vence con un valor intrínseco de 1 u.m., que resultan insuficiente para compensar las primas. ( $-3-4+1 = -6$  u.m).
- Si el precio de la acción aumenta a 70 u.m, la estrategia supone un coste de 7 u.m. Es indiferente ejercer o no las dos opciones, y en cualquier caso se pierden las dos primas abonadas al comienzo de la operación (7 u.m.)
- Si el precio de la acción aumenta hasta 90 u.m., se obtiene un beneficio de 13 u.m. Se ejerce la opción de compra, ya que es mucho más asequible adquirir el activo mediante el contrato que a través del mercado. La opción de venta no se

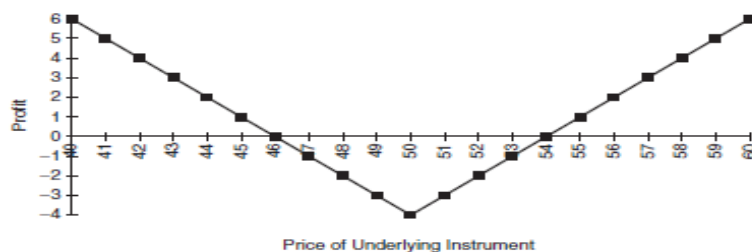
ejerce, pero los beneficios obtenidos con la opción de compra como consecuencia de la alta volatilidad del precio al alza hacen que se compense el abono inicial de las primas y se obtengan beneficios (20 - 7 = 13 u.m.).

- Si el precio de la acción se reduce considerablemente hasta 55 u.m., se obtiene un beneficio de 8 u.m. La opción de venta se ejerce, ya que se genera un beneficio mayor vendiendo el activo mediante el contrato que en el mercado. La opción de compra no se ejerce, pero la alta volatilidad a la baja y los beneficios que genera la opción de venta provocan que se compense el abono inicial de las primas y se puedan obtener beneficios (15 - 7 = 8 u.m.).

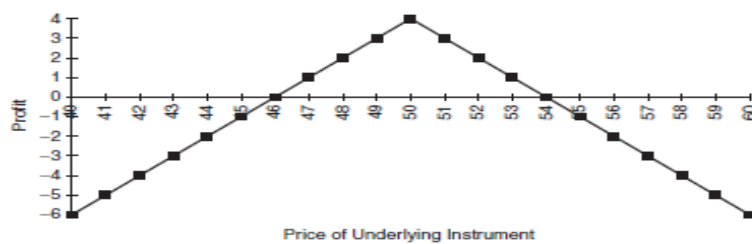
En resumen, cuando el precio del activo subyacente se vuelve lo suficientemente volátil para compensar las primas abonadas previamente es cuando se comienzan a obtener beneficios con esta estrategia.

Todo lo que se acaba de explicar hace referencia a la posición larga en un *straddle* (*long straddle*), llamada así precisamente por las posiciones largas de las opciones que lo forman. Sin embargo, y de la misma forma que con las opciones básicas, se puede asumir una posición corta con esta estrategia. En la Figura 4 se visualizan el *straddle* largo y corto.

**Figura 4: *Straddle* largo y *straddle* corto**



**FIGURE 21.1** Long Straddle



**FIGURE 21.2** Short Straddle

Fuente: Smith (2008, pág. 250)

La posición corta se utiliza precisamente cuando se espera que el precio del activo subyacente se mantenga sin volatilidad. Su operativa es, por lo tanto, la contraria de la vista en la posición anterior. En primer lugar, para su utilización es preciso enajenar una *call* y una *put* o lo que es lo mismo, adoptar una posición corta en ambas opciones. Solamente se obtendrán beneficios si el precio se mantiene estable en el entorno del precio de ejercicio. El *straddle* corto genera liquidez inmediata debido a las primas recibidas. Sin embargo, a medida que aumenta la volatilidad del precio del activo subyacente los beneficios obtenidos por las primas se acaban diluyendo y las pérdidas se vuelven potencialmente ilimitadas.

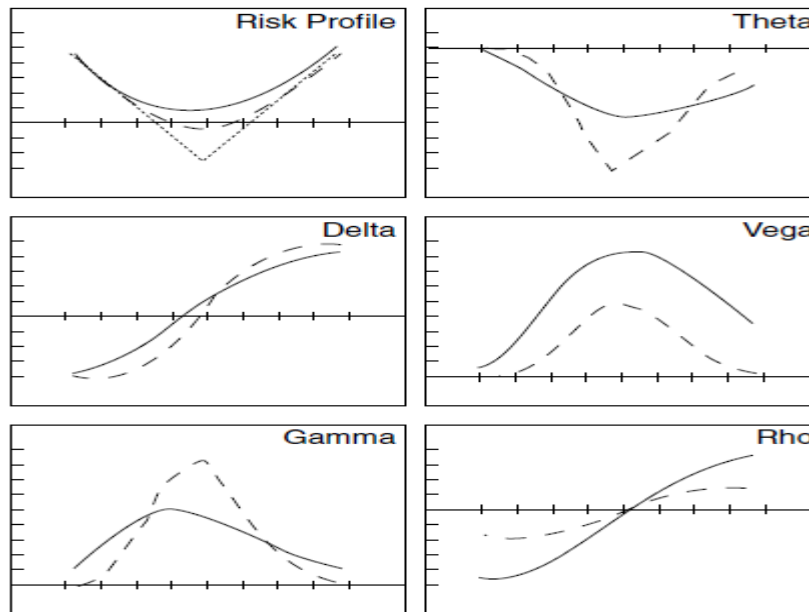
En resumen, el *straddle* largo obtiene beneficios con la aparición de la volatilidad en cualquier dirección, siempre y cuando esta sea lo suficientemente elevada para compensar las primas abonadas previamente. Su utilización puede ser adecuada cuando se sospecha que van a ocurrir sucesos económicos o financieros importantes pero se desconoce en qué sentido será la reacción del mercado a los mismos. Por su parte, el *straddle* corto genera beneficios cuando la volatilidad del precio del activo es escasa. Su utilización es adecuada en momentos que se caracterizan por estabilidad en los precios tanto al alza como a la baja.

#### 1.4.1 Las griegas en el *straddle*

En este apartado se describe brevemente cómo es la sensibilidad de la prima en el *straddle* a los diversos factores que le afectan, con la ayuda de las griegas que se explicaron anteriormente (2005):



**Figura 5: Las griegas en el *straddle***



*Fuente:* Cohen (2005, pág. 125)

- Delta es creciente, teniendo un primer tramo negativo, cortando al eje alrededor del precio de ejercicio, siendo positiva a partir de entonces.
- Gamma es siempre positiva y cóncava, observándose un punto de inflexión alrededor del precio de ejercicio.
- Theta es siempre negativa y convexa, con un punto de inflexión alrededor del precio de ejercicio.
- Vega es siempre positiva y cóncava, observándose un punto de inflexión alrededor del precio de ejercicio.
- Rho es creciente, teniendo un primer tramo negativo, cortando al eje alrededor del precio de ejercicio, siendo positiva a partir de entonces.

## 2 . Análisis de casos

En esta segunda parte se realizará un análisis con datos reales de las dos variantes (larga y corta) de la estrategia explicada, para comprender su utilización en un contexto real. Se analizarán dos casos, uno para cada variante de la combinación.

### 2.1 Caso 1: *Straddle* largo

#### 2.1.1 Descripción de los datos

En este primer caso se llevará a la práctica la posición larga del *straddle*. Siguiendo las indicaciones del tutor, se utilizarán los datos de cotización de las acciones de la empresa Banco Santander. La estrategia es contratada el día 4 de enero de 2016 con una fecha de vencimiento situada el 18 de marzo del mismo año. La duración total es de 74 días. Las fuentes principales para la obtención de los datos son, en primer lugar, el Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF) (<http://www.meff.es/>), que permite conocer todas las operaciones que se han llevado a cabo con opciones financieras de Santander durante el horizonte temporal, y la página oficial de Infobolsa (<http://www.infobolsa.es/>), que otorga toda la información sobre la cotización y el volumen negociado de las acciones de Santander.

En particular, de MEFF se obtienen, entre otros, los siguientes datos sobre las opciones:

1. La fecha de la sesión.
2. Los datos principales de la opción. En concreto, si se trata de una *call* o una *put*, si es americana o europea, a qué empresa pertenece el activo subyacente, etc.
3. Precio de liquidación. Representa la prima o el precio de la opción.
4. Volatilidad. Representa la volatilidad implícita del subyacente.

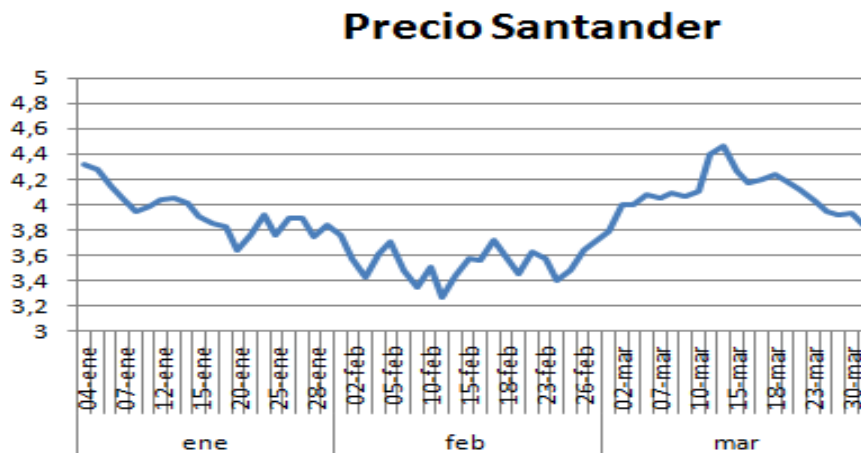
5. Delta. Como ya se comentó, indica cuánto cambia el valor de la prima cuando cambia el precio de la acción.
6. Volumen. Representa el número de opciones que se negocian a lo largo de cada día.
7. Número de operaciones. Es el número de agentes que están adquiriendo o enajenando opciones durante el día.

Por otro lado, los datos más importantes que ofrece Infobolsa son los siguientes:

1. Precio de cierre. Indica la cotización diaria del precio de cada acción.
2. Volumen. El volumen de acciones negociadas a lo largo del día.

Con Infobolsa se puede conocer que el día 4 de enero la acción de Santander cotiza en el mercado a un precio de 4,310 €. En la Figura 6 se muestra la evolución que ha seguido la cotización desde esa fecha a lo largo de todo el período analizado.

**Figura 6: Cotización de Santander**



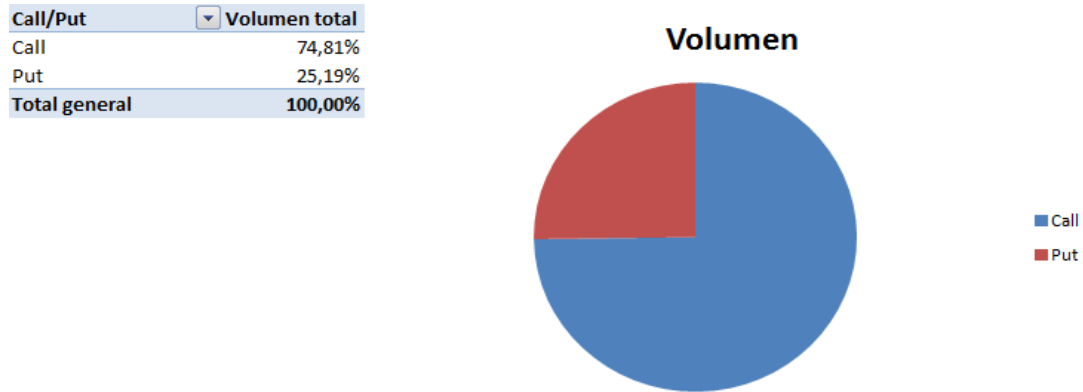
*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de Infobolsa

Para llevar a cabo la combinación se deben adquirir una *call* y una *put*, con el mismo precio de ejercicio y con la misma fecha de vencimiento. Según datos de MEFF, el 4 de enero de 2016 se puede adquirir una *call* y una *put* americanas con un *strike* de 4,30 € y una fecha de vencimiento situada el 18 de marzo.

En la Figura 7 se observa el porcentaje de volumen de opciones americanas de Santander con fecha de vencimiento el 18 de Marzo de 2016 y con *strike* de 4,3 € que

se han negociado desde el día 4 de enero. Se observa que el 74,81 % de las opciones son opciones de compra y el 25,19% son opciones de venta.

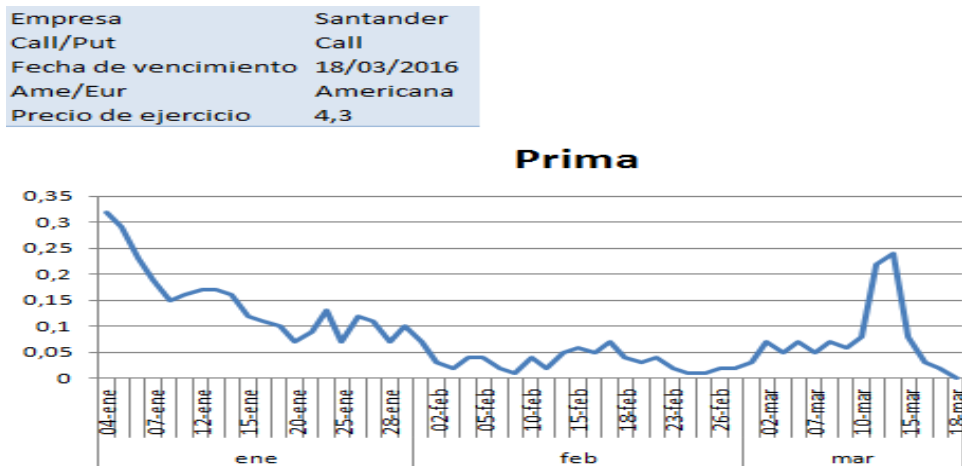
**Figura 7: Porcentaje de volumen de opciones de Santander**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

En las Figuras 8 y 9 se observa la evolución de los valores de las primas. El día 4 de enero sus importes eran de 0,32 € para la *call* y 0,24 € para la *put*.

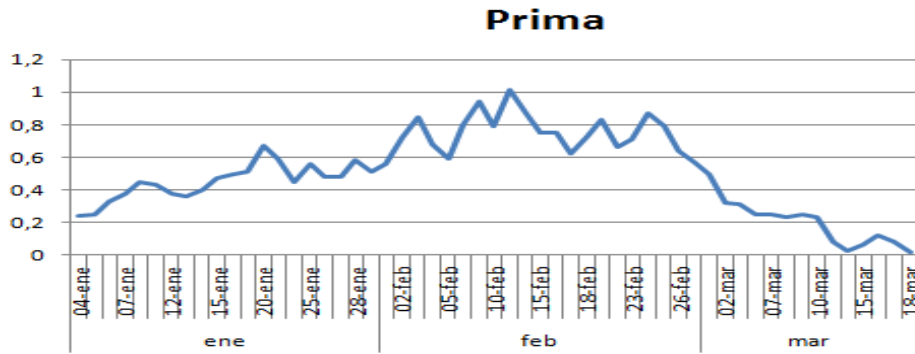
**Figura 8: Evolución de la prima de la *call* de Santander**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

**Figura 9: Evolución de la prima de la *put* de Santander**

Empresa	Santander
Call/Put	Put
Fecha de vencimiento	18/03/2016
Ame/Eur	Americana
Precio de ejercicio	4,3

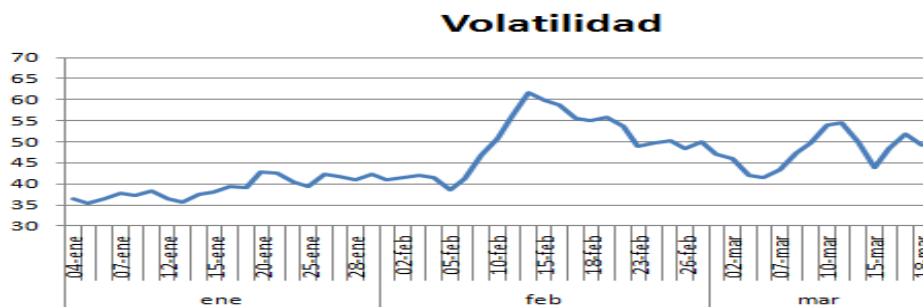


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de MEFF

A continuación, en las Figuras 10 y 11 se muestran las volatilidades implícitas, así como su evolución. El *straddle* es una estrategia de volatilidad, por lo tanto, será una variable fundamental. A día 4 de enero, la *call* tiene una volatilidad de 36,56 % y la *put* una volatilidad de 35,18 %.

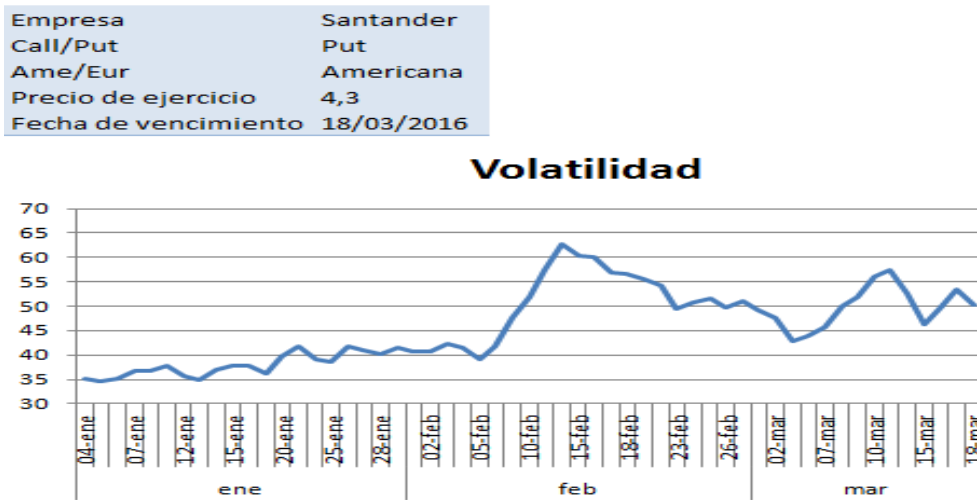
**Figura 10: Volatilidad de la *call* de Santander**

Empresa	Santander
Call/Put	Call
Ame/Eur	Americana
Precio de ejercicio	4,3
Fecha de vencimiento	18/03/2016



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de MEFF

**Figura 11: Volatilidad de la *put* de Santander**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

### 2.1.2 Valoración de la estrategia

Para llevar a cabo la combinación se han adquirido (posición larga) una *call* y una *put* con los parámetros descritos en el apartado anterior. El resumen de los datos se visualiza en la Tabla 3.

**Tabla 3: Datos del *straddle* largo de Santander**

	Opción 1	Opción 2	Combinación
Opción	Call	Put	Straddle Largo
Posición	Larga	Larga	
Precios de ejercicio	4,30 €	4,30 €	

*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

Es importante mencionar que el día 1 de febrero Santander reparte un dividendo a cuenta del ejercicio 2015 por un importe de 0,05 € por acción. Como se indicó anteriormente, su importe actualizado con capitalización continua disminuye el precio de cotización de Santander, tal como se muestra en la Tabla 4:

**Tabla 4: Efecto de los dividendos de Santander**

<i>Dividendo</i>	0,050000 €
<i>Fecha</i>	01/02/2016
<i>Tiempo (días)</i>	28
<i>Tiempo (años)</i>	0,07650273
<i>Dividendo actual.</i>	0,049779 €
<i>Subyacente s/div.</i>	4,260221 €

*Fuente:* Elaboración propia

La Tabla 4 muestra los datos del efecto de los dividendos. Desde que se contrató la estrategia (4 de enero) hasta el reparto del dividendo (1 de febrero) han pasado 28 días. En términos anuales han pasado 0,07650 años. Este último dato es necesario para realizar el cálculo de la capitalización continua. El otro dato necesario para el cálculo de esta capitalización es el tipo de interés sin riesgo. Autores como Castellanos Hernán (2011) utilizan el Euribor a 12 meses como tipo de interés sin riesgo. El Euribor se obtiene de la página oficial del Banco de España (<http://www.bde.es/webbde/es/estadis/infoest/tipos/tipos.html>). El día 4 de enero este tipo de interés se sitúa en 5,80%. Con los datos anteriores, se obtiene el dividendo actualizado a día 4 de enero por un valor de 0,049779€. Este importe disminuye el precio de la acción situándola ahora en 4,260221€.

En cuanto al tiempo hasta el vencimiento de la opción, el horizonte temporal completo es de 74 días. La equivalencia es de 0,2022 años, como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5: Equivalencia anual; Capitalización continua**

<i>Euribor (12M)</i>	5,80%
<i>Fecha contrato</i>	04/01/2016
<i>Fecha vencimiento</i>	18/03/2016
<i>Tiempo (días)</i>	74
<i>Tiempo (años)</i>	0,2022

*Fuente:* Elaboración propia

En lo que respecta a las opciones adquiridas, la *call* posee una volatilidad implícita del 36,56%. La *put* está acompañada de una volatilidad implícita del 35,18%. La prima de cada opción, según el modelo de Black-Scholes, será de 0,28 € para la *call* y 0,26 €

para la *put*. Finalmente, la prima total de la estrategia será la suma de las de ambas opciones, lo que crea un coste total para el *straddle* largo de 0,55 €.

En la Tabla 6 se muestra el coste en el que hay que incurrir para la realización de la estrategia. El 4 de enero de 2016 se desembolsan 0,55 €. En cuanto a los puntos muertos, si al precio de ejercicio (4,30 €) se le añade y se le resta el importe de la prima total (0,55 €) se obtienen los dos puntos donde se compensan las primas de ambas opciones (4,85 € y 3,75 €) y, por lo tanto, el beneficio es nulo.

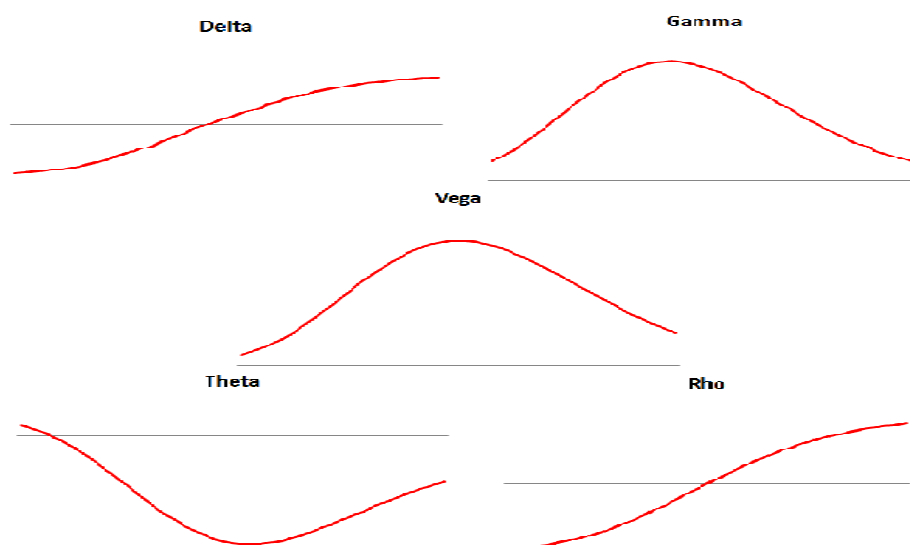
**Tabla 6: Prima y datos críticos del *straddle* largo de Santander**

	Opción 1	Opción 2	Combinación
Prima	-0,28 €	-0,26 €	-0,55 €
Punto muerto superior	4,58 €		4,85 €
Primo muerto inferior		4,04 €	3,75 €
Máximo beneficio	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Máxima pérdida	-0,28 €	-0,26 €	-0,55 €

*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

Los beneficios serán potencialmente ilimitados cuánto más aumente el precio por encima del punto muerto superior (4,85 €) o cuánto más disminuya por debajo del punto muerto inferior (3,75 €). Por otro lado, la máxima pérdida posible será el coste en el que se incurre para llevar a cabo el *straddle* largo, es decir, la prima de 0,55 €.

**Figura 12: Griegas del *straddle* largo de Santander**



*Fuente:* Elaboración propia



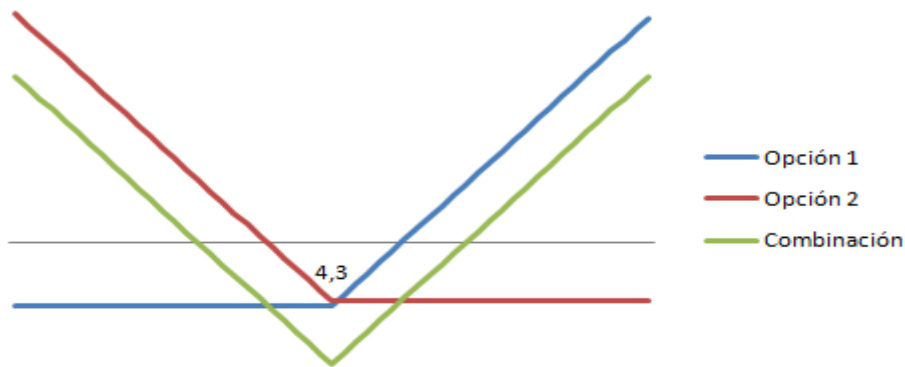
En la Figura 12 se observan los gráficos de las griegas para la estrategia:

1. Delta. Para valores bajos del precio del subyacente es negativa, lo que indica que aumentos del precio provocan disminuciones en el valor de la prima. Para valores altos del precio del subyacente es positiva, lo que indica que aumentos del precio provocan también aumentos en el valor de la prima.
2. Gamma. Siempre es positiva. Para valores bajos del precio del subyacente, sus aumentos generan aumentos del valor de Delta cada vez mayores. Para valores altos del precio del subyacente, sus aumentos generan aumentos de Delta cada vez menores.
3. Vega. Siempre es positiva. Para valores bajos del precio del subyacente, los aumentos de volatilidad generan aumentos del valor de la prima cada vez mayores. Para valores altos del precio del subyacente, los aumentos de volatilidad generan aumentos del valor de la prima cada vez menores.
4. Theta. Solo es positiva al principio. Para valores bajos del precio del subyacente, los aumentos del tiempo generan disminuciones del valor de la prima cada vez mayores. Para valores altos del precio del subyacente, los aumentos del tiempo generan disminuciones del valor de la prima cada vez menores.
5. Rho. Para valores bajos del precio del subyacente es negativa, lo que indica que aumentos del tipo de interés provocan disminuciones en el valor de la prima. Para valores altos del precio del subyacente es positiva, lo que indica que aumentos del tipo de interés provocan también aumentos en el valor de la prima.

En cuanto a sus cálculos, para obtener las griegas de una estrategia se suman las griegas de las opciones con posición larga y se restan las griegas de las opciones con posición corta. En el *straddle* largo, ambas opciones son posiciones largas, por lo tanto, la suma de las griegas de la *call* y la *put* conforma las griegas del *straddle* largo.

Finalmente, en la Figura 13 aparecen las dos opciones que conforman la estrategia así como la línea verde de resultados de la combinación. La línea azul hace referencia a la *call* y la línea roja a la *put*. El pico inferior hace referencia al precio de ejercicio que se ha fijado en 4,3 €.

**Figura 13: Representación gráfica del *straddle* largo de Santander**



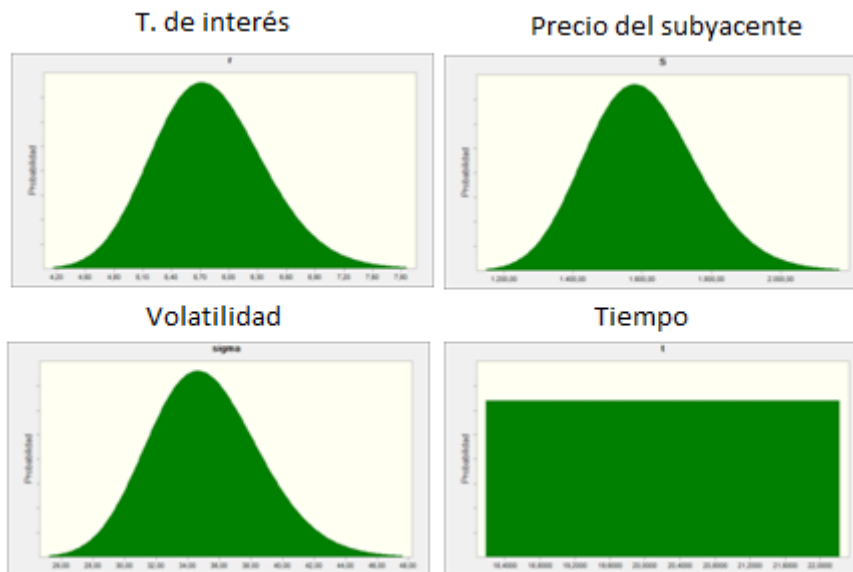
*Fuente:* Elaboración propia

### 2.1.3 Análisis de sensibilidad con simulación

Se hace imprescindible realizar un análisis de escenarios que permita conocer los resultados obtenidos durante un número elevado de pruebas y obtener conclusiones sobre las mismas. Con la ayuda de la hoja de cálculo se ha realizado un análisis de 5.000 escenarios. Para llevarlo a cabo, se han separado las variables explicativas de la estrategia (precio del subyacente, tipo de interés, volatilidad y tiempo) de las variables explicadas (prima y griegas) para conocer los resultados más probables y ver de qué manera influyen las primeras en las segundas.

Antes de realizar la simulación es preciso especificar las distribuciones de probabilidad que siguen cada una de las variables explicativas.

**Figura 14: Distribuciones de probabilidad de las variables explicativas**



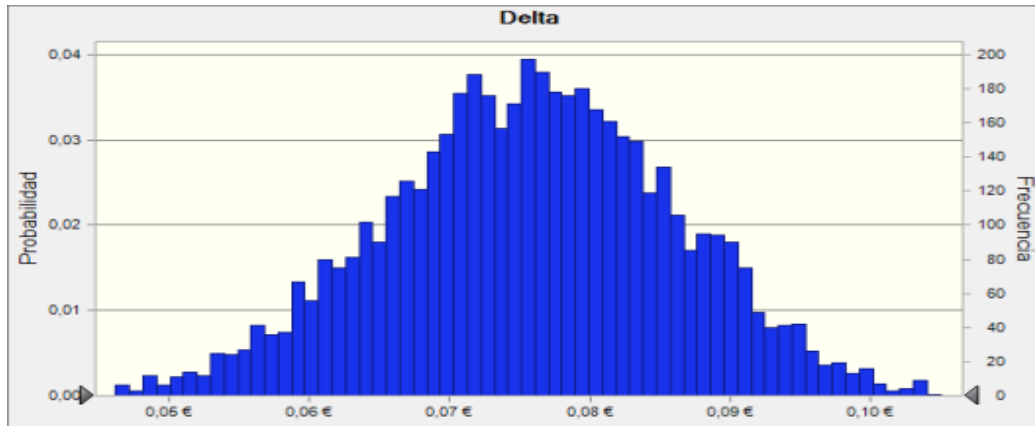
*Fuente:* Elaboración propia

En la Figura 14 se muestran las diferentes distribuciones de probabilidad. Siguiendo a Geske (1978) se asume que el precio de mercado de la acción sigue una distribución logarítmico normal. Asimismo, la volatilidad sigue una distribución logarítmico normal siguiendo a Pierre-Fouque, Papanicolau y Sircar (2000). Además, el tipo de interés también sigue la misma distribución, siguiendo a Black y Karasinski (1991). Por su parte, el tiempo sigue una distribución uniforme siguiendo a Jeong, Kim y Wee (2009).

Para poder realizar la simulación es preciso realizar algunos ajustes previos. En primer lugar, los precios de ejercicio de ambas opciones están en función del precio de mercado de la acción en la simulación. La razón es que si se pretende analizar correctamente la estrategia, el precio de ejercicio debe guardar una relación con el precio del subyacente para no salirse de las premisas de la misma, y ello es así porque el precio de la acción de Santander en el mercado es el que determina el precio de ejercicio que se elige para la estrategia. En segundo lugar, la volatilidad de una opción se establece en función de la volatilidad de la otra. Esto se realiza ya que ambas opciones versan sobre el mismo subyacente.

A continuación, se explican los resultados de la simulación para las variables explicadas del modelo.

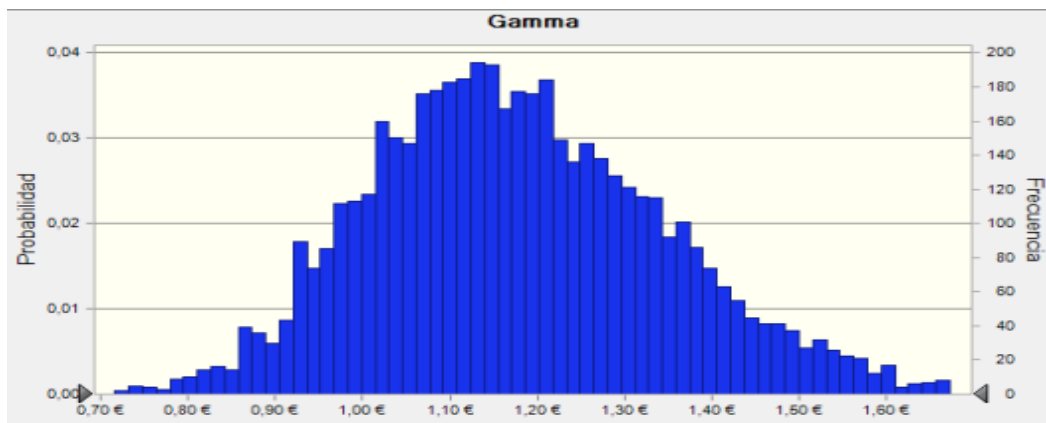
**Figura 15: Simulación; Delta Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

Los valores de Delta se concentran en torno al valor 0,08. El rango completo de posibles resultados recorre desde el valor 0,03 hasta el valor 0,11.

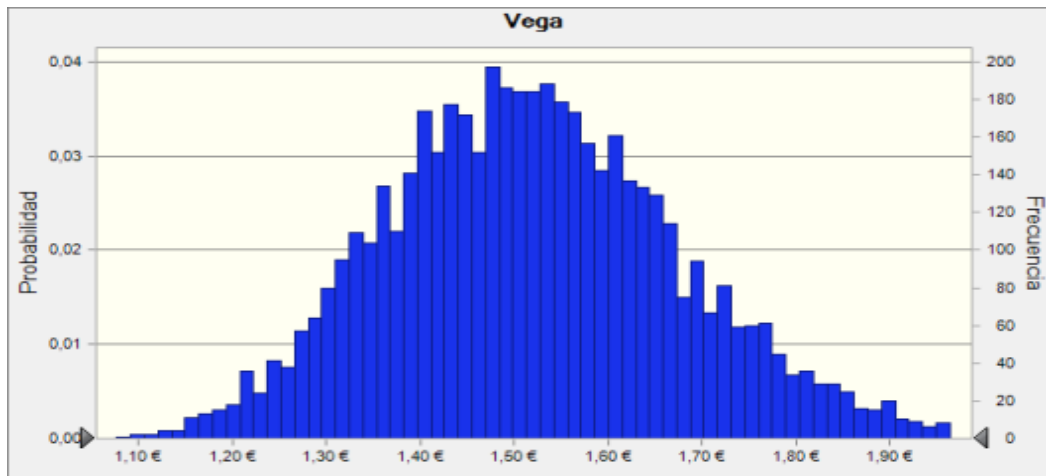
**Figura 16: Simulación; Gamma Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

Gamma se distribuye en torno al valor 1,15. El posible rango de resultados recorre desde el valor 0,72 hasta el valor 2,11.

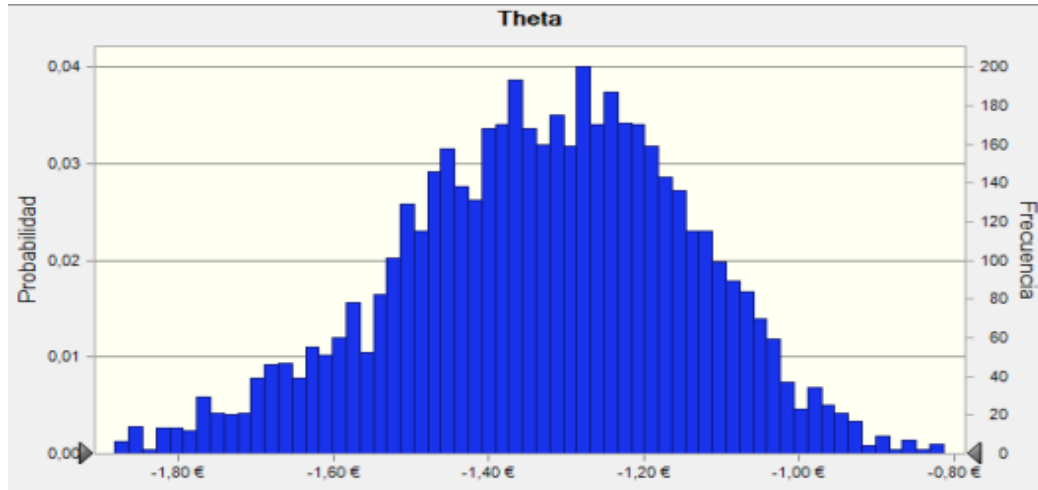
**Figura 17: Simulación; Vega Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

Vega se distribuye en torno al valor 1,52. El rango completo de resultados recorre desde el valor 1,05 hasta el valor 2,33.

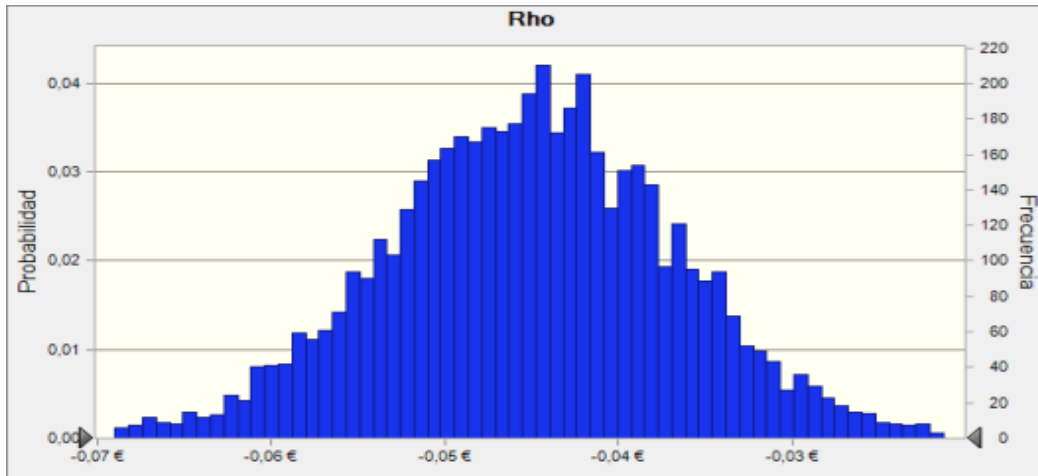
**Figura 18: Simulación; Theta Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

Theta se distribuye en torno al valor -1,34. El rango completo de resultados comienza en -2,14 y llega hasta el valor -0,81.

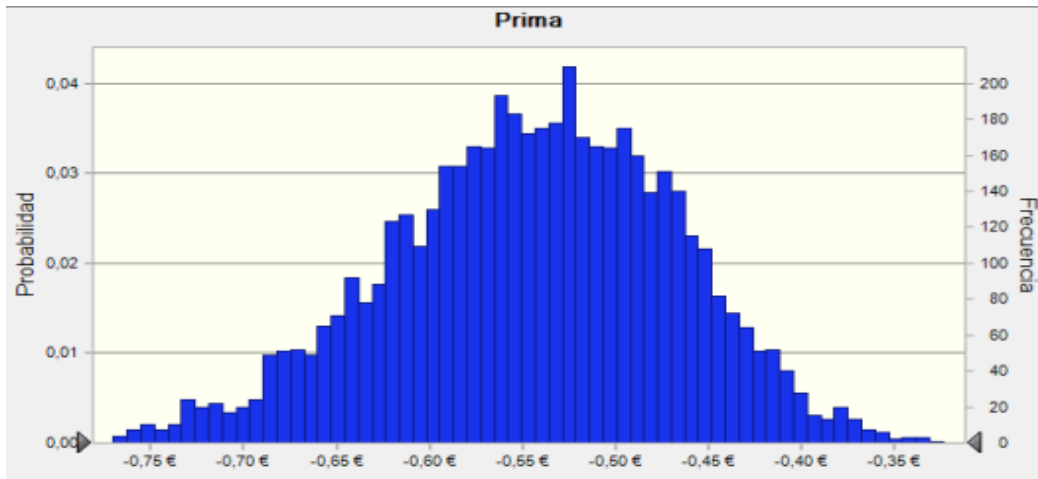
**Figura 19: Simulación; Rho Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

Rho se distribuye en torno al valor -0,05. El rango completo de resultados recorre desde -0,08 hasta -0,01.

**Figura 20: Simulación; prima del *straddle* largo de Santander**

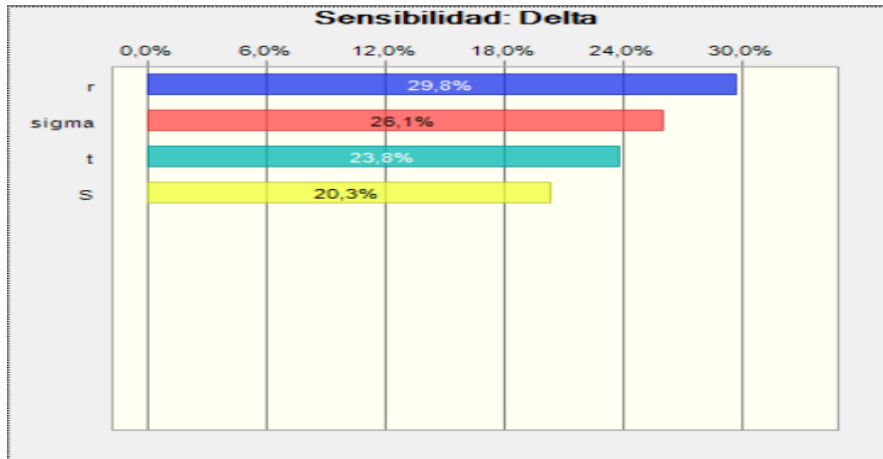


*Fuente:* Elaboración propia

Finalmente, la prima del *straddle* se distribuye en torno al valor -0,55. El posible rango de resultados recorre desde el valor -0,88 hasta el valor -0,30. Al tratarse de una estrategia con posiciones largas, es lógico que el rango de resultados del precio del *straddle* sea negativo en todo su recorrido, reflejando que se trata de un desembolso.

La simulación realizada también otorga información sobre la influencia que cada una de las variables explicativas tiene en las variables explicadas.

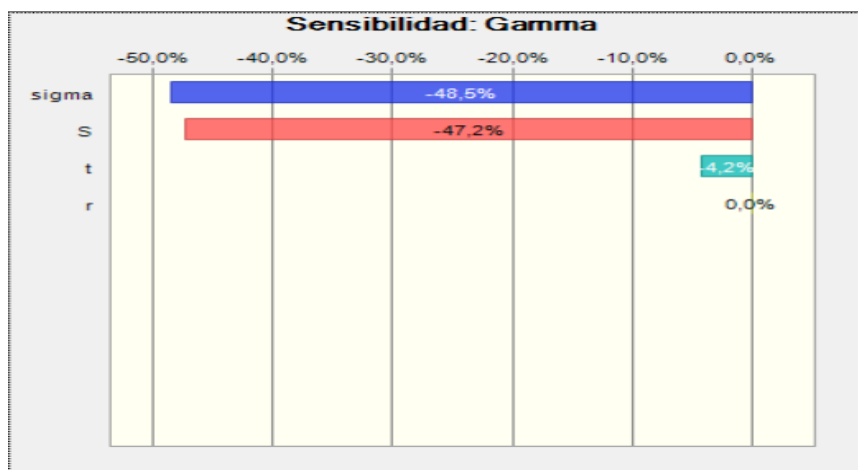
**Figura 21: Gráfico de sensibilidad; Delta Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

El tipo de interés es la variable con más influencia en Delta, ya que explica el 29,8% de su variación. Le sigue la volatilidad con un 26,1% de influencia, el tiempo con un 23,8% y, finalmente, el precio del subyacente, con una influencia del 20,3%. Es importante mencionar que todas las variables explicativas tienen una influencia con signo positivo en la variación de Delta.

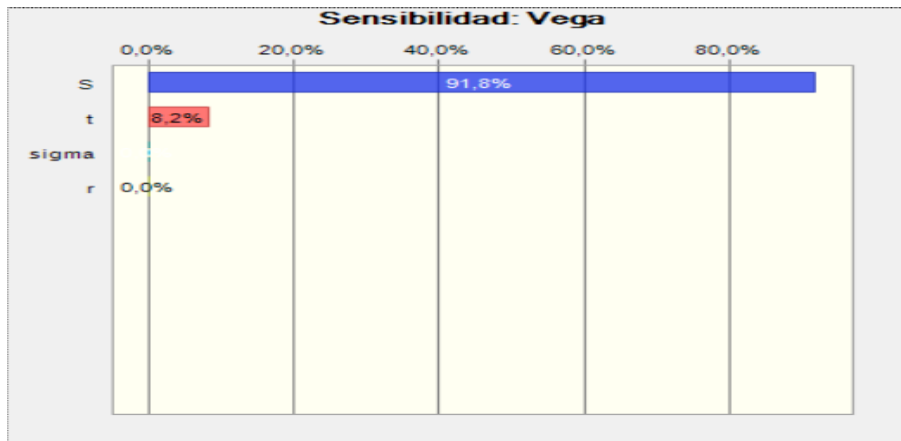
**Figura 22: Gráfico de sensibilidad; Gamma Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

En cuanto a Gamma, se puede ver claramente como la volatilidad, con un 48%, y el precio del subyacente, con un 47,2%, son las variables explicativas que influyen de manera más importante en la variable explicada. La influencia es con signo negativo en Delta, es decir, los aumentos o disminuciones de las variables explicativas anteriores provocan resultados contrarios en la variable que explican.

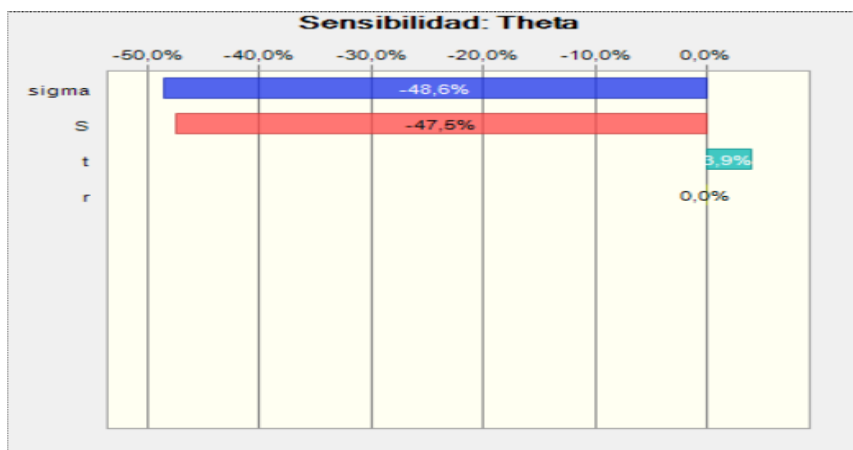
**Figura 23: Gráfico de sensibilidad; Vega Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

La variable que explica la mayor parte de la variación de Vega es el precio de la acción de Santander en el mercado, con un 91,8% y con signo positivo.

**Figura 24: Gráfico de sensibilidad; Theta Santander**

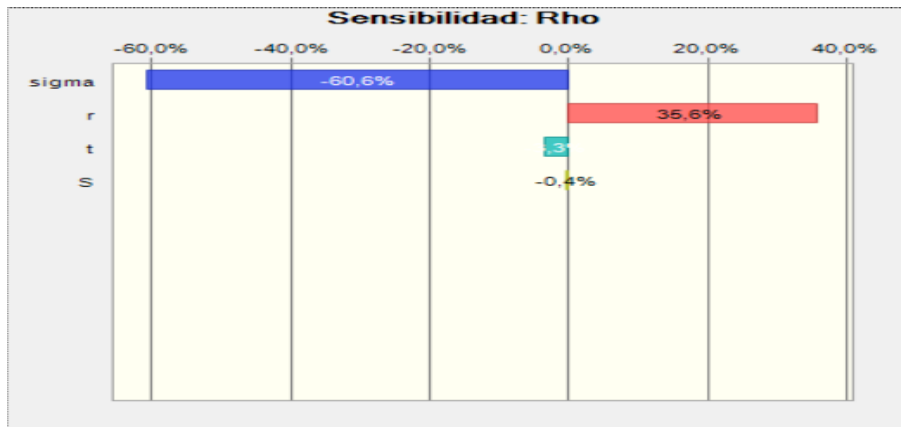


*Fuente:* Elaboración propia



Se observa que la volatilidad y el precio de la acción de Santander en el mercado explican la mayor parte de la variación de Theta. La volatilidad explica el 48,6% de la variación mientras que el precio del subyacente explica el 47,5%, ambas variables con influencia de signo negativo.

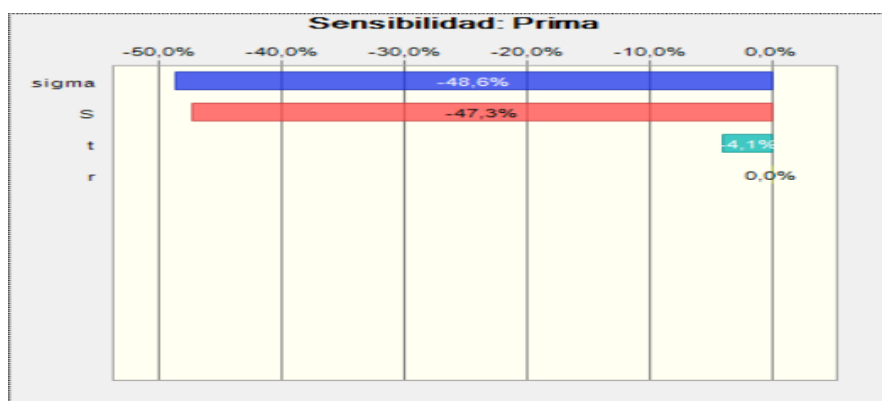
**Figura 25: Gráfico de sensibilidad; Rho Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

Las variables principales que explican la variación de Rho son la volatilidad con un 60,6% de forma negativa y, en segundo lugar, el tipo de interés, con un 35,6% de forma positiva.

**Figura 26: Gráfico de sensibilidad; prima del *straddle* largo de Santander**



*Fuente:* Elaboración propia

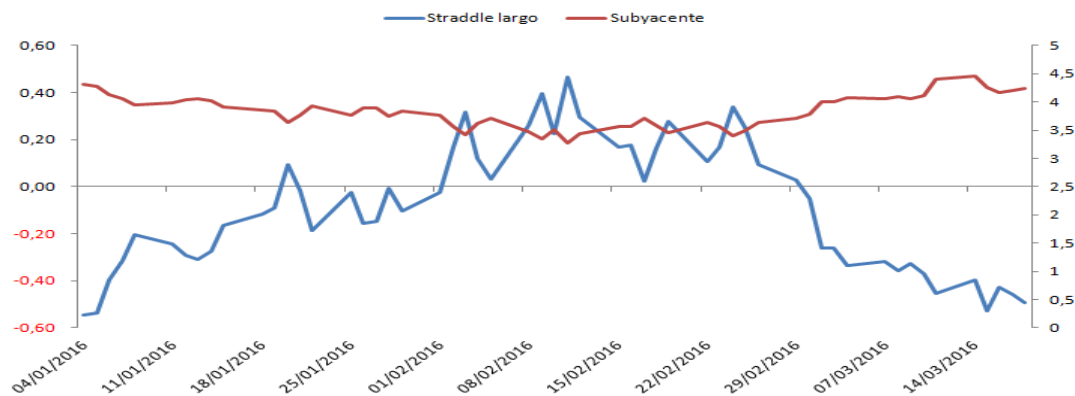
Finalmente, para la prima se observa que la volatilidad es la variable más influyente, ya que explica el 48,6% de la variación. En segundo lugar, el precio de mercado de la

acción de Santander explica el 47,3% de su variación. Ambas variables afectan con signo negativo.

## 2.1.4 Resultados de la estrategia y contraste de hipótesis. Santander

Al analizar la evolución del resultado del *straddle* largo y la evolución del precio de la acción durante el período analizado, se puede observar como el *straddle* largo genera beneficios cuando el precio del subyacente se aleja del *strike* de Santander de 4,30 €. Así pues, la volatilidad del precio tiene un papel fundamental en la estrategia.

**Figura 27: Resultados del *straddle* largo**



*Fuente:* Elaboración propia

Para completar el análisis realizado, en la Tabla 7 se muestran algunas medidas de estadística descriptiva relativas al resultado de la estrategia. Lo primero que merece mención es que el resultado ofrecido por la media es negativo e igual a -0,09, aproximadamente. Además, merece ser destacada la mediana, que es el centro físico de la distribución de valores y deja el 50% a ambos lados. Es decir, si el resultado es -0,103, el signo nos indica que en la distribución hay más valores negativos que positivos.

**Tabla 7: Medidas de estadística. *Straddle* largo**

<i>Straddle largo</i>	
Media	-0,09134545
Error típico	0,03676794
Mediana	-0,103
Moda	-0,025
Desviación estándar	0,27267836
Varianza de la muestra	0,07435349
Curtosis	-1,05518082
Coefficiente de asimetría	0,12473843
Rango	1,012
Mínimo	-0,546
Máximo	0,466
Suma	-5,024
Cuenta	55
Mayor (3)	0,338
Menor(3)	-0,527
Nivel de confianza(95,0%)	0,07371529

*Fuente:* Elaboración propia

La curtosis es la medida de dispersión de los datos atípicos. En otras palabras, si es positiva indica que los puntos máximos o mínimos de la estrategia han sido muy pronunciados con respecto a los valores normales. Si es negativa como en este caso se entiende que los valores extremos no se han caracterizado por una variación muy fuerte.

En cuanto al coeficiente de asimetría, su valor positivo muestra que cuando los resultados son positivos, estos alcanzan cifras más pronunciadas que los resultados negativos.

La última casilla indica el valor con el que se puede construir el intervalo de confianza del modelo, el cual se realiza con la resta y la suma de este valor a la media. La probabilidad de que el resultado de la estrategia pertenezca al siguiente intervalo es del 95%:  $(-0,165055 ; -0,017635)$ .

A continuación, se estudia si la existencia de noticias relacionadas con Santander durante el horizonte temporal analizado afecta a los resultados obtenidos. Para demostrarlo se utilizará una noticia de (Invertia) publicada el día 28 de enero de 2016 donde se informa que las perspectivas próximas de Santander para el precio de sus acciones no son favorables según su patrón técnico. Para la realización del análisis se acude a los contrastes de hipótesis. El uso de estos contrastes ha demostrado ser muy útil para analizar el efecto de determinados acontecimientos en estudios previos, como el de Meneu y Pardo (2001) sobre los efectos que los días festivos tienen en la

bolsa española, o el estudio realizado por Quiroga García (2006) sobre el efecto que los días de vencimiento de los derivados tienen en el IBEX-35. En este trabajo se realizan un contraste de igualdad de varianzas y otro de igualdad de medias siguiendo una aproximación similar a los estudios anteriores.

En primer lugar se realiza un contraste de igualdad de varianzas. La hipótesis nula es que las varianzas son iguales.

Como se puede observar por la probabilidad del valor crítico, se rechaza la hipótesis nula para un nivel de significación inferior al 1%, y existe evidencia estadística que indica que las varianzas son desiguales con un nivel de confianza superior al 99%.

**Tabla 8: Contraste de igualdad de varianzas. Noticia Santander**

	Variable 1	Variable 2
Media	-0,21833333	-0,02956757
Varianza	0,02835082	0,08615686
Observaciones	18	37
Grados de libertad	17	36
F	0,32906053	
P(F<=f) una cola	0,00849974	
Valor crítico para F (una cola)	0,47197314	

*Fuente:* Elaboración propia

Sabiendo que las varianzas son desiguales se procede a realizar un contraste de igualdad de medias, asumiendo varianzas distintas

**Tabla 9: Contraste de igualdad de medias. Noticia Santander**

	Variable 1	Variable 2
Media	-0,21833333	-0,02956757
Varianza	0,02835082	0,08615686
Observaciones	18	37
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	51	
Estadístico t	-3,02127352	
P(T<=t) una cola	0,00196439	
Valor crítico de t (una cola)	1,67528495	
P(T<=t) dos colas	0,00392879	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00758373	

*Fuente:* Elaboración propia

La hipótesis nula es que las medias son iguales. En la Tabla 9 se observa que la probabilidad es menor del 1% en los valores críticos de una y dos colas. En consecuencia, se puede rechazar la hipótesis nula y, con un 99% de confianza, la evidencia estadística indica que las medias son diferentes después de ocurrir la noticia. En conclusión, la publicación de la noticia afecta de manera estadísticamente significativa a la estrategia.

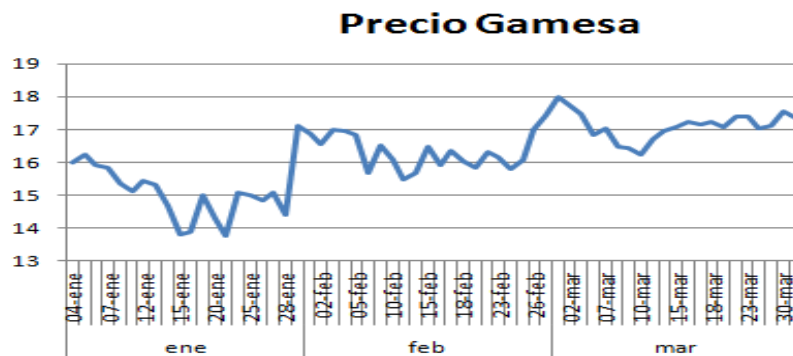
## 2.2 Caso 2: *Straddle* corto

### 2.2.1 Descripción de los datos

El *straddle* corto es la variante contraria de la estrategia anterior, es decir, en la cual se contratan las dos opciones en corto. Siguiendo indicaciones del tutor, el horizonte temporal para la realización de la estrategia comienza el día 4 de enero de 2016 y finaliza el 18 de marzo del mismo año, con una duración de 74 días. La empresa utilizada para desarrollar la estrategia es Gamesa. Las fuentes consultadas y los datos que se obtienen de cada una de ellas son los mismos que en el caso anterior.

En la Figura 28 se observa la evolución que ha seguido el precio del activo subyacente durante el horizonte temporal. El 4 de enero el precio de la acción se sitúa en 16,015€. Para formalizar la estrategia es preciso enajenar una *call* y una *put* en esta fecha con el precio de ejercicio que más se aproxime al precio de mercado actual. Según los datos de MEFF, dicho precio es de 16€.

**Figura 28: Cotización de Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de Infobolsa

En la Figura 29 se muestra información sobre el porcentaje de volumen de opciones americanas que se contratan en el horizonte temporal para Gamesa con este *strike*. Se observa que las opciones de venta han sido claramente las más contratadas con un 94,62% de volumen, frente a un 5,38 % de las opciones de compra.

**Figura 29: Porcentaje de volumen de opciones de Gamesa**

Call/Put	Volumen total
Call	5,38%
Put	94,62%
<b>Total general</b>	<b>100,00%</b>

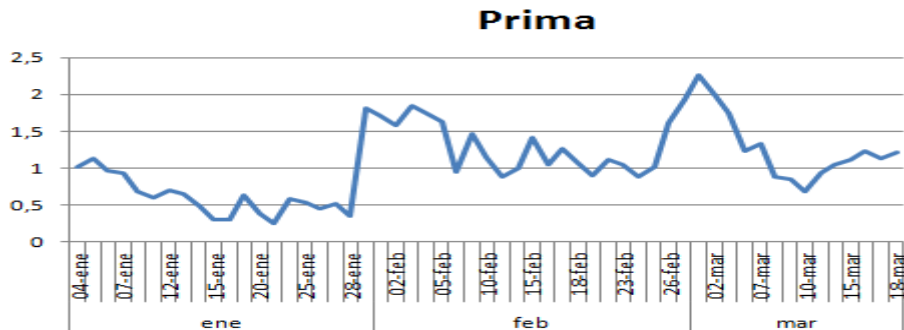


*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

La Figura 30 muestra los datos de evolución del precio de la *call* en posición corta desde el 4 de enero hasta el 18 de marzo. A día 4 de enero la prima tiene un valor de 1,11€.

**Figura 30: Evolución de la prima de la *call* de Gamesa**

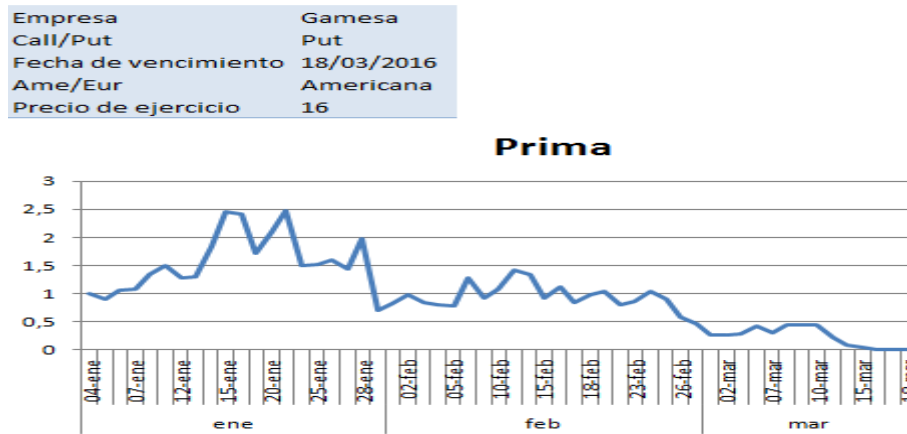
Empresa	Gamesa
Call/Put	Call
Fecha de vencimiento	18/03/2016
Ame/Eur	Americana
Precio de ejercicio	16



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

La Figura 31 muestra la evolución de la prima de la *put*. A día 4 de enero la prima tiene un valor de 0,90€.

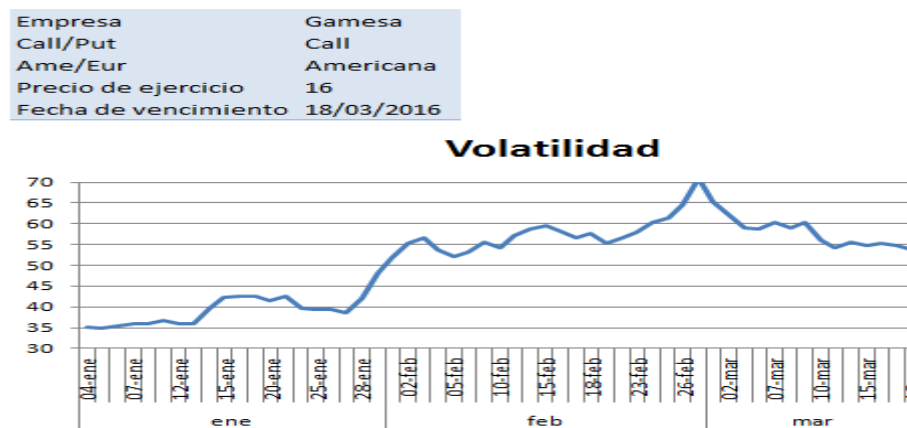
**Figura 31: Evolución de la prima de la *put* de Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

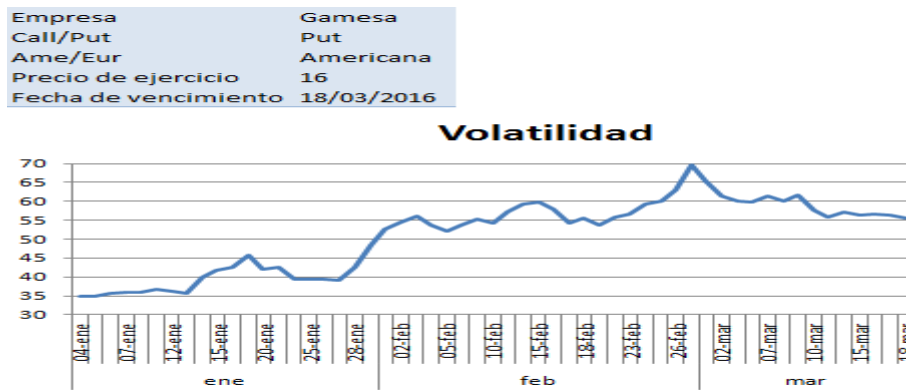
Las Figuras 32 y 33 muestran la evolución de las volatilidades para ambas opciones durante el horizonte temporal. El 4 de enero, la *call* tiene una volatilidad de 35,16 % y la *put* de 34,93 %.

**Figura 32: Volatilidad de la *call* de Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

**Figura 33: Volatilidad de la *put* de Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

## 2.2.2 Valoración de la estrategia

En la Tabla 10 se muestran los datos principales de la estrategia. En este caso, no se reparten dividendos en el horizonte temporal analizado.

**Tabla 10: Datos del *straddle* corto**

	Opción 1	Opción 2	Combinación
Opción	Call	Put	Straddle corto
Posición	Corta	Corta	
Precios de ejercicio	16,00 €	16,00 €	

*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

En la Tabla 11 se observan los importes de las primas para cada opción y para la estrategia. El valor de las primas figura en positivo ya que se obtiene liquidez con la prima al enajenar las dos opciones.

**Tabla 11: Prima y datos críticos del *straddle* corto de Gamesa**

	Opción 1	Opción 2	Combinación
Prima	1,11 €	0,90 €	2,01 €
Punto muerto superior	17,11 €		18,01 €
Primo muerto inferior		15,10 €	13,99 €
Máximo beneficio	1,11 €	0,90 €	2,01 €
Máxima pérdida	Ilimitada	Ilimitada	Ilimitada

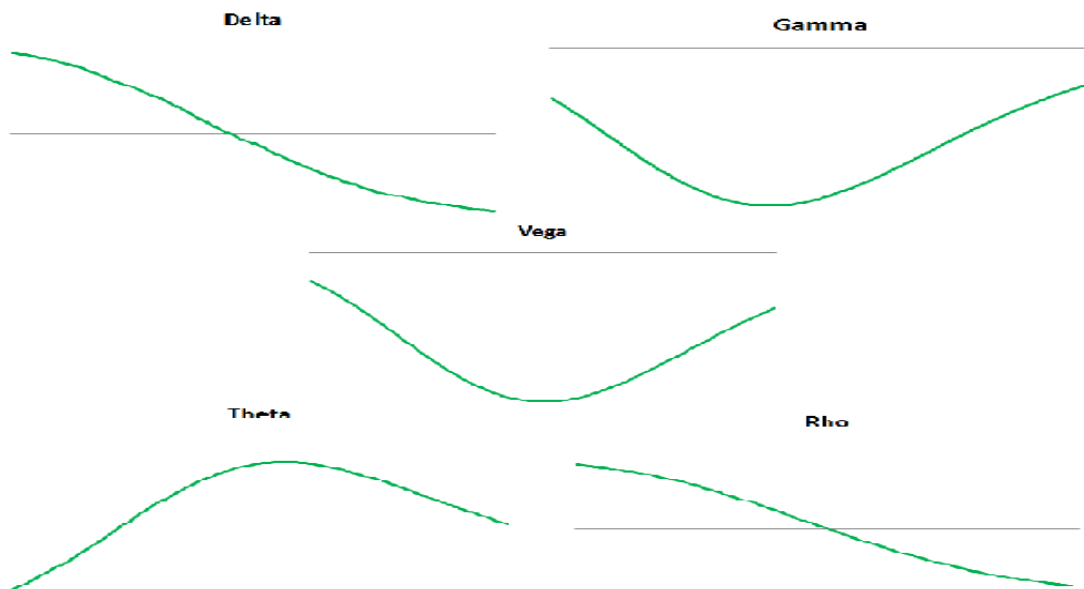
*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF



Los puntos muertos se calculan restando y sumando la prima total de la estrategia (2,01€) al precio de ejercicio (16 €). Es decir, los puntos muertos se calculan de la misma forma que en el *straddle* largo.

El beneficio máximo que es posible obtener es la ganancia conjunta de las dos primas (2,01€), que se obtiene cuando el precio se mantiene lo suficientemente estable para no sobrepasar los puntos muertos en ninguna de las dos direcciones. Como contrapartida, las pérdidas son potencialmente ilimitadas cuanto más aumenta la volatilidad del precio, por encima o por debajo de los puntos muertos.

**Figura 34: Griegas del Straddle corto de Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

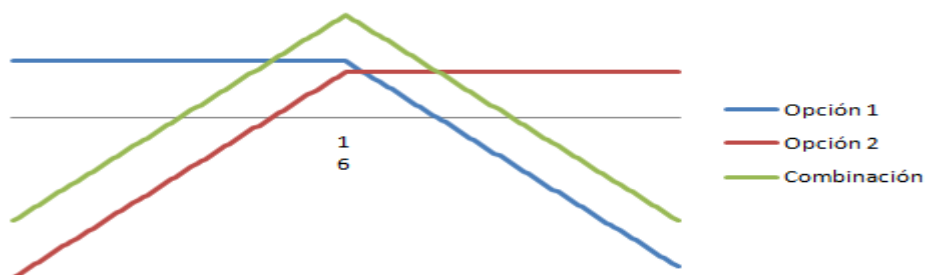
En la Figura 34 están representadas las griegas del *straddle* corto. Se puede comprobar visualmente como cada uno de los gráficos son contrarios a los de las griegas del *straddle* largo y, en consecuencia, la interpretación realizada anteriormente también es la contraria.

1. **Delta.** Para valores bajos del precio del subyacente es positiva, lo que indica que aumentos del precio provocan también aumentos en el valor de la prima. Para valores altos del precio del subyacente es negativa, esto indica que aumentos del precio provocan disminuciones en el valor de la prima.

2. Gamma. Siempre es negativa. Para valores bajos del precio del subyacente, sus aumentos generan disminuciones del valor de Delta cada vez mayores. Para valores altos del precio del subyacente, sus aumentos generan disminuciones de Delta cada vez menores.
3. Vega. Siempre es negativa. Para valores bajos del precio del subyacente, los aumentos de volatilidad generan disminuciones del valor de la prima cada vez mayores. Para valores altos del precio del subyacente, los aumentos de volatilidad generan disminuciones del valor de la prima cada vez menores.
4. Theta. Solo es negativa al principio. Para valores bajos del precio del subyacente, los aumentos del tiempo generan aumentos del valor de la prima cada vez mayores. Para valores altos del precio del subyacente, los aumentos del tiempo generan aumentos del valor de la prima cada vez menores.
5. Rho. Para valores bajos del precio del subyacente es positiva, lo que indica que aumentos del tipo de interés provocan también aumentos en el valor de la prima. Para valores altos del precio del subyacente es negativa, esto indica que aumentos del tipo de interés provocan disminuciones en el valor de la prima.

Finalmente, en la Figura 35 están representadas las dos opciones utilizadas y la línea de la combinación. La línea azul pertenece a la línea de resultados de la *call* en posición corta, mientras que la línea roja es la línea de resultados de la *put* en posición corta. Finalmente, la línea verde muestra los resultados de la combinación. En el punto superior del gráfico se encuentra el precio de ejercicio de 16 €.

**Figura 35: Representación gráfica del *straddle* corto de Gamesa**

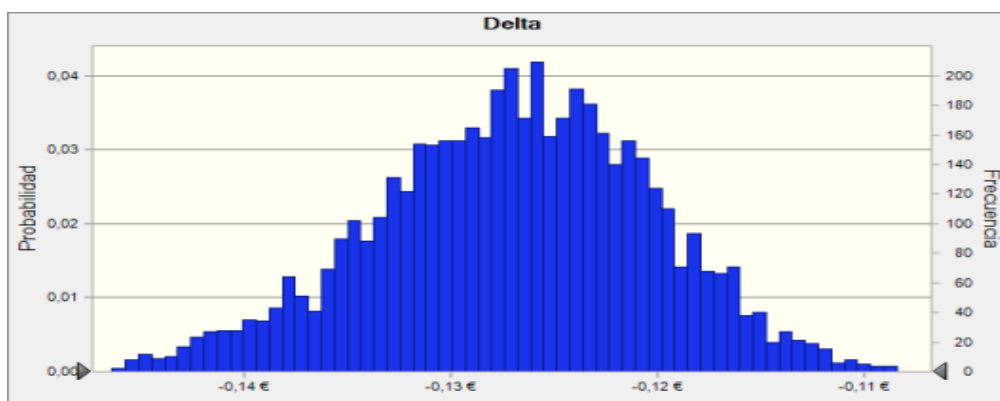


*Fuente:* Elaboración propia

### 2.2.3 Análisis de sensibilidad con simulación

Se procede nuevamente con una simulación de 5.000 escenarios con las mismas variables que en el caso anterior para obtener resultados y conclusiones sobre la estrategia. Los ajustes que se explicaron para la anterior estrategia se realizan también en esta. Asimismo, las distribuciones de probabilidad de cada una de las variables explicativas coinciden con las de la estrategia anterior. A continuación, se comentan los principales resultados de la simulación.

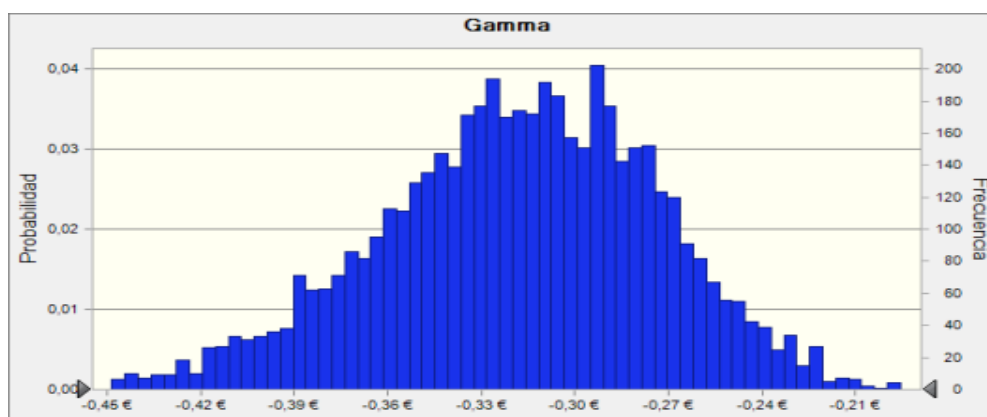
**Figura 36: Simulación; Delta Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

Delta recorre desde el valor -0,16 hasta -0,10 durante las 5000 simulaciones. Los valores se distribuyen cercanos en torno al valor -0,13.

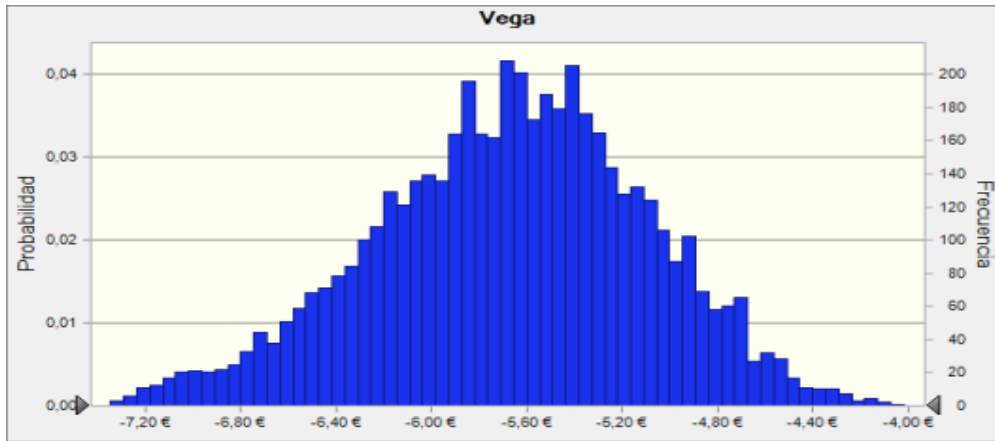
**Figura 37: Simulación; Gamma Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

Gamma recorre desde el valor -0,45 hasta el valor -0,20. Los resultados se distribuyen en torno al valor -0,31.

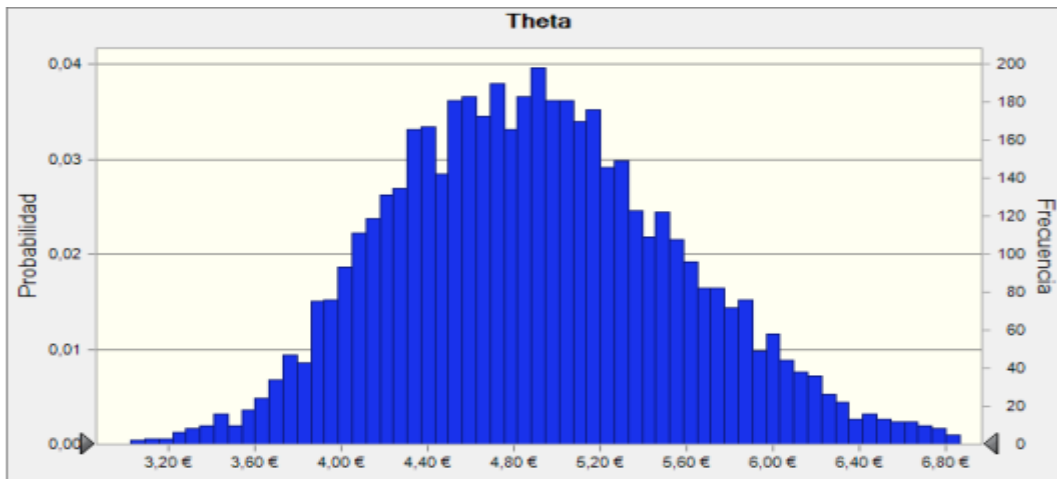
**Figura 38: Simulación; Vega Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

Los resultados de Vega se concentran en torno al valor -5,67 y el recorrido del rango abarca desde el valor -8,13 hasta -3,75.

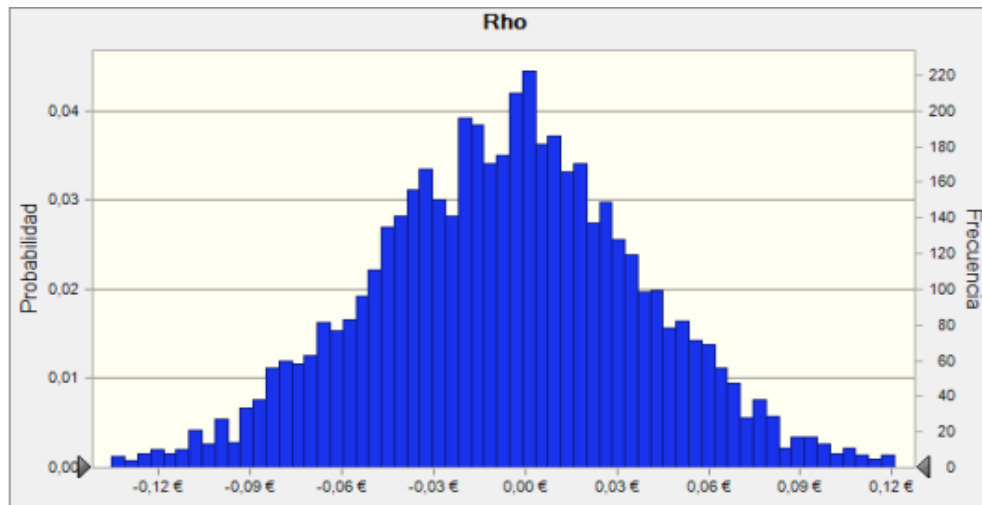
**Figura 39: Simulación; Theta Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

Theta abarca desde el valor 2,85 hasta 8,37. Los valores se distribuyen en torno al valor 4,90.

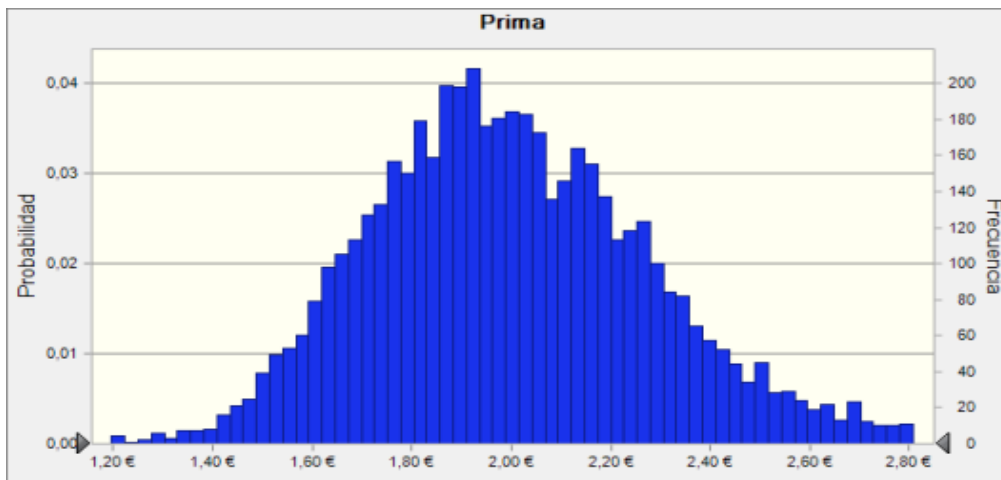
**Figura 40: Simulación; Rho Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

Rho recorre desde el valor -0,19 hasta 0,17. Los resultados se distribuyen próximos al valor 0.

**Figura 41: Simulación; prima del *straddle* corto de Gamesa**

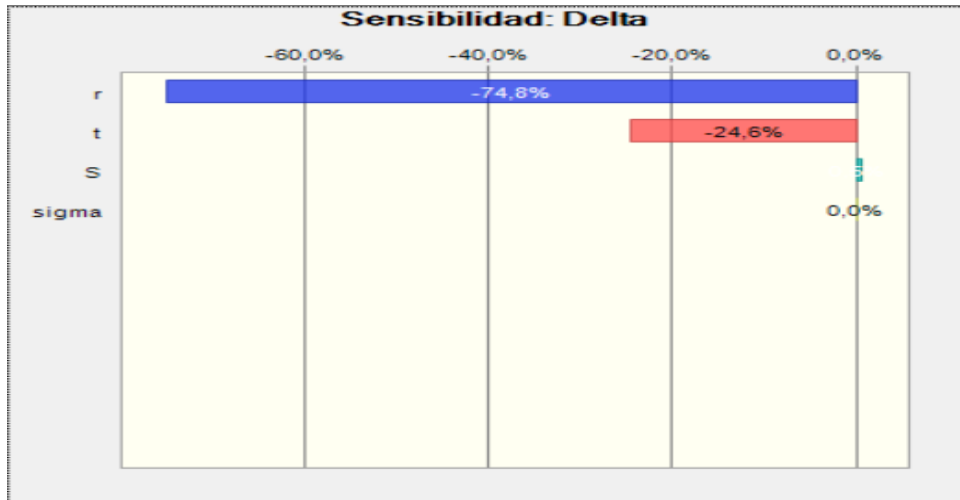


*Fuente:* Elaboración propia

Finalmente, el recorrido de la prima del *straddle* corto abarca desde el valor 1,05 hasta 3,19. Los resultados se distribuyen en torno al valor 2.

Una vez vistos los resultados, a continuación se muestran los gráficos de sensibilidad para comprobar la influencia de las variables explicativas sobre las explicadas.

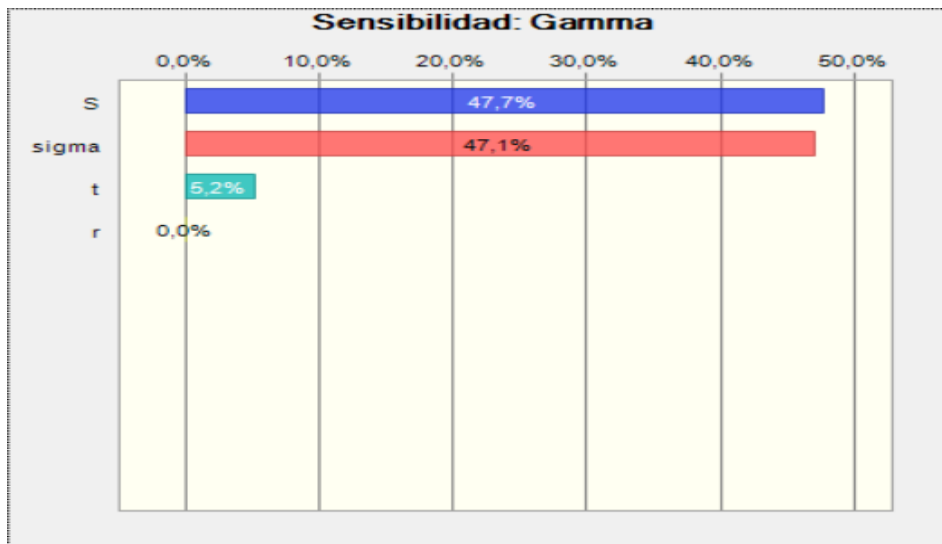
**Figura 42: Gráfico de sensibilidad; Delta Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

El tipo de interés es la variable con más influencia en Delta ya que explica el 74,8% de su variación de forma negativa.

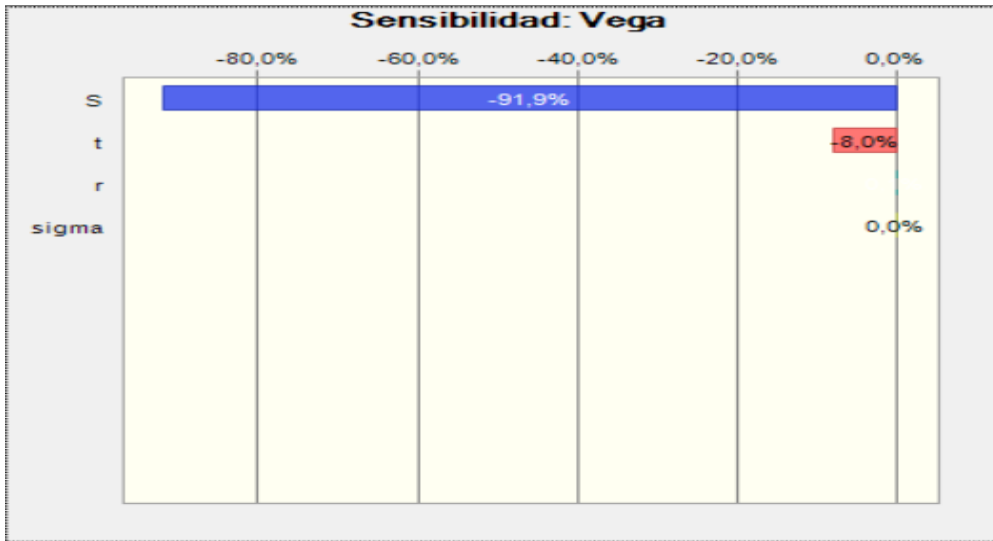
**Figura 43: Gráfico de sensibilidad; Gamma Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

En cuanto a Gamma, las variables explicativas con una influencia mayor han sido el precio de la acción de Gamesa y la volatilidad, explicando el 47,7% y el 47,1% de la variación, respectivamente, y con signo positivo.

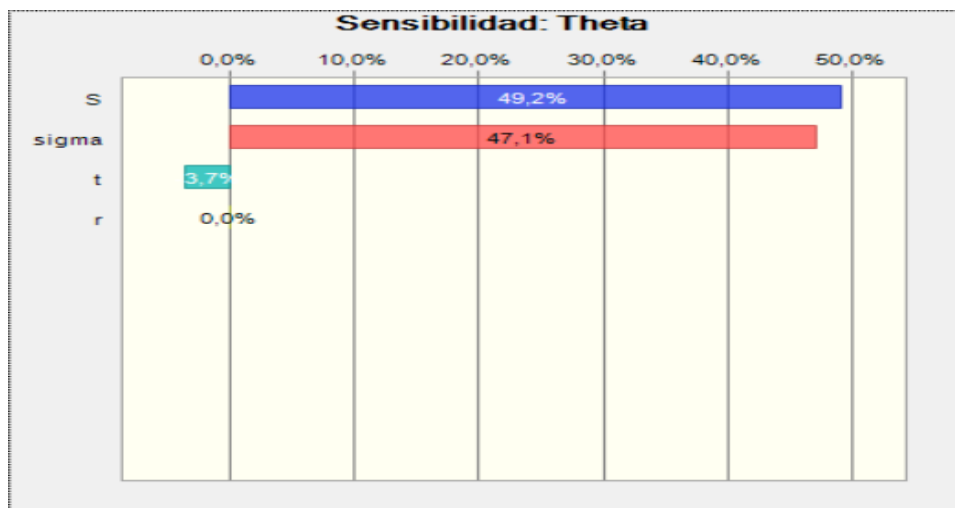
**Figura 44: Gráfico de sensibilidad; Vega Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

En Vega, el precio de la acción de Gamesa ha sido la variable con una influencia mayor, explicando el 91,9% de su variación con signo negativo.

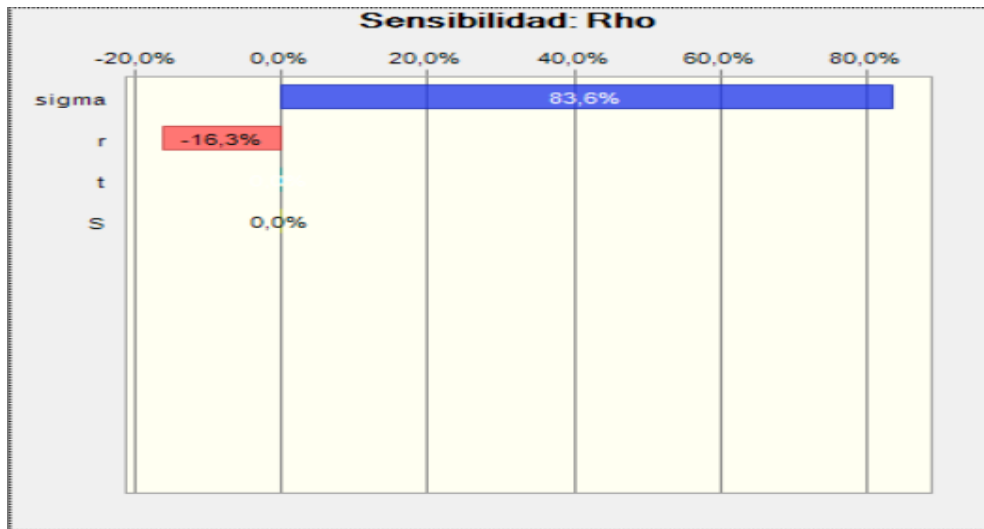
**Figura 45: Gráfico de sensibilidad; Theta Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

En Theta hay dos variables que han marcado claramente su variación. El precio de la acción de Gamesa con un 49,2% y la volatilidad con un 47,1%, ambas de forma positiva.

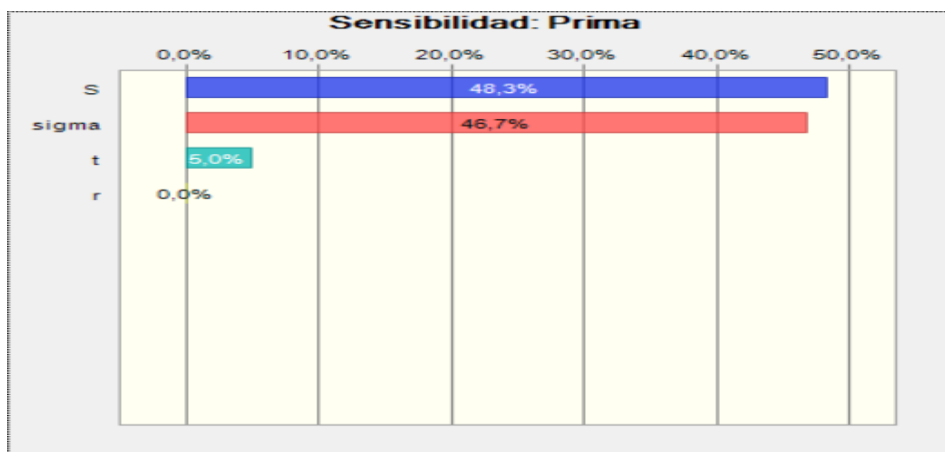
**Figura 46: Gráfico de sensibilidad; Rho Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

En Rho se observa que la variable explicativa que ha tenido una mayor influencia ha sido la volatilidad, ya que explica el 83,6% de su variación.

**Figura 47: Gráfico de sensibilidad; prima del *straddle* corto de Gamesa**



*Fuente:* Elaboración propia

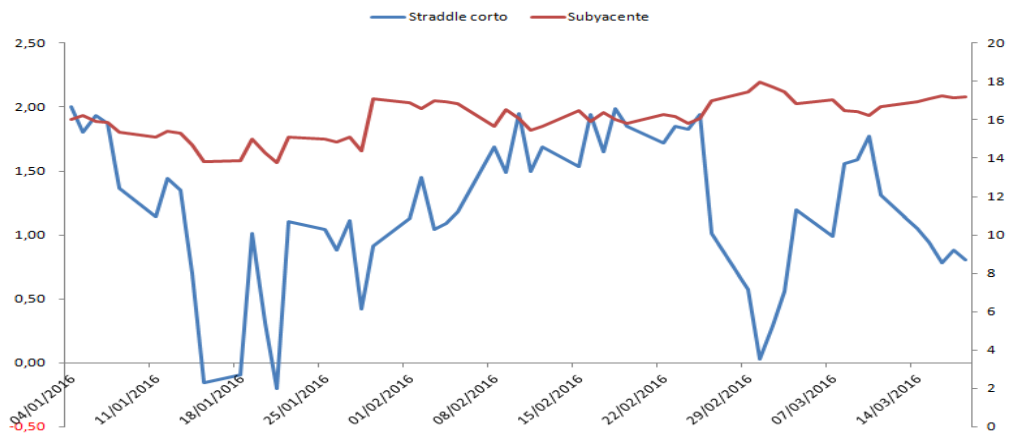
Las variables que más han influido en la prima son el precio de Gamesa con un 48,3% de la variación, y la volatilidad con un 46,7%. Ambas variables explicativas afectan a la prima de forma positiva.



## 2.2.4 Resultados de la estrategia y contraste de hipótesis. Gamesa

De forma contraria a la estrategia anterior se observa como el *straddle* corto solamente genera beneficios cuando el precio se mantiene estable en torno al *strike* de 16 € de Gamesa. La volatilidad vuelve a ser fundamental, pero en este caso será su ausencia la que otorgará beneficios.

**Figura 48: Resultados del *straddle* corto**



Fuente: Elaboración propia

Con la intención de completar el análisis realizado se muestran algunas medidas de estadística descriptiva.

**Tabla 12: Medidas de estadística descriptiva. *Straddle* corto**

<i>Straddle corto</i>	
Media	1,19618182
Error típico	0,07908781
Mediana	1,18
Moda	1,04
Desviación estándar	0,58653089
Varianza de la muestra	0,34401848
Curtosis	-0,16226599
Coefficiente de asimetría	-0,64643832
Rango	2,205
Mínimo	-0,2
Máximo	2,005
Suma	65,79
Cuenta	55
Mayor (3)	1,95
Menor(3)	-0,095
Nivel de confianza(95,0%)	0,15856151

Fuente: Elaboración propia

El valor positivo de la mediana indica que la probabilidad de obtener un resultado positivo con la estrategia es elevada, ya que este dato nos muestra que hay un número mayor de valores positivos que de negativos.

La curtosis es negativa, lo que conlleva que los datos extremos que ocurren en el horizonte temporal no alcanzan valores muy pronunciados.

El coeficiente de asimetría negativo muestra que los resultados negativos han sido más pronunciados que los positivos.

El último dato de la tabla muestra el valor con el que se construye el intervalo de confianza del modelo. La probabilidad de que el resultado pertenezca a este intervalo es del 95 %. (1,0376 ; 1,3546).

A continuación se analiza la influencia de las noticias de Gamesa ocurridas en el horizonte temporal sobre el resultado obtenido con la estrategia. Se utiliza una noticia de 26 de febrero de 2016 publicada por (Invertia) según la cual Société Générale recomienda la compra de las acciones de Gamesa y eleva sus expectativas de precios. El procedimiento es el mismo que se utilizó en la estrategia anterior.

**Tabla 13: Datos contraste de hipótesis. *Straddle* corto Gamesa**

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Variable 1	Variable 2
Media	1,29358974	0,95875
Varianza	0,36876441	0,21946167
Observaciones	39	16
Grados de libertad	38	15
F	1,68031352	
P(F<=f) una cola	0,1398942	
Valor crítico para F (una cola)	2,21109343	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	1,29358974	0,95875
Varianza	0,36876441	0,21946167
Observaciones	39	16
Varianza agrupada	0,32650891	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	53	
Estadístico t	1,97378766	
P(T<=t) una cola	0,02681437	
Valor crítico de t (una cola)	1,67411624	
P(T<=t) dos colas	0,05362874	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00574595	

Fuente: Elaboración propia

Se realizan un contraste para la varianza y otro para la media. En el primero, la hipótesis nula es que las varianzas son iguales. En el segundo, la hipótesis nula será que las medias son iguales y la alternativa es que son diferentes. En el contraste de varianzas no se rechaza la hipótesis para un nivel de significación del 10%. Sin embargo, en el contraste de medias se puede comprobar que el contraste para dos colas se rechaza con el 10 % de significación y el contraste para una cola se rechaza incluso con el 5 % de significación. En definitiva, la noticia ha afectado a la estrategia.

### 3. Implementación del trabajo en la hoja de cálculo

Para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado la hoja de cálculo con la finalidad de realizar el prototipo de un modelo que permita una correcta visualización de los datos, así como una valoración adecuada de las estrategias realizadas. La elección de la hoja de cálculo como instrumento de valoración financiera se debe a las recomendaciones de autores como Benninga y Czaczkes (2000), quienes defienden que este instrumento es una de las herramientas más adecuadas para organizar y analizar modelos financieros.

Los elementos principales del modelo creado, que se incluye como adjunto a este informe, son los siguientes:

1. Índice. Toda la información del modelo se organiza en un índice a través del cual se puede navegar de forma intuitiva a los diferentes apartados analizados.

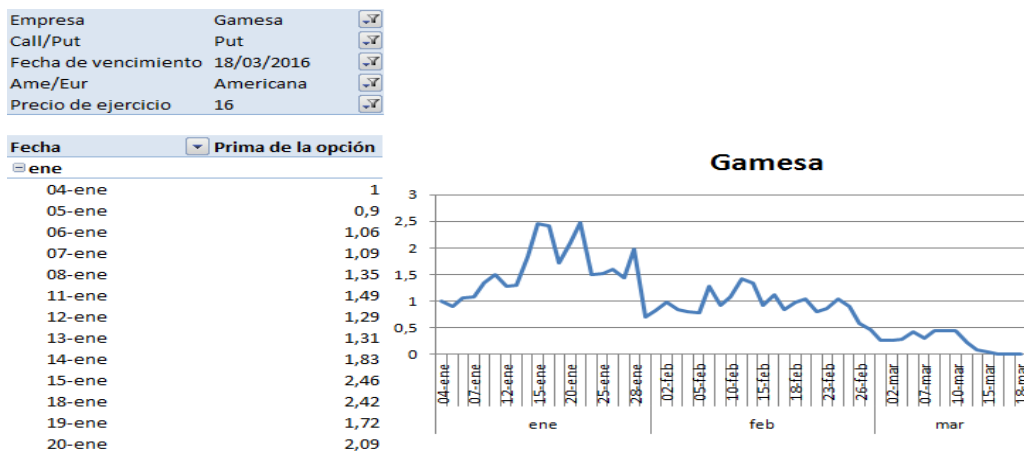
**Figura 49: Índice del modelo**



Fuente: Elaboración propia

2. Datos. En la parte inferior izquierda del índice se observan varios vínculos que muestran los diferentes datos del modelo. Para una mejor visualización de los mismos se ha hecho uso de tablas y gráficos dinámicos con la intención de aprovechar su gran interactividad.

**Figura 50: Uso de tablas dinámicas**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de MEFF

En la figura anterior se muestra un ejemplo de una tabla dinámica y un gráfico dinámico creados para visualizar correctamente los datos de la prima de la opción. En la parte superior izquierda se observan los diferentes filtros que permiten seleccionar los datos que se desean mostrar.

3. Estrategia. Para cada una de las estrategias la información se estructura de esta manera.
- a. Una hoja para la valoración de cada estrategia que contiene los siguientes elementos:
    - i. Una entrada de datos de las variables explicativas del modelo, con barras de desplazamiento incorporadas que facilitan un primer análisis de sensibilidad. En la parte superior hay un botón al que se le ha asignado una macro que reinicia los valores.

**Figura 51: Entrada de datos en la hoja de cálculo**

Variable	Valor	<<
Precio del subyacente (S)	4,260 €	
Tipo de interés (r)	5,80%	
Volatilidad ( $\sigma$ )	36,56%	
Tiempo (T)	0,2022	
Dividendo continuo (q)	0,00%	

Fuente: Elaboración propia

- ii. Una zona de resultados con las primas, los datos críticos y los beneficios y pérdidas potenciales. Estos apartados se pueden mostrar u ocultar a voluntad mediante las barras de la izquierda.

**Figura 52: Resultados y puntos críticos en hoja de cálculo**

	Opción 1	Opción 2	Combinación
Opción	Call	Put	Straddle Largo
Posición	Larga	Larga	
Precios de ejercicio	4,30 €	4,30 €	
Prima	-0,28 €	-0,26 €	-0,55 €
Punto muerto superior	4,58 €		4,85 €
Primo muerto inferior		4,04 €	3,75 €
Máximo beneficio	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Máxima pérdida	-0,28 €	-0,26 €	-0,55 €
Delta	0,538635	-0,462367	0,076268
Gamma	0,566961	0,589344	1,156305
Vega	0,760632	0,760816	1,521448
Theta	-0,804325	-0,532396	-1,336722
Rho	0,406546	-0,451458	-0,044912

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de MEFF

- iii. Una zona donde se muestran los gráficos de la estrategia y de las griegas. En el caso de los resultados de la estrategia, se pueden visualizar los resultados de las opciones y de la combinación simultáneamente o por separado, mediante unas casillas de verificación. En el caso de las griegas, se ha asociado un desplegable al gráfico de manera que se muestra la griega que se busca visualizar.

**Figura 53: Zona de gráficos en hoja de cálculo**



*Fuente:* Elaboración propia

- iv. En la hoja se muestran los cálculos efectuados para obtener el valor teórico de la prima según el modelo de Black-Scholes. También se observan las tablas de datos diseñadas para realizar los gráficos anteriores.
  
- b. Otra hoja que incluye los resultados de la estrategia así como un análisis donde se muestran algunas medidas descriptivas y un contraste de hipótesis sobre las noticias ocurridas en el mercado

# Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo ha sido el análisis de una estrategia construida con una combinación de opciones denominada *straddle*, con el propósito de ampliar los conocimientos sobre opciones financieras y mostrar la flexibilidad que estas pueden ofrecer. Se ha llevado a cabo una búsqueda, tratamiento e interpretación de datos reales, con la finalidad de realizar una aplicación práctica de la estrategia elegida que permita obtener conclusiones sobre la conveniencia de su utilización en un contexto real. La aplicación práctica se ha desarrollado con la hoja de cálculo como soporte principal, con el objetivo de profundizar en su utilización como herramienta de organización de la información, con la finalidad de extraer conclusiones.

En el primer apartado del estudio se ha realizado una revisión de la literatura sobre las características y elementos principales de las opciones financieras, con la finalidad de ampliar los conocimientos teóricos sobre las mismas. Se ha hecho especial hincapié en la prima de la opción, y se ha realizado una explicación de algunos modelos que permiten su cálculo, como el de Black-Scholes y el binomial. También se introduce una explicación teórica del *straddle* para mostrar una aproximación intuitiva a su uso.

En el segundo apartado del trabajo se realiza la búsqueda de datos reales con la ayuda de fuentes oficiales, y se trata esta información para realizar un modelo de valoración financiera que permite obtener conclusiones sobre la estrategia. El modelo de Black-Scholes es aplicado de forma práctica para obtener el cálculo de las primas de las opciones utilizadas, así como el de las medidas de sensibilidad conocidas como griegas. A partir de los cálculos del modelo se obtienen datos críticos y se elaboran gráficos donde se concluye que el aumento de la volatilidad del precio por encima o por debajo de estos puntos críticos genera beneficios ilimitados en el *straddle* largo y pérdidas ilimitadas en el caso del *straddle* corto. A continuación, se realiza una simulación de 5.000 escenarios que permite obtener conclusiones sobre las dos



variantes analizadas del *straddle*. En particular, se comprueba como los rangos de valores que alcanzan las griegas son totalmente contrarios entre las dos variantes de la estrategia. Delta, Gamma y Vega tienen rangos positivos en el *Straddle* largo y rangos negativos en el *straddle* corto. Theta tiene un rango negativo en el *straddle* largo y un rango positivo en el *straddle* corto. Rho es la griega que más se concentra en torno al valor 0 en ambas estrategias, pero solo en el *straddle* largo su recorrido llega a alcanzar valores positivos. En la simulación también se muestra como la prima del *straddle* largo siempre es negativa en todo su recorrido debido al coste que se genera por la adquisición de las dos opciones para llevar a cabo la estrategia. De la misma forma, también se comprueba como la prima del *straddle* corto es positiva en todo su recorrido como consecuencia de la liquidez obtenida por la enajenación de las dos opciones para realizar la combinación. En la simulación también se incluye un análisis de sensibilidad con el que, visualizando los gráficos de ambas estrategias, se obtiene la conclusión de que las variables explicativas del modelo (el precio de mercado, la volatilidad, el tipo de interés y el tiempo) afectan de forma totalmente contraria a la estrategia, según se trate de la primera variante o de la segunda. En este apartado también se realizan contrastes de hipótesis que permiten concluir que las noticias que ocurren en el horizonte temporal de las dos variantes afectan a su resultado.

Finalmente, en el tercer apartado del estudio se explica cómo ha sido la elaboración del modelo en la hoja de cálculo, demostrando que se trata de una herramienta muy adecuada para la obtención de conclusiones financieras. Los recursos utilizados incluyen tablas y gráficos dinámicos, objetos de formulario, etc.

En definitiva, se puede concluir que el *straddle* largo es recomendable en periodos con alta volatilidad del precio de mercado, y el *straddle* corto debe utilizarse en periodos de estabilidad del mismo. En particular, se comprueba que el *straddle* largo genera beneficios al alejarse el precio de mercado del *Strike*, mientras que el *straddle* corto solamente genera beneficios cuando el precio se mantiene estable cerca del precio de ejercicio.

A título personal, este trabajo ha supuesto una mejora de los conocimientos adquiridos durante el grado en el ámbito financiero, y ha contribuido a un mejor aprovechamiento de la utilización de una herramienta tan importante en el ámbito empresarial como es la hoja de cálculo. La metodología que se ha utilizado ha permitido integrar diferentes

tipos de destrezas mediante la combinación de conocimientos financieros, estadísticos y de sistemas de la información. Se ha hecho uso de bibliografía especializada en un idioma extranjero, lo que ha permitido adquirir vocabulario específico de inglés financiero. La realización del apartado práctico ha supuesto un valioso aprendizaje para la correcta búsqueda, organización y tratamiento de datos reales que permitan su utilización para las finalidades deseadas. Asimismo, también ha supuesto la aplicación de conocimientos teóricos a nivel práctico con el objetivo de mostrar la utilidad del aprendizaje adquirido, permitiendo desarrollar nuevas habilidades que pueden ser utilizadas para emprender estudios posteriores en este campo con autonomía.

Las restricciones de tiempo y espacio en las que se ha desarrollado este trabajo han limitado el desarrollo de algunos aspectos. Sin embargo, estos aspectos pueden ser objeto de futuras líneas de trabajo. En particular, en trabajos posteriores se puede considerar la utilización de otros activos subyacentes distintos a las acciones. También se pueden considerar otros mercados distintos al español, o se puede comparar el *straddle* con otras estrategias de opciones similares.

Por último, es necesario destacar el gran dinamismo que posee el campo de estudio de las opciones financieras, lo que lo convierte en una disciplina propensa a la aparición de innovaciones, lo que hace de ella una temática atractiva para el desarrollo futuro, tanto desde un punto de vista académico como profesional.

# Bibliografía

- Benninga, S., & Czaczkes, B. (2000). *Financial modeling*. Cambridge: MIT press.
- Black, F., & Karasinski, P. (1991). Bond and option pricing when short rates are lognormal. *Financial Analysts Journal* , 47(4), 52-59.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2010). *Principios de finanzas corporativas*. México: McGraw-Hill companies.
- Castellanos Hernán, E. (2011). *Opciones y futuros de renta variable, manual práctico*. Madrid: Instituto BME.
- Castelo Montero, M. (2003). *Diccionario comentado de términos financieros ingleses de uso frecuente en español*. España: Netbiblo.
- CNMV. (2006). *Guía opciones y futuros CNMV*. Madrid: CNMV.
- Cohen, G. (2005). *The bible of options strategies*. New Jersey: Pearson Education.
- Delgado Ugarte, J. (1999). *Estrategias con opciones financieras*. Madrid: Díaz de Santos.
- Geske, R. (1978). The pricing of options with stochastic dividend yield. *The journal of finance* , 33(2), 617-625.
- Hull, J. C. (2011). *Options, futures and other derivatives*. University of Toronto: Pearson education.

- Hull, J. (2002). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. Universidad de Toronto: Prentice Hall.
- Lopez, R (2016). *Las perspectivas para Santander no son buenas, según su patrón técnico*. Consultado en <http://www.invertia.com/noticias/xtb-perspectivas-santander-no-buenas-patron-tecnico-3096103.htm>
- Invertia. (2016). *Société Générale eleva el PO de Gamesa hasta 22 euros y recomienda comprar*. Consultado en <http://www.invertia.com/noticias/gamesa-societe-generale-eleva-po-gamesa-recomienda-comprar-3103994.htm>
- Jeong, D., Kim, J., & Wee, I.-S. (2009). An accurate and efficient numerical method for Black-Scholes equations. *Commun. Korean Math. Soc* , 24(4), 617-628.
- Meneu, V., & Pardo, Á. (2001). El efecto "día festivo" en la bolsa española. *Moneda y crédito: Revista de economía*, 213, 97-127.
- Merton, R. C. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science* , 4 (1) 141-183.
- Pierre Fouque, J., Papanicolau, G., & Sircar, K. R. (2000). Mean-Reverting Stochastic Volatility. *International Journal of theoretical and applied finance* , 3(01), 101-142.
- Pindado, J. (2012). *Finanzas empresariales*. Madrid: Paraninfo.
- Piñeiro Sánchez, C., & De Llano Monelos, P. (2010). *Dirección financiera, un enfoque centrado en valor y riesgo*. Universidad de A coruña: Delta Publicaciones.
- Piñeiro Sanchez, C., & de Llano Monelos, P. (2009). *Principios y modelos de dirección financiera*. Santiago de Compostela: Andavira Editora S.L.

Quiroga García, R. (2006). El comportamiento de la volatilidad intradía del futuro IBEX-35 ante la llegada de información al mercado. *Revista española de financiación y contabilidad* , 35(130), 523-540.

Rascón Ortega, P. (2007). *Manual práctico de opciones financieras: Una forma equilibrada de invertir en bolsa*. España: LibrosEnRed

Scholes, M., & Black, F. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Chicago Journals* , 81(3), 637-654.

Smith, C. (2008). *Option strategies profit making*. New Jersey: John wiley & Sons.

Soldevilla, E. (1996). *Opciones y futuros sobre divisas: estrategias negociadoras del riesgo de cambio*. España: Díaz de Santos.

# Índice analítico

## B

Black-Scholes, 2, 17, 18, 20, 21, 31, 63, 64, 68

## C

Call, 11, 12, 13, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 45, 46, 47  
combinación, 2, 10, 22, 23, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 38, 43, 45, 48, 49, 51, 58, 61, 62, 63, 64

## D

Delta, 18, 19, 20, 25, 27, 33, 36, 39, 40, 49, 50, 51, 54, 65, 68

## E

Estrategia, 21, 26, 27, 30, 62, 65, 66

## F

Fecha de expiración, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 26, 27  
Fecha de vencimiento, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 26, 27

## G

Gamma, 19, 20, 25, 33, 36, 39, 40, 50, 51, 52, 54, 65

## O

Opción  
americana, 26  
de compra, 11, 12, 13, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 45, 46, 47

de venta, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 45, 47, 50  
europea, 26

## P

Posición  
corta, 11, 13, 14, 23, 24, 26, 33, 46, 49, 50  
larga, 11, 12, 13, 14, 21, 23, 24, 26, 30, 33  
Precio de ejercicio, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 24, 25, 27, 30, 32, 33, 35, 42, 45, 46, 49, 50, 65  
Prima, 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 38, 41, 46, 47, 48, 49, 53, 56, 61, 63, 64, 65  
Put, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 45, 47, 50

## R

Rho, 19, 20, 25, 33, 38, 41, 50, 53, 56, 65

## S

Straddle, 2, 10, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 38, 41, 43, 45, 48, 49, 50, 53, 56, 57, 58, 64, 66  
Strike, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 24, 25, 27, 30, 32, 33, 35, 42, 45, 46, 49, 50, 65

## T

Theta, 19, 20, 25, 33, 37, 40, 41, 50, 52, 55, 65

## V

Vega, 19, 20, 25, 33, 37, 40, 50, 52, 55, 65  
Volatilidad, 2, 16, 26