ICADE

APORTACIONES DE VEGA Y RHO A LA DELTA-COBERTURA

Autor: Gonzalo Estévez Garrido
Tutora: Susana Carabias López

MADRID | Marzo 2023

Resumen

La volatilidad y los tipos de interés son dos parámetros que han tomado importancia por el contexto económico y político internacional actual. En este texto vemos como las coberturas, estrategias financieras que permiten mitigar o eliminar un riesgo concreto, mitigan las exposiciones a estos dos factores de riesgo.

Este texto, tomando las opciones financieras como marco de referencia, muestra los tipos de cobertura, en un primer lugar, desde un punto de vista teórico-matemático y, posteriormente, desde un punto de vista práctico. Dentro de estas estrategias se encuentra la delta-cobertura, estrategia de cobertura dinámica empleada fundamentalmente para eliminar la exposición de una posición en opciones al activo subyacente.

El objetivo de este trabajo es ver cómo complementando la delta-cobertura con sensibilidades al tipo de interés y a la volatilidad se obtienen carteras de opciones cubiertas más estables. Estas carteras cubiertas serán por tanto vega neutral y rho neutral. Para estudiar las aportaciones de estas sensibilidades, se toma la cotización de opciones en contextos económicos de alta volatilidad y cambio de tipos de interés. A estos contratos de opciones se les aplicará tanto la delta-cobertura, como ésta con vega neutral y ésta con rho neutral. Se puede concluir que vega y rho aportan mayor estabilidad a la delta-cobertura.

Palabras Clave

Opciones financieras, coberturas, Griegas, vega, rho, Black Scholes, delta-cobertura.

Abstract

Volatility and interest rates are two parameters that have become important in the current international economic and political context. In this text we are going to see how hedging, financial strategies that allow to mitigate or eliminate a specific risk, do so with exposures to these risk factors.

This text, taking financial options as a frame of reference, shows the types of hedging, first from a theoretical-mathematical point of view and then from a practical point of view. Among these strategies is the delta-hedge, a dynamic hedging strategy used primarily to eliminate the exposure of an option position to the underlying asset.

The objective of this paper is to see how complementing delta-hedging with interest rate and volatility sensitivities can lead to more stable hedged option portfolios. These hedged portfolios will therefore be vega neutral and rho neutral. To study the contributions of these sensitivities, option prices are taken in economic contexts of high volatility and interest rate changes. Both delta-hedging and delta-hedging with neutral vega and delta-hedging with neutral rho will be applied to these option contracts. It can be concluded that vega and rho provide greater stability to the delta-hedge.

Key Words

Financial options, hedging, Greeks, vega, rho, Black Scholes, delta-hedging.

Índice

Índice de Gráficas

Índice de Tablas

Índice de Esquemas

1 Introducción

1.1 Objetivo

Dentro de la gestión financiera una gran parte dicha actividad está formada por la gestión del riesgo. La transmisión de riesgos financieros es la razón de ser de los mercados de derivados. Estos instrumentos permiten mitigar estos riesgos mediante la realización de coberturas, es decir, permiten crear carteras que mitiguen o eliminen un riesgo determinado. De los distintos derivados que cotizan en el mercado, en este trabajo gestionaremos el riesgo centrándonos en las opciones financieras.

La llamada delta-cobertura es la cobertura más empleada en el mercado de opciones por parte de las entidades financieras. Como explicaremos posteriormente cuando presentemos las coberturas, ciertas entidades financieras, por el curso normal de sus actividades, se ven expuestas a ciertos riesgos que emanan de sus posiciones en derivados. Los bancos de inversión, los creadores de mercado ("*market makers*") únicamente interesados en prestar un servicio a sus clientes, se ven obligados a mitigar dichas exposiciones.

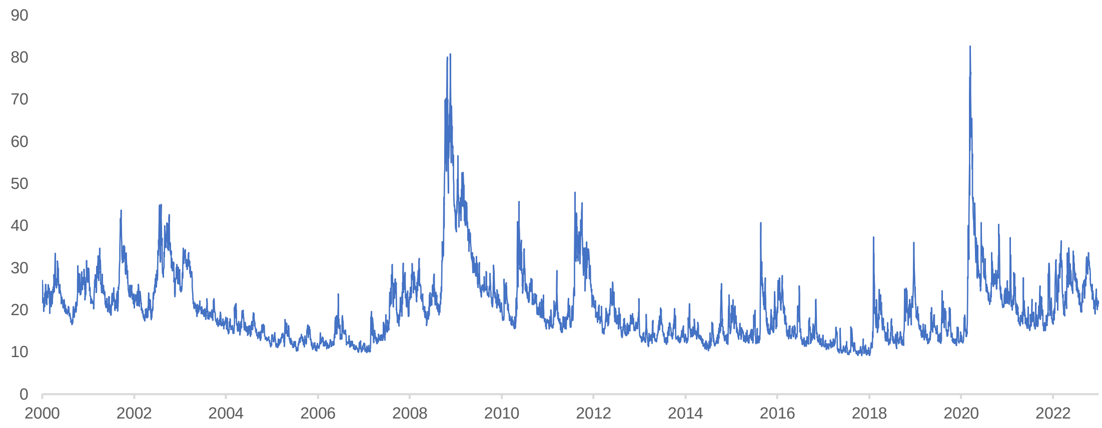
Aun así, la delta-cobertura no logra eliminar todas las exposiciones que presenta una cartera de opciones. Es por ello que existen situaciones de mercado ante las cuales esta cobertura pierde efectividad. Este trabajo ilustrará como la sensibilidad al tipo de interés sin riesgo y a la volatilidad pueden complementar la delta cobertura en situaciones de mercados en la que estos parámetros toman importancia.

1.2 Justificación del Tema

El estudio de estas coberturas ha aumentado su interés debido al contexto económico de estos últimos años, caracterizado por una alta volatilidad y una subida de los tipos de interés. De este contexto caben destacar los siguientes tres acontecimientos.

En primer lugar, debido a la pandemia del COVID-19 hemos vivido desde 2020 unos episodios históricos de alta volatilidad en los mercados financieros. El índice VIX es una media de las volatilidades implícitas de todas las opciones negociadas en el CBOE[1]. Como se puede apreciar en el siguiente gráfico, la volatilidad media de estos últimos tres años, desde marzo de 2020, es mayor a años anteriores, habiendo estado en muchas ocasiones a niveles de la crisis de 2008.

Gráfica 1-1: Índice VIX

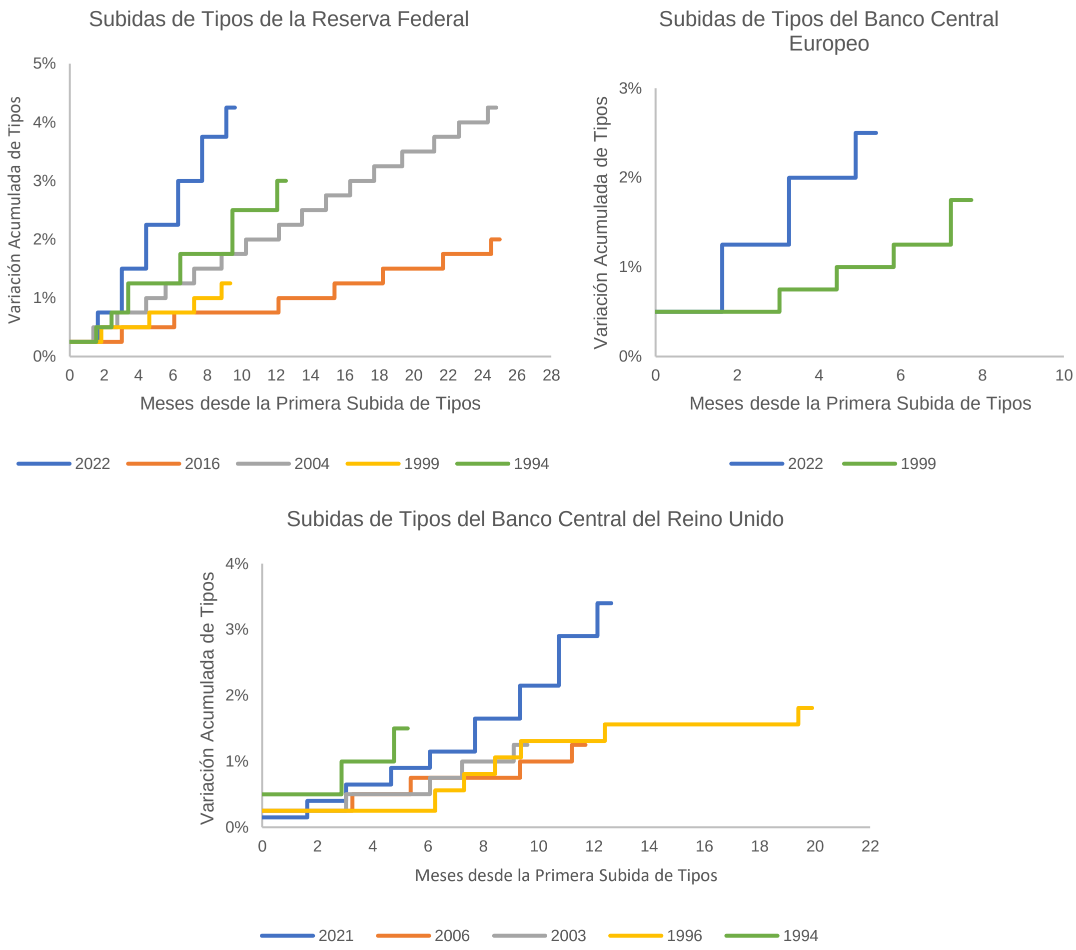


Fuente: Refinitiv y elaboración propia

En segundo lugar, la pandemia provocó un shock tanto de oferta como de demanda en los mercados de consumo y, cuando se volvió a la normalidad, la demanda fue mucho más elástica que la oferta. Sumado esto con acontecimientos de carácter geopolítico (tensiones en el norte de África y la guerra entre Rusia y Ucrania) que afectaron al precio de la energía, se ha generado un periodo inflacionario en el que todavía estamos inmersos. Para frenarlo, las autoridades de política monetaria están llevando a cabo subidas de tipos de interés a una velocidad sin precedentes, tal y como se puede ver en los siguientes gráficos.

1 Chicago Board Options Exchange

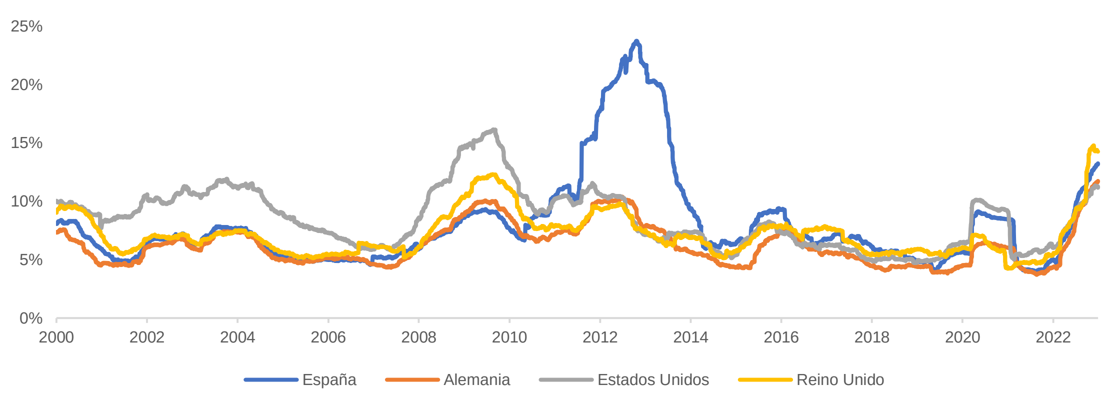
Gráfica 1-2: Subidas de Tipos de Interés



Fuente: Datos Macro y elaboración propia

En tercer y último lugar, relacionado con lo anterior, la deuda soberana ha mostrado un gran incremento de la volatilidad debido a estas rápidas subidas de tipos por parte de las autoridades monetarias. Este incremento afecta a la valoración de opciones ya que la rentabilidad de la deuda soberana suele considerarse como el tipo de interés sin riesgo.

Gráfica 1-3: Volatilidad de la Deuda Soberana a 10 Años



Fuente: Investing y elaboración propia

1.3 Estructura y Metodología

Este trabajo comenzará presentando el concepto de cobertura y su implementación a través del mercado de derivados. A través de una revisión de la literatura, se mostrarán los riesgos financieros más comunes que afrontan las entidades financieras y los instrumentos derivados con los que se suelen mitigar dichas exposiciones.

Para poder hablar de delta-cobertura sobre opciones, teniendo en cuenta que esta es una cobertura dinámica (como presentaremos posteriormente), es necesario comenzar definiendo la función de valoración de opciones. Por ello este trabajo realizará una revisión de la literatura sobre la valoración de opciones, primero en tiempo discreto presentando el modelo binomial, debido a su simplicidad; y después, en tiempo continuo presentando el modelo de Black-Scholes. Aunque se describirán ambos modelos, el diseño de las coberturas se centrará únicamente en el de Black-Scholes, ya que es el más aplicado para las opciones europeas.

A partir de dicho modelo, se obtendrán las derivadas parciales respecto a los diferentes parámetros de valoración, facilitando las sensibilidades de dichos parámetros. De este modo, llegaremos a lo que se conoce como las griegas, que posteriormente se emplearán para realizar las coberturas. Se hará un estudio de estas sensibilidades ante diferentes escenarios y en relación con otros parámetros de valoración. Mostrando así como dichas sensibilidades miden la exposición a una variable de valoración determinada, permitiendo localizar de donde provienen los beneficios o pérdidas de una cartera de opciones.

La delta es una griega que mide la sensibilidad frente al precio del subyacente. La delta-cobertura se basa en esta sensibilidad y ésta complementada con otras griegas se presentará en un primer momento de forma teórico-matemática. Posteriormente se extraerán datos de FacSet de opciones que cotizaron en un contexto de mercado de alta volatilidad y cambios de tipos de interés. Sobre estas opciones se realizarán tanto la delta-cobertura como dicha cobertura complementada con otras griegas. Posteriormente se analizará la volatilidad de dichas carteras, permitiendo analizar lo que vega y rho aportan a la delta-cobertura.

2 Concepto de Cobertura

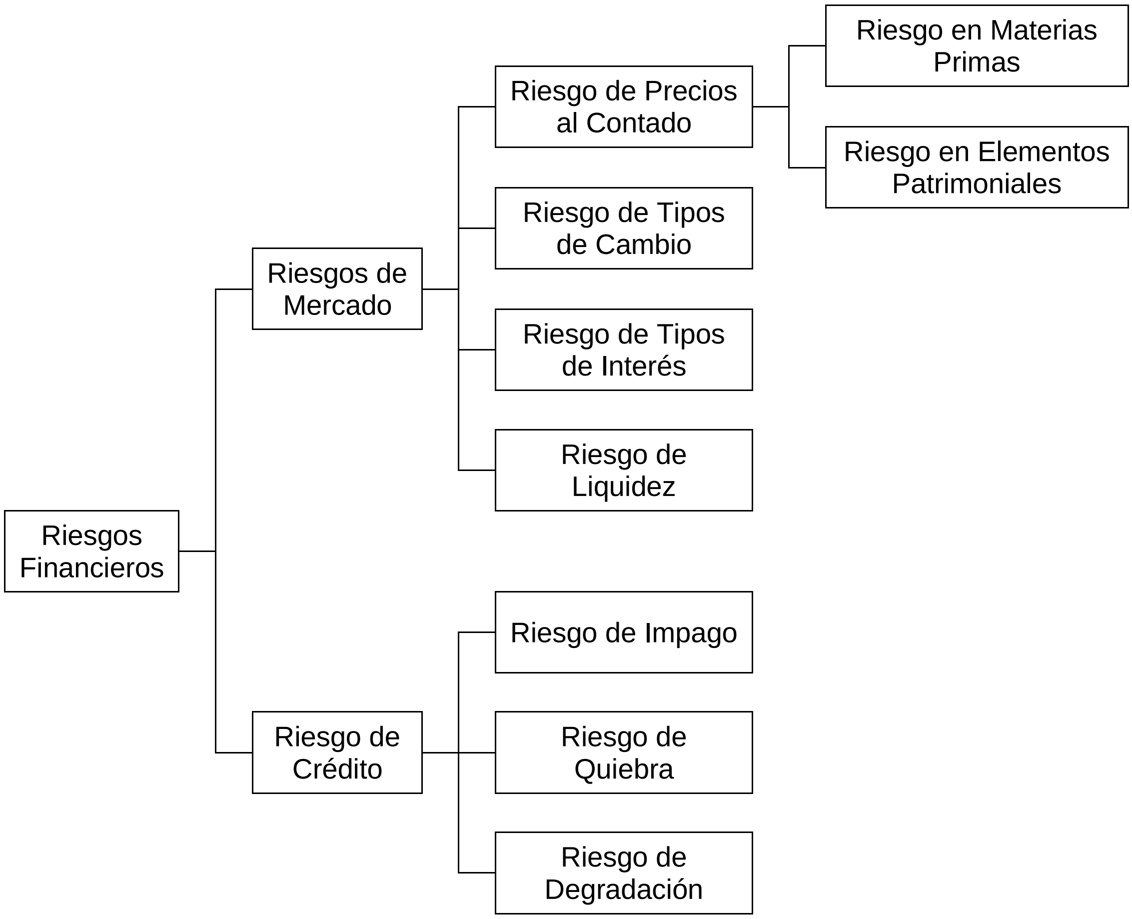
Se denomina cobertura a toda operación financiera que tiene la finalidad de transmitir todo o parte de un riesgo determinado al que está expuesto un agente del mercado. Estas operaciones se realizan mediante instrumentos financieros que repliquen los beneficios o pérdidas generadas por dicho riesgo; es decir, que sea capaz de netear los flujos de caja que genera o puede generar una exposición concreta.

A lo largo del siguiente punto se van a tratar diferentes conceptos que ayudarán a entender mejor el concepto de cobertura. Comenzaremos explicando los tipos de riesgos más comunes a los que hace frente un negocio, centrándonos especialmente en los riesgos de carácter financiero. Posteriormente presentaremos los instrumentos derivados, las herramientas principales para la realización de las coberturas. Y, por último, introduciremos los tipos de coberturas y presentaremos sus características principales.

2.1 Riesgos Financieros

En la dirección de un negocio se hace frente a un gran número de riesgos que, a grosso modo, se pueden agrupar en riesgos: de mercado, operacionales, de crédito, legales, estratégicos, reputacionales y específicos al negocio (Crouthy, Galai, & Mark, 2014). Debido a la naturaleza de este trabajo, únicamente nos vamos a centrar en los riesgos de naturaleza financiera, es decir, los riesgos de mercado y los riesgos de crédito. La siguiente ilustración muestra cómo se subdividen estos riesgos financieros más comunes en la industria:

Esquema 2-1: Riesgos Financieros



2.1.1 Riesgos de mercado

Los riesgos de mercado son los que un agente asume por el hecho de operar en él y, dependiendo de las características de dicho mercado y de la actividad que realice dentro de él, se encontrará más o menos expuesto a dichos riesgos. En los siguientes párrafos desarrollaremos los riesgos financieros de mercado más comunes, que como mostramos en el esquema son riesgos: de precios al contado, de tipo de cambio, de tipo de interés y de liquidez.

El riesgo de precios al contado se deriva de la volatilidad del precio del activo al que se está expuesto, de su capacidad para generar variaciones de precio. Dentro de este riesgo se pueden distinguir dos grandes grupos dependiendo de la naturaleza de dicho activo, ya que los motivos de sus variaciones de precios son muy diferentes.

En primer lugar, se encuentran las materias primas, o instrumentos cuyo precio está vinculado a ellas. Este activo suele conformar un mercado cuya oferta está controlada por unos pocos agentes en comparación con su demanda (Crouthy, Galai, & Mark, 2014). Esto puede llevar a que decisiones de unos pocos ofertantes deriven en una gran volatilidad de los precios. Además, este activo suele tener mayores costes de transacción y costes de almacenamiento.

En segundo lugar, los instrumentos de patrimonio, en el que se incluyen tanto acciones como deuda, o instrumentos cuyo precio está vinculado a ellos. La volatilidad de estos activos está directamente relacionada con las características específicas del negocio, el proceso productivo o el equipo de gestión.

Por otro lado, en este riesgo de precios se identifican dos partes: el riesgo idiosincrático y el riesgo sistemático. El riesgo idiosincrático o especifico es el riesgo inherente a un activo derivado de sus características específicas. Es por tanto un riesgo que se puede mitigar, diversificando. El riesgo sistemático hace referencia a los cisnes negros del mercado, a que ocurran escenarios que, a la hora de valorar los activos, se suponen que no van a ocurrir (ejemplos: 11S, Covid-19, impago de CDOs en 2008…). Es por tanto un riesgo que no se puede diversificar.

El riesgo de tipos de cambio surge cuando el precio de un activo al que se tiene exposición está denominado en otra divisa distinta de la que se emplea para reconocer las pérdidas o ganancias de dicha operación. En este tipo de situaciones, el agente está también expuesto a las fluctuaciones en el tipo de cambio y a la política monetaria de dicha economía.

El riesgo de tipo de interés surge con activos sensibles a los tipos de interés, como son los títulos de deuda o, como veremos posteriormente las opciones u otros contratos derivados. Esto se debe a que los tipos de interés son un parámetro muy presente a la hora de valorar activos financieros. Se considera el precio del dinero en el tiempo.

El riesgo de liquidez en el mercado emerge cuando no hay posibilidad de comprar o vender un activo determinado en la cantidad deseada al precio de mercado, es decir, no hay oferta y/o demanda para un activo financiero determinado. En los modelos que presentaremos posteriormente siempre asumimos que existe liquidez perfecta de todos los activos del mercado, es decir, no existe el riesgo de liquidez, puesto que puedes comprar o vender cualquier activo en la cantidad que se desee al precio de mercado.

Relacionado con la liquidez, existe un riesgo más concreto denominado riesgo de intervalo. La mayoría de los instrumentos financieros cotizados lo hacen en bolsas de valores, con un horario de apertura y cierre y únicamente abierto en los días laborables. Esto lleva a situaciones en las que una cotización puede cerrar a un precio determinado y al día siguiente abrir a otro completamente diferente, sin posibilidad a que los agentes del mercado tomen decisiones de compra o venta en ese intervalo de tiempo.

2.1.2 Riesgo de crédito

El riesgo de crédito o de contrapartida hace referencia a la posible incapacidad de la contraparte de un contrato de hacer frente al pago de sus obligaciones, sean tanto pago de intereses, principal o pagos de liquidaciones. Aumenta el riesgo de crédito cuando la liquidez o solvencia de la contraparte se ven perjudicadas (Gregory, 2010). A su vez, este riesgo puede dividirse en riesgo de: impago, quiebra o degradación.

El riesgo de impago refleja la imposibilidad de la contraparte de hacer frente a las obligaciones contractuales en el momento estipulado (Crouthy, Galai, & Mark, 2014). En la industria bancaria, este riesgo se hace efectivo cuando pasan 60 días desde que se produce el impago. Se puede concluir que esta parte del riesgo de crédito se relaciona directamente con la falta de liquidez de la contraparte.

El riesgo de quiebra refleja la posibilidad de la quiebra de la contraparte y de que se tome el control sobre el colateral o la garantía del contrato. Este riesgo hace referencia a la solvencia que muestra la contraparte.

El riesgo de degradación refleja la posibilidad de que, durante la relación contractual, la calificación crediticia de la contraparte, otorgada por las agencias de rating, se vea deteriorada. Esto aumenta la prima de riesgo, poniendo en evidencia la necesidad de un tipo de interés mayor para dicha deuda, reduciendo, por tanto, el valor actual del crédito en cuestión.

2.2 Los Instrumentos Derivados y su Mercado

Los contratos derivados, o simplemente derivados, son “Instrumentos financieros cuyo rendimiento depende del valor de otra variable financiera (precio de una acción, precio de un bono, tipo de cambio, etc.), denominada subyacente” (Civitanic & Zapatero, 2003). En este tipo de relaciones contractuales lo que signifique una ganancia para una parte, implica una pérdida para la otra, lo que se conoce como un juego de suma cero.

Este tipo de instrumentos nacen ante la necesidad de cubrir o traspasar ciertos riesgos a los que los agentes se ven expuestos en el transcurso corriente de sus negocios habituales. Las posiciones en derivados son exposiciones sintéticas al activo subyacente, se podría decir que son posiciones indirectas sobre el subyacente. Esto permite cubrir o mitigar el riesgo que se deriva de dicha variable financiera.

Excluyendo los agentes que acuden al mercado de derivados para la especulación, se reconocen dos tipos principales de agentes en el mercado de derivados. En primer lugar, las compañías que en el curso habitual de sus negocios se ven con la necesidad de cobertura. Esta es la realidad de la mayoría de los interesados que acuden al mercado de derivados (Hull, Options, Futures, and other Derivatives, 2012). Y, en segundo lugar, las instituciones financieras que, actuando como intermediarias, toman posición en estos derivados para satisfacer las necesidades de sus clientes, a cambio de una comisión (Civitanic & Zapatero, 2003). En este segundo agente nos vamos a centrar para el trabajo.

Las entidades financieras que operan como creadoras de mercado dan liquidez al mercado de derivados y cobran por ello una comisión y/o se benefician de los spreads entre sus precios para clientes y los del mercado (Hull, Risk Management and Financial Institutions, 2015). De este modo, las entidades creadoras de mercado son las mayores usuarias de las delta-coberturas, ya que se ven expuestas por el curso habitual de su negocio a posiciones en instrumentos derivados.

2.2.1 Contratos Derivados más Comunes

La mayor parte de los derivados se negocian directamente entre las partes interesadas, conformando así lo que se denomina el mercado OTC[2] o extrabursátiles. Este tipo de contratos se caracterizan porque están hechos a medida, tienen condiciones específicas acordadas entre las partes.

Además de los instrumentos en el mercado OTC, hay derivados que se negocian de manera estandarizada, en mercados regulados y supervisados. Entre estos, los contratos derivados más utilizados son los futuros y las opciones. Estos permiten eliminar o mitigar el riesgo de precios al contado, tanto para instrumentos de patrimonio como para materias primas.

Los contratos futuros acuerdan la compra/venta de un activo subyacente a un precio determinado en una fecha determinada. Los contratos de opciones ofrecen al comprador el derecho de comprar o vender el activo subyacente a un precio determinado en un tiempo determinado. La diferencia principal entre ambos contratos es que: el primero fija el precio futuro al que los agentes van a tener la obligación de vender/comprar el subyacente a vencimiento; mientras que el segundo funciona como un seguro, fijando el precio de compra/venta, pero permitiendo al comprador de la opción beneficiarse de movimientos a favor del subyacente (Hull, Options, Futures, and other Derivatives, 2012). Es por esto que el comprador de las opciones paga una prima. A lo largo de este trabajo nos centraremos únicamente en los contratos de opciones.

Existen también contratos derivados más complejos que los presentados en el párrafo anterior. En función de los riesgos presentados anteriormente hablaremos de los Swaps. El swap es un contrato derivado entre dos partes por las que se acuerda el intercambio de capitales en unas fechas determinadas y una forma concreta de calcular dichos capitales en función de unas variables financieras (subyacente) acordadas. Los swaps mas comunes son:

- Swaps sobre tipos de interés: intercambio de capitales generado sobre los cambios en los tipos de interés del mercado, permiten cubrir el riesgo de tipos de interés.

2 Over The Counter

- Swaps sobre tipos de cambio: intercambio de capitales determinados por los tipos de cambio del mercado, permiten cubrir el riesgo de cambio.
- Credit Default Swaps (CDS): intercambio de capitales a consecuencia de un evento de crédito determinado, permiten cubrir los riesgos de crédito.

2.3 Tipos de Cobertura

Entre las estrategias de cobertura, podemos encontrarnos con que no siempre existe un instrumento financiero que genere los flujos de caja inversos de una exposición concreta. Es por ello que existen diversas estrategias de cobertura que, mediante la combinación de activos financieros permite reducir o mitigar ciertas exposiciones.

En este trabajo vamos a dividir los tipos de coberturas en dos grandes grupos en función del número de veces que tengan que acudir al mercado a lo largo de la vida de la cobertura. Se distinguirá entre coberturas estáticas, se conforma una posición en el momento inicial y se mantiene hasta vencimiento, y coberturas dinámicas, coberturas que necesitan lo que denominaremos rebalanceo.

2.3.1 Coberturas estáticas

Las coberturas estáticas son estrategias que se conforman en el momento inicial y no necesitan volver a acudir al mercado hasta vencimiento (Civitanic & Zapatero, 2003). Únicamente con una o varias transacciones de activos financieros se permite conformar una cartera que mitigue el riesgo concreto que se desee.

Estas coberturas no serán objeto de este trabajo, tal y como se mostrará posteriormente. Aun así, a continuación, se presentan brevemente las coberturas estáticas más comunes con opciones[3], instrumento derivado protagonista de este texto:

- Call cubierta ("covered call"): vender una opción call y comprar el activo subyacente.

[3] En el Anexo I: Gráficos de Coberturas Estáticas con Opciones se ilustran las coberturas presentadas en este punto.

- Put protegida ("protective put"): comprar una opción put y comprar también el activo subyacente.
- Bull spread
- Bear spread
- Straddle
- Strangle
- Buterfly spread

2.3.2 Coberturas dinámicas

Las coberturas dinámicas son estrategias de cobertura que se conforman con parámetros que varían a lo largo del tiempo. La creación de una cartera de cobertura dinámica se basa en una variable financiera que cambiará, por diferentes razones, a lo largo de la vida de la cobertura. Esto implica que, para que la cobertura mantenga su efectividad es necesario acudir al mercado para reequilibrarla. Estas coberturas son las que estudiaremos y emplearemos en la aplicación práctica.

Como dijimos anteriormente, la mayoría de las transacciones con derivados se hacen en el mercado OTC. La principal característica de dichas transacciones es que conforman instrumentos derivados a medida, según los riesgos que se quieran mitigar/asumir las partes del contrato. Esto sucede porque en el mercado no se encuentran instrumentos estandarizados que permitan tratar un determinado riesgo.

Por otra parte, las entidades financieras conforman la mayoría de las contrapartes de dichos contratos OTC, únicamente interesados en cobrar una comisión, y en ocasiones se ven con el apuro de mitigar ciertas exposiciones que generan dichos contratos. Al estar hechos a medida en muchos de estos contratos no pueden acudir al mercado para tomar la posición opuesta, por lo que realizarán coberturas en base a los inputs de valoración del contrato derivado.

Pongamos que el valor de un contrato derivado depende de una variable financiera, por lo que matemáticamente se puede expresar como: $f(x) = P$. De esta forma, ante variaciones en la variable financiera se producen variaciones en el valor del contrato. Por aproximaciones lineales, dicha variación del precio se puede estimar como (Sydsaeter & Hammond, 2012):

$$\Delta P \approx f'(x_1)(x_2 - x_1)$$

La aproximación lineal expuesta es la base matemática simple de las coberturas dinámicas. Estas coberturas tomarán exposición a la variable financiera identificada como driver del valor del contrato, en una cantidad igual a la que marque su primera derivada. Es por ello que las coberturas dinámicas son estrategias que necesitarán acudir al mercado para ser reequilibradas, ya que la derivada cambiará su valor conforme cambie la variable financiera. Se mantendrá la cobertura siempre y cuando se mantenga la neutralidad de dicha derivada.

Una mejor aproximación que la expuesta en el ejemplo anterior sería empleando una aproximación cuadrática (empleando hasta la derivada de segundo orden) o incluso una aproximación de orden mayor. Esto es lo que en matemáticas se conoce como las series de Taylor (Sydsaeter & Hammond, 2012):

$$\Delta P \approx \frac{1}{1!} f'(x_1)(x_2 - x_1) + \frac{1}{2!} f''(x_1)(x_2 - x_1)^2 + \frac{1}{3!} f'''(x_1)(x_2 - x_1)^3 + \cdots$$

La realidad de estos contratos no suele ser tan simple y su valoración tampoco. Es por ello que el precio suele estar conformado por la interacción de diferentes variables financieras. Pongamos que el contrato financiero depende de dos variables, matemáticamente esto se podría expresar como: $f(x, y) = P$. Una aproximación cuadrática teniendo en cuenta variaciones de las tres variables sería:

$$\Delta P \approx \frac{\partial f}{\partial x_1}(x_2 - x_1) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}(x_2 - x_1)^2 + \frac{\partial f}{\partial y_1}(y_2 - y_1) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial y_1^2}(y_2 - y_1)^2$$

Un ejemplo de estas estrategias es la delta-cobertura, cobertura sobre la que pivotará este trabajo. Delta, como expondremos posteriormente, es la primera derivada parcial de la fórmula de valoración de opciones respecto al precio del subyacente. De tal forma que la delta permite realizar coberturas dinámicas que neutralizan las exposiciones que da una posición en opciones al activo subyacente. Así se consigue lo que se conoce como porfolio delta neutral.

También en opciones, encontramos gamma como la derivada de segundo orden de la fórmula de valoración de opciones. La exposición que representa esta sensibilidad también se puede cubrir, obteniendo lo que se conoce como una cartera gamma neutral.

Este tipo de coberturas no solo se aplican a opciones. Su uso es también habitual en renta fija. La primera derivada respecto al tipo de interés es lo que se conoce como duración. Ésta mide la sensibilidad del precio de un bono ante cambios en el tipo de interés. Además, lo que sería gamma en opciones, se conoce en renta fija como convexidad. La segunda derivada respecto al tipo de interés.

3 Concepto de Opción y Valoración

3.1 Concepto de Opción

Una opción financiera es un instrumento derivado por el que el comprador (o tenedor), a cambio del pago de una prima, adquiere el derecho a comprar/vender un activo subyacente[4] a un precio determinado, o precio de ejercicio, en una fecha (o fechas) determinada, vencimiento. El precio que asume el comprador por ese derecho se denomina prima y se paga en el momento en el que se contrata la opción. Por la otra parte, el vendedor, o emisor, recibe la prima y tiene la obligación de vender/comprar el activo subyacente frente al tenedor de dicha opción.

Una opción call es aquella en la que el tenedor adquiere el derecho a comprar y el emisor asume la obligación de vender. Una opción put es aquella en la que el tenedor adquiere el derecho a vender y el emisor asume la obligación de comprar. A su vez, las opciones pueden ser europeas o americanas[5], sin tener esto relación con su ubicación geográfica. Las opciones europeas tienen una única fecha en la que se puede ejercer el derecho, denominada fecha de vencimiento. Las opciones americanas pueden ejercer el derecho en cualquier momento previo al vencimiento.

Debido a que este trabajo se centra en el modelo de Black-Scholes y puesto que dicho modelo pivota originalmente sobre opciones europeas, únicamente trabajaremos con estas opciones. Por ello, todas las gráficas, comentarios y conclusiones de aquí en adelante serán aplicables solo a opciones europeas.

Teniendo lo anterior en cuenta, las variables o símbolos matemáticos de una posición en opciones se definen como:

- t: momento en el tiempo
- T: momento en el tiempo en el que vence la opción
- S_t: precio al contado del subyacente en t

4 Este activo puede ser de cualquier naturaleza (acciones, materias primas, instrumentos de deuda, divisas, futuros, …). Para mayor simplicidad, en este texto siempre trabajaremos con opciones contratadas sobre acciones.

5 También existen otro tipo de opciones denominadas exóticas. Estas difieren en alguno de los aspectos mencionados anteriormente sobre las europeas o americanas a la hora de ejercer el derecho. Un ejemplo de ello son las opciones bermudas, que, a diferencia de las anteriores, presentan varios periodos de tiempo determinados en los que se puede ejercer el derecho.

- K: precio de ejercicio
- C_t: valor de una opción call en t
- P_t: valor de una opción put en t

Por tanto, los pagos que se generan de una posición en opciones son los siguientes:

Tipo de Posición		$t = 0$	$t = T$
Call	Compra	$-C_0$	$max\{S_T - K; 0\}$
	Venta	C_0	$-max\{S_T - K; 0\}$
Put	Compra	$-P_0$	$max\{K - S_T; 0\}$
	Venta	P_0	$-max\{K - S_T; 0\}$

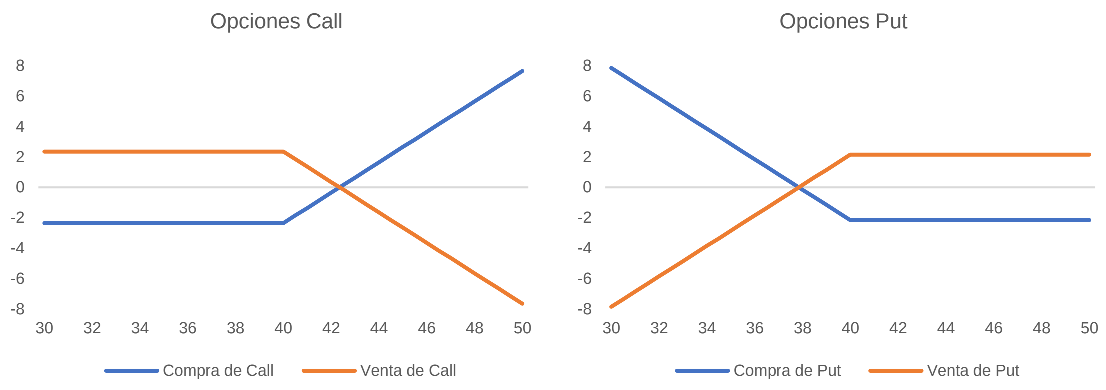
Según la relación que haya entre el precio de ejercicio (K) y el precio al contado (S_t o S) del subyacente, es decir según su grado monetización, una opción puede estar:

- In-the-money: cuando $S > K$ en opciones call y $K > S$ en put, es decir cuando el derecho se encuentra en condiciones de ser ejercido.
- Out-of-the-money: cuando $S < K$ en opciones call y $K < S$ en put, es decir cuando el derecho no se encuentra en condiciones de ser ejercido.
- At-the-money: cuando $S = K$. En la realidad es muy difícil que se dé una opción at-the-money pura. Por ello, a lo largo de este trabajo, consideraremos que una opción estará at-the-money cuando el precio del subyacente se encuentre cerca del precio de ejercicio (at-the-money = near-the-money).

3.1.1 Ejemplo de Opción

A lo largo de este trabajo vamos a presentar una gran variedad de gráficas y tablas que permitirán reflejar de una manera más clara los conceptos que se traten. Para todos los elementos gráficos de este trabajo, salvo que en ellos se exprese lo contrario, hemos tomado como datos base: $S_0 = 40$, $K = 40$, $(T - t) = 0{,}5$, $\sigma = 20\%$ y $r = 1\%$. Teniendo en cuenta que, según el modelo de Black-Scholes, esta opción tendría una prima de 2,35 en el caso de la call y 2,15 en el caso de la put, el beneficio o pérdida de una posición a vencimiento vendría representado como:

Gráfica 3-1: Beneficio/Pérdida de una Posición en Opciones a Vencimiento



Fuente: Elaboración propia

3.2 Valoración de Opciones en Tiempo Discreto

Para introducirnos en la valoración de opciones primero trabajaremos en tiempo discreto, debido a que permite simplificar mucho más la realidad. En tiempo discreto se puede apreciar de manera más clara los factores que determinan la prima de una opción. Como se expondrá en el siguiente punto, el modelo por antonomasia en tiempo discreto es el Modelo Binomial.

Cuando hablamos de un modelo en tiempo discreto indicamos que se trata de un modelo dinámico, ya que asume que las variables evolucionan a lo largo del tiempo. Pero, lo que realmente diferencia un modelo discreto, es que toma "t" como un conjunto de números reales enteros, es decir, el tiempo se considera una variable discreta. Entre dos puntos seguidos en el tiempo se asume que las variables del modelo no cambian. De esta forma, entre S_t y S_{t+1} no existe ningún valor intermedio de S.

3.2.1 El Modelo Binomial

Con posterioridad al Modelo de Black-Scholes, John C. Cox, Stephen A. Ross y Mark Rubinstein (1979) presentaron el Modelo Binomial, también para valoración de opciones europeas. Este modelo se basa en la construcción de un "árbol" de precios como los posibles caminos que puede seguir el precio del subyacente de la opción.

3.2.1.1 Suposiciones del Modelo Binomial

En la valoración según el modelo binomial comenzamos asumiendo que el precio del subyacente, activo con riesgo, sigue un proceso discreto binomial. Esto quiere decir que en el momento $t+1$ el subyacente únicamente puede tomar dos valores $S_{t+1}^{u} = S_t u$ o $S_{t+1}^{d} = S_t d$ con probabilidades complementarias (p y $1-p$ respectivamente). Las letras u y d (del inglés *"up"* y *"down"*) son parámetros de la valoración cuyo valor pertenece a los números reales y su relación, por definición, ha de ser: $u > d$. De esta forma, los caminos que puede seguir el activo con riesgo se pueden representar:

$$S_0 \quad \begin{cases} S_1^u = S_0 u \longrightarrow con\, probabilidad\; p \\ S_1^d = S_0 d \longrightarrow con\, probabilidad\; 1-p \end{cases}$$

$$t = 0 \qquad\qquad\qquad\qquad t = 1$$

A la par que un activo con riesgo, en este modelo también se contempla la existencia de un activo sin riesgo. Éste presenta rendimientos al tipo de interés sin riesgo (r), siendo éste constante e igual para todos los vencimientos. El activo sin riesgo queda definido como:

$$A_0 \;\text{———}\; A_1 = A_0 e^r \longrightarrow con\, probabilidad\; 1$$

$$t = 0 \qquad\qquad\qquad\qquad t = 1$$

Para este modelo también asumiremos que:

- No hay impuestos ni costes de transacción.
- Tanto el subyacente como el activo sin riesgo no pagan dividendos ni cupones.
- Se permiten posiciones tanto largas como cortas en cualquier activo financiero.
- Existe divisibilidad perfecta en todos los activos del mercado, es decir, la cantidad de activos que se desee comprar no tiene por qué ser un número entero.
- Existe liquidez perfecta para todos los activos del mercado, es decir, se puede comprar la cantidad de activos que se desee al precio del mercado del momento.

En este modelo, para que se cumpla el supuesto de Ausencia de Oportunidades de Arbitraje (en adelante supuesto AOA), la relación entre la rentabilidad del subyacente y el tipo de interés sin riesgo ha de ser: $AOA \Rightarrow d < e^r < u$. Con otras palabras, entre las dos rentabilidades posibles que puede generar el activo con riesgo, se encontrará la rentabilidad del activo sin riesgo. En caso de que esto no ocurra así existirían oportunidades de arbitraje tomando posición larga en el activo que tenga mayor rentabilidad y corta en el activo que tenga menos.

3.2.1.2 Cartera Replicante de la Opción

Con el modelo binomial, sería posible crear una cartera que replique a vencimiento los pagos a los que da derecho una opción. La denominaremos cartera replicante. De esta forma, como la cartera y la opción darán derecho a los mismos capitales con el mismo vencimiento, el valor de la prima de la opción será igual a la inversión inicial necesaria para conformar dicha cartera. Esta cartera replicante estará formada por:

- x_R: número de participaciones en el subyacente
- y_R: número de participaciones en el activo sin riesgo

El supuesto de AOA teniendo en cuenta esta cartera replicante de una opción call será: $AOA \Rightarrow C_0 = x_R S_0 + y_R A_0$. Es decir, dos activos que dan derecho a los mismos capitales con igual vencimiento deberán tener el mismo precio. En caso contrario existirían oportunidades de arbitraje.

Debido a que el subyacente únicamente contempla dos supuestos, uno de mercado al alza y otro a la baja, una opción call con vencimiento en $t = 1$ también presentará dos posibilidades de pago a vencimiento.

$$C_1^u = max\{S_1^u - K, 0\} \Longrightarrow con\ probabilidad\ p$$

$$C_0$$

$$C_1^d = max\{S_1^d - K, 0\} \Longrightarrow con\ probabilidad\ 1 - p = q$$

$t = 0$ $\qquad\qquad$ $t = T = 1$

Teniendo esto en cuenta, la cartera replicante de esta opción call tendrá que cumplir:

$$\begin{cases} x_R S_1^u + y_R A_1 = C_1^u \\ x_R S_1^d + y_R A_1 = C_1^d \end{cases}$$

Desarrollando[6] los criterios anteriores, obtenemos que:

$$x_R = \frac{C_1^u - C_1^d}{S_0(u-d)}$$

$$y_R = \frac{uC_1^d - dC_1^u}{(u-d)A_0e^r}$$

Como comentamos anteriormente, el valor de la prima de la opción call deberá ser igual al valor inicial de la cartera replicante. De esta forma[7]:

$$C_0 = x_R S_0 + y_R A_0 = \frac{C_1^u - C_1^d}{S_0(u-d)} S_0 + \frac{uC_1^d - dC_1^u}{(u-d)A_0e^r} A_0 =$$
$$= \left(\frac{e^r - d}{u-d} C_1^u + \frac{u - e^r}{u-d} C_1^d\right) e^{-r}$$

Así se hallaría el valor de la prima de una opción call únicamente con vencimiento en $T = 1$.

3.2.2 Valoración Neutral al Riesgo

La valoración neutral al riesgo es un concepto que se desarrolla de los trabajos de Harrison y Kreps (1979) y Harrison y Pliska (1981), y se deriva de los trabajos de Black y Scholes (1973) y Cox, Ross y Rubinstein (1979). La base de la valoración neutral al riesgo se conoce como teorema fundamental de valoración de activos (Carabias, 2016).

El teorema fundamental de valoración de activos se da siempre en un mundo teórico neutral al riesgo, es decir, en un contexto en el que no hay recompensa por invertir en el activo con riesgo. En él, la rentabilidad de todos los activos es la rentabilidad del activo sin riesgo (Civitanic & Zapatero, 2003). Por tanto:

$$S_0 = e^{-rt}\hat{E}[S_t]$$

Este teorema fundamental indica que en Ausencia de Oportunidades de Arbitraje existe la equivalente medida de martingala o la probabilidad neutral al riesgo (Bingham & Kiesel, 2004). Estas medidas de probabilidad son teóricas, es

6 En el Anexo II.a: Desarrollo de la Cartera Replicante de la Call en el Modelo Binomial se encuentra el desarrollo paso a paso.
7 En el Anexo II.a: Desarrollo de la Cartera Replicante de la Call en el Modelo Binomial se encuentra el desarrollo paso a paso.

decir, parten de un modelo bajo suposiciones y no representan la probabilidad de que el suceso ocurra en la práctica real.

3.2.2.1 Valoración Neutral al Riesgo de la Opción

Según este teorema fundamental de la valoración de activos, el valor en $t = 0$ del activo con riesgo definido en el punto anterior del modelo binomial sería:

$$S_0 = \hat{E}[S_1]e^{-r} = [S_1^u \hat{p} + S_1^d (1 - \hat{p})]e^{-r}$$

Del mismo modo, se puede hallar el valor esperado de la opción call presentada en el punto anterior y obtener su valor actual:

$$C_0 = \hat{E}[C_1]e^{-r} = [C_1^u \hat{p} + C_1^d (1 - \hat{p})]e^{-r}$$

También en el punto anterior terminamos concluyendo que el valor de la prima de la opción call en el modelo binomial es:

$$C_0 = \left(\frac{e^r - d}{u - d} C_1^u + \frac{u - e^r}{u - d} C_1^d\right) e^{-r}$$

Así, para el caso pertinente, el modelo binomial y la valoración neutral al riesgo se puede concluir que las medidas de martingala serán:

$$C_0 = \left(\frac{e^r - d}{u - d} C_1^u + \frac{u - e^r}{u - d} C_1^d\right) e^{-r} \xRightarrow{\hat{p} = \frac{e^r - d}{u - d}\,;\, 1 - \hat{p} = \frac{u - e^r}{u - d}} C_0 = [\hat{p} C_1^u + (1 - \hat{p}) C_1^d] e^{-r}$$

3.2.3 Valoración con Múltiples Nodos Temporales

Hasta ahora veníamos valorando una opción a la que únicamente le quedaba un periodo de tiempo hasta su vencimiento, o, lo que es lo mismo, que desde el momento inicial hasta vencimiento el activo con riesgo únicamente podía tomar dos valores diferentes. Debido a esto se introduce una nueva variable:

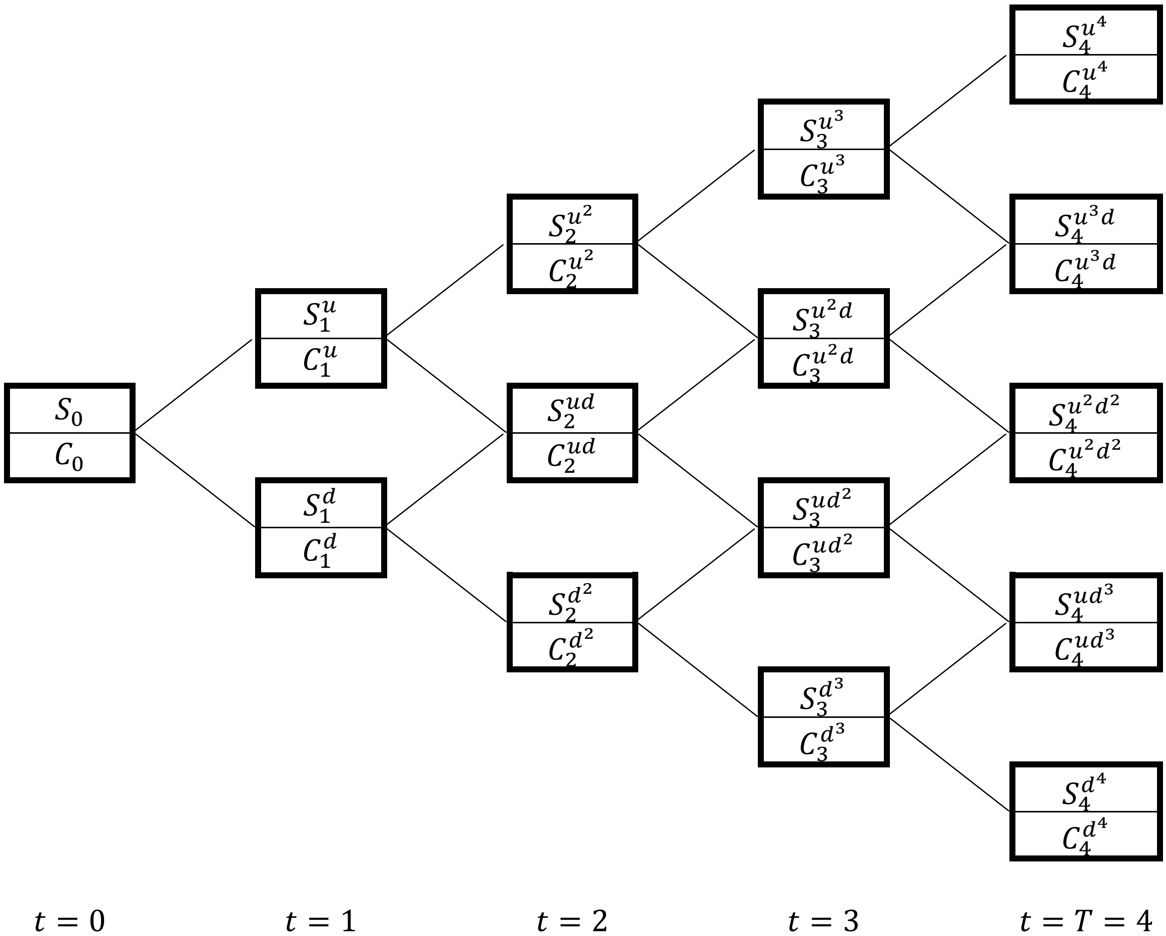
- n: número de nodos temporales hasta el vencimiento (T).

Y, por tanto:

$$\Delta t = \frac{(T - t)}{n}$$

Teniendo en cuenta lo dicho en el modelo binomial, los posibles valores que puede tomar tanto el subyacente como la opción con $T = n = 4$ serían:

Esquema 3-1: Nodos Temporales



Por tanto, las probabilidades neutrales al riesgo de cada uno de estos posibles valores a vencimiento de la opción call serán:

Posibles valores a vencimiento	Pago a vencimiento	Probabilidad neutral al riesgo
$C_4^{u^4}$	$\max\{S_4^{u^4} - K; 0\}$	$P\left[C_4^{u^4}\right] = \hat{p}^4$
$C_4^{u^3d}$	$\max\{S_4^{u^3d} - K; 0\}$	$P\left[C_4^{u^3d}\right] = \hat{p}^3(1-\hat{p})$
$C_4^{u^2d^2}$	$\max\{S_4^{u^2d^2} - K; 0\}$	$P\left[C_4^{u^2d^2}\right] = \hat{p}^2(1-\hat{p})^2$
$C_4^{ud^3}$	$\max\{S_4^{ud^3} - K; 0\}$	$P\left[C_4^{ud^3}\right] = \hat{p}(1-\hat{p})^3$
$C_4^{d^4}$	$\max\{S_4^{d^4} - K; 0\}$	$P\left[C_4^{d^4}\right] = (1-\hat{p})^4$

Con $T = 4$, el valor de la prima de la opción call es:

$$C_0 = \left(C_4^{u^4}\hat{p}^4 + C_4^{u^3d}\hat{p}^3(1-\hat{p}) + C_4^{u^2d^2}\hat{p}^2(1-\hat{p})^2 + C_4^{ud^3}\hat{p}(1-\hat{p})^3 + C_4^{d^4}(1-\hat{p})^4\right)e^{-r(4-0)}$$

3.2.4 Aproximación a *u* y *d*.

Para aproximar las medidas de u y d del modelo binomial a los mercados reales se proponen, en el artículo de Cox, Ross y Rubinstein (1979), las siguientes medidas:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

Siendo $\sigma\sqrt{\Delta t}$ la desviación típica de los retornos del activo subyacente ante Δt. De esta forma se consigue reflejar en el modelo la volatilidad del activo con riesgo (Cox, Ross, & Rubinstein, 1979). Las probabilidades neutrales al riesgo quedarían definidas como:

$$\hat{p} = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

$$(1 - \hat{p}) = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

3.2.5 Conclusiones de la Valoración en Tiempo Discreto

Para las fórmulas genéricas de valoración del modelo binomial consideraremos las siguientes variables adicionales:

- j: número de movimientos alcistas del activo con riesgo.
- a: número mínimo de movimientos alcistas para que $S_T > K$.

El valor del activo con riesgo en un punto en tiempo discreto y su medida de martingala (probabilidad neutral al riesgo), siendo n el número de nodos temporales hasta el momento t, serán:

$$S_t^{u^j \cdot d^{n-j}} = S_0 u^j d^{n-j} \text{ ,} \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

$$P\left[S_t^{u^j \cdot d^{n-j}} = S_0 u^j d^{n-j}\right] = \binom{n}{j} \hat{p}^j (1 - \hat{p})^{n-j} \text{ ,} \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

Y, por tanto, su valor en un momento concreto en el tiempo se podría expresar como:

$$S_t = e^{-r(T-t)} \sum_{j=0}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1 - \hat{p})^{n-j} S_t^{u^j \cdot d^{n-j}} \text{ ,} \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

Del mismo modo, el pago a vencimiento de una call y su probabilidad neutral al riesgo serán:

$$C_T^{u^j \cdot d^{n-j}} = max\left\{S_0 u^j d^{n-j} - K; 0\right\} \text{,} \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

$$P\left[C_T^{u^j \cdot d^{n-j}} = max\{S_0 u^j d^{n-j} - K; 0\}\right] = \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} \text{ ,} \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

Para que la opción se encuentre in-the-money, es decir, para que se ejecute el derecho de compra y el intercambio de capitales a vencimiento sea superior a cero, el precio del activo subyacente ha de ser superior al precio de ejercicio ($S_T > K$). Esto implica que[8]:

$$S_T^{u^j d^{n-j}} > K \Rightarrow j > \frac{n}{2} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} \text{ ,} \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

Por lo que:

$$a = \frac{n}{2} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}$$

Teniendo esto en cuenta, el valor de la call en un momento concreto en el tiempo, la prima de la call se puede expresar como:

$$C_t = e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} \left(S_0 u^j d^{n-j} - K\right)$$

Aun así, para aproximar esta expresión al modelo de Black-Scholes (Civitanic & Zapatero, 2003) que expondremos posteriormente, también se puede definir como[9]:

$$C_t = S_t B_1(a) - K e^{-r(T-t)} B_2(a)$$

Donde:

$$B_1(a) = P[X > a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p}')$$

$$\hat{p}' = \frac{\hat{p}u}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$(1-\hat{p}') = \frac{(1-\hat{p})d}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

8 En el Anexo II.b: Desarrollo de la Condición Necesaria para que se Ejercite el Derecho de la Opción Call en el Modelo Binomial se encuentra el desarrollo paso a paso.
9 En el Anexo II.c: Desarrollo de la Formula de la Valoración de la Call en el Modelo Binomial se encuentra el desarrollo paso a paso.

$$B_2(a) = P[X > a] \longrightarrow X \sim B(n, p)$$

$$\hat{p} = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

$$(1 - \hat{p}) = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

En el caso de la opción put, su valoración en tiempo discreto quedaría definida como[10]:

$$P_t = Ke^{-r(T-t)}B_2(a) - S_t B_1(a)$$

Donde:

$$B_1(a) = P[X < a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p}')$$

$$\hat{p}' = \frac{\hat{p}u}{\hat{p}u + (1 - \hat{p})d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$(1 - \hat{p}') = \frac{(1 - \hat{p})d}{\hat{p}u + (1 - \hat{p})d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$B_2(a) = P[X < a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p})$$

$$\hat{p} = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

$$(1 - \hat{p}) = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

3.3 Valoración de Opciones en Tiempo Continuo

Ya presentado el modelo binomial en tiempo discreto, pasamos a tiempo continuo. En éste se presentará el modelo de Black-Scholes, modelo sobre el que pivotará este trabajo.

Un modelo en tiempo continuo se trata también de un modelo dinámico que, como dijimos anteriormente, asume que las variables evolucionan a lo largo del tiempo. Por otro lado, estos modelos toman la variable "t" como un conjunto de números reales, es decir, el tiempo se considera una variable continua. Entre

10 En el Anexo III: Desarrollo del Modelo Binomial en Opciones Put se encuentra la valoración de la opción put en el modelo binomial.

dos puntos del tiempo tomados al azar existe una cantidad infinita de otros puntos en el tiempo. Entre dos puntos siempre hay otro.

3.3.1 El Modelo de Black-Scholes

En 1973 Fisher Black, Myron Scholes y Robert Merton desarrollaron el Modelo Black-Scholes-Merton (o Black-Scholes), el cual se considera uno de los mayores avances en la valoración de opciones europeas (Hull, Options, Futures, and other Derivatives, 2012). Trabajos anteriores a este modelo, como Sprenkle (1961), Samuelson (1965) o Chen (1970), habían realizado avances en esta materia, pero todos basaban su valoración en parámetros arbitrarios (Black & Scholes, 1973). Por ello, en 1997 Robert Merton y Myron Scholes recibieron el Premio Nobel de Economía.

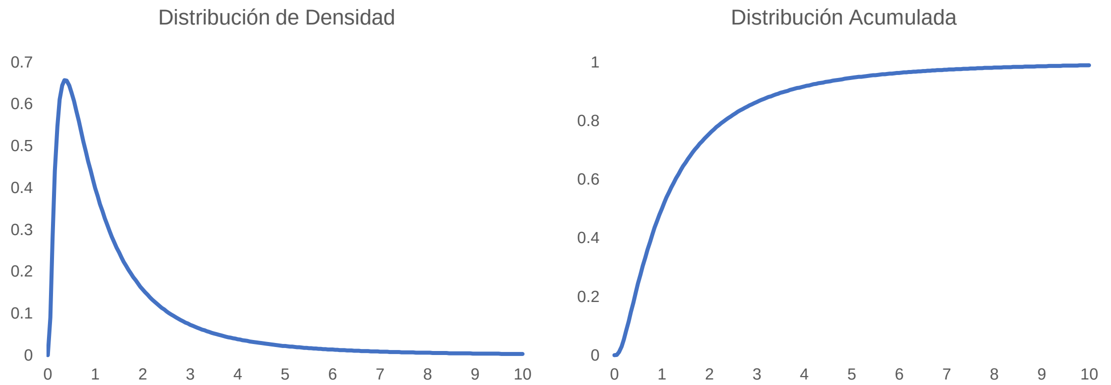
3.3.1.1 Suposiciones del Modelo de Black-Scholes

Para este modelo de valoración asumiremos "condiciones ideales" en el mercado para la acción y para la opción (Black & Scholes, 1973). Comenzando por el movimiento del subyacente que sigue una distribución log-normal:

$$\ln S_t \sim N\left[\ln S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t, \sigma^2 t\right] = \ln\frac{S_t}{S_0} \sim N\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t, \sigma^2 t\right]$$

- μ: retorno esperado del activo con riesgo
- σ^2: varianza de los retornos del activo con riesgo

Gráfica 3-2: Distribución Logarítmica

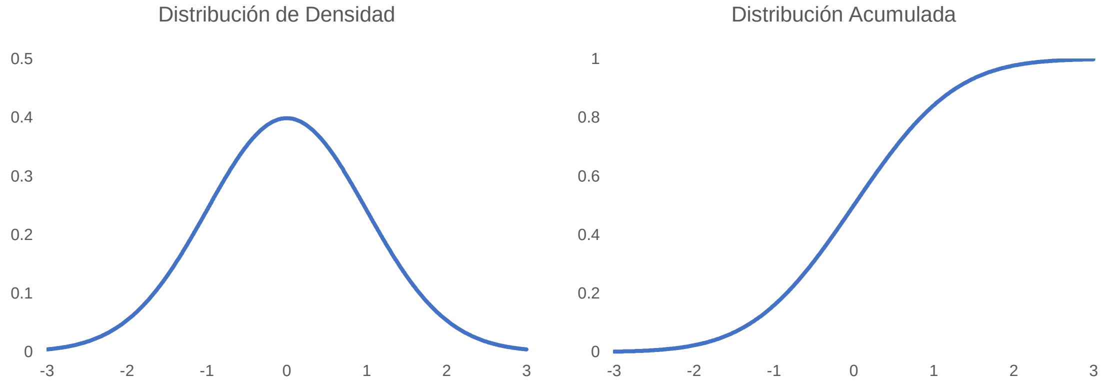


Fuente: Elaboración propia

Los retornos del subyacente seguirán, por tanto, una distribución normal, concluyendo en que, a lo largo del tiempo el subyacente siga, lo que en matemáticas se domina un movimiento browniano (Hull, Options, Futures, and other Derivatives, 2012):

$$\frac{\Delta S_{0,t}}{S_0} \sim N(\mu\Delta t, \sigma^2 \Delta t)$$

Gráfica 3-3: Distribución Normal



Fuente: Elaboración propia

Además, tal y como quedaron definidas en el modelo binomial, en el modelo de Black-Scholes también se cumplen los siguientes supuestos:

- No hay impuestos ni costes de transacción.
- Tanto el subyacente como el activo sin riesgo no pagan dividendos ni cupones.
- Se permiten posiciones tanto largas como cortas en cualquier activo financiero.
- Existe divisibilidad y liquidez perfecta en todos los activos del mercado.

3.3.1.2 Origen de la Fórmula de Black-Scholes

Para la valoración de opciones europeas en tiempo continuo, Fisher Black, Myron Scholes y Robert Merton partieron de la creación de una posición cubierta. Dicha posición estaría formada por la venta de opciones y la compra del subyacente. Definieron el número de opciones que deberían emitir por cada opción comprada como: $1/C_0$. Dicha situación de cobertura es mantenida a lo largo del tiempo y de manera constante (Black & Scholes, 1973).

Asumieron que el precio del activo subyacente seguía un camino aleatorio que se podía definir como (Hull, Options, Futures, and other Derivatives, 2012):

$$dS = \mu S \, dt + \sigma S \, dz$$

Donde:

$$z \sim N(0, \Delta t)$$

Teniendo esto en cuenta y en ausencia de oportunidades de arbitraje, la posición cubierta tendrá una rentabilidad cierta, que debe coincidir con el tipo de interés sin riesgo (Black & Scholes, 1973). Desarrollando los supuestos anteriores, llegaron a la siguiente ecuación diferencial (Hull, Options, Futures, and other Derivatives, 2012) para la valoración de la call europea:

$$dc = \left(\frac{\partial c}{\partial S}\mu S + \frac{\partial c}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 c}{\partial S^2}\sigma^2 S^2\right)dt + \frac{\partial c}{\partial S}\sigma^2 S^2 dz$$

Con todo lo anterior, concluyeron en las famosas fórmulas de valoración:

$$C_t = S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$$

$$P_t = Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_t N(-d_1)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

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

$$N(x) = P[Z \leq x] \longrightarrow Z \sim N(0,1)$$

$$P[Z \leq x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx$$

3.3.1.3 Aproximación a la Fórmula de Black-Scholes

Hoy en día ya se han demostrado múltiples vías a través de las cuales se puede llegar a la fórmula de valoración del modelo de Black-Scholes. Debido a que en puntos anteriores hemos desarrollado el modelo binomial, a lo largo de este punto vamos a explicar cómo, tomando el límite del modelo binomial podemos llevarlo a tiempo continuo, llegando a la fórmula de Black-Scholes.

Recordando las conclusiones a las que llegamos presentando el modelo binomial para la valoración de la call:

$$C_t = S_t B_1(a) - Ke^{-r(T-t)}B_2(a)$$

Donde:

$$B_1(a) = P[X > a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p}')$$

$$\hat{p}' = \frac{\hat{p}u}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$(1-\hat{p}') = \frac{(1-\hat{p})d}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$B_2(a) = P[X > \alpha] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p})$$

$$\hat{p} = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

$$(1-\hat{p}) = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

Tomar el límite del modelo binomial significa que el valor de n, el número de nodos de los que está compuesta la valoración en el modelo binomial, tiende a infinito. De este modo, las distribuciones binomiales que conforman la fórmula de valoración se aproximarán a distribuciones normales en tiempo continuo. Para comenzar, se tomará la segunda distribución binomial, ya que tiene las probabilidades neutrales al riesgo más sencillas:

$$X \sim B_2(n, \hat{p}) \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} X \sim N_2[\mu = n\hat{p}\ ;\ \sigma = n\hat{p}(1-\hat{p})]$$

Teniendo en cuenta que la distribución normal estandarizada se define como: $Z \sim N(0,1)$. La probabilidad del modelo asociada a esta distribución quedaría, normalizándola:

$$P[X > \alpha] \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} P\left[Z > \frac{\alpha - n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right] = 1 - P\left[Z < \frac{\alpha - n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right] =$$
$$= 1 - N\left(\frac{\alpha - n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right) = N\left(\frac{n\hat{p} - \alpha}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right)$$

Sustituyendo en la probabilidad anterior el valor de α y calculando el límite[11] cuando n tiende a infinito de la expresión resultante; obtenemos la distribución de probabilidad que en el modelo de Black- Scholes denominamos $N(d_2)$:

11 En el Anexo IV.a: Límite de la Distribución $X \sim B_2(n, \hat{p})$ se puede ver más detalladamente la resolución de dicho límite.

$$N\left(\frac{n\hat{p}-\alpha}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right)\xrightarrow{\alpha=\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}} N\left(\frac{n\hat{p}-\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right)=$$

$$=N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}\right)$$

$$\xrightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)$$

Ahora, tomando la primera distribución binomial de la fórmula:

$$X\sim B_1(n,\hat{p}')\underset{n\to\infty}{\longrightarrow} X\sim N_1[\mu=n\hat{p}'\ ;\ \sigma=n\hat{p}'(1-\hat{p}')]$$

Teniendo en cuenta que la distribución normal estandarizada se define como: $Z\sim N(0{,}1)$. La probabilidad del modelo asociada a esta distribución quedaría, normalizándola:

$$P[X>\alpha]\underset{n\to\infty}{\longrightarrow} P\left[Z>\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right]=1-P\left[Z<\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right]=$$

$$=1-N\left(\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right)=N\left(\frac{n\hat{p}'-\alpha}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right)$$

Sustituyendo en la probabilidad anterior el valor de α y calculando el límite[12] cuando n tiende a infinito de la expresión resultante; obtenemos la distribución de probabilidad que en el modelo de Black- Scholes denominamos $N(d_1)$:

12 En el Anexo IV.b: Límite de la Distribución $X\sim B_1(n,\hat{p}')$se puede ver más detalladamente la resolución de dicho límite.

$$N\left(\frac{n\hat{p}'-\alpha}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right)\xRightarrow{\alpha=\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}N\left(\frac{n\hat{p}'-\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right)=$$

$$=N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right)$$

$$\xRightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}}N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)$$

De esta forma, se concluye en la fórmula de valoración de Black-Scholes para la opción call:

$$C_t=S_tN\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)-Ke^{-r(T-t)}N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)=$$

$$=S_tN(d_1)-Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$$

Para la valoración de opciones put el desarrollo es muy parecido[13] y concluye en la fórmula de valoración:

$$P_t=Ke^{-r(T-t)}N\left(-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)-S_tN\left(-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)=$$

$$=Ke^{-r(T-t)}N(-d_2)-S_tN(-d_1)$$

3.3.1.4 Valores de la Prima

El valor de la prima de una opción puede descomponerse en dos grandes factores:

- Valor intrínseco: es la parte del valor de la prima que se puede atribuir a la diferencia entre el precio al que se tiene el derecho (el precio de ejercicio) y el precio del subyacente.

13 En el Anexo V: Desarrollo de la Aproximación al Modelo de Black-Scholes con Opciones Put se puede encontrar el desarrollo de dicha aproximación.

- Valor temporal: es la parte del valor de la prima que se atribuye al tiempo durante el que se dispone del derecho de compra/venta.

La relación matemática entre estos dos factores se puede expresar como:

$$Valor\ Temporal = Prima - Valor\ Intrínseco$$

$$Valor\ Temporal_{Call} = C_t - max\{S_t - K; 0\}$$

$$Valor\ Temporal_{Put} = P_t - max\{K - S_t; 0\}$$

Teniendo esto en cuenta, se puede apreciar como la prima de opciones out-of-the-money conforman todo su valor en temporal. En la siguiente tabla se pueden apreciar estas diferencias, así como el desglose del valor de la prima.

Tabla 3-1: Componentes de la Prima

Call			Precio de Ejercicio	Put		
Prima	Valor Temporal	Valor Intrínseco		Prima	Valor Temporal	Valor Intrínseco
10,18	0,18	10,00	30	0,03	0,03	0,00
8,27	0,27	8,00	32	0,11	0,11	0,00
6,47	0,47	6,00	34	0,30	0,30	0,00
4,84	0,84	4,00	36	0,67	0,67	0,00
3,46	1,46	2,00	38	1,27	1,27	0,00
2,35	2,35	0,00	40	2,15	2,15	0,00
1,52	1,52	0,00	42	3,31	1,31	2,00
0,94	0,94	0,00	44	4,72	0,72	4,00
0,55	0,55	0,00	46	6,32	0,32	6,00
0,31	0,31	0,00	48	8,07	0,07	8,00
0,17	0,17	0,00	50	9,92	-0,08	10,00

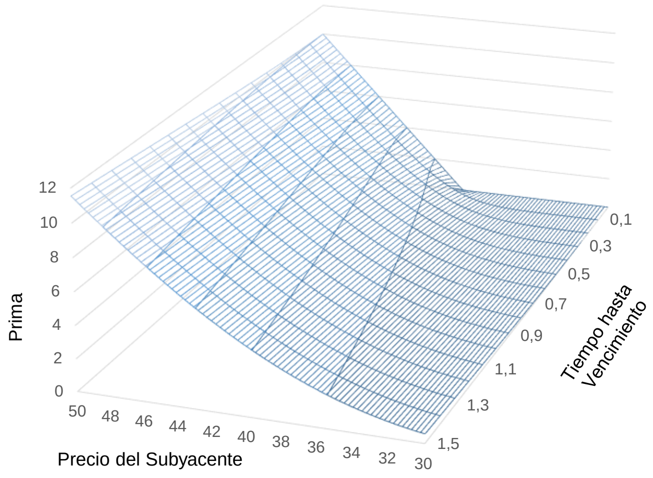
Fuente: Elaboración propia

El valor temporal viene determinado por factores como el tipo de interés sin riesgo, la volatilidad del subyacente y, como no podía ser de otra manera, el tiempo hasta vencimiento de la opción. En los siguientes puntos se muestra como varía el valor de la prima ante cambios en dichos componentes.

i. La Prima a lo Largo del Tiempo

Cuanto mayor es el tiempo hasta vencimiento mayor es el valor temporal de la prima de la opción y, por tanto, mayor es el valor de la prima. Esto se debe a que cuanto más tiempo exista hasta vencimiento, más posibilidad hay de que la opción se encuentre más in-the-money a vencimiento, es decir, de que el derecho se pueda ejercer con mayores beneficios.

Gráfica 3-4: Prima de la Call a lo Largo del Tiempo



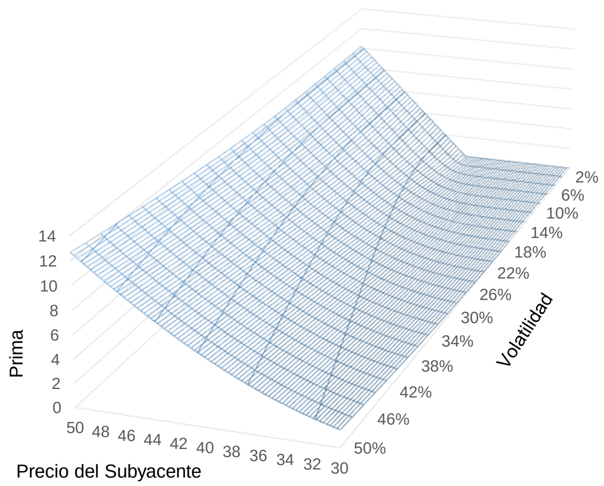
Fuente: Elaboración propia

ii. La Prima en Relación con la Volatilidad

La volatilidad tiene una relación directamente proporcional con el valor temporal de la opción. A mayor volatilidad, mayor valor temporal de la opción y, por tanto, mayor valor de la prima.

Una mayor volatilidad implica que el precio del subyacente puede dar lugar a movimientos mayores. Por ello, en el mismo espacio de tiempo, la opción puede llegar a dar mayores beneficios, entrar más in-the-money.

Gráfica 3-5: Prima de la Call en Relación con la Volatilidad

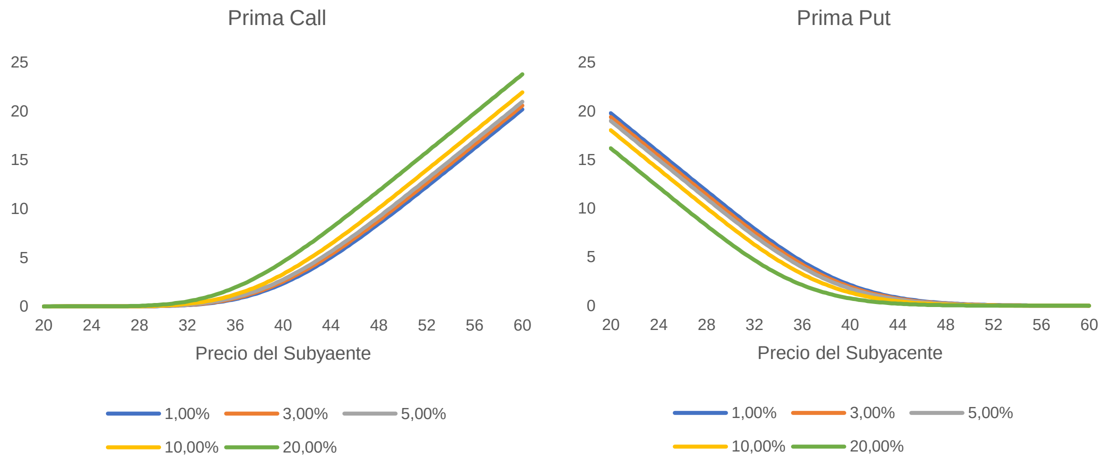


Fuente: Elaboración propia

iii. La Prima en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo

Como vimos anteriormente en la valoración neutral al riesgo, un mayor tipo de interés daba lugar a un mayor precio futuro esperado para el subyacente. Debido a que el precio futuro esperado es mayor, existe más posibilidad de que la opción call se encuentre in-the-money en el futuro. Por ello, el valor temporal de la opción call es mayor a medida que el tipo de interés sin riesgo aumenta. Esto ocurre de manera inversa con las opciones put, en éstas, a mayor tipo de interés, menor es su valor temporal y, por tanto, su prima.

Gráfica 3-6: La Prima en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo



Fuente: Elaboración propia

4 Las Griegas

El valor de una posición en opciones, como vimos en el punto anterior, depende de la volatilidad del activo subyacente, del tipo de interés sin riesgo y del tiempo hasta vencimiento, además del precio al contado del propio activo y del precio de ejercicio de la opción. De esta forma, tomando una posición en opciones, estamos exponiéndonos, en mayor o menor grado, en todos los factores que determinan su valor (Hull, Options, Futures, and other Derivatives, 2012).

Las denominadas “Griegas” son las letras con las que identifican las exposiciones a los diferentes factores de riesgo de una posición en opciones. Se denominan así porque cada una viene representada por una letra del alfabeto griego. Estas miden la sensibilidad del precio de la opción a cambios en los parámetros utilizados para su valoración (Yu & Xie, 2013). Además de medir el riesgo, como comentaremos en el punto siguiente, ayudan a gestionar dichas exposiciones.

4.1 Sensibilidad al Precio del Subyacente y al Tiempo

En este punto se van a presentar las griegas: delta (Δ), sensibilidad al precio al contado del subyacente; gamma (Γ), sensibilidad de delta al precio al contado del subyacente; y theta (Θ), sensibilidad al paso del tiempo. Posteriormente se presentarán las otras dos griegas, relacionadas más directamente con el objetivo principal de este texto: vega (ν), sensibilidad a la volatilidad; y rho (ρ), sensibilidad al tipo de interés sin riesgo.

4.1.1 Sensibilidad al Precio del Subyacente (Delta Δ)

4.1.1.1 Concepto de Delta

Delta es la sensibilidad del valor de una opción ante cambios de precio del activo subyacente. Desde el punto de vista matemático, delta es para las opciones lo que la duración es para la renta fija. El valor de delta, además, puede ser analizado desde diferentes puntos de vista (Passarelli, 2012).

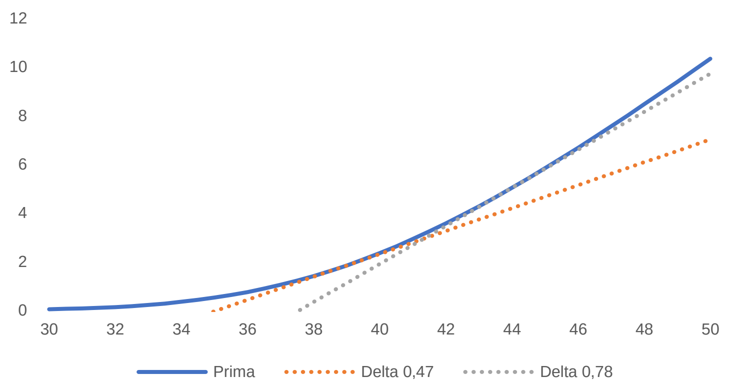
En primer lugar, refleja la tasa de variación de la prima de la opción en relación con la variación del precio del activo subyacente. Cuando el precio del activo subyacente varía de precio en una unidad, el valor la prima de la opción varía en delta unidades. Por tanto, las opciones call tendrán siempre delta positivo, ya que la relación entre su prima y el valor del subyacente es directa. Cuando sube el precio del subyacente, sube el valor intrínseco de la opción. Por el contrario, las opciones put cuentan con deltas negativos.

$$(S_{t+1} - S_t)\Delta \approx (C_{t+1} - C_t)$$

$$(S_{t+1} - S_t)\Delta \approx (P_{t+1} - P_t)$$

En segundo lugar, matemáticamente es la primera derivada de la fórmula de valoración en función del precio del subyacente, como se mostrará posteriormente en su cálculo. Por tanto, muestra la pendiente en un punto determinado del gráfico que relaciona la prima con el precio del subyacente, como se muestra a continuación.

Gráfica 4-1: Delta como la Pendiente de la Prima de la Opción



Fuente: Elaboración propia

En tercer lugar, representa la exposición equivalente al activo subyacente que tiene la prima de la opción, es decir, una posición en opciones equivale a delta posiciones en el subyacente de dichas opciones. Esta propiedad será la clave principal de la delta-cobertura que abordaremos más adelante.

Por último, en la práctica se considera el valor absoluto de delta como la probabilidad de que la opción se encuentre in-the-money cuando llegue el vencimiento, es decir, delta es la probabilidad de que dicha opción vaya a ser ejercida. Teniendo esto en cuenta, se puede afirmar que:

- El valor $|\Delta|$ siempre se encontrará entre 0 y 1: $0 < |\Delta| < 1$.
- El valor absoluto de la delta de una opción call será complementario al valor absoluto de la delta de una opción put sobre el mismo

subyacente, con el mismo precio de ejercicio y con el mismo vencimiento: $1 - |\Delta_{call}| = |\Delta_{put}|$.

Delta es la derivada primera de la fórmula de Black-Scholes respecto al precio del activo subyacente, de tal modo que matemáticamente[14]:

$$\Delta_{call} = \Delta_c = \frac{\partial C}{\partial S_t} = N(d_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx$$

$$\Delta_{put} = \Delta_p = \frac{\partial P}{\partial S_t} = -N(-d_1) = -\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx$$

4.1.1.2 Valores de Delta

Delta no es un parámetro fijo en la valoración de opciones, sino que, a medida que cambian los inputs de la valoración, cambia la delta. En los puntos posteriores se estudiará como se relaciona este parámetro con los distintos factores que determinan el valor de la prima.

i. Delta en Función del Grado de Monetización

Por regla general, las opciones in-the-money tienen una delta en valor absoluto superior a 0,5 y las out-of-the-money inferior a 0,5. Esta regla no siempre se cumple debido al efecto del tipo de interés sin riesgo a lo largo del tiempo hasta vencimiento. Porque, recordemos que el valor futuro esperado del subyacente es su precio al contado capitalizado al tipo de interés sin riesgo, tal y como quedó expuesto en el punto de valoración de opciones. Por ello, una opción call at-the-money tendrá una delta mayor que su correspondiente put, teniendo en cuenta un tipo de interés sin riesgo positivo.

14 En el Anexo VI.a: Delta (Δ) se encuentra el desarrollo de la derivada que concluye en la fórmula de delta.

Tabla 4-1: Delta en Relación con el Grado de Monetización

Call		Precio de Ejercicio	Put	
Prima	Delta		Prima	Delta
10,18	0,9838	30	0,03	-0,0162
8,27	0,9539	32	0,11	-0,0461
6,47	0,8953	34	0,30	-0,1047
4,84	0,8026	36	0,67	-0,1974
3,46	0,6804	38	1,27	-0,3196
2,35	0,5422	40	2,15	-0,4578
1,52	0,4056	42	3,31	-0,5944
0,94	0,2851	44	4,72	-0,7149
0,55	0,1888	46	6,32	-0,8112
0,31	0,1184	48	8,07	-0,8816
0,17	0,0705	50	9,92	-0,9295

Fuente: Elaboración propia

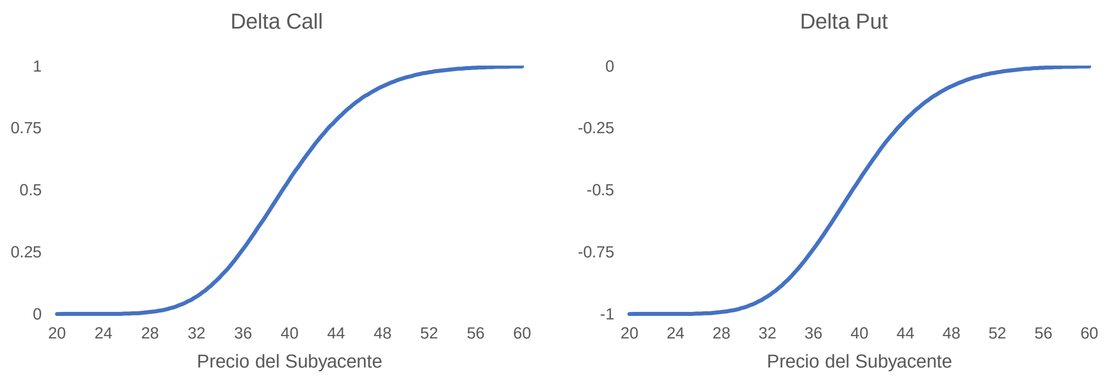
Según lo explicado anteriormente en las probabilidades neutrales al riesgo, podemos concluir que un valor delta igual a 0,5 lo tendrán opciones que cumplan la condición:

$$K = S_0 e^{\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}$$

En este punto la opción tiene las mismas probabilidades de acabar in-the-money o out-of-the-money.

Además, cuanto más in-the-money esté la opción, más cercano a 1 estará su delta, ya que más probable será que se ejerza el derecho de compra/venta. Por el contrario, cuanto más out-of-the-money esté la opción, más cercano a cero será su delta.

Gráfica 4-2: Delta en Función del Precio del Subyacente

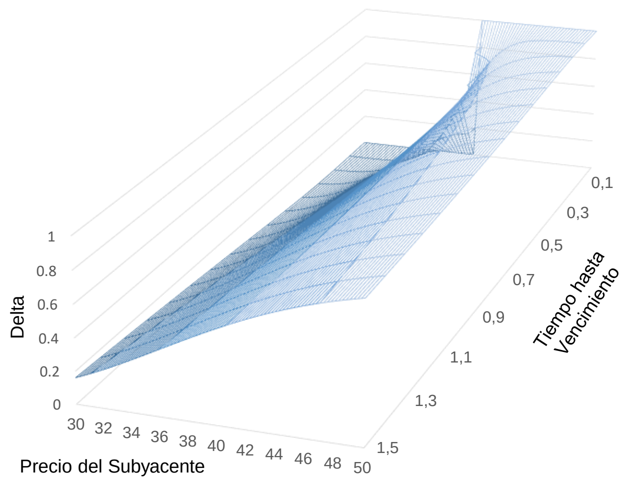


Fuente: Elaboración propia

ii. Delta a lo Largo del Tiempo

Conforme se acerca el vencimiento, aumenta la probabilidad de que las opciones sean ejercidas si están in-the-money y se reduce la probabilidad de las out-of-the-money. Como expusimos en las suposiciones del modelo de Black-Scholes, el subyacente sigue un movimiento browniano. Por tanto, la relación entre el tiempo y la variabilidad del precio futuro es directamente proporcional. Además, el tipo sin riesgo dispondrá de menos tiempo para su efecto (Cottle, 2005).

Gráfica 4-3: Delta de la Call a lo Largo del Tiempo



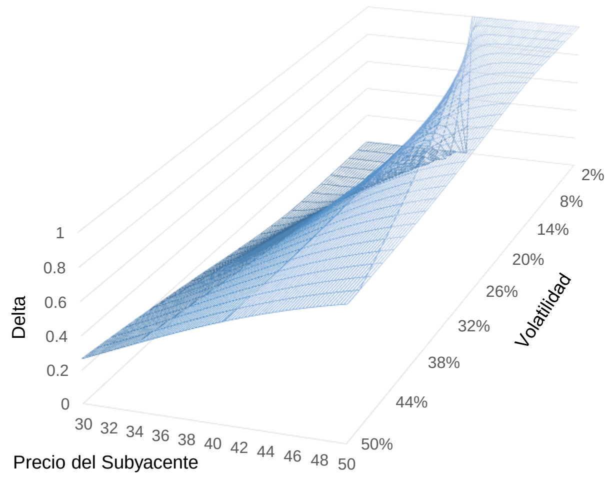
Fuente: Elaboración propia

Como se verá posteriormente, la pendiente de delta aumenta en las opciones at-the-money con el paso del tiempo. El precio de una opción at-the-money se vuelve más volátil conforme se acerca el vencimiento.

iii. Delta en Relación con la Volatilidad

Una mayor volatilidad implica mayores movimientos del precio del subyacente en cortos periodos de tiempo. Por tanto, opciones in-the-money tienen deltas menores con alta volatilidad, ya que es menor la probabilidad de que se ejercite el derecho a vencimiento cuando los movimientos del subyacente pueden ser mayores (Passarelli, 2012). De modo contrario sucede con opciones out-of-the-money, estas tienen mayores deltas con volatilidades altas.

Gráfica 4-4: Delta de la Call en Relación con la Volatilidad



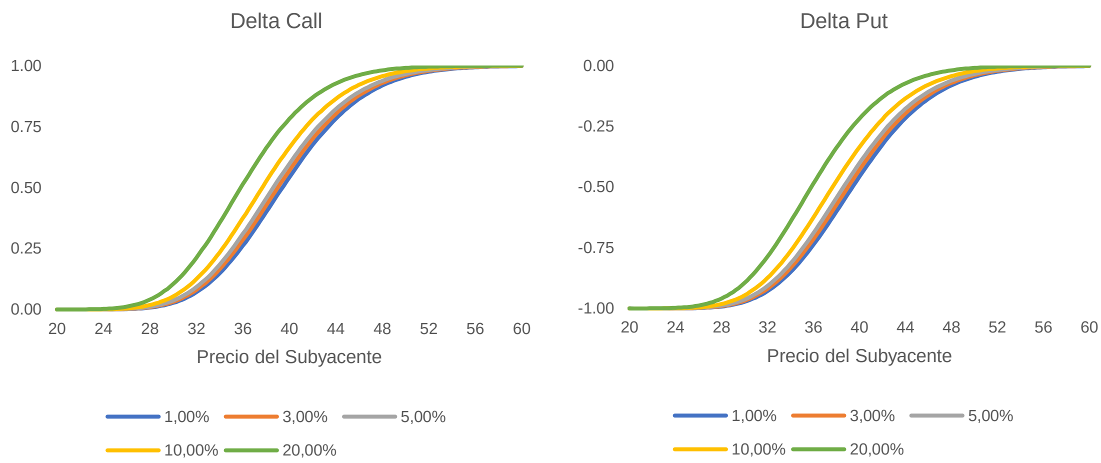
Fuente: Elaboración propia

Existe una mayor incertidumbre cuando hay más volatilidad. Esto hace que con mayor volatilidad las opciones se consoliden menos in-the-money o out-of-the-money.

iv. Delta en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo

Un mayor tipo de interés sin riesgo implicará un mayor valor del activo subyacente a vencimiento. Por tanto, una opción call ante incrementos del tipo de interés tiene más probabilidades de ser ejercitada, lo que implica una delta mayor. De forma inversa ocurre con las opciones put.

Gráfica 4-5: Delta en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo



Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que ante variaciones del tipo de interés sin riesgo se produce un desplazamiento de la curva de delta. Con tipos de interés mayores se produce un desplazamiento de la curva que permite que delta con valor de 0,5 se alcance con un precio del subyacente más bajo.

4.1.2 Sensibilidad a los Cambios de Precio del Subyacente (Gamma Γ)

4.1.2.1 Concepto de Gamma

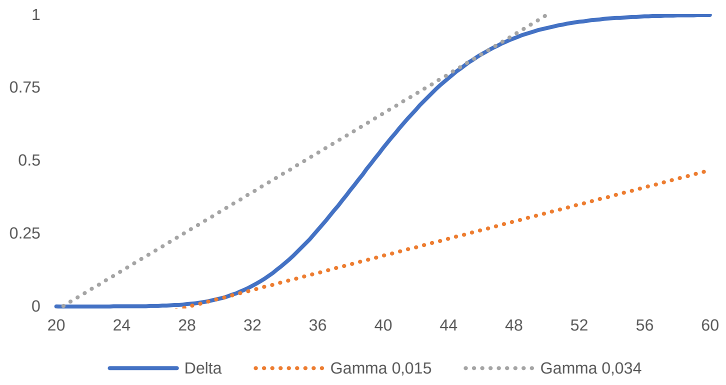
Gamma representa la sensibilidad de delta ante cambios en el precio del subyacente. Cuando el precio del activo subyacente varía en una unidad, la delta de la opción varía en gamma unidades. A su vez gamma también cambia. No solo delta cambia a una tasa determinada, sino que conforme delta varía, su tasa, gamma, también lo hace (Passarelli, 2012).

$$(S_{t+1} - S_t)\Gamma \approx (\Delta_{t+1} - \Delta_t)$$

Enlazando con lo anterior, anteriormente explicamos como una posición en opciones equivalía a delta posiciones en el activo subyacente. Por ello, gamma puede ser interpretado como la variación de esa posición en el activo ante variaciones del precio de ese activo.

Matemáticamente es la segunda derivada de la fórmula de valoración de opciones en función del precio del activo. Es, por tanto, la primera derivada de delta. Muestra la pendiente de la función que relaciona delta de una opción y el precio del activo subyacente. Debido a ello, se puede concluir que gamma va a ser un número siempre positivo, puesto que delta siempre tiene una pendiente positiva.

Gráfica 4-6: Gamma como la Pendiente de Delta



Fuente: Elaboración propia

Cuando hablamos de delta dijimos que ésta era para las opciones lo que la duración es para los bonos; de manera similar gamma es para las opciones lo que la convexidad es para la renta fija. De hecho, “convexidad” o “curvatura” es otro de los nombres que puede recibir esta griega (Passarelli, 2012). Por lo que, igual que en renta fija, una mejor aproximación que la presentada en el punto de delta, sobre la variación de la prima es:

$$(C_{t+1} - C_t) \approx (S_{t+1} - S_t)\Delta + \frac{1}{2}(S_{t+1} - S_t)^2\Gamma$$

$$(P_{t+1} - P_t) \approx (S_{t+1} - S_t)\Delta + \frac{1}{2}(S_{t+1} - S_t)^2\Gamma$$

Como se puede comprobar en la fórmula anterior, siendo las variaciones del subyacente al alza o a la baja, a la hora de interactuar con gamma siempre están elevadas al cuadrado. Es decir, sean variaciones al alza o a la baja, una gamma positiva siempre va a recoger el impacto positivo que generan esas variaciones.

Gamma es la derivada segunda de la fórmula de Black-Scholes respecto al precio del subyacente, o la derivada primera de delta respecto al precio del subyacente. Tal y como se expone a continuación, la gamma es la misma tanto para la call como para la put[15]:

$$\Gamma = \frac{\partial^2 C}{\partial S_t} = \frac{\partial^2 P}{\partial S_t} = \frac{\partial \Delta}{\partial S_t} = n(-d_1)\frac{1}{S_t\sigma}$$

Siendo:

$$n(x) = \frac{\partial N(x)}{\partial x} = \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2}}$$

4.1.2.2 Valores de Gamma

i. Gamma en Función del Grado de Monetización

Opciones que están muy in-the-money o muy out-of-the-money, es decir, que tienen $|\Delta|$ cercanos a uno o a cero, tienen gammas muy bajas. No hay variación del precio de la opción que no se pueda atribuir a delta. Gamma toma importancia en opciones at-the-money.

15 En el Anexo VI.b: Gamma (Γ) se encuentra el desarrollo de la derivada que concluye en la fórmula de gamma.

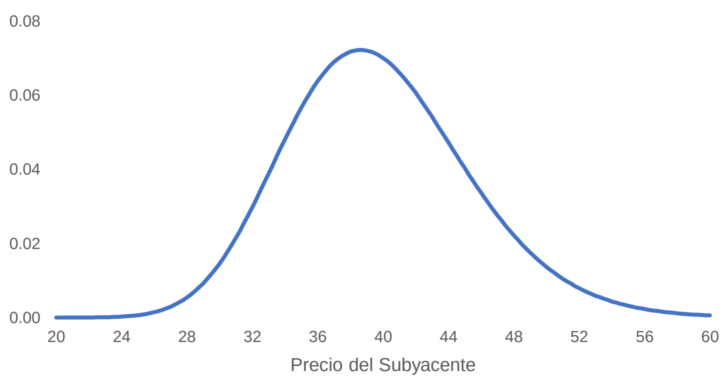
Tabla 4-2: Gamma en Relación con el Grado de Monetización

Call		Precio de Ejercicio	Put		Gamma
Prima	Delta		Prima	Delta	
10,18	0,9838	30	0,03	-0,0162	0,0071
8,27	0,9539	32	0,11	-0,0461	0,0171
6,47	0,8953	34	0,30	-0,1047	0,0321
4,84	0,8026	36	0,67	-0,1974	0,0491
3,46	0,6804	38	1,27	-0,3196	0,0632
2,35	0,5422	40	2,15	-0,4578	0,0701
1,52	0,4056	42	3,31	-0,5944	0,0685
0,94	0,2851	44	4,72	-0,7149	0,0600
0,55	0,1888	46	6,32	-0,8112	0,0478
0,31	0,1184	48	8,07	-0,8816	0,0350
0,17	0,0705	50	9,92	-0,9295	0,0239

Fuente: Elaboración propia

Teniendo esto en cuenta, gamma puede ser interpretada como exposición a las variaciones de precio del activo subyacente. De las opciones muy in-the-money o muy out-of-the-money se podría decir vulgarmente que “ya tienen todo el pescado vendido”, por lo que las variaciones del precio del activo subyacente tendrían que ser muy amplias para que se ejecutasen o dejasen de ejecutar las correspondientes opciones. Dicho de otra manera, las variaciones del valor de la prima, debidas a variaciones del precio del subyacente, ya están cubiertas por su delta. Mientras que, el hecho de que se ejecute el derecho o no en opciones at-the-money depende mucho más de las variaciones del precio del subyacente, está más expuesto a ellas.

Gráfica 4-7: Gamma en Función del Precio del Subyacente

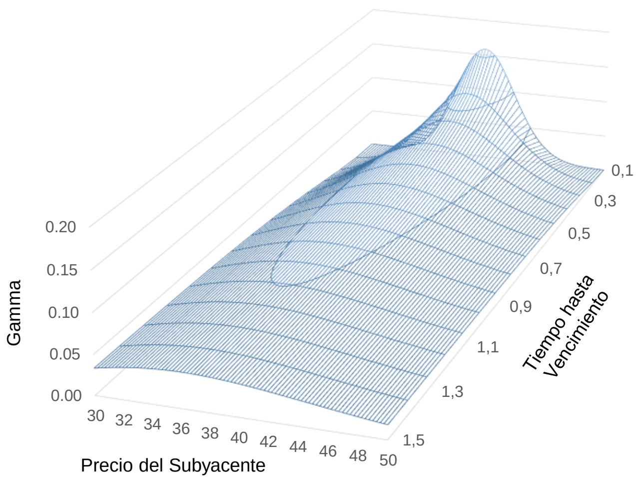


Fuente: Elaboración propia

ii. Gamma a lo Largo del Tiempo

El paso del tiempo, como dijimos anteriormente, hace que la volatilidad de las opciones at-the-money sea mucho mayor, ya que pequeñas variaciones de precio pueden dejar a la opción sin derecho a ser ejercida. Su valor es más sensible a las variaciones del subyacente. Opciones at-the-money están más expuestas a los cambios en el precio del subyacente. Estas opciones tienen, por tanto, una gamma más alta con el paso del tiempo.

Gráfica 4-8: Gamma a lo Largo del Tiempo



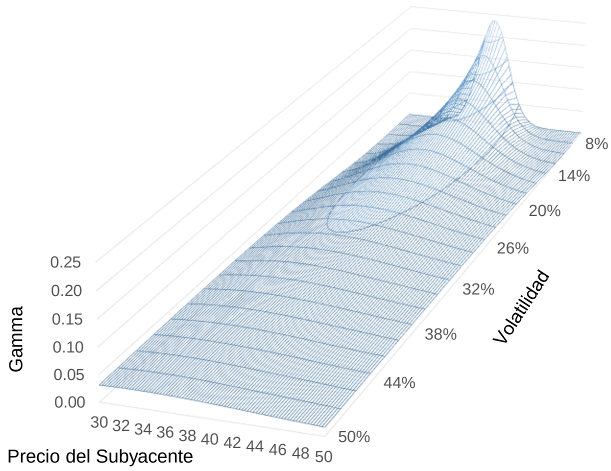
Fuente: Elaboración propia

En cambio, las opciones in-the-money y out-of-the-money, con el paso del tiempo, van obteniendo una gamma menor, ya que se van asentando en esa posición. Es decir, con el paso del tiempo su delta se vuelve más cercana a uno o a cero y el valor de su prima es menos sensible a variaciones en el precio del subyacente que no estén ya cubiertas por la delta.

iii. Gamma en Relación con la Volatilidad

Esta relación es muy similar a lo que sucede con el tiempo. Al final, mayores volatilidades implican mayores movimientos de precios en menores periodos de tiempo. Por tanto, en opciones out-of-the-money e in-the-money, incrementa la gamma a medida que aumenta la volatilidad. En opciones at-the-money aumenta la gamma conforme se reduce la volatilidad.

Gráfica 4-9: Gamma en Relación con la Volatilidad

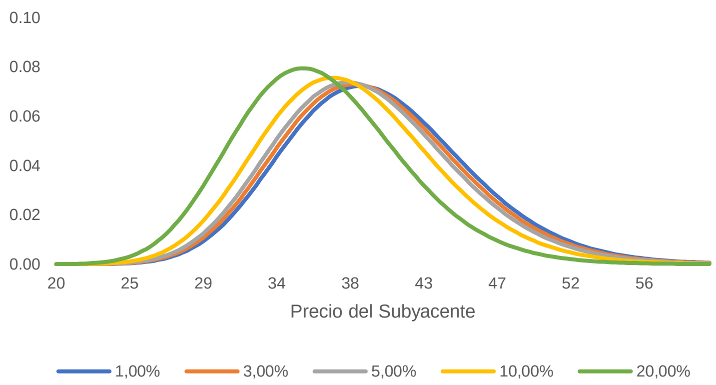


Fuente: Elaboración propia

iv. Gamma en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo

Ante subidas de tipo de interés, las opciones cuyo precio de ejercicio es inferior al precio del subyacente se vuelven menos sensibles a movimientos de éste. Es decir, dichas opciones tienen una gamma inferior. Además, las opciones se vuelven más sensibles a movimientos del subyacente ante precios más bajos que el precio de ejercicio. Se puede concluir que se produce un ligero desplazamiento de la curva que representa gamma.

Gráfica 4-10: Gamma en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Sensibilidad al Tiempo (Theta Θ)

Como regla general, a la hora de valorar una opción, cuanto mayor sea su vencimiento mayor será su prima, ya que ésta cuenta con más tiempo para que el precio del subyacente se mueva (Passarelli, 2012). Por suerte o por desgracia, el tiempo pasa para todos igual, y con él se va parte de esta característica de las opciones. Podríamos decir que las opciones se erosionan con el tiempo, y esa erosión es lo que mide theta.

4.1.3.1 Concepto de Theta

Theta es la derivada primera de la fórmula de Black-Scholes respecto al tiempo hasta vencimiento[16]:

$$\Theta_{call} = \Theta_c = -\frac{\partial C}{\partial (T-t)} = -rKe^{-r(T-t)}N(d_2) - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t n(d_1)$$

$$\Theta_{put} = \Theta_p = -\frac{\partial P}{\partial (T-t)} = rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t n(d_1)$$

Esta griega representa la sensibilidad de la prima de una opción al paso del tiempo. Es la tasa de variación a la que cambia el precio de una opción ante variaciones en el tiempo. Considerando ceteris paribus, con el paso de un año, la prima se reduce en theta unidades. En ocasiones, para trabajar con esta griega, se suele dividir entre 252[17], así se obtendría la pérdida de valor de la opción ante el paso de un día. Esto se debe a que en pocas ocasiones se adquieren opciones con vencimientos a muy largo plazo. Para este trabajo utilizaremos siempre una theta diaria, por lo que su cálculo quedaría como:

$$\Theta_{call\ diaria} = \frac{-\frac{\partial C}{\partial (T-t)}}{252} = \frac{-rKe^{-r(T-t)}N(d_2) - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t n(d_1)}{252}$$

$$\Theta_{put\ diaria} = \frac{-\frac{\partial P}{\partial (T-t)}}{252} = \frac{rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t n(d_1)}{252}$$

Theta, por regla general, es un valor negativo para las posiciones compradas, el derecho siempre pierde valor con el tiempo. En cambio, es un valor positivo para las posiciones vendidas.

4.1.3.2 Valores de Theta

Recordando las ventajas que da una gamma positiva, se suele decir que “el precio de una gamma positiva es una theta negativa y viceversa” (Cottle, 2005).

16 En el Anexo VI.c: Theta (Θ) se encuentra el desarrollo de la derivada que concluye en la fórmula de theta.
17 Se considera 252 el número de días laborables al año, ergo el número de días que en los que la opción cotiza en el mercado.

Las relaciones con el resto de las características de la opción son muy parecidas a gamma, pero a la inversa. Por ello, se presentarán brevemente y de manera gráfica.

i. Theta en Relación con el Grado de Monetización

De manera inversa a como ocurría en gamma, los valores más negativos de theta se encuentran en opciones at-the-money. Las opciones in-the-money y out-of-the-money tienen valores de theta más cercanos a cero, ya que el paso del tiempo tiene menos peso en la valoración de la opción.

Las opciones out-of-the-money, como ya expusimos anteriormente, tienen un valor intrínseco igual a cero y un valor temporal muy bajo, cercano a cero. Por tanto, tienen también una theta muy baja.

Tabla 4-3: Theta en Relación con el Grado de Monetización

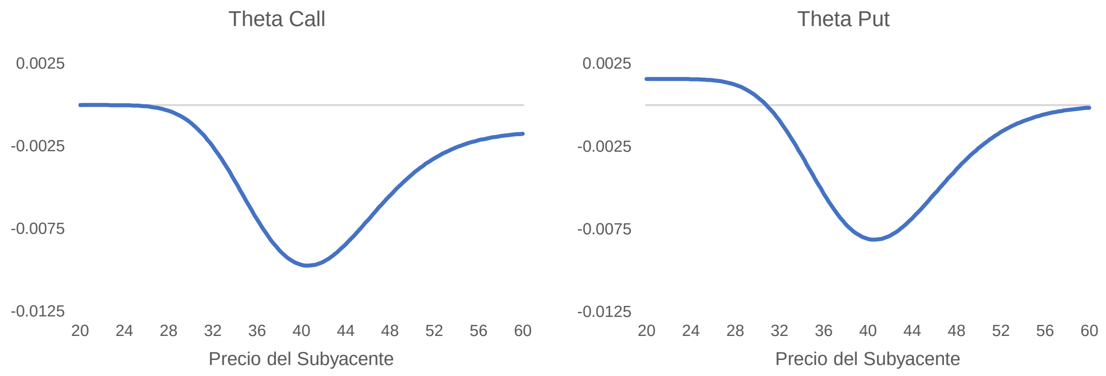
Call			Precio de Ejercicio	Put		
Prima	Delta	Theta		Prima	Delta	Theta
10,18	0,9838	-0,00206	30	0,03	-0,0162	-0,00088
8,27	0,9539	-0,00336	32	0,11	-0,0461	-0,00209
6,47	0,8953	-0,00524	34	0,30	-0,1047	-0,00390
4,84	0,8026	-0,00732	36	0,67	-0,1974	-0,00589
3,46	0,6804	-0,00897	38	1,27	-0,3196	-0,00747
2,35	0,5422	-0,00967	40	2,15	-0,4578	-0,00809
1,52	0,4056	-0,00929	42	3,31	-0,5944	-0,00763
0,94	0,2851	-0,00804	44	4,72	-0,7149	-0,00630
0,55	0,1888	-0,00635	46	6,32	-0,8112	-0,00453
0,31	0,1184	-0,00462	48	8,07	-0,8816	-0,00273
0,17	0,0705	-0,00314	50	9,92	-0,9295	-0,00116

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las opciones call, las in-the-money tienen un valor de theta más negativo que las out-of-the-money, esto se debe a que tienen mayores valores descontados en el momento de la valoración. Su valor temporal es mayor. Con el paso del tiempo, estos valores serían descontados en menor medida y la parte negativa de la fórmula de valoración [$-Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$], parte más sensible al tiempo, aumentaría.

En el caso de las opciones put, las in-the-money pueden llegar a tener valores positivos de theta. Esto se debe a que la parte más sensible al tiempo en la fórmula de Black-Scholes cuenta con signo positivo [$Ke^{-r(T-t)}N(-d_2)$].

Gráfica 4-11: Theta en Función del Precio del Subyacente

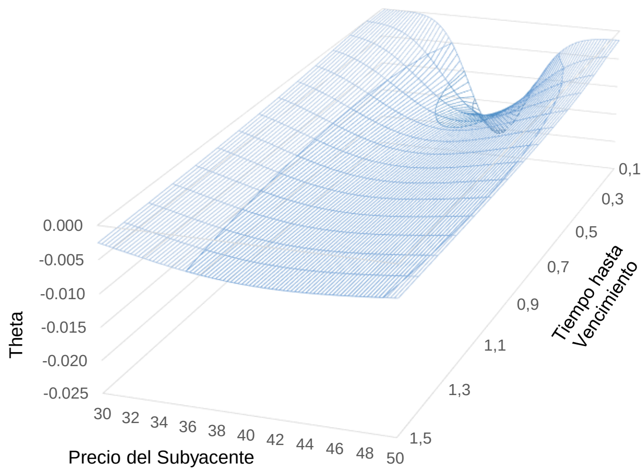


Fuente: Elaboración propia

ii. Theta a lo Largo del Tiempo

A la inversa de lo que ocurría con gamma, opciones at-the-money tienen thetas mucho más negativas con el paso del tiempo. Las opciones presentan una mayor sensibilidad al tiempo conforme va quedando menos para su vencimiento.

Gráfica 4-12: Theta de la Call a lo Largo del Tiempo

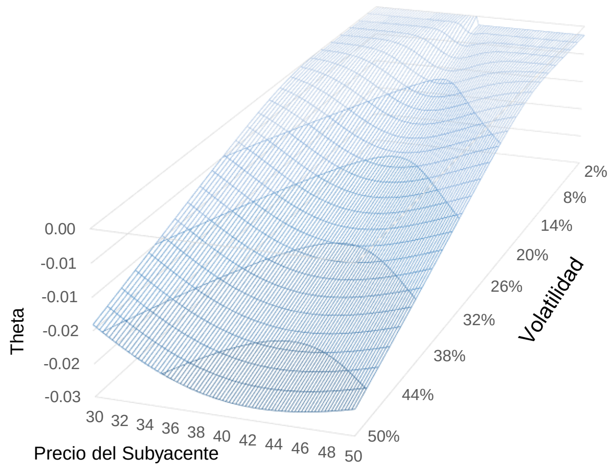


Fuente: Elaboración propia

iii. Theta en Relación con la Volatilidad

Como se comentó anteriormente, una mayor volatilidad implica mayores movimientos de precios. Al contrario de como ocurría con gamma, ante la posibilidad de mayores movimientos de precios, la prima de la opción se vuelve más sensible al tiempo. Con mayores volatilidades la theta se vuelve más negativa independientemente del grado de monetización de la opción.

Gráfica 4-13: Theta de la Call en Relación con la Volatilidad

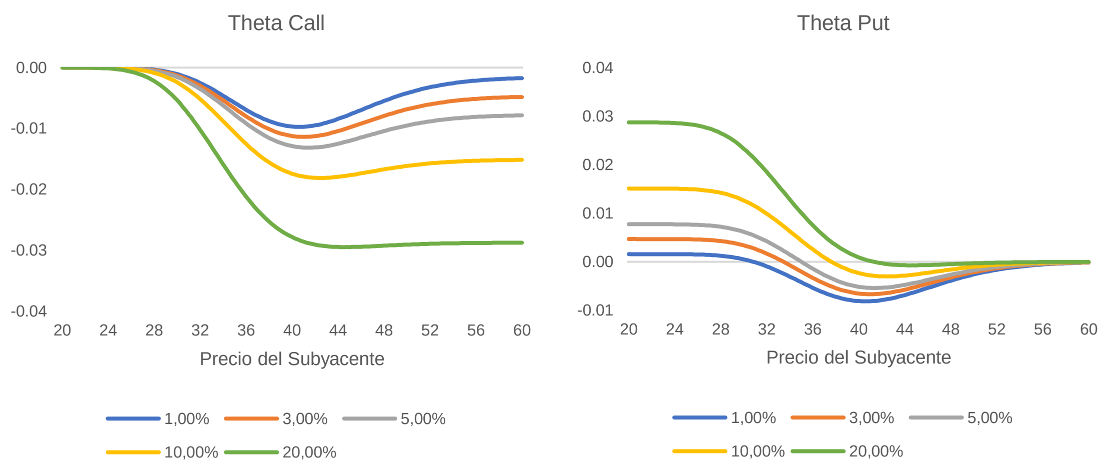


Fuente: Elaboración propia

iv. Theta en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo

Mayores tipos de interés implican mayores thetas en valor absoluto, el tiempo toma más relevancia con tipos de interés mayores. Retomando la comparación que hicimos en la introducción de esta griega, un alto tipo de interés deja un mayor valor temporal de una prima in-the-money que se erosionará con el tiempo.

Gráfica 4-14: Theta en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo



Fuente: Elaboración propia

4.2 Sensibilidad a la Volatilidad (Vega ν)

Vega es la primera griega en la cual nos centraremos posteriormente para realizar las coberturas. Esta mide la sensibilidad de la prima respecto a la volatilidad del subyacente. Representa la exposición que se tiene a la volatilidad asumiendo una posición en opciones.

Como expusimos anteriormente, la volatilidad es uno de los parámetros que se ha disparado en el contexto económico actual, alcanzando valores históricos en el índice VIX. De este modo, y como ilustraremos posteriormente, esta griega cobra importancia en contextos económicos como los que hemos vivido.

4.2.1 Concepto de Vega

Esta griega representa la sensibilidad del valor de la prima de la opción respecto a la volatilidad del activo subyacente. Ante cambios de una unidad de volatilidad, la prima de la opción variará en vega unidades. Matemáticamente, vega es la derivada primera de la fórmula de Black-Scholes respecto a la volatilidad del subyacente[18]:

$$\nu = \frac{\partial C}{\partial \sigma} = \frac{\partial P}{\partial \sigma} = S_t n(d_1)\sqrt{(T-t)}$$

Lo más común para trabajar con esta griega es dividirla entre 100, de esta forma vega medirá las variaciones de la prima por cada 1% que varía la volatilidad del subyacente. Por comodidad, en este trabajo emplearemos vega con base 1%. De esta forma, la fórmula para el cálculo de vega queda definida como:

$$\nu_{en\ base\ 1\%} = \frac{\frac{\partial C}{\partial \sigma}}{100} = \frac{\frac{\partial P}{\partial \sigma}}{100} = \frac{S_t n(d_1)\sqrt{(T-t)}}{100}$$

Como se muestra en la fórmula anterior, el valor de vega es igual tanto para la opción call como para su correspondiente put. Además, su valor siempre es positivo ya que tiene una relación directa con el valor de la prima.

4.2.2 Valores de Vega

4.2.2.1 Vega en Relación con el Grado de Monetización

Las opciones que están muy in-the-money o muy out-of-the-money tienen vegas muy cercanas a cero. Su prima es poco sensible a cambios en la volatilidad del subyacente. Por el contrario, las opciones at-the-money tienen una gran sensibilidad a dichos cambios.

---

18 En el Anexo VI.d: Vega (ν) se encuentra el desarrollo de la derivada que concluye en la fórmula de vega.

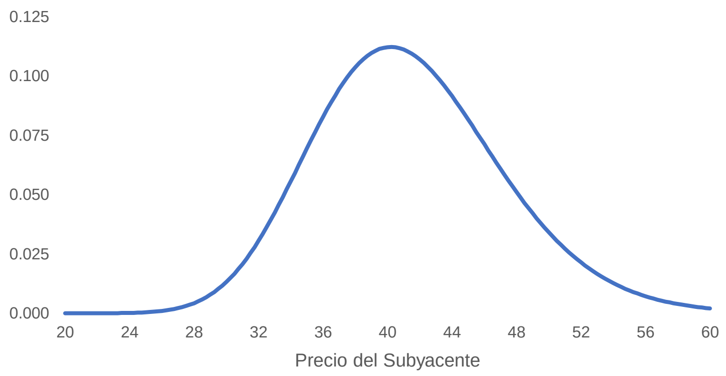
Tabla 4-4: Vega en Relación con el Grado de Monetización

Call		Precio de Ejercicio	Put		Vega
Prima	Delta		Prima	Delta	
10,18	0,9838	30	0,03	-0,0162	0,0114
8,27	0,9539	32	0,11	-0,0461	0,0273
6,47	0,8953	34	0,30	-0,1047	0,0513
4,84	0,8026	36	0,67	-0,1974	0,0786
3,46	0,6804	38	1,27	-0,3196	0,1011
2,35	0,5422	40	2,15	-0,4578	0,1122
1,52	0,4056	42	3,31	-0,5944	0,1097
0,94	0,2851	44	4,72	-0,7149	0,0960
0,55	0,1888	46	6,32	-0,8112	0,0765
0,31	0,1184	48	8,07	-0,8816	0,0560
0,17	0,0705	50	9,92	-0,9295	0,0382

Fuente: Elaboración propia

Aun así, como se puede apreciar en el siguiente gráfico, por regla general las opciones cuyo precio del subyacente es superior al precio de ejercicio suelen tener mayor exposición a la volatilidad que opciones cuyo precio del subyacente es inferior al precio de ejercicio.

Gráfica 4-15: Vega en Función del Precio del Subyacente

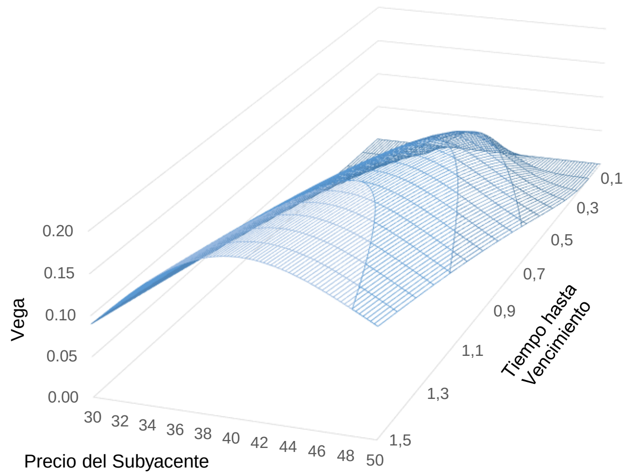


Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Vega a lo Largo del Tiempo

Cuanto mayor es el tiempo para vencimiento, mayor son los valores de vega, independientemente del grado de monetización de la opción. Esto se debe a que el valor temporal es mucho mayor con largos vencimientos, por lo que se tiene mucha mayor exposición a la volatilidad del activo subyacente. Se podría decir que se le está dejando más tiempo a la volatilidad para actuar.

Gráfica 4-16: Vega a lo Largo del Tiempo

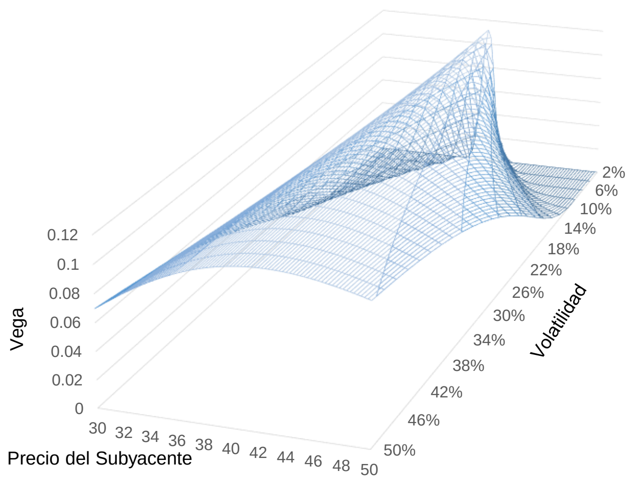


Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3 Vega en Relación con la Volatilidad

Ante cambios en la volatilidad, la vega de opciones at-the-money no varía, el valor máximo de vega no cambia. Por otro lado, aumentan las vegas de opciones in-the-money y out-of-the-money. Estas opciones tienen la posibilidad de reportar mayores beneficios ante una mayor volatilidad.

Gráfica 4-17: Vega en Relación con la Volatilidad

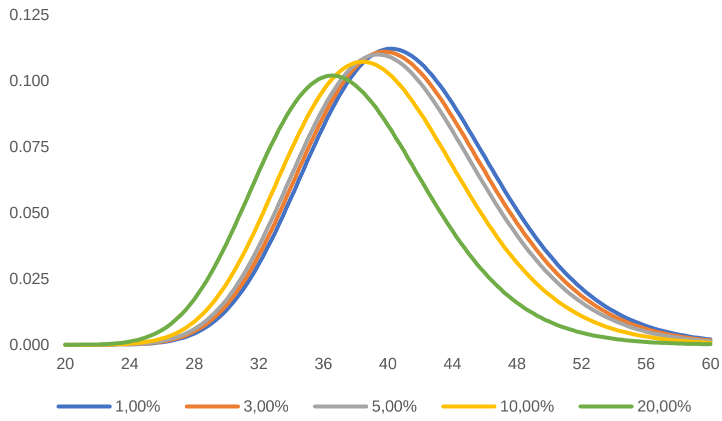


Fuente: Elaboración propia

4.2.2.4 Vega en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo

Similar a lo que ocurría con gamma, subidas de tipo de interés hacen menos sensible a la volatilidad a opciones cuyo precio de ejercicio es inferior al precio del subyacente. Como concluimos anteriormente, ante estos cambios en gamma y vega se produce un desplazamiento de su curva.

Gráfica 4-18: Vega en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo



Fuente: Elaboración propia

4.3 Sensibilidad al Tipo de Interés Sin Riesgo (Rho ρ)

Rho es la segunda griega en la que nos centraremos para realizar posteriormente las coberturas. Esta mide la exposición del valor de la opción al tipo de interés sin riesgo.

Tal y como comentamos en la introducción, estamos viviendo una subida de tipos de interés caracterizada por la rapidez. Nunca en la historia de la Reserva Federal y del BCE se habían dado tantas subidas de tipos en periodos tan cortos de tiempo. Esto también ha llevado a grandes movimientos de precios en la deuda soberana tanto de Estados Unidos como de los principales países de la Unión Europea. Por ello, esta griega puede tomar relevancia en contextos económicos como el actual.

4.3.1 Concepto de Rho

Esta griega mide la sensibilidad del valor de la prima ante cambios en el tipo de interés sin riesgo. Cambios en una unidad del tipo de interés implican cambios de rho unidades en el valor de la prima. Matemáticamente, Rho es la derivada primera de la fórmula de Black-Scholes respecto al tipo de interés sin riesgo[19]:

$$\rho_{call} = \rho_c = \frac{\partial C}{\partial r} = (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$$

$$\rho_{put} = \rho_p = \frac{\partial P}{\partial r} = -(T-t)Ke^{-r(T-t)}N(-d_2)$$

19 En el Anexo VI.e: Rho (ρ) se encuentra el desarrollo de la derivada que concluye en la fórmula de rho.

Teniendo en cuenta que casi bajo ningún concepto se dan cambios de una unidad del tipo de interés, es muy común dividir esta griega entre 100. Así su valor pasará a representar la sensibilidad de la prima ante cambios de 100 puntos básicos en el tipo de interés. En este trabajo emplearemos esta rho con base 1%. De tal forma, que la fórmula para el cálculo de rho queda definida como:

$$\rho_{call\ en\ base\ 1\%} = \frac{\frac{\partial C}{\partial r}}{100} = \frac{(T-t)Ke^{-r(T-t)}N(d_2)}{100}$$

$$\rho_{put\ en\ base\ 1\%} = \frac{\frac{\partial P}{\partial r}}{100} = \frac{-(T-t)Ke^{-r(T-t)}N(-d_2)}{100}$$

Como se puede apreciar, el valor de esta griega es siempre positivo para las opciones call y siempre negativo para las opciones put.

4.3.2 Valores de Rho

4.3.2.1 Rho en Relación con el Grado de Monetización

En valor absoluto rho es inferior en opciones out-of-the-money y superior en opciones in-the-money. A continuación, se puede ver la diferencia de dichos valores.

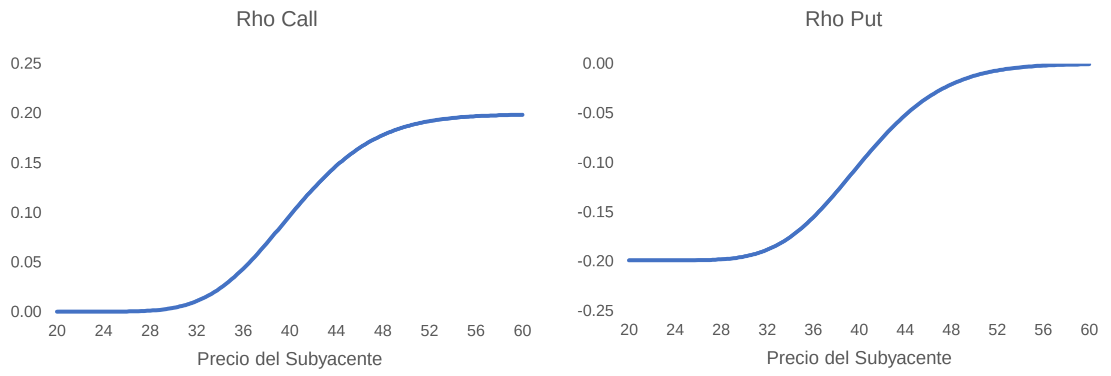
Tabla 4-5: Rho en Relación con el Grado de Monetización

Call			Precio de Ejercicio	Put		
Prima	Delta	Rho		Prima	Delta	Rho
10,18	0,9838	0,1458	30	0,03	-0,0162	-0,0034
8,27	0,9539	0,1494	32	0,11	-0,0461	-0,0098
6,47	0,8953	0,1467	34	0,30	-0,1047	-0,0224
4,84	0,8026	0,1363	36	0,67	-0,1974	-0,0428
3,46	0,6804	0,1188	38	1,27	-0,3196	-0,0703
2,35	0,5422	0,0967	40	2,15	-0,4578	-0,1023
1,52	0,4056	0,0735	42	3,31	-0,5944	-0,1354
0,94	0,2851	0,0523	44	4,72	-0,7149	-0,1666
0,55	0,1888	0,0350	46	6,32	-0,8112	-0,1938
0,31	0,1184	0,0221	48	8,07	-0,8816	-0,2167
0,17	0,0705	0,0133	50	9,92	-0,9295	-0,2355

Fuente: Elaboración propia

Esto se debe a que las opciones in-the-money tienen mayores valores descontados, por tanto, están más expuestas a cambios en los tipos de interés.

Gráfica 4-19: Rho en Función del Precio del Subyacente

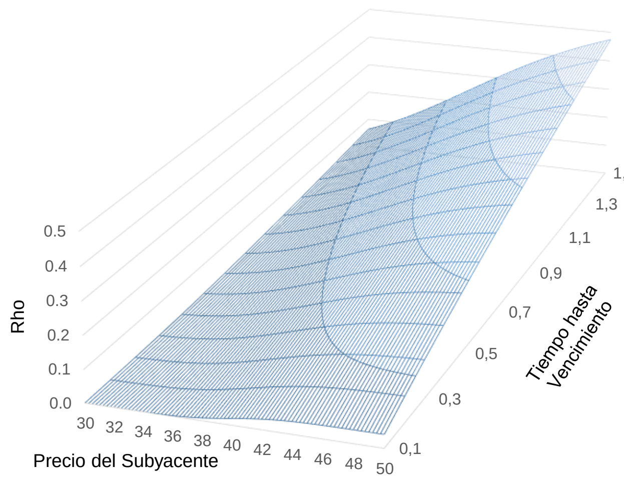


Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 Rho a lo Largo del Tiempo

Un mayor vencimiento implica más tiempo para que actúe el tipo de interés sin riesgo. Los valores que conforman el precio de la opción se encontrarán más influidos por el tipo de interés. Por tanto, a mayor vencimiento, mayor es la exposición al tipo de interés.

Gráfica 4-20: Rho de la Call a lo Largo del Tiempo

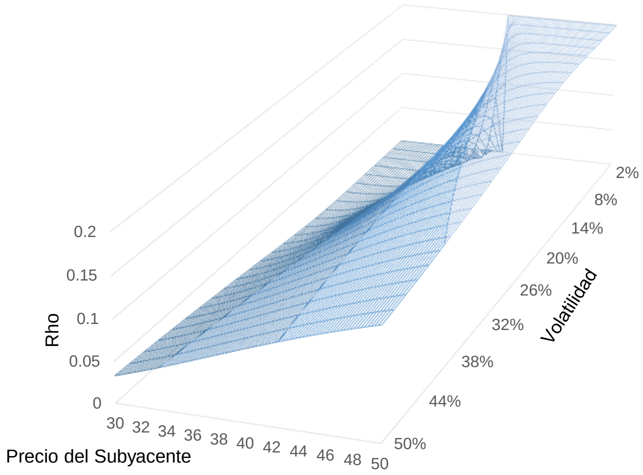


Fuente: Elaboración propia

4.3.2.3 Rho en Relación con la Volatilidad

Recordando los dos componentes que conforman el valor de la prima, el valor temporal de las opciones out-of-the-money se ve mejorado por incrementos de la volatilidad. Es por ello que, con incrementos en la volatilidad del subyacente, opciones out-of-the-money tengan una rho mayor en valor absoluto. Por el contrario, las opciones in-the-money reducen su exposición a los tipos de interés ante aumentos de la volatilidad.

Gráfica 4-21: Rho de la Call en Relación con la Volatilidad



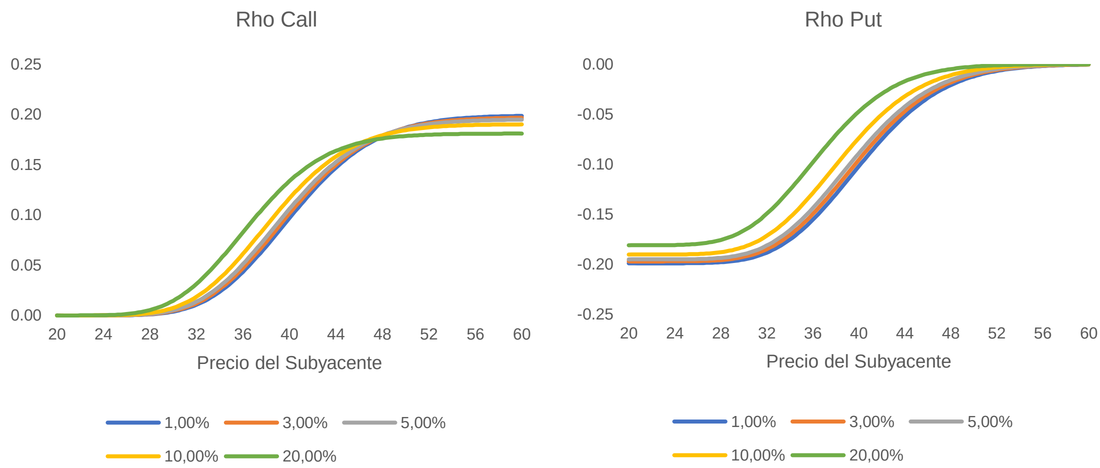
Fuente: Elaboración propia

4.3.2.4 Rho en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo

En el caso de las opciones call out-of-the-money y at-the-money, un mayor tipo de interés incrementa el valor de su rho. En cambio, para opciones call in-the-money un mayor tipo de interés reduce su rho.

Por otro lado, para las opciones put un mayor tipo de interés implica que los valores de rho son mayores.

Gráfica 4-22: Rho en Relación con el Tipo de Interés sin Riesgo



Fuente: Elaboración propia

4.4 Pérdidas y Ganancias por Series de Taylor

Las griegas que acabamos de presentar miden la exposición que se asume a los diferentes parámetros de valoración de la opción. De esta forma, cuando tomamos una posición en opciones, estamos tomando delta posiciones en el subyacente, vega posiciones en la volatilidad del subyacente o rho posiciones en el tipo de interés sin riesgo.

Teniendo en cuenta lo anterior, con las griegas se puede generar una cuenta de pérdidas y ganancias aproximada, que nos indique de donde provienen los beneficios y/o pérdidas de una posición en opciones. Matemáticamente esto vendría representado por las series de Taylor (Hull, Risk Management and Financial Institutions, 2015), de tal manera que:

$$dC \approx \frac{\partial C}{\partial S_t} dS_t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 C}{\partial S_t^2}(dS_t)^2 + \frac{\partial C}{\partial (T-t)} d(T-t) + \frac{\partial C}{\partial \sigma} d\sigma + \frac{\partial C}{\partial r} dr$$

$$dP \approx \frac{\partial P}{\partial S_t} dS_t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 P}{\partial S_t^2}(dS_t)^2 + \frac{\partial P}{\partial (T-t)} d(T-t) + \frac{\partial P}{\partial \sigma} d\sigma + \frac{\partial P}{\partial r} dr$$

Esto también puede expresarse como:

$$(C_{t+1} - C_t) \approx \Delta_c(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta_c + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t) + \rho_c(r_{t+1} - r_t)$$

$$(P_{t+1} - P_t) \approx \Delta_p(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta_p + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t) + \rho_p(r_{t+1} - r_t)$$

Estas series de Taylor para una posición en una opción también se puede expresar para una cartera de opciones contratadas sobre un mismo subyacente. Ante de esto, se han de contabilizar todas las exposiciones a griegas de todas las posiciones en opciones que conforman la cartera. De este modo, definiremos w_n como el número de opciones contratadas en la posición número n. El número de opciones contratadas tendrá valor negativo si se trata de una posición de opciones vendidas. Por tanto, para calcular las griegas del porfolio multiplicaremos el número de opciones contratadas por el valor de la griega y sumaremos los valores de todas las posiciones.

$$\Delta_{Porfolio} = w_1\Delta_1 + w_2\Delta_2 + \cdots + w_n\Delta_n$$

$$\Gamma_{Porfolio} = w_1\Gamma_1 + w_2\Gamma_2 + \cdots + w_n\Gamma_n$$

$$\Theta_{Porfolio} = w_1\Theta_1 + w_2\Theta_2 + \cdots + w_n\Theta_n$$

$$\nu_{Porfolio} = w_1\nu_1 + w_2\nu_2 + \cdots + w_n\nu_n$$

$$\rho_{Porfolio} = w_1\rho_1 + w_2\rho_2 + \cdots + w_n\rho_n$$

Teniendo ya todas las griegas del porfolio se pueden aplicar las series de Taylor resultando en la variación aproximada del valor de la cartera (Hull, Risk Management and Financial Institutions, 2015):

$$(Porfolio_{t+1} - Porfolio_t) \approx$$
$$\approx \Delta(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t) + \rho(r_{t+1} - r_t)$$

4.4.1 Ejemplo con una Posición de Opciones

Para el ejemplo se presenta la información de una posición en una opción call en dos momentos temporales distintos. En primer lugar, tenemos la opción cuando quedan 6 meses exactamente para su vencimiento $[(T-t) = 126/252 = 0{,}5]$ y, en segundo lugar, tenemos la misma opción 6 días después $[(T-t) = 120/252 = 0{,}476]$. La información sobre esta posición se puede resumir:

Tabla 4-6: Información de una Posición en Opciones

$(T-t)$	0,500	0,476
S	42,00	42,50
K	40,00	40,00
σ	20,00%	20,50%
r	1,00%	1,02%
Prima	3,570	3,911
Δ	0,674	0,703
Γ	0,061	0,058
Θ	-0,009	-0,010
ν	0,107	0,101
ρ	0,124	0,124

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior las griegas han variado a lo largo de los 6 días. Es por esto, por lo que a cada griega se le asignará una horquilla de valores, que representan parte de la variación de la prima que se atribuye a su factor de riesgo. En la siguiente tabla se muestran estas horquillas, así como el total de la variación aproximada de la prima, junto con su variación real.

Tabla 4-7: Resultado en Series de Taylor sobre una Posición en Opciones

P&G		
Δ	0,3370	0,3516
Γ	0,0076	0,0072
Θ	-0,0569	-0,0583
ν	0,0535	0,0507
ρ	0,0025	0,0025
Total	0,3437	0,3537
Real	0,3414	

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Ejemplo con una Cartera de Opciones

Para este ejemplo se va a tomar una cartera de opciones sobre el mismo subyacente. Estas tienen todas el mismo vencimiento, pero difieren en el precio de ejercicio y en el número de contratos a los que están expuestas.

Tabla 4-8: Información Inicial de una Cartera de Opciones

Tipo	Call	Put	Call	Put	Cartera
Nº Contratos	-1.000,00	1.200,00	-2.500,00	-800,00	
S	42,00	42,00	42,00	42,00	
K	40,00	38,00	43,00	41,00	
σ	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	
r	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	
$(T-t)$	0,500	0,500	0,500	0,500	
Prima	-3.569,85	896,46	-5.043,62	-1.424,45	-9.141,46
Δ	-674,03	-249,47	-1.189,88	312,88	-1.800,50
Γ	-60,67	57,88	-167,61	-51,72	-222,11
Θ	9,48	-7,65	25,25	6,66	33,73
ν	-107,02	102,10	-295,66	-91,23	-391,81
ρ	-123,70	-56,87	-224,66	72,83	-332,40

Fuente: Elaboración propia

Igual que en el ejemplo anterior, pasados 6 días, los parámetros de valoración de la opción habrán cambiado. Por tanto, también habrán cambiado las exposiciones a las que hará frente la cartera, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4-9: Información Final de una Cartera de Opciones

Tipo	Call	Put	Call	Put	Cartera
Nº Contratos	-1.000,00	1.200,00	-2.500,00	-800,00	
S	42,50	42,50	42,50	42,50	
K	40,00	38,00	43,00	41,00	
σ	20,50%	20,50%	20,50%	20,50%	
r	1,02%	1,02%	1,02%	1,02%	
$(T-t)$	0,476	0,476	0,476	0,476	
Prima	-3.911,23	780,80	-5.654,31	-1.276,86	-10.061,60
Δ	-703,20	-222,08	-1.272,33	287,82	-1.909,79
Γ	-57,55	53,29	-165,85	-49,77	-219,88
Θ	9,72	-7,61	26,94	6,95	35,99
ν	-101,47	93,96	-292,43	-87,76	-387,70
ρ	-123,69	-48,66	-230,57	64,33	-338,59

Fuente: Elaboración propia

La variación de esta cartera de opciones según las series de Taylor, se puede resumir en:

Tabla 4-10: Resultado en Series de Taylor sobre una Cartera de Opciones

	P&G	
Δ	-900,25	-954,90
Γ	-27,76	-27,48
Θ	202,40	215,96
ν	-195,91	-193,85
ρ	-6,65	-6,77
Total	-928,16	-967,04
Real	-920,14	

Fuente: Elaboración propia

5 Cobertura basada en Griegas

Como comentamos en la introducción, a la hora de hablar de llevar a cabo estrategias de cobertura se distinguen dos tipos principales: las estáticas y las dinámicas. Las coberturas basadas en griegas permiten reducir ciertos riesgos a los que expone una posición de opciones; y, como vimos en el punto de griegas, estas varían conforme cambian el resto de parámetros de valoración. De esta forma, estas coberturas deberán ser reequilibradas y, por tanto, serán siempre coberturas dinámicas.

Dichas coberturas, a lo largo de este punto, se expondrán en un primer momento de forma teórico-matemática. Posteriormente se realizará una aplicación práctica de lo expuesto. Esto se realizará tanto para la delta-cobertura como para ésta complementada con otras griegas.

5.1 Las Matemáticas de las Coberturas

Comenzaremos exponiendo la cobertura más habitual en el mercado de opciones, la delta-cobertura. Pero, debido a la importancia que han tomado la volatilidad y los tipos de interés en el contexto económico actual, podremos el foco en dichos factores de riesgo, tal y como expusimos en la introducción. Es por ello que estudiaremos en el siguiente punto como se conforman posiciones en opciones con vega y rho neutrales.

5.1.1 La Delta-Cobertura

La delta-cobertura es la cobertura más común del mercado ya que, como expusimos en el punto de concepto de coberturas, es la más utilizada por las instituciones financieras. Esto se debe a que, además de ser la más simple, neutraliza el principal factor de riesgo al que hace frente una exposición de opciones, el precio del subyacente. Como comentamos en el punto de delta, esta griega permite aproximar la variación del valor de la call en relación con la variación del precio del subyacente:

$$\frac{(C_{t+1} - C_t)}{(S_{t+1} - S_t)} \approx \frac{\partial C}{\partial S_t} \Rightarrow (C_{t+1} - C_t) \approx \frac{\partial C}{\partial S_t}(S_{t+1} - S_t) \Rightarrow (C_{t+1} - C_t) \approx \Delta(S_{t+1} - S_t)$$

Para conformar esta cobertura se tomará exposición de $-\Delta$ en el activo subyacente de la posición o posiciones que se deseen cubrir. Se acudirá al mercado a comprar/vender $-\Delta$ acciones del activo subyacente. De este modo, las variaciones del precio del subyacente desfavorables para el valor de la prima serán favorables para la posición de acciones del subyacente (Hull, Risk Management and Financial Institutions, 2015):

$$0 = \Delta(S_{t+1} - S_t) - \Delta(S_{t+1} - S_t)$$

Esta cobertura es delta neutral ya que elimina la sensibilidad que representa delta en la posición:

$$\begin{aligned}(Porfolio_{t+1} - Porfolio_t) \approx \\ &\approx \Delta(S_{t+1} - S_t) - \Delta(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t) \\ &+ \rho(r_{t+1} - r_t) \approx \\ &\approx \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t) + \rho(r_{t+1} - r_t)\end{aligned}$$

5.1.2 Aportaciones de Vega a la Delta-Cobertura

Como presentamos en la introducción, existen situaciones de mercado en las que la exposición a la volatilidad cobra una mayor importancia. Situaciones que pueden conducir a mayores variaciones en el valor de la prima debido a incrementos de la volatilidad del subyacente (Hull, Risk Management and Financial Institutions, 2015). A continuación, vamos a presentar como se puede neutralizar dicha exposición, como se obtiene una cartera de opciones con vega neutral.

Para ello, se añadirá otra posición de opciones sobre el mismo subyacente a la cartera. Definiremos como h_ν el número de opciones se deben contratar para alcanzar el porfolio de vega neutral. La relación de esta nueva opción con el resto de la cartera deberá cumplir la siguiente condición:

$$0 = \nu_{Porfolio} + h_\nu \cdot \nu_{opción\ añadida}$$

Por tanto, el número de opciones que se deberán contratar será:

$$h_\nu = -\frac{\nu_{Porfolio}}{\nu_{opción\ añadida}}$$

La variación aproximada del porfolio[20] vega neutral quedaría como:

$$(Porfolio_{t+1} - Porfolio_t) \approx$$

$$\approx \Delta(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + 0(\sigma_{t+1} - \sigma_t) + \rho(r_{t+1} - r_t) \approx$$

$$\approx \Delta(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \rho(r_{t+1} - r_t)$$

A su vez, este porfolio se podría hacer delta neutral comprando o vendiendo el activo subyacente en $-\Delta$ unidades. Terminando con un porfolio que solo se vea afectado por gamma, theta y rho.

$$(Porfolio_{t+1} - Porfolio_t) \approx \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \rho(r_{t+1} - r_t)$$

5.1.3 Aportaciones de Rho a la Delta-Cobertura

Actualmente, como presentamos en la introducción, estamos viviendo una situación de mercado en la que las autoridades de política monetaria están llevando a cabo unas subidas de tipos sin precedentes históricos. Esto está provocando un incremento en la volatilidad de la deuda soberana, activo que en la práctica fija el tipo de interés sin riesgo del mercado. Es en situaciones de mercado como estas en las que sería crucial reducir las variaciones que pueden provocar cambios en dicho parámetro de valoración.

Pretendemos conseguir una cartera rho neutral, una cartera a la que cambios en el tipo de interés sin riesgo no afecten a su valor (Hull, Risk Management and Financial Institutions, 2015). Del mismo modo que ocurría a la hora de obtener una cartera vega neutral, para ésta se añadirá otra opción sobre el mismo subyacente. Definiremos h_ρ como el número de opciones que se han de contratar para obtener una cartera rho neutral y su relación respecto a la cartera deberá corroborar:

$$0 = \rho_{Porfolio} + h_\rho \cdot \rho_{opción\ añadida} \Rightarrow h_\rho = -\frac{\rho_{Porfolio}}{\rho_{opción\ añadida}}$$

La variación aproximada del porfolio[21] rho neutral quedaría como:

20 Recordamos que, al haber añadido otra opción para conseguir la neutralidad de vega, el resto de las griegas de la cartera también se verán afectadas.
21 Recordemos que, al haber añadido otra opción para conseguir la neutralidad de rho, el resto de las griegas de la cartera también se verán afectadas.

$$(Porfolio_{t+1} - Porfolio_t) \approx$$

$$\approx \Delta(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t) + 0(r_{t+1} - r_t) \approx$$

$$\approx \Delta(S_{t+1} - S_t) + \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t)$$

Igual que con el porfolio vega neutral, este también se puede hacer delta neutral tomando exposición en acciones del activo subyacente en $-\Delta$ unidades. Obteniendo un porfolio únicamente expuesto a gamma, theta y vega.

$$(Porfolio_{t+1} - Porfolio_t) \approx \frac{1}{2}\Gamma(S_{t+1} - S_t)^2 + \Theta + \nu(\sigma_{t+1} - \sigma_t)$$

5.2 Aplicación Práctica de Vega y Rho en la Delta-Cobertura

A lo largo de este punto expondremos como, aplicando las coberturas explicadas en el punto anterior, se pueden obtener carteras de opciones que reportan menos variaciones en situaciones económicas adversas. Para ello utilizaremos la cotización de contratos vencidos entre 2020 y 2022, concretamente con vencimiento el tercer viernes de los meses marzo, junio, septiembre y diciembre. Esta muestra permite comprobar como reaccionan dichas coberturas ante un aumento histórico de la volatilidad por el Covid-19; un periodo de estabilidad a finales de 2020 y principios de 2021; y en 2022 una subida de tipos de interés ante las presiones inflacionarias.

El modelo de valoración de opciones, modelo de Black Scholes, expuesto en los puntos anteriores, asume que la opción no reparte dividendos. Para asegurarnos de que esto ocurra así utilizaremos opciones que tengan índices como subyacente. Además, dichas opciones suelen ser más liquidas (tienen un mayor volumen de transacciones, tiene un "*open interest*" mayor), por lo que se acercan más a cumplir el supuesto de liquidez perfecta[22] del modelo de Black Scholes. Para simplificar esta aplicación y acercarnos más a las asunciones del modelo, en esta práctica suponemos que existe divisibilidad perfecta[23] en todos los activos financieros del mercado.

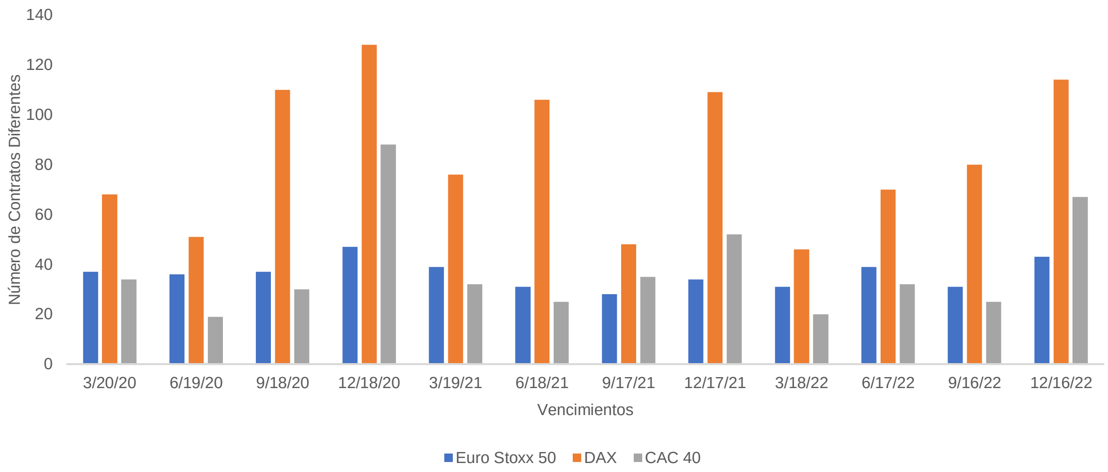
[22] Recordatorio: liquidez perfecta significa que cualquier agente del mercado puede comprar o vender cualquier activo en la cantidad que desee al precio de mercado en el momento de la transacción.
[23] Recordatorio: divisibilidad perfecta significa que puedes comprar o vender cualquier cantidad de activos representada en los números reales, la cantidad de activos no tiene por qué venir representada por un número entero.

5.2.1 Opciones Seleccionadas

Las opciones elegidas para la aplicación práctica tienen como subyacente los índices: Euro Stoxx 50, DAX y CAC 40. Se toma la rentabilidad de la deuda soberana alemana a 10 años como tipo de interés sin riesgo para los contratos sobre el Euro Stoxx 50 y el DAX; y la rentabilidad de la deuda soberana francesa a 10 años como el tipo de interés sin riesgo para los contratos sobre el CAC 40.

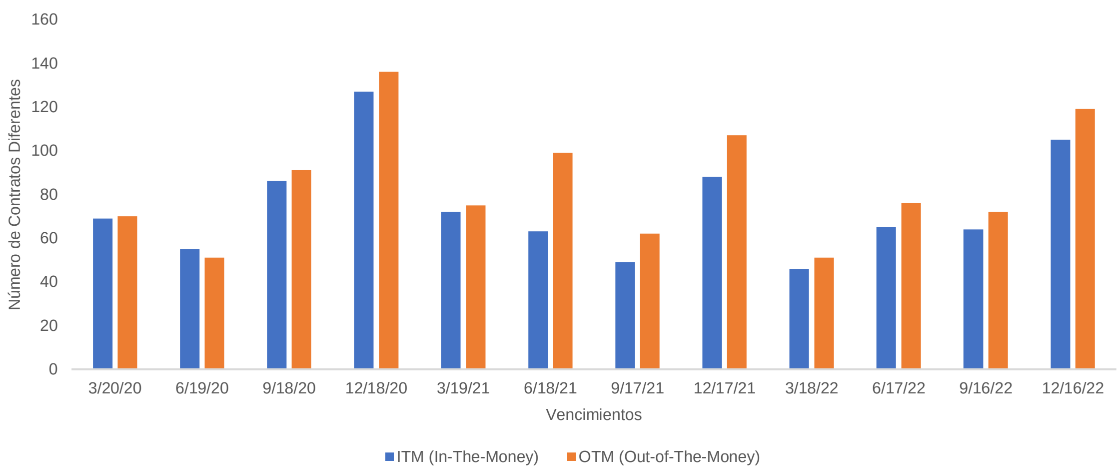
Para esta aplicación práctica tomamos el precio de 1.898 contratos de opciones de FacSet[24], con distinto subyacente, precio de ejercicio y vencimiento. En las siguientes gráficas se puede ver la distribución de dichos contratos en función de su subyacente y de su grado de monetización a vencimiento.

Gráfica 5-1: Distribución de Contratos por Subyacente



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 5-2: Distribución de Contratos por Grado de Monetización



[24] En el Anexo VII: Listado de Opciones Utilizadas en la Aplicación Práctica se pueden ver los identificadores y las características principales de cada uno de los contratos derivados utilizados en esta aplicación práctica.

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Información de las Opciones

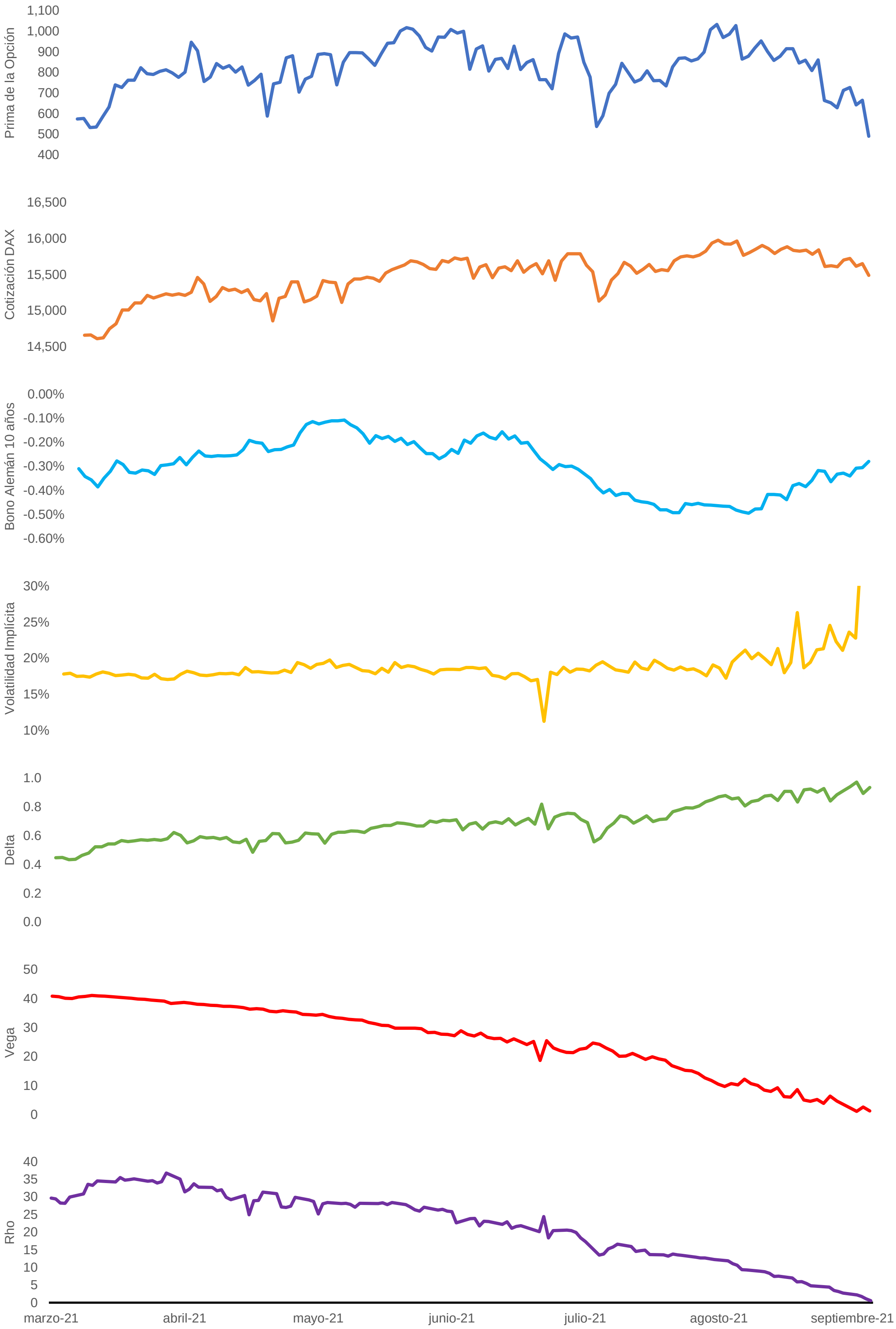
La variable con la que se trabajará de cada contrato de opciones es la prima a la que se cerró la última transacción del día, lo que se conoce como el "*sattlement price*". Dicha variable se extraerá de FacSet, junto con el precio de cotización del subyacente, el precio de ejercicio, el vencimiento y el tipo de interés sin riesgo.

A partir de estos datos se obtendrá el input de valoración que falta, la volatilidad. Esta volatilidad se obtendrá sustituyendo los parámetros presentados en el párrafo anterior en la fórmula de Black Scholes y despejando la volatilidad. De esta manera se obtiene lo que se conoce como volatilidad implícita. La volatilidad implícita[25] es, por tanto, la volatilidad que se introduce en el modelo de valoración para obtener la prima a la que cotiza la opción en cuestión. La media de todas las volatilidades implícitas de las opciones que cotizan en el CBOE es lo que conforma el Índice VIX.

Teniendo todas las variables de valoración de la opción, se procederá a calcular los valores de las griegas delta, vega y rho. Sensibilidades que posteriormente se emplearán para realizar las coberturas. A continuación, se muestra de manera gráfica el desglose de los parámetro de valoración y las griegas sobre un contrato de opciones como ejemplo. Este ejemplo es un contrato de opciones call sobre el DAX con vencimiento el viernes 17 de septiembre de 2021 y con precio de ejercicio en 15.000.

[25] En la práctica real la volatilidad implícita se obtiene mediante tanteo (Solver en Excel es la herramienta de tanteo por antonomasia). Para facilitar el cálculo de las volatilidades implícitas en Excel se han diseñado unas fórmulas específicas en VBA, que permiten automatizar ese tanteo. El código se puede ver en el Anexo VIII: Función Volatilidad Implícita VBA.

Gráfica 5-3: Desglose del Contrato DAX.XEX#CRX82



Fuente: FacSet y elaboración propia

5.3 Cálculos y Conclusiones de la Aplicación Práctica

Asumimos que sobre los 1.898 contratos se toma una posición corta. En esta aplicación práctica, para cada uno de los contratos, se realizan los tres tipos de coberturas presentadas en el punto anterior[26]: la delta-cobertura, la delta-cobertura con vega neutral y la delta cobertura con rho neutral.

Una vez realizadas dichas coberturas se mide la desviación típica[27] de dichas posiciones, la volatilidad de la cartera cubierta. Tomando esas volatilidades y calculando la media de las volatilidades en función de sus vencimientos se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5-1: Resultado de la Aplicación Práctica

Vencimientos	Variación Delta-Cobertura	Variación Vega Neutral	Variación Rho Neutral
20/3/20	7,841%	6,535%	7,083%
19/6/20	21,467%	20,640%	20,183%
18/9/20	15,323%	13,093%	14,082%
18/12/20	10,234%	7,822%	9,506%
19/3/21	6,728%	5,863%	6,383%
18/6/21	6,520%	5,839%	6,010%
17/9/21	5,183%	4,904%	5,005%
17/12/21	6,150%	5,257%	5,524%
18/3/22	6,604%	5,883%	6,218%
17/6/22	9,217%	7,924%	8,425%
16/9/22	6,626%	5,553%	5,909%
16/12/22	6,513%	4,445%	5,168%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior, complementar la delta-cobertura de una cartera de opciones con coberturas vega neutral o rho neutral puede aportar una mayor estabilidad a una posición en opciones. Esta mayor estabilidad se agudiza en períodos con alta volatilidad y subida de tipos de interés.

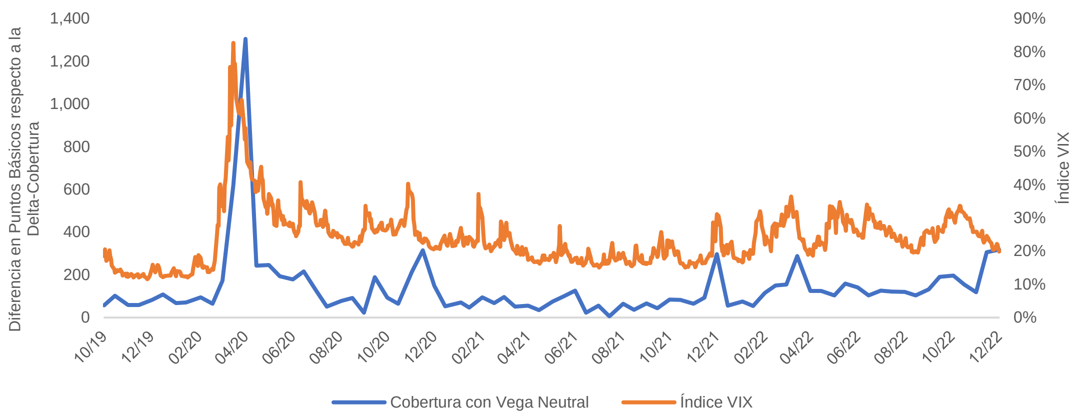
En siguiente gráfico se muestra la diferencia en puntos básicos entre la volatilidad anual de la delta-cobertura y la volatilidad de ésta complementada con vega neutral en distintos puntos temporales. Esta diferencia está a su vez comparada con los valores del Índice VIX. Como podemos apreciar, en marzo de 2019 se dio el pico de volatilidad más destacado debido a la pandemia del COVID-19. En este periodo, la delta-cobertura simple reportó una mayor

[26] Tanto para conseguir vega neutral como rho neutral, como expusimos en el punto anterior es necesario apoyarse en otro contrato de opciones. Utilizaremos para ello siempre contratos at-the-money.

[27] Se mide la desviación típica de los retornos diarios que da la cartera cubierta. Se obtiene una desviación típica diaria que posteriormente se anualiza ($\sigma_{diaria}\sqrt{252}$). De esta forma, los resultados que se muestran en la tabla representan volatilidades anuales. Así es como se refleja también en el Índice VIX.

volatilidad que la cartera de ésta complementada con vega neutral. Esto se puede ver como ocurre también en otros picos de volatilidad a lo largo de toda la gráfica (a finales de 2020 y a principios de 2021 sobretodo).

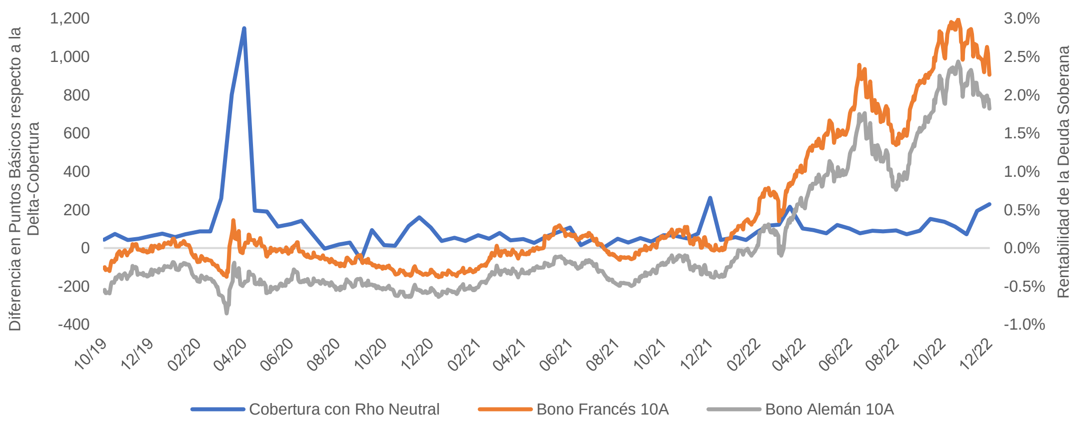
Gráfica 5-4: Resultados Vega-Neutral



Fuente: Elaboración propia

En este segundo gráfico se puede apreciar la diferencia en puntos básicos entre la volatilidad anual de la delta-cobertura y la volatilidad de ésta complementada con rho neutral. Además, a esta gráfica se le han añadido las rentabilidades de la deuda soberana tanto de Alemania como de Francia. Se observar que ante grandes movimientos de los tipos de interés se producen mayores diferencias entre la volatilidad de las coberturas.

Gráfica 5-5: Resultados Rho-Neutral



Fuente: Elaboración propia

Podemos concluir, por tanto, que aplicar una cobertura utilizando vega es efectivo en tiempos de alta volatilidad, como ocurre sobre todo a principios de 2020. Además, aplicar una cobertura basada en rho es efectivo en situaciones de subidas de tipos de interés, como ha ocurrido a finales de 2022.

6 Conclusiones

Este trabajo muestra la importancia de las coberturas en situaciones económicas de alta volatilidad y subidas de tipos de interés. Estos dos tipos de exposiciones han tomado importancia debido a la situación económico política internacional de los últimos años.

Desde el punto de vista teórico, para cubrirte ante estos riesgos se ha mostrado el papel que ejercen las coberturas dinámicas. Coberturas que podemos afirmar que muestran grandes ventajas a la hora de realizar coberturas sobre riesgos concretos derivados de contratos financieros.

El Modelo de Black Scholes es, aparentemente, un modelo teórico de valoración muy complejo. Aun así, con la minuciosa explicación que se le ha dado en este texto, permite que se pueda intuir su origen y sus rasgos más característicos. Gracias a esto, se puede pasar a cálculos más complejos todavía, estudiando las griegas de sobre dicho modelo y como se interrelacionan las variables dentro de él.

Este trabajo termina con una aplicación práctica utilizando una gran variedad de opciones distintas. Esto ha permitido mostrar más claramente como las griegas vega y rho pueden complementar a la delta-cobertura. Con esta práctica se puede concluir que una cartera vega neutral muestra una menor desviación típica ante picos de volatilidad; y una cartera rho neutral lo hace ante grandes variaciones de los tipos de interés.

Como apunte personal, en el texto no solo se ha incluido una explicación muy detallada de los modelos de valoración de valoración de opciones, sino que también se han añadido a modo de anexo todos los desarrollos que concluyen en las fórmulas tanto del modelo binomial, como del modelo de Black Scholes, así como de las griegas. También se ha añadido a modo de anexo todos los contratos utilizados en la aplicación práctica y las herramientas utilizadas en el proceso. La decisión meditada de incluir tanto detalle se ha tomado con el objetivo de acercar este texto al lector común y que sea más sencillo ver cómo, de algo tan simple como es la valoración en el modelo binomial, se llega a algo tan complejo como son las griegas.

Bibliografía

Bhowmik, S. K., & Khan, J. A. (2022). High-Accurate Numerical Schemes for Black–Scholes Models with Sensitivity Analysis. *Journal of Mathematics, 2022*. https://doi.org/10.1155/2022/4488082

Bingham, N. H., & Kiesel, R. (2004). *Risk-Neutral Valuation Pricing and Headging of Financial Derivatives.* Springer.

Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy*, 637-654. http://www.jstor.org/stable/1831029

Carabias, S. (2016). *Introducción a la Modelización de Mercados Financieros.* Madrid: Universidad Pontificia de Comillas.

Chance, D. M. (2022). Basics of Derivative Pricing and Valuation. En *CFA Program Curriculum Level I* (Vol. 5, págs. 221-284). CFA Institute.

Civitanic, J., & Zapatero, F. (2003). *Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets.* Cambridge: The MIT Press.

Cottle, C. M. (2005). *Options Trading: The Hidden Reality.* Chicago: RiskDoctor.

Cox, J., Ross, S., & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of financial Economics, 7*(3), 229-263. http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X(79)90015-1

Crouthy, M., Galai, D., & Mark, R. (2014). *The Essentials of Risk Management.* Mc Graw Hill Education.

Gregory, J. (2010). *Counterparty Credit Risk.* Wiley Finance.

Harrison, J., & Kreps, D. M. (1979). Martingales and Arbitraje in Multiperiod Securities Markets. *Journal of Economic Theory*(20), 381-401. https://doi.org/10.1016/0022-0531(79)90043-7

Harrison, J., & Pliska, S. (1981). Martingales and stochastic integrals in the theory of continuous trading. *Stochastic Processes and their Applications*(11), 215-260. https://doi.org/10.1016/0304-4149(81)90026-0

Hull, J. C. (2012). *Options, Futures, and other Derivatives.* Pearson.

Hull, J. C. (2015). *Risk Management and Financial Institutions.* Wiley.

K. A., A., & Manjunatha, T. (2019). Analysis of Nifty Option Price Using Black-Scholes and Greeks. http://www.aims-international.org/aims16/16ACD/PDF/A-226-Final.pdf

Khan, M. U., Gupta, A., & Siraj, S. (2014). Empirical Testing of Modified Black-Scholes Option Pricing Model Formula on NSE Derivative Market in India. *International Journal of Economics and Financial Issues, III*(1), 87-98. https://www.econjournals.com/index.php/ijefi/article/view/348

Kumar, A. (2018). A Study on Risk Hedging Strategy: Efficacy of Option Greeks. *Abhinav National Monthly Refereed Journal of Research in Commerce & Management, VII*(4), 77-85.

Luenberger, D. G. (1998). *Investment Science.* Oxford University Press.

Nagendran, R., & Venkateswar, S. (2014). Validating Black-Scholes model in pricing Indian stock call options. *Journal of Applied Finance and Banking, IV*(3), 89.

Passarelli, D. (2012). *Trading Option Greeks: How Time, Volatility, and Other Pricing Factors Drive Profits.* John Wiley & Sons.

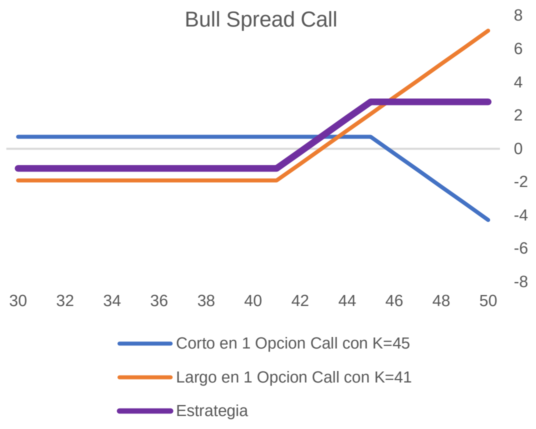
Paunović, J. (2014). Options, Greeks, and risk management. *Singidunum Journal of Applied Sciences, XI*(7), 74-83.

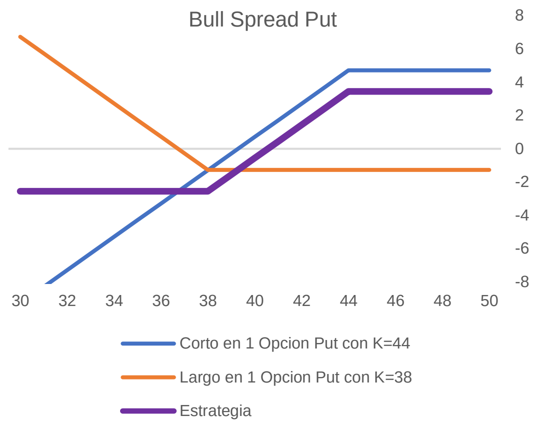
Sydsaeter, K., & Hammond, P. (2012). *Essential Mathematics for Economic Analysis.* Pearson.

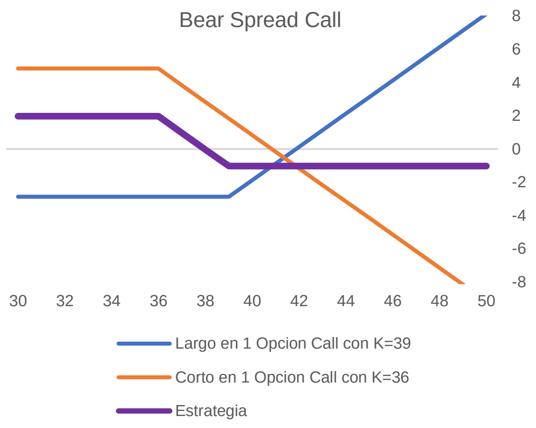
Yu, X., & Xie, X. (2013). On Derivations of Black-Scholes Greek Letters. *Research Journal of Finance and Accounting, IV*(6), 80-85.

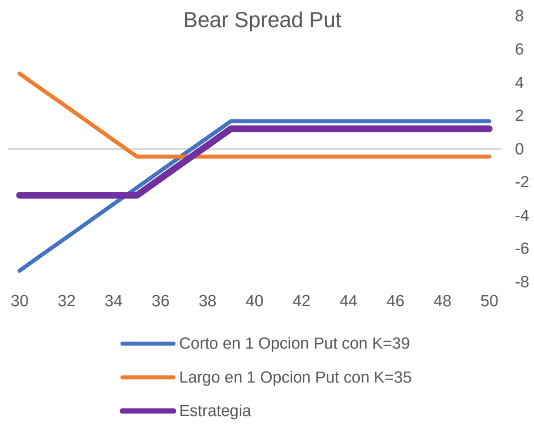
Anexos

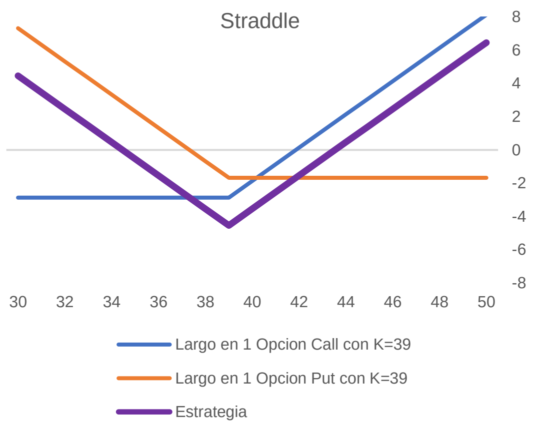
Anexo I: Gráficos de Coberturas Estáticas con Opciones

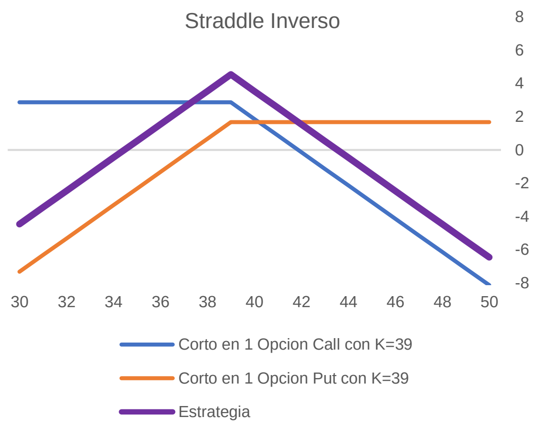


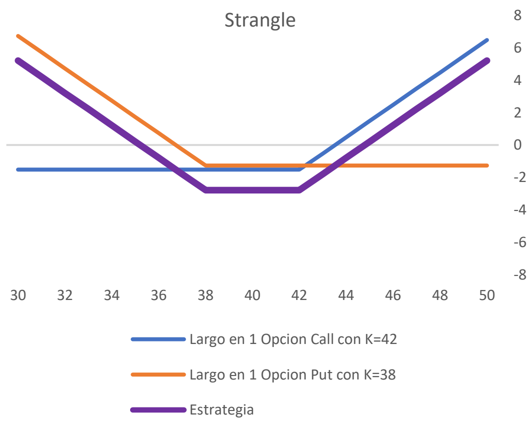


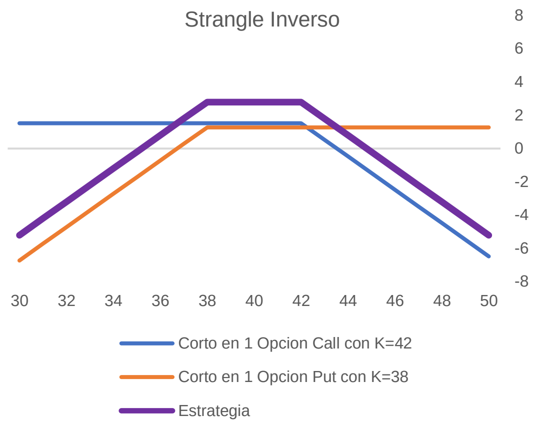


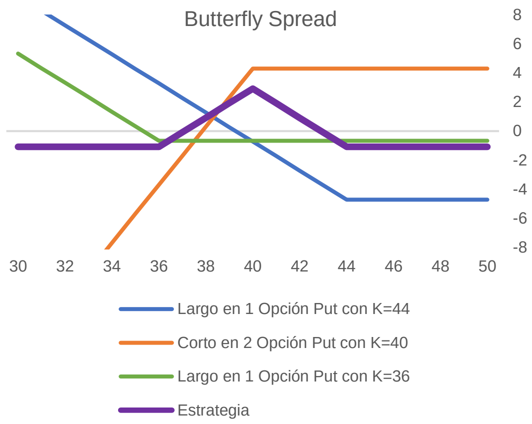


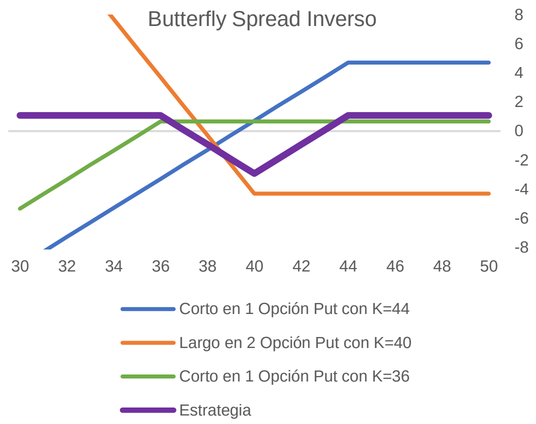





Strangle
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
Largo en 1 Opcion Call con K=42
Largo en 1 Opcion Put con K=38
Estrategia


Strangle Inverso
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
Corto en 1 Opcion Call con K=42
Corto en 1 Opcion Put con K=38
Estrategia


Butterfly Spread
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
Largo en 1 Opción Put con K=44
Corto en 2 Opción Put con K=40
Largo en 1 Opción Put con K=36
Estrategia


Butterfly Spread Inverso
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
Corto en 1 Opción Put con K=44
Largo en 2 Opción Put con K=40
Corto en 1 Opción Put con K=36
Estrategia

Anexo II: Desarrollos del Modelo Binomial

Anexo II.a: Desarrollo de la Cartera Replicante de la Call en el Modelo Binomial

Partimos de que para la formación de la cartera replicante se deben cumplir el siguiente sistema:

$$\begin{cases} x_R S_1^u + y_R A_1 = C_1^u \\ x_R S_1^d + y_R A_1 = C_1^d \end{cases}$$

Obtenemos que x_R:

$$\left.\begin{cases} x_R S_1^u + y_R A_1 = C_1^u \Rightarrow y_R A_1 = C_1^u - x_R S_0 u \\ x_R S_1^d + y_R A_1 = C_1^d \Rightarrow y_R A_1 = C_1^d - x_R S_0 d \end{cases}\right\} \Rightarrow C_1^u - x_R S_0 u = C_1^d - x_R S_0 d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_1^u - C_1^d = x_R S_0 u - x_R S_0 d \Rightarrow C_1^u - C_1^d = x_R S_0 (u-d) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_R = \frac{C_1^u - C_1^d}{S_0(u-d)}$$

Y obtenemos que y_R:

$$\left.\begin{cases} x_R S_1^u + y_R A_1 = C_1^u \Rightarrow x_R S_0 u = C_1^u - y_R A_1 \Rightarrow x_R S_0 = \dfrac{C_1^u - y_R A_0 e^r}{u} \\ x_R S_1^d + y_R A_1 = C_1^d \Rightarrow x_R S_0 d = C_1^d - y_R A_1 \Rightarrow x_R S_0 = \dfrac{C_1^d - y_R A_0 e^r}{d} \end{cases}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{C_1^u - y_R A_0 e^r}{u} = \frac{C_1^d - y_R A_0 e^r}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d(C_1^u - y_R A_0 e^r) = u\left(C_1^d - y_R A_0 e^r\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow dC_1^u - d y_R A_0 e^r = uC_1^d - u y_R A_0 e^r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u y_R A_0 e^r - d y_R A_0 e^r = uC_1^d - dC_1^u \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y_R A_0 e^r (u-d) = uC_1^d - dC_1^u \Rightarrow y_R = \frac{uC_1^d - dC_1^u}{(u-d)A_0 e^r}$$

El valor de la call será igual al valor inicial de la cartera replicante:

$$C_0 = x_R S_0 + y_R A_0 \Rightarrow C_0 = \frac{C_1^u - C_1^d}{S_0(u-d)} S_0 + \frac{uC_1^d - dC_1^u}{(u-d)A_0 e^r} A_0 =$$

$$= \frac{C_1^u - C_1^d}{(u-d)} + \frac{uC_1^d - dC_1^u}{(u-d)e^r} = \frac{C_1^u e^r - C_1^d e^r + uC_1^d - dC_1^u}{(u-d)e^r} =$$

$$= \frac{C_1^u e^r - dC_1^u}{(u-d)e^r} + \frac{uC_1^d - C_1^d e^r}{(u-d)e^r} = \frac{(e^r - d)C_1^u}{(u-d)e^r} + \frac{(u - e^r)C_1^d}{(u-d)e^r} =$$

$$= \frac{e^r - d}{u-d} C_1^u e^{-r} + \frac{u - e^r}{u-d} C_1^d e^{-r} \Rightarrow C_0 = \left(\frac{e^r - d}{u-d} C_1^u + \frac{u - e^r}{u-d} C_1^d\right) e^{-r}$$

Anexo II.b: Desarrollo de la Condición Necesaria para que se Ejercite el Derecho de la Opción Call en el Modelo Binomial

Para que se ejercite el derecho de compra de la opción call, la relación entre el subyacente y el precio de ejercicio ha de ser:

$$S_T^{u^j d^{n-j}} > K$$

Teniendo esto en cuenta se puede saber para qué valores de j se cumple esta expresión, es decir, cuantos movimientos alcistas ha de tener el subyacente como mínimo para que se ejercite la opción. De esta forma:

$$S_T^{u^j d^{n-j}} > K \Rightarrow S_0 u^j d^{n-j} > K \Rightarrow \frac{S_t}{K} > \frac{1}{u^j d^{n-j}} \Rightarrow \frac{S_t}{K} > u^{-j} d^{-(n-j)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) > \ln\left(u^{-j} d^{-(n-j)}\right) \Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) > \ln\left(u^{-j}\right) + \ln\left(d^{-(n-j)}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) > -j\ln(u) - (n-j)\ln(d) \xRightarrow{u=e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}};\, d=e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) > -j\ln\left(e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}\right) - (n-j)\ln\left(e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) > -j\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} + (n-j)\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) > -2j\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} + n\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2j\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} > n\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} - \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow j > \frac{n\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} \Rightarrow j > \frac{n}{2} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}$$

Anexo II.c: Desarrollo de la Formula de la Valoración de la Call en el Modelo Binomial

$$C_t = e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} \left(S_t u^j d^{n-j} - K\right) = e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} S_t u^j d^{n-j} - \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} K =$$

$$= e^{-r(T-t)} \left[\sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} S_t u^j d^{n-j} - \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} K \right] =$$

$$= e^{-r(T-t)} \left[S_0 \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} u^j d^{n-j} - K \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} \right] =$$

$$= S_t e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} u^j d^{n-j} - K e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} =$$

$$= S_t e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} (\hat{p}u)^j [(1-\hat{p})d]^{n-j} - K e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} =$$

$$\xRightarrow{\hat{p}'=\frac{\hat{p}u}{\hat{p}u+(1-\hat{p})d};\ (1-\hat{p}')=\frac{(1-\hat{p})d}{\hat{p}u+(1-\hat{p})d}} S_t e^{-r(T-t)} [\hat{p}u + (1-\hat{p})d]^n \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} (\hat{p}')^j (1-\hat{p}')^{n-j} - K e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} =$$

$$\xRightarrow{\hat{p}u+(1-\hat{p})d=e^{r\frac{(T-t)}{n}}} S_t \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} (\hat{p}')^j (1-\hat{p}')^{n-j} - K e^{-r(T-t)} \sum_{j>a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j}$$

Esta fórmula de valoración de la prima de la call se puede expresar como:

$$C_t = S_t B_1(a) - Ke^{-rn} B_2(a)$$

Donde:

$$B_1(a) = P[X > a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p}')$$

$$\hat{p}' = \frac{\hat{p}u}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$(1-\hat{p}') = \frac{(1-\hat{p})d}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$B_2(a) = P[X > a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p})$$

$$\hat{p} = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

$$(1-\hat{p}) = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

Anexo III: Desarrollo del Modelo Binomial en Opciones Put

Para las fórmulas genéricas de la valoración de una opción put seguiremos considerando a j como el número de movimientos alcistas que toma el subyacente en el periodo de valoración. En cambio, la variable a quedará definida como:

- a: número máximo de movimientos alcistas para que $S_T < K$.

El pago a vencimiento de una put y su probabilidad neutral al riesgo, teniendo en cuenta n nodos temporales hasta vencimiento, quedarán definidos como:

$$P_T^{u^j \cdot d^{n-j}} = max\{K - S_t u^j d^{n-j}; 0\}, \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

$$P\left[P_T^{u^j \cdot d^{n-j}} = max\{K - S_0 u^j d^{n-j}; 0\}\right] = \binom{n}{j} p^j q^{n-j}, \forall\, j\{0 \leq Z \geq n\}$$

Para que la opción se encuentre in-the-money, es decir, para que se ejecute el derecho de compra y el intercambio de capitales a vencimiento sea superior a 0, el precio del activo subyacente ha de ser inferior al precio de ejercicio ($S_T < K$). Esto implica que:

$$S_T^{u^j d^{n-j}} < K \Rightarrow S_0 u^j d^{n-j} < K \Rightarrow \frac{S_t}{K} < \frac{1}{u^j d^{n-j}} \Rightarrow \frac{S_t}{K} < u^{-j} d^{-(n-j)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) < \ln\left(u^{-j} d^{-(n-j)}\right) \Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) < \ln\left(u^{-j}\right) + \ln\left(d^{-(n-j)}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) < -j\ln(u) - (n-j)\ln(d) \xRightarrow{u=e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}};\, d=e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) < -j\ln\left(e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}\right) - (n-j)\ln\left(e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) < -j\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} + (n-j)\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) < -2j\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} + n\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2j\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} < n\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}} - \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow j < \frac{n\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} \Rightarrow j < \frac{n}{2} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}$$

Por lo que, numéricamente a queda definida igual para la call que para la put:

$$a = \frac{n}{2} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}$$

Teniendo esto en cuenta y según el teorema fundamental de valoración de activos, el valor de la prima de la put se puede expresar como:

$$P_t = e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} \left(K - S_t u^j d^{n-j}\right) = e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} K - \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} S_t u^j d^{n-j} =$$

$$= e^{-r(T-t)} \left[\sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} K - \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} S_t u^j d^{n-j} \right] =$$

$$= e^{-r(T-t)} \left[K \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} - S_t \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} u^j d^{n-j} \right] =$$

$$= K e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} - S_t e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} u^j d^{n-j} =$$

$$= K e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} - S_t e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} (\hat{p}u)^j [(1-\hat{p})d]^{n-j} =$$

$$\xRightarrow{\hat{p}'=\frac{\hat{p}u}{\hat{p}u+(1-\hat{p})d};\ (1-\hat{p}')=\frac{(1-\hat{p})d}{\hat{p}u+(1-\hat{p})d}} K e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} - S_t e^{-r(T-t)} [\hat{p}u + (1-\hat{p})d]^n \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} (\hat{p}')^j (1-\hat{p}')^{n-j} =$$

$$\xRightarrow{\hat{p}u+(1-\hat{p})d=e^{r\frac{(T-t)}{n}}} K e^{-r(T-t)} \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} \hat{p}^j (1-\hat{p})^{n-j} - S_t \sum_{j<a}^{n} \binom{n}{j} (\hat{p}')^j (1-\hat{p}')^{n-j} = K e^{-r(T-t)} B_2(a) - S_t B_1(a)$$

Donde:

$$B_1(a) = P[X < a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p}')$$

$$\hat{p}' = \frac{\hat{p}u}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$(1-\hat{p}') = \frac{(1-\hat{p})d}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$B_2(a) = P[X < a] \longrightarrow X \sim B(n, p)$$

$$\hat{p} = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

$$(1-\hat{p}) = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

Anexo IV: Desarrollos de la Aproximación al Modelo de Black-Scholes con Opciones Call

Anexo IV.a: Límite de la Distribución $X \sim B_2(n, \hat{p})$

La segunda distribución binomial de la fórmula de valoración de las opciones call, cuando n tiende a infinito, queda una distribución normal tal que:

$$X \sim B_2(n, \hat{p}) \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} X \sim N_2[\mu = n\hat{p}\ ;\ \sigma = n\hat{p}(1-\hat{p})]$$

Teniendo en cuenta que la distribución normal estandarizada se define como: $Z \sim N(0,1)$:

$$P[X > \alpha] \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} P\left[Z > \frac{\alpha - n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right] = 1 - P\left[Z < \frac{\alpha - n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right] =$$

$$= 1 - N\left(\frac{\alpha - n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{n\hat{p} - \alpha}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right) \xRightarrow{\alpha = \frac{n}{2} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}} N\left(\frac{n\hat{p} - \frac{n}{2} - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})\frac{(T-t)}{n}}} + \frac{n\left(\hat{p} - \frac{1}{2}\right)}{\sqrt{n}\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})\frac{(T-t)}{n}}} + \frac{n\left(\hat{p} - \frac{1}{2}\right)}{\sqrt{n}\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}} + \frac{\sqrt{n}\left(\hat{p} - \frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}\right)$$

El valor de la probabilidad normalizada sigue dependiendo de n, cuando para el modelo $n = \infty$, de tal manera que resolveremos:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}} + \frac{\sqrt{n}\left(\hat{p} - \frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}$$

Empezaremos resolviendo el límite de $\hat{p}$:

$$\lim_{n\to\infty}\hat{p} = \lim_{n\to\infty}\frac{e^{r\frac{(T-t)}{n}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}$$

Para ello tomaremos las series de Taylor[28] hasta el término cuadrático de la función exponencial e^{x}:

$$\begin{cases} e^{r\frac{(T-t)}{n}} \approx 1 + r\dfrac{(T-t)}{n} + \dfrac{\left(r\dfrac{(T-t)}{n}\right)^2}{2} \\ e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} \approx 1 + \sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}} + \dfrac{\left(\sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2} \\ e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} \approx 1 - \sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}} + \dfrac{\left(-\sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2} \end{cases}$$

Teniendo esto en cuenta:

28 Las series de Taylor de una función se definen como: $f^{n}(x) = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{f^{n}(x)}{n!}$.

$$\lim_{n\to\infty}\frac{e^{r\frac{(T-t)}{n}}-e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}\approx$$

$$\approx\lim_{n\to\infty}\frac{1+r\frac{(T-t)}{n}+\frac{\left(r\frac{(T-t)}{n}\right)^2}{2}-1+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}-\frac{\left(-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2}}{1+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{\left(\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2}-1+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}-\frac{\left(-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{r\frac{(T-t)}{n}+\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^2+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}-\frac{1}{2}\sigma^2\frac{(T-t)}{n}}{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{\sigma^2\frac{(T-t)}{n}}{2}+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}-\frac{\sigma^2\frac{(T-t)}{n}}{2}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\frac{(T-t)}{n}+\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^2+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\left[\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^{1,5}+\sigma\right]}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^{1,5}+\sigma}{2\sigma}=\frac{1}{2}$$

Por tanto:

$$\lim_{n\to\infty}\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}=\sqrt{\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{2}\right)}=\frac{1}{2}$$

Del mismo modo:

$$\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)\approx\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\frac{(T-t)}{n}+\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^2+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-\frac{1}{2}\right)=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\frac{(T-t)}{\sqrt{n}}+\frac{\sqrt{n}}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^2+\sigma\sqrt{(T-t)}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-\frac{\sqrt{n}}{2}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{\sqrt{n}}\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)+\frac{\sqrt{n}}{2}r^2\frac{(T-t)^2}{n^2}+\sigma\sqrt{(T-t)}-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\sqrt{n}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{\sqrt{n}}\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)+\frac{1}{2\sqrt{n}}r^2\frac{(T-t)^2}{n}+\sigma\sqrt{(T-t)}-\sigma\sqrt{(T-t)}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{\sqrt{n}}\left[\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)+\frac{1}{2}r^2\frac{(T-t)^2}{n}\right]}{\frac{1}{\sqrt{n}}2\sigma\sqrt{(T-t)}}=\lim_{n\to\infty}\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)+\frac{1}{2}r^2\frac{(T-t)^2}{n}}{2\sigma\sqrt{(T-t)}}=$$

$$=\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{2\sigma\sqrt{(T-t)}}=\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{(T-t)}}{2\sigma}$$

Tomando los límites anteriores y el límite original que pretendíamos resolver:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}=$$

$$=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{\lim_{n\to\infty}2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\lim_{n\to\infty}\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}$$

$$\xRightarrow{\lim_{n\to\infty}\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}=\frac{1}{2}}\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\frac{1}{2}\sqrt{(T-t)}}+\frac{\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\frac{1}{2}}$$

$$\xRightarrow{\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)=\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{(T-t)}}{2\sigma}}\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}+2\frac{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{(T-t)}}{2\sigma}$$

$$=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}=d_2$$

Podemos concluir que:

$$N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}\right)$$

$$\xRightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)$$

Anexo IV.b: Límite de la Distribución $X\sim B_1(n,\hat{p}')$

La segunda distribución binomial de la fórmula de valoración de las opciones call, cuando n tiende a infinito, queda una distribución normal tal que:

$$X\sim B_1(n,\hat{p}') \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} X\sim N_1[\mu = n\hat{p}'\ ;\ \sigma = n\hat{p}'(1-\hat{p}')]$$

Teniendo en cuenta que la distribución normal estandarizada se define como: $Z\sim N(0,1)$:

$$P[X>\alpha] \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} P\left[Z>\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right] = 1-P\left[Z<\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right] =$$

$$= 1-N\left(\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{n\hat{p}'-\alpha}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right) \xRightarrow{\alpha=\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}} N\left(\frac{n\hat{p}'-\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')\frac{(T-t)}{n}}}+\frac{n\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{n}\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')\frac{(T-t)}{n}}}+\frac{n\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{n}\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right) =$$

$$= N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right)$$

El valor de la probabilidad normalizada sigue dependiendo de n, cuando para el modelo $n = \infty$, de tal manera que resolveremos:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}} + \frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}' - \frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}$$

Empezaremos resolviendo el límite de $\hat{p}'$:

$$\lim_{n\to\infty} \hat{p}' = \lim_{n\to\infty} \frac{e^{r\frac{(T-t)}{n}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}} e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} e^{-r\frac{(T-t)}{n}} =$$

$$= \lim_{n\to\infty} \frac{e^{r\frac{(T-t)}{n}} e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} e^{-r\frac{(T-t)}{n}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} e^{-r\frac{(T-t)}{n}}}{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}} =$$

$$= \lim_{n\to\infty} \frac{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} - e^{-r\frac{(T-t)}{n}}}{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}$$

Para ello tomaremos las series de Taylor hasta el término cuadrático de la función exponencial e^x:

$$\begin{cases} e^{-r\frac{(T-t)}{n}} \approx 1 - r\dfrac{(T-t)}{n} + \dfrac{\left(-r\dfrac{(T-t)}{n}\right)^2}{2} \\ e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} \approx 1 + \sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}} + \dfrac{\left(\sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2} \\ e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}} \approx 1 - \sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}} + \dfrac{\left(-\sigma\sqrt{\dfrac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2} \end{cases}$$

Teniendo esto en cuenta:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-e^{-r\frac{(T-t)}{n}}}{e^{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-e^{-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}\approx$$

$$\approx \lim_{n\to\infty}\frac{1+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{\left(\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2}-1+r\frac{(T-t)}{n}-\frac{\left(-r\frac{(T-t)}{n}\right)^2}{2}}{1+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{\left(\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2}-1+\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}-\frac{\left(-\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\right)^2}{2}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{1}{2}\sigma^2\frac{(T-t)}{n}+r\frac{(T-t)}{n}-\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^2}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{1}{2}\sigma^2\frac{(T-t)}{n}-\frac{1}{2}\sigma^2\frac{(T-t)}{n}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}\left[\sigma+\frac{1}{2}\sigma^2\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+r\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}-\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^{1,5}\right]}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\sigma+\frac{1}{2}\sigma^2\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+r\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}-\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^{1,5}}{2\sigma}=\frac{1}{2}$$

Por tanto:

$$\lim_{n\to\infty}\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}=\sqrt{\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{2}\right)}=\frac{1}{2}$$

Del mismo modo:

$$\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)=\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\frac{\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}+\frac{1}{2}\sigma^2\frac{(T-t)}{n}+r\frac{(T-t)}{n}-\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^2}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-\frac{1}{2}\right)$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\sigma\sqrt{(T-t)}+\frac{1}{2}\sigma^2\frac{(T-t)}{n}+r\frac{(T-t)}{n}-\frac{1}{2}r^2\left(\frac{(T-t)}{n}\right)^2}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-\frac{\sqrt{n}}{2}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\sigma\sqrt{(T-t)}+\frac{1}{2}\sigma^2\frac{(T-t)}{\sqrt{n}}+r\frac{(T-t)}{\sqrt{n}}-\frac{1}{2}r^2\frac{(T-t)^2}{n\sqrt{n}}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}-\frac{\sigma\sqrt{(T-t)}}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{2\sqrt{n}}\sigma^2(T-t)+\frac{1}{\sqrt{n}}r(T-t)-\frac{1}{2\sqrt{n}}r^2\frac{(T-t)^2}{n}}{\frac{1}{\sqrt{n}}2\sigma\sqrt{(T-t)}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{\sqrt{n}}\left[\frac{1}{2}\sigma^2(T-t)+r(T-t)-\frac{1}{2}r^2\frac{(T-t)^2}{n}\right]}{\frac{1}{\sqrt{n}}2\sigma\sqrt{(T-t)}}=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)-\frac{1}{2}r^2\frac{(T-t)^2}{n}}{2\sigma\sqrt{(T-t)}}=\frac{\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{2\sigma\sqrt{(T-t)}}=$$

$$=\frac{\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{(T-t)}}{2\sigma}$$

Tomando los límites anteriores y el límite original que pretendíamos resolver:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}} + \frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}} =$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{\lim\limits_{n\to\infty} 2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}} + \frac{\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}$$

$$\xRightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}=\frac{1}{2}} \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\frac{1}{2}\sqrt{(T-t)}} + \frac{\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\frac{1}{2}}$$

$$\xRightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)=\frac{\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{(T-t)}}{2\sigma}} \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} + 2\frac{\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)\sqrt{(T-t)}}{2\sigma}$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} = d_1$$

Podemos concluir que:

$$N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}} + \frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right)$$

$$\xRightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} N\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)$$

Anexo V: Desarrollo de la Aproximación al Modelo de Black-Scholes con Opciones Put

Recordando las conclusiones a las que llegamos presentando el modelo binomial para la valoración de la put:

$$P_t = Ke^{-r(T-t)}B_2(a) - S_t B_1(a)$$

Donde:

$$B_1(a) = P[X < a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p}')$$

$$\hat{p}' = \frac{\hat{p}u}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$(1-\hat{p}') = \frac{(1-\hat{p})d}{\hat{p}u + (1-\hat{p})d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}} e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} e^{-r\Delta t}$$

$$B_2(a) = P[X < a] \longrightarrow X \sim B(n, \hat{p})$$

$$\hat{p} = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{r\Delta t} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

$$(1-\hat{p}) = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} = \frac{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{r\Delta t}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} - e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$$

Tomando la segunda distribución binomial, esta se puede aproximar a la normal de tal forma que:

$$X \sim B_2(n, \hat{p}) \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} X \sim N_2[\mu = n\hat{p}\ ;\ \sigma = n\hat{p}(1-\hat{p})]$$

Teniendo en cuenta que la distribución normal estandarizada se define como: $Z \sim N(0{,}1)$:

$$P[X<\alpha] \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} P\left[Z<\frac{\alpha-n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right]=1-P\left[Z>\frac{\alpha-n\hat{p}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right]=$$

$$=P\left[Z>\frac{n\hat{p}-\alpha}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right] \xRightarrow{\alpha=\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}} P\left[Z>\frac{n\hat{p}-\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{\sqrt{n\hat{p}(1-\hat{p})}}\right]=$$

$$=P\left[Z>\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}\right]$$

$$\xRightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})}}=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} P\left[Z>\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right]=$$

$$=1-P\left[Z<\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right]=$$

$$=P\left[Z<-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right]=N\left(-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)=$$

$$=N(-d_2)$$

Ahora, tomando la primera distribución binomial, se pude aproximar a la distribución normal como:

$$X\sim B_1(n,\hat{p}') \underset{n\to\infty}{\longrightarrow} X\sim N_1[\mu=n\hat{p}'\,;\ \sigma=n\hat{p}'(1-\hat{p}')]$$

Teniendo en cuenta que la distribución normal estandarizada se define como: $Z\sim N(0,1)$:

$$P[X<\alpha]\xrightarrow[n\to\infty]{}P\left[Z<\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right]=1-P\left[Z>\frac{\alpha-n\hat{p}'}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right]==P\left[Z>\frac{n\hat{p}'-\alpha}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right]\xRightarrow{\alpha=\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_{\mathrm{t}}}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}P\left[Z>\frac{n\hat{p}'-\frac{n}{2}-\frac{\ln\left(\frac{S_{\mathrm{t}}}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\frac{(T-t)}{n}}}}{\sqrt{n\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right]=$$

$$=P\left[Z>\frac{\ln\left(\frac{S_{\mathrm{t}}}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}\right]\xRightarrow{\lim\limits_{n\to\infty}\frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right)}{2\sigma\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')(T-t)}}+\frac{\sqrt{n}\left(\hat{p}'-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\hat{p}'(1-\hat{p}')}}=\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}}$$

$$\Rightarrow P\left[Z>\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right]=1-P\left[Z<\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right]=P\left[Z<-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right]=$$

$$=\mathrm{N}\left(-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)=\mathrm{N}(-d_1)$$

De esta forma, se concluye en la fórmula de valoración de Black-Scholes para la opción put:

$$P_t = Ke^{-r(T-t)}N\left(-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)-S_tN\left(-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)=$$

$$= Ke^{-r(T-t)}N(-d_2)-S_tN(-d_1)$$

Anexo VI: Derivadas parciales del Modelo de Black-Scholes

Fórmula de Black-Scholes

La Fórmula de Black-Scholes quedó definida en el texto como:

$$C_t = S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$P_t = Ke^{-r(T-t)} N(-d_2) - S_t N(-d_1)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

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

$$N(x) = P[Z \leq x] \longrightarrow Z \sim N(0,1)$$

$$P[Z \leq x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx$$

De tal manera que, toda la formula condensada, se puede escribir como:

$$C_t = S_t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx - Ke^{-r(T-t)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx$$

$$P_t = Ke^{-r(T-t)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx - S_t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx$$

Derivada de $N(x)$ y relaciones entre d_1 y d_2

Derivada de $N(x)$.

Como establecimos anteriormente:

$$N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx$$

Su derivada será:

$$n(x) = \frac{\partial N(x)}{\partial x} = \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \frac{\partial x}{\partial x} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Relaciones entre d_1 y d_2

i. Demostración $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$

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

$$= \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} - \sigma\sqrt{(T-t)} =$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + r(T-t) + \frac{\sigma^2}{2}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} - \frac{\sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} =$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + r(T-t) + \frac{\sigma^2}{2}(T-t) - \frac{2\sigma^2}{2}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} =$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + r(T-t) - \frac{\sigma^2}{2}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} = d_2$$

ii. Demostración $S_t n(d_1) = Ke^{-r(T-t)} n(d_2)$

$$S_t n(d_1) = Ke^{-r(T-t)} n(d_2) \xRightarrow{n(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2}}} S_t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d_1^2}{2}} = Ke^{-r(T-t)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d_2^2}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_t e^{-\frac{d_1^2}{2}} = Ke^{-r(T-t)} e^{-\frac{d_2^2}{2}} \Rightarrow \frac{S_t}{K} = e^{-r(T-t)} e^{\frac{d_1^2}{2}} e^{-\frac{d_2^2}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = -r(T-t) + \frac{d_1^2 - d_2^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = -r(T-t) + \frac{(d_1 - d_2)(d_1 + d_2)}{2} \xRightarrow{d_2=d_1-\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = -r(T-t) + \frac{\left(\sigma\sqrt{(T-t)}\right)\left(2d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}\right)}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = -r(T-t) + \frac{2\left(\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)\right) - \sigma^2(T-t)}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = -r(T-t) + \frac{2\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + 2r(T-t) + \sigma^2(T-t) - \sigma^2(T-t)}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = -r(T-t) + \frac{2\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + 2r(T-t)}{2}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = -r(T-t) + \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + r(T-t) \Rightarrow \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) = \ln\left(\frac{S_t}{K}\right)$$

iii. Derivada Parcial en Función del Precio del Subyacente

La derivada parcial en función del precio es idéntica:

$$\frac{\partial d_1}{\partial S_t} = \frac{d}{dS_t}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] = \frac{1}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \frac{d}{dS_t}\left[\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)\right] = \frac{1}{S_t\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

$$\frac{\partial d_2}{\partial S_t} = \frac{d}{dS_t}\left[d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}\right] = \frac{1}{S_t\sigma\sqrt{(T-t)}} - \frac{d}{dS_t}\left[\sigma\sqrt{(T-t)}\right] = \frac{1}{S_t\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

La relación entre las derivadas parciales en función del precio del subyacente:

$$\frac{\partial d_1}{\partial S_t} = \frac{\partial d_2}{\partial S_t} = \frac{1}{S_t\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

iv. Derivada Parcial en Función del Vencimiento

$$\frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} = \frac{d}{d(T-t)}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] =$$

$$= \frac{1}{\sigma}\frac{d}{d(T-t)}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sqrt{(T-t)}}\right] =$$

$$= \frac{1}{\sigma}\left[\frac{d}{d(T-t)}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{\sqrt{(T-t)}}\right] + \frac{d}{d(T-t)}\left[\frac{\left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sqrt{(T-t)}}\right]\right] =$$

$$= \frac{1}{\sigma}\left[-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2(T-t)\sqrt{(T-t)}} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\frac{d}{d(T-t)}\left[\frac{(T-t)}{\sqrt{(T-t)}}\right]\right] =$$

$$= \frac{1}{\sigma}\left[-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{2(T-t)\sqrt{(T-t)}} + \frac{\left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{2\sqrt{(T-t)}}\right] =$$

$$= \frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{2\sigma(T-t)\sqrt{(T-t)}}$$

Teniendo en cuanta que $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$:

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)} \Rightarrow \frac{\partial d_2}{\partial(T-t)} = \frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} - \frac{d}{d(T-t)}\left[\sigma\sqrt{(T-t)}\right]$$

$$= \frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{2\sigma(T-t)\sqrt{(T-t)}} - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}$$

$$= \frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{2\sigma(T-t)\sqrt{(T-t)}} = \frac{\partial d_2}{\partial(T-t)}$$

La relación entre las derivadas parciales en función del vencimiento:

$$\frac{\partial d_2}{\partial(T-t)} = \frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}$$

v. Derivada en Función de la Volatilidad

$$\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} = \frac{d}{d\sigma}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] =$$

$$= \frac{d}{d\sigma}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] + \frac{d}{d\sigma}\left[\frac{r(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] + \frac{d}{d\sigma}\left[\frac{\frac{\sigma^2}{2}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] =$$

$$= -\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + r(T-t)}{\sigma^2\sqrt{(T-t)}} + \frac{(T-t)}{\sqrt{(T-t)}}\frac{d}{d\sigma}\left[\frac{\frac{\sigma^2}{2}}{\sigma}\right] =$$

$$= -\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + r(T-t)}{\sigma^2\sqrt{(T-t)}} + \frac{(T-t)}{2\sqrt{(T-t)}} =$$

$$= -\frac{2\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + (2r - \sigma^2)(T-t)}{2\sigma^2\sqrt{(T-t)}}$$

Teniendo en cuanta que $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$:

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)} \Rightarrow \frac{\partial d_2}{\partial \sigma} = \frac{\partial d_1}{\partial \sigma} - \frac{d}{d\sigma}\left[\sigma\sqrt{(T-t)}\right] =$$

$$= -\frac{2\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + (2r - \sigma^2)(T-t)}{2\sigma^2\sqrt{(T-t)}} - \sqrt{(T-t)}$$

$$= -\frac{2\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + (2r - \sigma^2)(T-t)}{2\sigma^2\sqrt{(T-t)}} + \frac{2\sigma^2(T-t)}{2\sigma^2\sqrt{(T-t)}}$$

$$= -\frac{2\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + (2r + \sigma^2)(T-t)}{2\sigma^2\sqrt{(T-t)}}$$

La relación entre las derivadas parciales en función de la volatilidad

$$\frac{\partial d_2}{\partial \sigma} = \frac{\partial d_1}{\partial \sigma} - \sqrt{(T-t)}$$

vi. Derivada en Función del Tipo de Interés sin Riesgo

$$\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} = \frac{d}{dr}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] = \frac{d}{dr}\left[\frac{r(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] = \frac{(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} = \frac{\sqrt{(T-t)}}{\sigma}$$

Teniendo en cuanta que $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$:

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)} \Rightarrow \frac{\partial d_2}{\partial r} = \frac{\partial d_1}{\partial r} - \frac{d}{dr}\left[\sigma\sqrt{(T-t)}\right] = \frac{\sqrt{(T-t)}}{\sigma}$$

La relación entre las derivadas parciales en función de tipo de interés sin riesgo

$$\frac{\partial d_2}{\partial r} = \frac{\partial d_1}{\partial r}$$

Anexo VI.a: Delta (Δ)

La delta de la call queda definida como:

$$\Delta_{call} = \frac{\partial C}{\partial S_t} = \frac{d}{dS_t}\left(S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)\right) = N(d_1) =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx$$

La delta de la put queda definida como:

$$\Delta_{put} = \frac{\partial P}{\partial S_t} = \frac{d}{dS_t}\left(Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_t N(-d_1)\right) = -N(-d_1) =$$

$$= -\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx$$

Anexo VI.b: Gamma (Γ)

La gamma partiendo de la call:

$$\Gamma_{call} = \frac{\partial^2 C}{\partial S_t^2} = \frac{\partial \Delta}{\partial S_t} = \frac{d}{dS_t}[N(d_1)] = n(d_1)\frac{d}{dS_t}(d_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{d_1^2}{2}}\frac{1}{S_t\sigma\sqrt{(T-t)}} =$$

$$= \frac{1}{S_t\sigma\sqrt{2\pi(T-t)}}e^{-\frac{\left(\frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}}$$

La gamma partiendo de la put:

$$\Gamma_{put} = \frac{\partial^2 P}{\partial S_t} = \frac{\partial \Delta}{\partial S_t} = \frac{d}{dS_t}[-N(-d_1)] = -n(-d_1)\frac{d}{dS_t}(-d_1) = n(-d_1)\frac{d}{dS_t}(d_1) =$$

$$= n(-d_1)\frac{d}{dS_t}\left[\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right] = n(-d_1)\frac{1}{S_t\sigma} =$$

$$= \frac{1}{S_t\sigma\sqrt{2\pi(T-t)}} e^{-\frac{\left(\frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}} = \Gamma_{call}$$

La gamma, por tanto:

$$\Gamma = \frac{\partial^2 C}{\partial S_t^2} = \frac{\partial^2 P}{\partial S_t^2} = \frac{1}{S_t\sigma\sqrt{2\pi(T-t)}} e^{-\frac{\left(\frac{-\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}}$$

Anexo VI.c: Theta (Θ)

La theta de la call:

$$\Theta_{call} = -\frac{\partial C}{\partial (T-t)} = \frac{d}{d(T-t)}\left(S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)\right) = -S_t \frac{\partial N(d_1)}{\partial (T-t)} + Ke^{-r(T-t)}\frac{\partial N(d_2)}{\partial (T-t)} - rKe^{-r(T-t)}N(d_2) =$$

$$= -S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial (T-t)} + Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_2}{\partial (T-t)} - rKe^{-r(T-t)}N(d_2) \xRightarrow{\frac{\partial d_2}{\partial (T-t)}=\frac{\partial d_1}{\partial (T-t)}-\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}}$$

$$\Rightarrow -S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial (T-t)} + Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\left(\frac{\partial d_1}{\partial (T-t)} - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}\right) - rKe^{-r(T-t)}N(d_2) =$$

$$= -S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial (T-t)} + Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_1}{\partial (T-t)} - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}} - rKe^{-r(T-t)}N(d_2) =$$

$$= \frac{\partial d_1}{\partial (T-t)}\left(-S_t n(d_1) + Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\right) - Ke^{-r(T-t)}\left(n(d_2)\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}} + rN(d_2)\right) \xRightarrow{S_t n(d_1)=Ke^{-r(T-t)}n(d_2)}$$

$$\Rightarrow -Ke^{-r(T-t)}\left(n(d_2)\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}} + rN(d_2)\right) = -rKe^{-r(T-t)}N(d_2) - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t n(d_1) =$$

$$= -rKe^{-r(T-t)}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}}$$

La theta de la put:

$$\Theta_{put} = -\frac{\partial P}{\partial(T-t)} = \frac{d}{d(T-t)}\left(Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_t N(-d_1)\right) = -Ke^{-r(T-t)}\frac{\partial N(-d_2)}{\partial(T-t)} + S_t\frac{\partial N(-d_1)}{\partial(T-t)} + rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) =$$

$$= -Ke^{-r(T-t)}\frac{\partial[1-N(d_2)]}{\partial(T-t)} + S_t\frac{\partial[1-N(d_1)]}{\partial(T-t)} + rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) =$$

$$= Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_2}{\partial(T-t)} - S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} + rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) \xRightarrow{\frac{\partial d_2}{\partial(T-t)}=\frac{\partial d_1}{\partial(T-t)}-\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}}$$

$$\Rightarrow Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\left(\frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}\right) - S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} + rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) =$$

$$= Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}} - S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial(T-t)} + rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) =$$

$$= \frac{\partial d_1}{\partial(T-t)}\left(Ke^{-r(T-t)}n(d_2) - S_t n(d_1)\right) + Ke^{-r(T-t)}\left(-n(d_2)\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}} + rN(-d_2)\right) \xRightarrow{S_t n(d_1)=Ke^{-r(T-t)}n(d_2)}$$

$$\Rightarrow Ke^{-r(T-t)}\left(-n(d_2)\frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}} + rN(d_2)\right) = rKe^{-r(T-t)}N(-d_2) - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t n(d_1) =$$

$$= rKe^{-r(T-t)}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx - \frac{\sigma}{2\sqrt{(T-t)}}S_t\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}}$$

Anexo VI.d: Vega (ν)

La vega de la call:

$$\nu_{call} = \frac{\partial C}{\partial \sigma} = \frac{d}{d\sigma}\left(S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)\right) = S_t \frac{\partial N(d_1)}{\partial \sigma} - Ke^{-r(T-t)}\frac{\partial N(d_2)}{\partial \sigma}$$

$$= S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_2}{\partial \sigma} \xRightarrow{\frac{\partial d_2}{\partial \sigma}=\frac{\partial d_1}{\partial \sigma}-\sqrt{(T-t)}}$$

$$\Rightarrow S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\left(\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} - \sqrt{(T-t)}\right) =$$

$$= \frac{\partial d_1}{\partial \sigma}\left(S_t n(d_1) - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\right) + Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\sqrt{(T-t)} =$$

$$= \xRightarrow{S_t n(d_1)=Ke^{-r(T-t)}n(d_2)} Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\sqrt{(T-t)} = S_t n(d_1)\sqrt{(T-t)} =$$

$$= S_t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}}\sqrt{(T-t)}$$

La vega de la put:

$$\nu_{put} = \frac{\partial P}{\partial \sigma} = \frac{d}{d\sigma}\left(Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_t N(-d_1)\right) =$$

$$= Ke^{-r(T-t)}\frac{\partial[1-N(d_2)]}{\partial \sigma} - S_t\frac{\partial[1-N(d_1)]}{\partial \sigma} =$$

$$= -Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_2}{\partial \sigma} + S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} \xRightarrow{\frac{\partial d_2}{\partial \sigma}=\frac{\partial d_1}{\partial \sigma}-\sqrt{(T-t)}}$$

$$\Rightarrow S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\left(\frac{\partial d_1}{\partial \sigma} - \sqrt{(T-t)}\right) =$$

$$= \frac{\partial d_1}{\partial \sigma}\left(S_t n(d_1) - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\right) + Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\sqrt{(T-t)} =$$

$$= \xRightarrow{S_t n(d_1)=Ke^{-r(T-t)}n(d_2)} Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\sqrt{(T-t)} = S_t n(d_1)\sqrt{(T-t)} =$$

$$= S_t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}}\sqrt{(T-t)}$$

La vega, por tanto:

$$\nu = \frac{\partial C}{\partial \sigma} = \frac{\partial P}{\partial \sigma} = S_t n(d_1)\sqrt{(T-t)} = S_t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}\right)^2}{2}}\sqrt{(T-t)}$$

Anexo VI.e: Rho (ρ)

La rho de la call:

$$\rho_{call} = \frac{\partial C}{\partial r} = \frac{d}{dr}\Big(S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)\Big) = S_t\frac{\partial N(d_1)}{\partial r} - Ke^{-r(T-t)}\frac{\partial N(d_2)}{\partial r} + (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(d_2) =$$

$$= S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial r} - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_2}{\partial r} + (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(d_2) \xRightarrow{\frac{\partial d_2}{\partial r}=\frac{\partial d_1}{\partial r}}$$

$$\Rightarrow S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial r} - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_1}{\partial r} + (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(d_2) =$$

$$= \frac{\partial d_1}{\partial r}\Big(S_t n(d_1) - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\Big) + (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(d_2) \xRightarrow{S_t n(d_1)=Ke^{-r(T-t)}n(d_2)} (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(d_2) =$$

$$= (T-t)Ke^{-r(T-t)}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx$$

La rho de la put:

$$\rho_{put} = \frac{\partial P}{\partial r} = \frac{d}{dr}\Big(Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_t N(-d_1)\Big) = Ke^{-r(T-t)}\frac{\partial[1-N(d_2)]}{\partial r} - S_t\frac{\partial[1-N(d_1)]}{\partial r} - (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) =$$

$$= -Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_2}{\partial r} + S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial r} - (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) \xRightarrow{\frac{\partial d_1}{\partial r}=\frac{\partial d_2}{\partial r}}$$

$$\Rightarrow -Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\frac{\partial d_1}{\partial r} + S_t n(d_1)\frac{\partial d_1}{\partial r} - (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) =$$

$$= \frac{\partial d_1}{\partial r}\Big(S_t n(d_1) - Ke^{-r(T-t)}n(d_2)\Big) - (T-t)Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) \xRightarrow{S_t n(d_1)=Ke^{-r(T-t)}n(d_2)} -(T-t)Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) =$$

$$= -(T-t)Ke^{-r(T-t)}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{-\frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right)+\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Anexo VII: Listado de Opciones Utilizadas en la Aplicación Práctica

Número	Ticker FacSet	Opción
1	ESX.STX#PJRHJ	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2000.00
2	ESX.STX#P7RSQ	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2100.00
3	ESX.STX#PF69G	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2200.00
4	ESX.STX#PXXNY	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2300.00
5	ESX.STX#PTV9Q	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2400.00
6	ESX.STX#PM4MN	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2500.00
7	ESX.STX#PG8PR	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2600.00
8	ESX.STX#PRNP7	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2700.00
9	ESX.STX#PB88F	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2800.00
10	ESX.STX#PLTW8	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 2900.00
11	ESX.STX#PBT6K	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3000.00
12	ESX.STX#P2H6R	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3100.00
13	ESX.STX#CN2V6	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 3300.00
14	ESX.STX#CJCDL	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 3400.00
15	ESX.STX#CWD1P	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 3500.00
16	ESX.STX#CKWYL	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 3600.00
17	ESX.STX#CJYCK	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 3700.00
18	ESX.STX#C5292	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 3800.00
19	ESX.STX#CBBLB	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 3900.00
20	ESX.STX#CW4VR	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 4000.00
21	ESX.STX#P5K62	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3200.00
22	ESX.STX#PH8WZ	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3300.00
23	ESX.STX#P49DK	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3400.00
24	ESX.STX#PV0NW	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3500.00
25	ESX.STX#PV9YM	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3600.00
26	ESX.STX#PLX7B	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3700.00
27	ESX.STX#PKV0P	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3800.00
28	ESX.STX#PT1RJ	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 3900.00
29	ESX.STX#PM8KD	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 4000.00
30	ESX.STX#C06R6	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 4100.00
31	ESX.STX#CYTTP	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 4200.00
32	ESX.STX#C5SGK	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 4300.00
33	ESX.STX#C0GVF	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR20 4500.00
34	ESX.STX#PRXZ2	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 4100.00
35	ESX.STX#PS8XQ	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 4200.00
36	ESX.STX#PXJPM	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 4300.00
37	ESX.STX#PYZ5S	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR20 4500.00
38	ESX.STX#C770L	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 3600.00
39	ESX.STX#CHD0Y	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 3700.00
40	ESX.STX#CJHD6	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 3800.00
41	ESX.STX#CK20D	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 3900.00
42	ESX.STX#C1GHZ	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 4000.00
43	ESX.STX#CZHXZ	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 4100.00
44	ESX.STX#C8RTT	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 4200.00
45	ESX.STX#C2175	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 4300.00
46	ESX.STX#CZM8N	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 4400.00
47	ESX.STX#C8W5F	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN20 4500.00
48	ESX.STX#P544W	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2000.00
49	ESX.STX#PCJH7	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2100.00
50	ESX.STX#PP760	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2200.00
51	ESX.STX#PXN6J	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2300.00
52	ESX.STX#PGVCH	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2400.00
53	ESX.STX#PRKWC	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2500.00
54	ESX.STX#PL7R3	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2600.00
55	ESX.STX#PFSTT	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2700.00
56	ESX.STX#PYHSG	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2800.00
57	ESX.STX#PX46S	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 2900.00
58	ESX.STX#P40L2	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3000.00
59	ESX.STX#PGY80	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3100.00
60	ESX.STX#PS3JT	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3200.00
61	ESX.STX#PK2MR	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3300.00
62	ESX.STX#PS4J8	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3400.00
63	ESX.STX#P1ZWK	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3500.00
64	ESX.STX#P6HH5	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3600.00
65	ESX.STX#PWRFG	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3700.00
66	ESX.STX#PJJ6V	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3800.00
67	ESX.STX#P17F9	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 3900.00
68	ESX.STX#P79PX	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 4000.00
69	ESX.STX#PHSBT	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 4100.00
70	ESX.STX#PRQB9	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 4200.00
71	ESX.STX#PVDPH	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 4300.00
72	ESX.STX#PGTQR	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 4400.00
73	ESX.STX#P32ZN	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN20 4500.00
74	ESX.STX#CKSRK	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 2500.00
75	ESX.STX#CXY9C	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 2600.00
76	ESX.STX#CBV6V	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 2700.00
77	ESX.STX#CLT0W	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 2800.00
78	ESX.STX#CTZPD	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 2900.00
79	ESX.STX#CQF4H	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3000.00
80	ESX.STX#CS3GF	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3100.00
81	ESX.STX#CV47J	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3200.00
82	ESX.STX#CHS4C	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3300.00
83	ESX.STX#CRK03	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3400.00
84	ESX.STX#CDC5J	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3500.00
85	ESX.STX#C5XPX	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3600.00
86	ESX.STX#CCHXR	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3700.00
87	ESX.STX#C8P4V	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3800.00
88	ESX.STX#CF01R	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 3900.00
89	ESX.STX#CJKMR	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP20 4000.00
90	ESX.STX#P7QBZ	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2000.00
91	ESX.STX#P85T2	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2100.00
92	ESX.STX#P79H7	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2200.00
93	ESX.STX#P2BQT	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2300.00
94	ESX.STX#PNKYH	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2400.00
95	ESX.STX#PQLXJ	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2500.00
96	ESX.STX#PRM4Q	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2600.00
97	ESX.STX#PF0T5	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2700.00
98	ESX.STX#P3GKP	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2800.00
99	ESX.STX#PV0W1	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 2900.00
100	ESX.STX#P4V95	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3000.00
101	ESX.STX#P07TT	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3100.00
102	ESX.STX#P0NB1	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3200.00
103	ESX.STX#PSNQD	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3300.00
104	ESX.STX#P2MR1	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3400.00
105	ESX.STX#P6BP5	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3500.00
106	ESX.STX#PKFY0	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3600.00
107	ESX.STX#PTG4F	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3700.00
108	ESX.STX#PZPKL	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3800.00
109	ESX.STX#PL03Z	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 3900.00
110	ESX.STX#P5C2D	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP20 4000.00
111	ESX.STX#CKW7Y	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 2300.00
112	ESX.STX#CKMM5	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 2400.00
113	ESX.STX#CX5LZ	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 2500.00
114	ESX.STX#C9S4C	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 2600.00
115	ESX.STX#C9S4D	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 2700.00
116	ESX.STX#C9S4Y	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 2800.00
117	ESX.STX#C9S4F	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 2900.00
118	ESX.STX#C9S4G	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3000.00
119	ESX.STX#C9S4H	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3100.00
120	ESX.STX#C9S4X	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3200.00
121	ESX.STX#C9S4J	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3300.00
122	ESX.STX#C9S4K	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3400.00
123	ESX.STX#CZNYS	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3500.00
124	ESX.STX#CZNYT	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3600.00
125	ESX.STX#CZNYV	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3700.00
126	ESX.STX#CZNYX	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3800.00
127	ESX.STX#CZNYY	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 3900.00
128	ESX.STX#CZNYZ	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 4000.00
129	ESX.STX#CX5XK	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 4100.00
130	ESX.STX#C7DHD	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 4200.00
131	ESX.STX#C1XM4	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 4300.00
132	ESX.STX#CPF2R	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC20 4500.00
133	ESX.STX#PPBT2	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2000.00
134	ESX.STX#PPBT4	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2100.00
135	ESX.STX#PPBT6	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2200.00
136	ESX.STX#PKW80	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2300.00
137	ESX.STX#PKMM6	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2400.00
138	ESX.STX#PX5M0	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2500.00
139	ESX.STX#P9S5H	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2600.00
140	ESX.STX#P9S5X	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2700.00
141	ESX.STX#P9S5J	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2800.00
142	ESX.STX#P9S5K	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 2900.00
143	ESX.STX#P9S5L	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3000.00

Número	Ticker FacSet	Opción
634	DAX.XEX#PK262	Germany DAX (TR) Put SEP20 10900.00
635	DAX.XEX#P78Q0	Germany DAX (TR) Put SEP20 11000.00
636	DAX.XEX#PSL13	Germany DAX (TR) Put SEP20 11100.00
637	DAX.XEX#PG94X	Germany DAX (TR) Put SEP20 11200.00
638	DAX.XEX#PXX21	Germany DAX (TR) Put SEP20 11300.00
639	DAX.XEX#P3822	Germany DAX (TR) Put SEP20 11400.00
640	DAX.XEX#PSZ5M	Germany DAX (TR) Put SEP20 11500.00
641	DAX.XEX#P5Y4M	Germany DAX (TR) Put SEP20 11600.00
642	DAX.XEX#P9ZXZ	Germany DAX (TR) Put SEP20 11700.00
643	DAX.XEX#PH2ST	Germany DAX (TR) Put SEP20 11800.00
644	DAX.XEX#PW7HC	Germany DAX (TR) Put SEP20 11900.00
645	DAX.XEX#P6S7C	Germany DAX (TR) Put SEP20 12000.00
646	DAX.XEX#PJF55	Germany DAX (TR) Put SEP20 12100.00
647	DAX.XEX#PGZ0W	Germany DAX (TR) Put SEP20 12200.00
648	DAX.XEX#P2TPM	Germany DAX (TR) Put SEP20 12300.00
649	DAX.XEX#PYJD4	Germany DAX (TR) Put SEP20 12400.00
650	DAX.XEX#PRTVC	Germany DAX (TR) Put SEP20 12500.00
651	DAX.XEX#P4138	Germany DAX (TR) Put SEP20 12600.00
652	DAX.XEX#PZLM0	Germany DAX (TR) Put SEP20 12700.00
653	DAX.XEX#P8CN0	Germany DAX (TR) Put SEP20 12800.00
654	DAX.XEX#PMQTT	Germany DAX (TR) Put SEP20 12900.00
655	DAX.XEX#P4S4H	Germany DAX (TR) Put SEP20 13000.00
656	DAX.XEX#P0XTT	Germany DAX (TR) Put SEP20 13100.00
657	DAX.XEX#P81F0	Germany DAX (TR) Put SEP20 13200.00
658	DAX.XEX#PWK5L	Germany DAX (TR) Put SEP20 13300.00
659	DAX.XEX#P1YTS	Germany DAX (TR) Put SEP20 13400.00
660	DAX.XEX#PSN5V	Germany DAX (TR) Put SEP20 13500.00
661	DAX.XEX#PZHDY	Germany DAX (TR) Put SEP20 14000.00
662	DAX.XEX#PHXG5	Germany DAX (TR) Put SEP20 14500.00
663	DAX.XEX#CT12K	Germany DAX (TR) Call DEC20 8000.00
664	DAX.XEX#CSVWC	Germany DAX (TR) Call DEC20 8100.00
665	DAX.XEX#C6SX5	Germany DAX (TR) Call DEC20 8200.00
666	DAX.XEX#CNKW7	Germany DAX (TR) Call DEC20 8300.00
667	DAX.XEX#CHWWM	Germany DAX (TR) Call DEC20 8400.00
668	DAX.XEX#CQZJM	Germany DAX (TR) Call DEC20 8500.00
669	DAX.XEX#CM74W	Germany DAX (TR) Call DEC20 8600.00
670	DAX.XEX#CKRPJ	Germany DAX (TR) Call DEC20 8700.00
671	DAX.XEX#CHLV0	Germany DAX (TR) Call DEC20 8800.00
672	DAX.XEX#CWDQ0	Germany DAX (TR) Call DEC20 8900.00
673	DAX.XEX#CGRM0	Germany DAX (TR) Call DEC20 9000.00
674	DAX.XEX#CMNHG	Germany DAX (TR) Call DEC20 9100.00
675	DAX.XEX#C3D2K	Germany DAX (TR) Call DEC20 9200.00
676	DAX.XEX#CLK6D	Germany DAX (TR) Call DEC20 9300.00
677	DAX.XEX#C6P76	Germany DAX (TR) Call DEC20 9400.00
678	DAX.XEX#CC6G2	Germany DAX (TR) Call DEC20 9500.00
679	DAX.XEX#C7NQT	Germany DAX (TR) Call DEC20 9600.00
680	DAX.XEX#CT6C7	Germany DAX (TR) Call DEC20 9700.00
681	DAX.XEX#CT4JT	Germany DAX (TR) Call DEC20 9800.00
682	DAX.XEX#C7F1B	Germany DAX (TR) Call DEC20 9900.00
683	DAX.XEX#C2TX0	Germany DAX (TR) Call DEC20 10000.00
684	DAX.XEX#CRB9G	Germany DAX (TR) Call DEC20 10100.00
685	DAX.XEX#CK9HJ	Germany DAX (TR) Call DEC20 10200.00
686	DAX.XEX#C755R	Germany DAX (TR) Call DEC20 10300.00
687	DAX.XEX#C9NY6	Germany DAX (TR) Call DEC20 10400.00
688	DAX.XEX#CKSDF	Germany DAX (TR) Call DEC20 10500.00
689	DAX.XEX#C9V29	Germany DAX (TR) Call DEC20 10600.00
690	DAX.XEX#C7SS7	Germany DAX (TR) Call DEC20 10700.00
691	DAX.XEX#CHBFG	Germany DAX (TR) Call DEC20 10800.00
692	DAX.XEX#CYYFJ	Germany DAX (TR) Call DEC20 10900.00
693	DAX.XEX#CH2SL	Germany DAX (TR) Call DEC20 11000.00
694	DAX.XEX#CZV7R	Germany DAX (TR) Call DEC20 11100.00
695	DAX.XEX#C0YQT	Germany DAX (TR) Call DEC20 11200.00
696	DAX.XEX#CN0DW	Germany DAX (TR) Call DEC20 11300.00
697	DAX.XEX#CF7TC	Germany DAX (TR) Call DEC20 11400.00
698	DAX.XEX#CBYV6	Germany DAX (TR) Call DEC20 11500.00
699	DAX.XEX#CFZRD	Germany DAX (TR) Call DEC20 11600.00
700	DAX.XEX#CT8RY	Germany DAX (TR) Call DEC20 11700.00
701	DAX.XEX#C3BHL	Germany DAX (TR) Call DEC20 11800.00
702	DAX.XEX#C4NMN	Germany DAX (TR) Call DEC20 11900.00
703	DAX.XEX#CHJ07	Germany DAX (TR) Call DEC20 12000.00
704	DAX.XEX#C2M4X	Germany DAX (TR) Call DEC20 12100.00
705	DAX.XEX#CLT25	Germany DAX (TR) Call DEC20 12200.00
706	DAX.XEX#CG2WV	Germany DAX (TR) Call DEC20 12300.00
707	DAX.XEX#CYLTZ	Germany DAX (TR) Call DEC20 12400.00
708	DAX.XEX#CRJYR	Germany DAX (TR) Call DEC20 12500.00
709	DAX.XEX#CQZMH	Germany DAX (TR) Call DEC20 12600.00
710	DAX.XEX#CLKCT	Germany DAX (TR) Call DEC20 12700.00
711	DAX.XEX#C98MG	Germany DAX (TR) Call DEC20 12800.00
712	DAX.XEX#C0XPV	Germany DAX (TR) Call DEC20 12900.00
713	DAX.XEX#CH9LF	Germany DAX (TR) Call DEC20 13000.00
714	DAX.XEX#C6G33	Germany DAX (TR) Call DEC20 13100.00
715	DAX.XEX#CSKPT	Germany DAX (TR) Call DEC20 13200.00
716	DAX.XEX#CSJ3H	Germany DAX (TR) Call DEC20 13300.00
717	DAX.XEX#C63LF	Germany DAX (TR) Call DEC20 13400.00
718	DAX.XEX#C0CRW	Germany DAX (TR) Call DEC20 13500.00
719	DAX.XEX#CT799	Germany DAX (TR) Call DEC20 13600.00
720	DAX.XEX#CC36F	Germany DAX (TR) Call DEC20 13700.00
721	DAX.XEX#C78RL	Germany DAX (TR) Call DEC20 13800.00
722	DAX.XEX#CDT5Q	Germany DAX (TR) Call DEC20 13900.00
723	DAX.XEX#CQ9TZ	Germany DAX (TR) Call DEC20 14000.00
724	DAX.XEX#CDT72	Germany DAX (TR) Call DEC20 14500.00
725	DAX.XEX#CV2CF	Germany DAX (TR) Call DEC20 15000.00
726	DAX.XEX#P7VBT	Germany DAX (TR) Put DEC20 6000.00
727	DAX.XEX#PQW11	Germany DAX (TR) Put DEC20 7000.00
728	DAX.XEX#PHDHB	Germany DAX (TR) Put DEC20 8000.00
729	DAX.XEX#P7D3K	Germany DAX (TR) Put DEC20 8100.00
730	DAX.XEX#PNRRX	Germany DAX (TR) Put DEC20 8200.00
731	DAX.XEX#P254Y	Germany DAX (TR) Put DEC20 8300.00
732	DAX.XEX#PZWD2	Germany DAX (TR) Put DEC20 8400.00
733	DAX.XEX#P0VK4	Germany DAX (TR) Put DEC20 8500.00
734	DAX.XEX#PW8VH	Germany DAX (TR) Put DEC20 8600.00
735	DAX.XEX#P0GL6	Germany DAX (TR) Put DEC20 8700.00
736	DAX.XEX#PJM7R	Germany DAX (TR) Put DEC20 8800.00
737	DAX.XEX#P4WTR	Germany DAX (TR) Put DEC20 8900.00
738	DAX.XEX#PP363	Germany DAX (TR) Put DEC20 9000.00
739	DAX.XEX#P8Z0N	Germany DAX (TR) Put DEC20 9100.00
740	DAX.XEX#PCYB1	Germany DAX (TR) Put DEC20 9200.00
741	DAX.XEX#PY8FH	Germany DAX (TR) Put DEC20 9300.00
742	DAX.XEX#PPW1G	Germany DAX (TR) Put DEC20 9400.00
743	DAX.XEX#PLYJD	Germany DAX (TR) Put DEC20 9500.00
744	DAX.XEX#PQ76Z	Germany DAX (TR) Put DEC20 9600.00
745	DAX.XEX#P01S1	Germany DAX (TR) Put DEC20 9700.00
746	DAX.XEX#PF514	Germany DAX (TR) Put DEC20 9800.00
747	DAX.XEX#PXW04	Germany DAX (TR) Put DEC20 9900.00
748	DAX.XEX#PJR98	Germany DAX (TR) Put DEC20 10000.00
749	DAX.XEX#PXJRP	Germany DAX (TR) Put DEC20 10100.00
750	DAX.XEX#PBJSM	Germany DAX (TR) Put DEC20 10200.00
751	DAX.XEX#P0FPH	Germany DAX (TR) Put DEC20 10300.00
752	DAX.XEX#P7RRY	Germany DAX (TR) Put DEC20 10400.00
753	DAX.XEX#PDQS4	Germany DAX (TR) Put DEC20 10500.00
754	DAX.XEX#PJ4V6	Germany DAX (TR) Put DEC20 10600.00
755	DAX.XEX#PDL5Z	Germany DAX (TR) Put DEC20 10700.00
756	DAX.XEX#PNH1Z	Germany DAX (TR) Put DEC20 10800.00
757	DAX.XEX#PRBT8	Germany DAX (TR) Put DEC20 10900.00
758	DAX.XEX#P78LC	Germany DAX (TR) Put DEC20 11000.00
759	DAX.XEX#P78X9	Germany DAX (TR) Put DEC20 11100.00
760	DAX.XEX#P2L5F	Germany DAX (TR) Put DEC20 11200.00
761	DAX.XEX#PCF7L	Germany DAX (TR) Put DEC20 11300.00
762	DAX.XEX#PFBMV	Germany DAX (TR) Put DEC20 11400.00
763	DAX.XEX#P3DKS	Germany DAX (TR) Put DEC20 11500.00
764	DAX.XEX#PT6NX	Germany DAX (TR) Put DEC20 11600.00
765	DAX.XEX#P7N2G	Germany DAX (TR) Put DEC20 11700.00
766	DAX.XEX#P80F1	Germany DAX (TR) Put DEC20 11800.00
767	DAX.XEX#PBVTX	Germany DAX (TR) Put DEC20 11900.00
768	DAX.XEX#PHVRL	Germany DAX (TR) Put DEC20 12000.00
769	DAX.XEX#PR2SK	Germany DAX (TR) Put DEC20 12100.00
770	DAX.XEX#PBW5J	Germany DAX (TR) Put DEC20 12200.00
771	DAX.XEX#PCL0H	Germany DAX (TR) Put DEC20 12300.00
772	DAX.XEX#PXLVB	Germany DAX (TR) Put DEC20 12400.00
773	DAX.XEX#PDCYX	Germany DAX (TR) Put DEC20 12500.00
774	DAX.XEX#PSBS1	Germany DAX (TR) Put DEC20 12600.00
775	DAX.XEX#PRFZ4	Germany DAX (TR) Put DEC20 12700.00
776	DAX.XEX#PFHHC	Germany DAX (TR) Put DEC20 12800.00

Número	Ticker FacSet	Opción
1267	DAX.XEX#CBVJ0	Germany DAX (TR) Call SEP22 14800.00
1268	DAX.XEX#CDH3N	Germany DAX (TR) Call SEP22 14900.00
1269	DAX.XEX#C46S7	Germany DAX (TR) Call SEP22 15000.00
1270	DAX.XEX#CMJWJ	Germany DAX (TR) Call SEP22 15100.00
1271	DAX.XEX#CT3K5	Germany DAX (TR) Call SEP22 15200.00
1272	DAX.XEX#CTB2V	Germany DAX (TR) Call SEP22 15300.00
1273	DAX.XEX#C7PR5	Germany DAX (TR) Call SEP22 15400.00
1274	DAX.XEX#C8ZF9	Germany DAX (TR) Call SEP22 15500.00
1275	DAX.XEX#CFZ87	Germany DAX (TR) Call SEP22 15600.00
1276	DAX.XEX#CHZ53	Germany DAX (TR) Call SEP22 15700.00
1277	DAX.XEX#CBMG4	Germany DAX (TR) Call SEP22 15800.00
1278	DAX.XEX#CBGWM	Germany DAX (TR) Call SEP22 15900.00
1279	DAX.XEX#C800G	Germany DAX (TR) Call SEP22 16000.00
1280	DAX.XEX#CMS9K	Germany DAX (TR) Call SEP22 16100.00
1281	DAX.XEX#CY4CJ	Germany DAX (TR) Call SEP22 16200.00
1282	DAX.XEX#CY5YK	Germany DAX (TR) Call SEP22 16300.00
1283	DAX.XEX#CFDRK	Germany DAX (TR) Call SEP22 16400.00
1284	DAX.XEX#C23WK	Germany DAX (TR) Call SEP22 16500.00
1285	DAX.XEX#PYV6Z	Germany DAX (TR) Put SEP22 8000.00
1286	DAX.XEX#PYM3D	Germany DAX (TR) Put SEP22 10000.00
1287	DAX.XEX#PYL3Y	Germany DAX (TR) Put SEP22 11000.00
1288	DAX.XEX#PM3CS	Germany DAX (TR) Put SEP22 12000.00
1289	DAX.XEX#PTPQF	Germany DAX (TR) Put SEP22 12500.00
1290	DAX.XEX#P5WVQ	Germany DAX (TR) Put SEP22 13000.00
1291	DAX.XEX#P3G82	Germany DAX (TR) Put SEP22 13100.00
1292	DAX.XEX#P2D52	Germany DAX (TR) Put SEP22 13200.00
1293	DAX.XEX#PR8YV	Germany DAX (TR) Put SEP22 13300.00
1294	DAX.XEX#PVKJB	Germany DAX (TR) Put SEP22 13400.00
1295	DAX.XEX#P7XWR	Germany DAX (TR) Put SEP22 13500.00
1296	DAX.XEX#P9W3N	Germany DAX (TR) Put SEP22 13600.00
1297	DAX.XEX#PBZL4	Germany DAX (TR) Put SEP22 13700.00
1298	DAX.XEX#PNTV4	Germany DAX (TR) Put SEP22 13800.00
1299	DAX.XEX#PSS24	Germany DAX (TR) Put SEP22 13900.00
1300	DAX.XEX#PD9VX	Germany DAX (TR) Put SEP22 14000.00
1301	DAX.XEX#PZ6LD	Germany DAX (TR) Put SEP22 14100.00
1302	DAX.XEX#PN1WG	Germany DAX (TR) Put SEP22 14200.00
1303	DAX.XEX#PP3H9	Germany DAX (TR) Put SEP22 14300.00
1304	DAX.XEX#P1JB9	Germany DAX (TR) Put SEP22 14400.00
1305	DAX.XEX#PR1H7	Germany DAX (TR) Put SEP22 14500.00
1306	DAX.XEX#PF2QT	Germany DAX (TR) Put SEP22 14600.00
1307	DAX.XEX#PXX24	Germany DAX (TR) Put SEP22 14700.00
1308	DAX.XEX#PY5HN	Germany DAX (TR) Put SEP22 14800.00
1309	DAX.XEX#P66T5	Germany DAX (TR) Put SEP22 14900.00
1310	DAX.XEX#PR6S3	Germany DAX (TR) Put SEP22 15000.00
1311	DAX.XEX#PWWZ1	Germany DAX (TR) Put SEP22 15100.00
1312	DAX.XEX#P1154	Germany DAX (TR) Put SEP22 15200.00
1313	DAX.XEX#P6B3H	Germany DAX (TR) Put SEP22 15300.00
1314	DAX.XEX#PC9QK	Germany DAX (TR) Put SEP22 15400.00
1315	DAX.XEX#PH3ZY	Germany DAX (TR) Put SEP22 15500.00
1316	DAX.XEX#P67KR	Germany DAX (TR) Put SEP22 15600.00
1317	DAX.XEX#PXP5Q	Germany DAX (TR) Put SEP22 15700.00
1318	DAX.XEX#P4J3Q	Germany DAX (TR) Put SEP22 15800.00
1319	DAX.XEX#PK4K1	Germany DAX (TR) Put SEP22 15900.00
1320	DAX.XEX#P38NN	Germany DAX (TR) Put SEP22 16000.00
1321	DAX.XEX#PW9T7	Germany DAX (TR) Put SEP22 16100.00
1322	DAX.XEX#PHDMJ	Germany DAX (TR) Put SEP22 16200.00
1323	DAX.XEX#P6VTD	Germany DAX (TR) Put SEP22 16300.00
1324	DAX.XEX#PTMFQ	Germany DAX (TR) Put SEP22 16400.00
1325	DAX.XEX#P32GH	Germany DAX (TR) Put SEP22 16500.00
1326	DAX.XEX#C77PV	Germany DAX (TR) Call DEC22 9000.00
1327	DAX.XEX#CYRLT	Germany DAX (TR) Call DEC22 10000.00
1328	DAX.XEX#CBKGN	Germany DAX (TR) Call DEC22 11000.00
1329	DAX.XEX#CWLC3	Germany DAX (TR) Call DEC22 12000.00
1330	DAX.XEX#CJBTZ	Germany DAX (TR) Call DEC22 12100.00
1331	DAX.XEX#CKLNP	Germany DAX (TR) Call DEC22 12200.00
1332	DAX.XEX#CFJQM	Germany DAX (TR) Call DEC22 12300.00
1333	DAX.XEX#CNJMC	Germany DAX (TR) Call DEC22 12400.00
1334	DAX.XEX#CMT68	Germany DAX (TR) Call DEC22 12500.00
1335	DAX.XEX#C74XB	Germany DAX (TR) Call DEC22 12600.00
1336	DAX.XEX#C89SK	Germany DAX (TR) Call DEC22 12700.00
1337	DAX.XEX#CM2SW	Germany DAX (TR) Call DEC22 12800.00
1338	DAX.XEX#CCBN1	Germany DAX (TR) Call DEC22 12900.00
1339	DAX.XEX#CLCSS	Germany DAX (TR) Call DEC22 13000.00
1340	DAX.XEX#C3QLB	Germany DAX (TR) Call DEC22 13100.00
1341	DAX.XEX#CNVW9	Germany DAX (TR) Call DEC22 13200.00
1342	DAX.XEX#CMXPG	Germany DAX (TR) Call DEC22 13300.00
1343	DAX.XEX#C3JKF	Germany DAX (TR) Call DEC22 13400.00
1344	DAX.XEX#CZL9K	Germany DAX (TR) Call DEC22 13500.00
1345	DAX.XEX#CVWPC	Germany DAX (TR) Call DEC22 13600.00
1346	DAX.XEX#CX72X	Germany DAX (TR) Call DEC22 13700.00
1347	DAX.XEX#C7WY1	Germany DAX (TR) Call DEC22 13800.00
1348	DAX.XEX#CLQD1	Germany DAX (TR) Call DEC22 13900.00
1349	DAX.XEX#C9RC9	Germany DAX (TR) Call DEC22 14000.00
1350	DAX.XEX#C7V9Z	Germany DAX (TR) Call DEC22 14100.00
1351	DAX.XEX#C7SBW	Germany DAX (TR) Call DEC22 14200.00
1352	DAX.XEX#C43RN	Germany DAX (TR) Call DEC22 14300.00
1353	DAX.XEX#CVCP2	Germany DAX (TR) Call DEC22 14400.00
1354	DAX.XEX#C71KM	Germany DAX (TR) Call DEC22 14500.00
1355	DAX.XEX#CB7QD	Germany DAX (TR) Call DEC22 14600.00
1356	DAX.XEX#CM5C7	Germany DAX (TR) Call DEC22 14700.00
1357	DAX.XEX#CKQ80	Germany DAX (TR) Call DEC22 14800.00
1358	DAX.XEX#CXQ3C	Germany DAX (TR) Call DEC22 14900.00
1359	DAX.XEX#CT6C8	Germany DAX (TR) Call DEC22 15000.00
1360	DAX.XEX#C6V65	Germany DAX (TR) Call DEC22 15100.00
1361	DAX.XEX#C5HZW	Germany DAX (TR) Call DEC22 15200.00
1362	DAX.XEX#C5PRZ	Germany DAX (TR) Call DEC22 15300.00
1363	DAX.XEX#CKQWN	Germany DAX (TR) Call DEC22 15400.00
1364	DAX.XEX#CR2G8	Germany DAX (TR) Call DEC22 15500.00
1365	DAX.XEX#CLM2V	Germany DAX (TR) Call DEC22 15600.00
1366	DAX.XEX#C2Q5C	Germany DAX (TR) Call DEC22 15700.00
1367	DAX.XEX#CKC1P	Germany DAX (TR) Call DEC22 15800.00
1368	DAX.XEX#C919N	Germany DAX (TR) Call DEC22 15900.00
1369	DAX.XEX#CFF3V	Germany DAX (TR) Call DEC22 16000.00
1370	DAX.XEX#CNJXJ	Germany DAX (TR) Call DEC22 16100.00
1371	DAX.XEX#CHH0P	Germany DAX (TR) Call DEC22 16200.00
1372	DAX.XEX#CFHSJ	Germany DAX (TR) Call DEC22 16300.00
1373	DAX.XEX#CLFD8	Germany DAX (TR) Call DEC22 16400.00
1374	DAX.XEX#CSJF1	Germany DAX (TR) Call DEC22 16500.00
1375	DAX.XEX#CT85N	Germany DAX (TR) Call DEC22 16600.00
1376	DAX.XEX#CMQPS	Germany DAX (TR) Call DEC22 16700.00
1377	DAX.XEX#CKD6W	Germany DAX (TR) Call DEC22 16800.00
1378	DAX.XEX#CK7C2	Germany DAX (TR) Call DEC22 16900.00
1379	DAX.XEX#CKBRM	Germany DAX (TR) Call DEC22 17000.00
1380	DAX.XEX#CGL0Y	Germany DAX (TR) Call DEC22 17500.00
1381	DAX.XEX#CQ3NP	Germany DAX (TR) Call DEC22 18000.00
1382	DAX.XEX#P0Z79	Germany DAX (TR) Put DEC22 7000.00
1383	DAX.XEX#PSDSK	Germany DAX (TR) Put DEC22 8000.00
1384	DAX.XEX#PZRQW	Germany DAX (TR) Put DEC22 9000.00
1385	DAX.XEX#P8C1L	Germany DAX (TR) Put DEC22 10000.00
1386	DAX.XEX#PDD5Y	Germany DAX (TR) Put DEC22 11000.00
1387	DAX.XEX#PMVQW	Germany DAX (TR) Put DEC22 12000.00
1388	DAX.XEX#PL50T	Germany DAX (TR) Put DEC22 12100.00
1389	DAX.XEX#PTM21	Germany DAX (TR) Put DEC22 12200.00
1390	DAX.XEX#P8646	Germany DAX (TR) Put DEC22 12300.00
1391	DAX.XEX#P8DND	Germany DAX (TR) Put DEC22 12400.00
1392	DAX.XEX#PJXFH	Germany DAX (TR) Put DEC22 12500.00
1393	DAX.XEX#PJTH3	Germany DAX (TR) Put DEC22 12600.00
1394	DAX.XEX#PXQSW	Germany DAX (TR) Put DEC22 12700.00
1395	DAX.XEX#PGS0M	Germany DAX (TR) Put DEC22 12800.00
1396	DAX.XEX#PR6YK	Germany DAX (TR) Put DEC22 12900.00
1397	DAX.XEX#PK227	Germany DAX (TR) Put DEC22 13000.00
1398	DAX.XEX#P5TLJ	Germany DAX (TR) Put DEC22 13100.00
1399	DAX.XEX#PP82R	Germany DAX (TR) Put DEC22 13200.00
1400	DAX.XEX#PDZ8W	Germany DAX (TR) Put DEC22 13300.00
1401	DAX.XEX#PHQNK	Germany DAX (TR) Put DEC22 13400.00
1402	DAX.XEX#PSZX1	Germany DAX (TR) Put DEC22 13500.00
1403	DAX.XEX#P7PJ8	Germany DAX (TR) Put DEC22 13600.00
1404	DAX.XEX#PK1JC	Germany DAX (TR) Put DEC22 13700.00
1405	DAX.XEX#PFYXG	Germany DAX (TR) Put DEC22 13800.00
1406	DAX.XEX#P4H2W	Germany DAX (TR) Put DEC22 13900.00
1407	DAX.XEX#PXT8Z	Germany DAX (TR) Put DEC22 14000.00
1408	DAX.XEX#PXS39	Germany DAX (TR) Put DEC22 14100.00
1409	DAX.XEX#PSL0D	Germany DAX (TR) Put DEC22 14200.00

Número	Ticker FacSet	Opción
144	ESX.STX#P9S5M	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3100.00
145	ESX.STX#P9S5N	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3200.00
146	ESX.STX#P9S5W	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3300.00
147	ESX.STX#P9S5P	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3400.00
148	ESX.STX#PZNF2	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3500.00
149	ESX.STX#PZNF3	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3600.00
150	ESX.STX#PZNF4	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3700.00
151	ESX.STX#PZNF5	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3800.00
152	ESX.STX#PZNF6	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 3900.00
153	ESX.STX#PZNF7	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 4000.00
154	ESX.STX#PDS3Y	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 4100.00
155	ESX.STX#P7DJF	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 4200.00
156	ESX.STX#PWWFD	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 4300.00
157	ESX.STX#P3JCR	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC20 4500.00
158	ESX.STX#C4C7Z	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 2800.00
159	ESX.STX#CTYHV	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 2900.00
160	ESX.STX#CQZNV	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3000.00
161	ESX.STX#C7LGG	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3100.00
162	ESX.STX#C07BV	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3200.00
163	ESX.STX#CRV8L	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3300.00
164	ESX.STX#C3Q66	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3400.00
165	ESX.STX#CTVTG	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3500.00
166	ESX.STX#CK75Z	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3600.00
167	ESX.STX#CH9Z8	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3700.00
168	ESX.STX#CVV94	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3800.00
169	ESX.STX#CG3QN	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 3900.00
170	ESX.STX#CJXG3	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 4000.00
171	ESX.STX#C4F0S	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 4100.00
172	ESX.STX#CX56L	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 4200.00
173	ESX.STX#C6H4H	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 4300.00
174	ESX.STX#CRTSR	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 4400.00
175	ESX.STX#C7F2V	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR21 4500.00
176	ESX.STX#P6TCX	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 2500.00
177	ESX.STX#PQF9K	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 2600.00
178	ESX.STX#PNQC1	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 2700.00
179	ESX.STX#PMDT0	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 2800.00
180	ESX.STX#PMJW0	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 2900.00
181	ESX.STX#P2L62	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3000.00
182	ESX.STX#PZQ1V	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3100.00
183	ESX.STX#PW2Y6	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3200.00
184	ESX.STX#PMFKH	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3300.00
185	ESX.STX#PWFTZ	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3400.00
186	ESX.STX#PNY5M	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3500.00
187	ESX.STX#P9FQF	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3600.00
188	ESX.STX#PNRMS	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3700.00
189	ESX.STX#PHNF3	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3800.00
190	ESX.STX#PGXB8	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 3900.00
191	ESX.STX#P8HK9	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 4000.00
192	ESX.STX#PVF2C	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 4100.00
193	ESX.STX#PWFX3	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 4200.00
194	ESX.STX#PYTLD	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 4300.00
195	ESX.STX#PN66T	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 4400.00
196	ESX.STX#PXSSL	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR21 4500.00
197	ESX.STX#CZHGX	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 3600.00
198	ESX.STX#CLBZS	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 3700.00
199	ESX.STX#CGYMG	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 3800.00
200	ESX.STX#CXYQH	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 3900.00
201	ESX.STX#C74ZR	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 4000.00
202	ESX.STX#C9Q1W	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 4100.00
203	ESX.STX#C75ZD	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 4200.00
204	ESX.STX#C5LCT	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 4300.00
205	ESX.STX#CHPGT	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 4400.00
206	ESX.STX#CXTQN	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN21 4500.00
207	ESX.STX#PWB14	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 2500.00
208	ESX.STX#PYMY6	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 2600.00
209	ESX.STX#PJMQG	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 2700.00
210	ESX.STX#PMM62	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 2800.00
211	ESX.STX#PMNCP	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 2900.00
212	ESX.STX#P9NKW	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3000.00
213	ESX.STX#P3SPF	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3100.00
214	ESX.STX#P2606	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3200.00
215	ESX.STX#PT5JP	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3300.00
216	ESX.STX#PSFP8	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3400.00
217	ESX.STX#PY4K2	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3500.00
218	ESX.STX#P54CX	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3600.00
219	ESX.STX#PBJL5	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3700.00
220	ESX.STX#PFRNT	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3800.00
221	ESX.STX#PJLR7	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 3900.00
222	ESX.STX#PJNFW	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 4000.00
223	ESX.STX#PZCL8	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 4100.00
224	ESX.STX#PCFTB	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 4200.00
225	ESX.STX#PK0LP	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 4300.00
226	ESX.STX#PK0QY	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 4400.00
227	ESX.STX#P8SFC	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN21 4500.00
228	ESX.STX#CV3C0	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 3400.00
229	ESX.STX#CPC4F	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 3500.00
230	ESX.STX#C62M3	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 3600.00
231	ESX.STX#CLJ57	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 3700.00
232	ESX.STX#CM8Q6	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 3800.00
233	ESX.STX#C1RZ7	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 3900.00
234	ESX.STX#CDGGC	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 4000.00
235	ESX.STX#C5SR1	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 4100.00
236	ESX.STX#CPG9F	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 4200.00
237	ESX.STX#C5NNB	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 4300.00
238	ESX.STX#CZ232	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 4400.00
239	ESX.STX#C72P0	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP21 4500.00
240	ESX.STX#PS36F	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3000.00
241	ESX.STX#PMS34	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3100.00
242	ESX.STX#P744G	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3200.00
243	ESX.STX#PL4Y0	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3300.00
244	ESX.STX#PK27C	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3400.00
245	ESX.STX#PHBZG	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3500.00
246	ESX.STX#PKJXH	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3600.00
247	ESX.STX#PDWX2	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3700.00
248	ESX.STX#PNTSY	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3800.00
249	ESX.STX#PGPLG	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 3900.00
250	ESX.STX#PWCL8	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 4000.00
251	ESX.STX#PMC0Z	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 4100.00
252	ESX.STX#PG790	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 4200.00
253	ESX.STX#PN1W6	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 4300.00
254	ESX.STX#PBL45	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 4400.00
255	ESX.STX#PHDND	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP21 4500.00
256	ESX.STX#C58ZJ	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 3400.00
257	ESX.STX#C6CNT	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 3500.00
258	ESX.STX#C6L10	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 3600.00
259	ESX.STX#CXDZF	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 3700.00
260	ESX.STX#C7MTG	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 3800.00
261	ESX.STX#CSWV2	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 3900.00
262	ESX.STX#CK4NY	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4000.00
263	ESX.STX#CXTCW	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4100.00
264	ESX.STX#C4TX3	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4200.00
265	ESX.STX#CQ89Q	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4300.00
266	ESX.STX#C3TH2	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4400.00
267	ESX.STX#C08KK	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4500.00
268	ESX.STX#CD1FH	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4600.00
269	ESX.STX#C9974	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4700.00
270	ESX.STX#C23SB	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 4800.00
271	ESX.STX#CK4NF	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC21 5000.00
272	ESX.STX#P29C0	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3200.00
273	ESX.STX#PL4G9	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3300.00
274	ESX.STX#P48Y4	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3400.00
275	ESX.STX#PHTFT	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3500.00
276	ESX.STX#PX711	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3600.00
277	ESX.STX#PPWTX	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3700.00
278	ESX.STX#PT652	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3800.00
279	ESX.STX#PR258	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 3900.00
280	ESX.STX#PK4NQ	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4000.00
281	ESX.STX#PKXS9	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4100.00
282	ESX.STX#P9BFP	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4200.00
283	ESX.STX#P2C53	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4300.00
284	ESX.STX#P1LB6	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4400.00
285	ESX.STX#PHNZ6	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4500.00
286	ESX.STX#PF18V	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4600.00
287	ESX.STX#PWHNX	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4700.00
288	ESX.STX#PN36L	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 4800.00
289	ESX.STX#PK4NR	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC21 5000.00
290	ESX.STX#CJK4V	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 3300.00
291	ESX.STX#CD8Y3	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 3400.00
292	ESX.STX#CSPY8	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 3500.00
293	ESX.STX#CXC6V	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 3600.00
294	ESX.STX#CFS7K	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 3700.00

Número	Ticker FacSet	Opción
777	DAX.XEX#PH0CP	Germany DAX (TR) Put DEC20 12900.00
778	DAX.XEX#PKBKN	Germany DAX (TR) Put DEC20 13000.00
779	DAX.XEX#PGMY1	Germany DAX (TR) Put DEC20 13100.00
780	DAX.XEX#PFJ22	Germany DAX (TR) Put DEC20 13200.00
781	DAX.XEX#P93ZB	Germany DAX (TR) Put DEC20 13300.00
782	DAX.XEX#PKX7P	Germany DAX (TR) Put DEC20 13400.00
783	DAX.XEX#PC1W8	Germany DAX (TR) Put DEC20 13500.00
784	DAX.XEX#PMFNR	Germany DAX (TR) Put DEC20 13600.00
785	DAX.XEX#PS6YY	Germany DAX (TR) Put DEC20 13700.00
786	DAX.XEX#PXQZ0	Germany DAX (TR) Put DEC20 13800.00
787	DAX.XEX#PNKR6	Germany DAX (TR) Put DEC20 13900.00
788	DAX.XEX#P9SDY	Germany DAX (TR) Put DEC20 14000.00
789	DAX.XEX#P82DL	Germany DAX (TR) Put DEC20 14500.00
790	DAX.XEX#PRNDS	Germany DAX (TR) Put DEC20 15000.00
791	DAX.XEX#CF45R	Germany DAX (TR) Call MAR21 9000.00
792	DAX.XEX#CQWD8	Germany DAX (TR) Call MAR21 10000.00
793	DAX.XEX#C3K90	Germany DAX (TR) Call MAR21 10100.00
794	DAX.XEX#CPHZ7	Germany DAX (TR) Call MAR21 10200.00
795	DAX.XEX#CK951	Germany DAX (TR) Call MAR21 10300.00
796	DAX.XEX#C10W0	Germany DAX (TR) Call MAR21 10400.00
797	DAX.XEX#CBM8Z	Germany DAX (TR) Call MAR21 10500.00
798	DAX.XEX#C4QTG	Germany DAX (TR) Call MAR21 10600.00
799	DAX.XEX#C7K1Y	Germany DAX (TR) Call MAR21 10700.00
800	DAX.XEX#CZ75L	Germany DAX (TR) Call MAR21 10800.00
801	DAX.XEX#C981M	Germany DAX (TR) Call MAR21 10900.00
802	DAX.XEX#C4MDW	Germany DAX (TR) Call MAR21 11000.00
803	DAX.XEX#C1F5H	Germany DAX (TR) Call MAR21 11100.00
804	DAX.XEX#C7S9T	Germany DAX (TR) Call MAR21 11200.00
805	DAX.XEX#C05NJ	Germany DAX (TR) Call MAR21 11300.00
806	DAX.XEX#C68K4	Germany DAX (TR) Call MAR21 11400.00
807	DAX.XEX#CZLSF	Germany DAX (TR) Call MAR21 11500.00
808	DAX.XEX#CCPVG	Germany DAX (TR) Call MAR21 11600.00
809	DAX.XEX#CJHMN	Germany DAX (TR) Call MAR21 11700.00
810	DAX.XEX#C0MV3	Germany DAX (TR) Call MAR21 11800.00
811	DAX.XEX#C5BYD	Germany DAX (TR) Call MAR21 11900.00
812	DAX.XEX#CG9Z5	Germany DAX (TR) Call MAR21 12000.00
813	DAX.XEX#CK4FJ	Germany DAX (TR) Call MAR21 12100.00
814	DAX.XEX#CRTY9	Germany DAX (TR) Call MAR21 12200.00
815	DAX.XEX#C8Z1X	Germany DAX (TR) Call MAR21 12300.00
816	DAX.XEX#CLM76	Germany DAX (TR) Call MAR21 12400.00
817	DAX.XEX#C1LR5	Germany DAX (TR) Call MAR21 12500.00
818	DAX.XEX#CFMN9	Germany DAX (TR) Call MAR21 12600.00
819	DAX.XEX#C4TMY	Germany DAX (TR) Call MAR21 12700.00
820	DAX.XEX#CP724	Germany DAX (TR) Call MAR21 12800.00
821	DAX.XEX#CZC1G	Germany DAX (TR) Call MAR21 12900.00
822	DAX.XEX#C47JF	Germany DAX (TR) Call MAR21 13000.00
823	DAX.XEX#CHQQP	Germany DAX (TR) Call MAR21 13100.00
824	DAX.XEX#CHPSJ	Germany DAX (TR) Call MAR21 13200.00
825	DAX.XEX#CBZHF	Germany DAX (TR) Call MAR21 13300.00
826	DAX.XEX#CN5ZR	Germany DAX (TR) Call MAR21 13400.00
827	DAX.XEX#CM6S1	Germany DAX (TR) Call MAR21 13500.00
828	DAX.XEX#CNJGH	Germany DAX (TR) Call MAR21 14000.00
829	DAX.XEX#P295S	Germany DAX (TR) Put MAR21 9000.00
830	DAX.XEX#PZNZB	Germany DAX (TR) Put MAR21 10000.00
831	DAX.XEX#PNSL6	Germany DAX (TR) Put MAR21 10100.00
832	DAX.XEX#PN6Z3	Germany DAX (TR) Put MAR21 10200.00
833	DAX.XEX#PZ11H	Germany DAX (TR) Put MAR21 10300.00
834	DAX.XEX#P0S69	Germany DAX (TR) Put MAR21 10400.00
835	DAX.XEX#PZMVY	Germany DAX (TR) Put MAR21 10500.00
836	DAX.XEX#P55HQ	Germany DAX (TR) Put MAR21 10600.00
837	DAX.XEX#P9NCR	Germany DAX (TR) Put MAR21 10700.00
838	DAX.XEX#PL0ZZ	Germany DAX (TR) Put MAR21 10800.00
839	DAX.XEX#PVR4L	Germany DAX (TR) Put MAR21 10900.00
840	DAX.XEX#PRQVL	Germany DAX (TR) Put MAR21 11000.00
841	DAX.XEX#PYG4R	Germany DAX (TR) Put MAR21 11100.00
842	DAX.XEX#PC4YP	Germany DAX (TR) Put MAR21 11200.00
843	DAX.XEX#P4Z0S	Germany DAX (TR) Put MAR21 11300.00
844	DAX.XEX#PH0FJ	Germany DAX (TR) Put MAR21 11400.00
845	DAX.XEX#PVMDR	Germany DAX (TR) Put MAR21 11500.00
846	DAX.XEX#PXDZS	Germany DAX (TR) Put MAR21 11600.00
847	DAX.XEX#PP9RX	Germany DAX (TR) Put MAR21 11700.00
848	DAX.XEX#PK0H4	Germany DAX (TR) Put MAR21 11800.00
849	DAX.XEX#PF68Z	Germany DAX (TR) Put MAR21 11900.00
850	DAX.XEX#P2C1L	Germany DAX (TR) Put MAR21 12000.00
851	DAX.XEX#P6H94	Germany DAX (TR) Put MAR21 12100.00
852	DAX.XEX#PJ3SG	Germany DAX (TR) Put MAR21 12200.00
853	DAX.XEX#P24TW	Germany DAX (TR) Put MAR21 12300.00
854	DAX.XEX#P7WPY	Germany DAX (TR) Put MAR21 12400.00
855	DAX.XEX#PWGWH	Germany DAX (TR) Put MAR21 12500.00
856	DAX.XEX#PFWLQ	Germany DAX (TR) Put MAR21 12600.00
857	DAX.XEX#P05PR	Germany DAX (TR) Put MAR21 12700.00
858	DAX.XEX#P60DR	Germany DAX (TR) Put MAR21 12800.00
859	DAX.XEX#PPZHS	Germany DAX (TR) Put MAR21 12900.00
860	DAX.XEX#PM6X1	Germany DAX (TR) Put MAR21 13000.00
861	DAX.XEX#PZCKH	Germany DAX (TR) Put MAR21 13100.00
862	DAX.XEX#PNGN8	Germany DAX (TR) Put MAR21 13200.00
863	DAX.XEX#P822G	Germany DAX (TR) Put MAR21 13300.00
864	DAX.XEX#PCYZ5	Germany DAX (TR) Put MAR21 13400.00
865	DAX.XEX#P8CKZ	Germany DAX (TR) Put MAR21 13500.00
866	DAX.XEX#PZMW0	Germany DAX (TR) Put MAR21 14000.00
867	DAX.XEX#CG3JW	Germany DAX (TR) Call JUN21 8000.00
868	DAX.XEX#CG5VM	Germany DAX (TR) Call JUN21 9000.00
869	DAX.XEX#C2DP8	Germany DAX (TR) Call JUN21 9100.00
870	DAX.XEX#CVYZ7	Germany DAX (TR) Call JUN21 9200.00
871	DAX.XEX#CZY00	Germany DAX (TR) Call JUN21 9300.00
872	DAX.XEX#C26RW	Germany DAX (TR) Call JUN21 9400.00
873	DAX.XEX#CVQ4P	Germany DAX (TR) Call JUN21 9500.00
874	DAX.XEX#CMNCR	Germany DAX (TR) Call JUN21 9600.00
875	DAX.XEX#CDGBL	Germany DAX (TR) Call JUN21 9700.00
876	DAX.XEX#CQYZ0	Germany DAX (TR) Call JUN21 9800.00
877	DAX.XEX#C58X7	Germany DAX (TR) Call JUN21 9900.00
878	DAX.XEX#C5C09	Germany DAX (TR) Call JUN21 10000.00
879	DAX.XEX#CWQX0	Germany DAX (TR) Call JUN21 10100.00
880	DAX.XEX#CY10H	Germany DAX (TR) Call JUN21 10200.00
881	DAX.XEX#CQM3N	Germany DAX (TR) Call JUN21 10300.00
882	DAX.XEX#C4PTD	Germany DAX (TR) Call JUN21 10400.00
883	DAX.XEX#C56L1	Germany DAX (TR) Call JUN21 10500.00
884	DAX.XEX#C0GCD	Germany DAX (TR) Call JUN21 10600.00
885	DAX.XEX#CSQDB	Germany DAX (TR) Call JUN21 10700.00
886	DAX.XEX#C7MWY	Germany DAX (TR) Call JUN21 10800.00
887	DAX.XEX#C6RTC	Germany DAX (TR) Call JUN21 10900.00
888	DAX.XEX#C0XGH	Germany DAX (TR) Call JUN21 11000.00
889	DAX.XEX#CDBBB	Germany DAX (TR) Call JUN21 11100.00
890	DAX.XEX#C1T43	Germany DAX (TR) Call JUN21 11200.00
891	DAX.XEX#C44B6	Germany DAX (TR) Call JUN21 11300.00
892	DAX.XEX#CQYWC	Germany DAX (TR) Call JUN21 11400.00
893	DAX.XEX#CSGHR	Germany DAX (TR) Call JUN21 11500.00
894	DAX.XEX#C47FY	Germany DAX (TR) Call JUN21 11600.00
895	DAX.XEX#CCY25	Germany DAX (TR) Call JUN21 11700.00
896	DAX.XEX#C3VYM	Germany DAX (TR) Call JUN21 11800.00
897	DAX.XEX#C23RG	Germany DAX (TR) Call JUN21 11900.00
898	DAX.XEX#C67F3	Germany DAX (TR) Call JUN21 12000.00
899	DAX.XEX#CHQ7W	Germany DAX (TR) Call JUN21 12100.00
900	DAX.XEX#C8P9R	Germany DAX (TR) Call JUN21 12200.00
901	DAX.XEX#C1RKB	Germany DAX (TR) Call JUN21 12300.00
902	DAX.XEX#CNZK0	Germany DAX (TR) Call JUN21 12400.00
903	DAX.XEX#C58P3	Germany DAX (TR) Call JUN21 12500.00
904	DAX.XEX#CBNJ3	Germany DAX (TR) Call JUN21 12600.00
905	DAX.XEX#CZM80	Germany DAX (TR) Call JUN21 12700.00
906	DAX.XEX#C7X3P	Germany DAX (TR) Call JUN21 12800.00
907	DAX.XEX#CK07C	Germany DAX (TR) Call JUN21 12900.00
908	DAX.XEX#CTB9Z	Germany DAX (TR) Call JUN21 13000.00
909	DAX.XEX#CKBVK	Germany DAX (TR) Call JUN21 13100.00
910	DAX.XEX#CJCNM	Germany DAX (TR) Call JUN21 13200.00
911	DAX.XEX#C5Q0W	Germany DAX (TR) Call JUN21 13300.00
912	DAX.XEX#C7Z33	Germany DAX (TR) Call JUN21 13400.00
913	DAX.XEX#CDSBK	Germany DAX (TR) Call JUN21 13500.00
914	DAX.XEX#CBQCH	Germany DAX (TR) Call JUN21 13600.00
915	DAX.XEX#CDPY4	Germany DAX (TR) Call JUN21 13700.00
916	DAX.XEX#CFH14	Germany DAX (TR) Call JUN21 13800.00
917	DAX.XEX#CCHPS	Germany DAX (TR) Call JUN21 13900.00
918	DAX.XEX#CKJ7C	Germany DAX (TR) Call JUN21 14000.00
919	DAX.XEX#CMQ6B	Germany DAX (TR) Call JUN21 14500.00
920	DAX.XEX#P8136	Germany DAX (TR) Put JUN21 8000.00
921	DAX.XEX#PM2B2	Germany DAX (TR) Put JUN21 9000.00
922	DAX.XEX#P9JWZ	Germany DAX (TR) Put JUN21 9100.00
923	DAX.XEX#PJSGJ	Germany DAX (TR) Put JUN21 9200.00
924	DAX.XEX#PVRKQ	Germany DAX (TR) Put JUN21 9300.00
925	DAX.XEX#PV45W	Germany DAX (TR) Put JUN21 9400.00
926	DAX.XEX#P2KZY	Germany DAX (TR) Put JUN21 9500.00
927	DAX.XEX#PZVMY	Germany DAX (TR) Put JUN21 9600.00

Número	Ticker FacSet	Opción
1410	DAX.XEX#P84QT	Germany DAX (TR) Put DEC22 14300.00
1411	DAX.XEX#PB3VQ	Germany DAX (TR) Put DEC22 14400.00
1412	DAX.XEX#PH9QQ	Germany DAX (TR) Put DEC22 14500.00
1413	DAX.XEX#PTNKC	Germany DAX (TR) Put DEC22 14600.00
1414	DAX.XEX#PRVB2	Germany DAX (TR) Put DEC22 14700.00
1415	DAX.XEX#PVZYX	Germany DAX (TR) Put DEC22 14800.00
1416	DAX.XEX#PRQ19	Germany DAX (TR) Put DEC22 14900.00
1417	DAX.XEX#P1410	Germany DAX (TR) Put DEC22 15000.00
1418	DAX.XEX#P9FP2	Germany DAX (TR) Put DEC22 15100.00
1419	DAX.XEX#P7P69	Germany DAX (TR) Put DEC22 15200.00
1420	DAX.XEX#P1Q5T	Germany DAX (TR) Put DEC22 15300.00
1421	DAX.XEX#P9S6S	Germany DAX (TR) Put DEC22 15400.00
1422	DAX.XEX#PL4P5	Germany DAX (TR) Put DEC22 15500.00
1423	DAX.XEX#PQ3QT	Germany DAX (TR) Put DEC22 15600.00
1424	DAX.XEX#PHF2B	Germany DAX (TR) Put DEC22 15700.00
1425	DAX.XEX#P2BK5	Germany DAX (TR) Put DEC22 15800.00
1426	DAX.XEX#PT6P2	Germany DAX (TR) Put DEC22 15900.00
1427	DAX.XEX#PB1Z3	Germany DAX (TR) Put DEC22 16000.00
1428	DAX.XEX#PLZCB	Germany DAX (TR) Put DEC22 16100.00
1429	DAX.XEX#PCFC6	Germany DAX (TR) Put DEC22 16200.00
1430	DAX.XEX#PW8JB	Germany DAX (TR) Put DEC22 16300.00
1431	DAX.XEX#P0Y6C	Germany DAX (TR) Put DEC22 16400.00
1432	DAX.XEX#PB1H1	Germany DAX (TR) Put DEC22 16500.00
1433	DAX.XEX#PDLWP	Germany DAX (TR) Put DEC22 16600.00
1434	DAX.XEX#P2WWQ	Germany DAX (TR) Put DEC22 16700.00
1435	DAX.XEX#PBMVG	Germany DAX (TR) Put DEC22 16800.00
1436	DAX.XEX#PVX70	Germany DAX (TR) Put DEC22 16900.00
1437	DAX.XEX#P21KX	Germany DAX (TR) Put DEC22 17000.00
1438	DAX.XEX#PKCDW	Germany DAX (TR) Put DEC22 17500.00
1439	DAX.XEX#PH5J4	Germany DAX (TR) Put DEC22 18000.00
1440	PXL.ENX#C7JJF	France CAC 40 Call MAR20 5050.00
1441	PXL.ENX#CQLGP	France CAC 40 Call MAR20 5100.00
1442	PXL.ENX#CTF61	France CAC 40 Call MAR20 5150.00
1443	PXL.ENX#C1CNX	France CAC 40 Call MAR20 5200.00
1444	PXL.ENX#CF1JL	France CAC 40 Call MAR20 5250.00
1445	PXL.ENX#C0JHP	France CAC 40 Call MAR20 5300.00
1446	PXL.ENX#CWXFY	France CAC 40 Call MAR20 5350.00
1447	PXL.ENX#C8960	France CAC 40 Call MAR20 5400.00
1448	PXL.ENX#CPYYY	France CAC 40 Call MAR20 5450.00
1449	PXL.ENX#CD582	France CAC 40 Call MAR20 5500.00
1450	PXL.ENX#CHTZK	France CAC 40 Call MAR20 5550.00
1451	PXL.ENX#C2DFT	France CAC 40 Call MAR20 5600.00
1452	PXL.ENX#CDHSY	France CAC 40 Call MAR20 5650.00
1453	PXL.ENX#CCMR5	France CAC 40 Call MAR20 5700.00
1454	PXL.ENX#CPTMD	France CAC 40 Call MAR20 5750.00
1455	PXL.ENX#C4GCM	France CAC 40 Call MAR20 5800.00
1456	PXL.ENX#PZXQ1	France CAC 40 Put MAR20 4000.00
1457	PXL.ENX#PCZ93	France CAC 40 Put MAR20 5000.00
1458	PXL.ENX#PG7NG	France CAC 40 Put MAR20 5050.00
1459	PXL.ENX#P0GBF	France CAC 40 Put MAR20 5100.00
1460	PXL.ENX#PHJSJ	France CAC 40 Put MAR20 5150.00
1461	PXL.ENX#P0HX5	France CAC 40 Put MAR20 5200.00
1462	PXL.ENX#PJDY3	France CAC 40 Put MAR20 5250.00
1463	PXL.ENX#PDFB9	France CAC 40 Put MAR20 5300.00
1464	PXL.ENX#PF2P5	France CAC 40 Put MAR20 5350.00
1465	PXL.ENX#PB349	France CAC 40 Put MAR20 5400.00
1466	PXL.ENX#P6GPD	France CAC 40 Put MAR20 5450.00
1467	PXL.ENX#P7XBB	France CAC 40 Put MAR20 5500.00
1468	PXL.ENX#PR2TM	France CAC 40 Put MAR20 5550.00
1469	PXL.ENX#P1LBC	France CAC 40 Put MAR20 5600.00
1470	PXL.ENX#P74GV	France CAC 40 Put MAR20 5650.00
1471	PXL.ENX#P7JDL	France CAC 40 Put MAR20 5700.00
1472	PXL.ENX#PFTQJ	France CAC 40 Put MAR20 5750.00
1473	PXL.ENX#PHYR0	France CAC 40 Put MAR20 5800.00
1474	PXL.ENX#CM8PP	France CAC 40 Call JUN20 5650.00
1475	PXL.ENX#C0DYN	France CAC 40 Call JUN20 5700.00
1476	PXL.ENX#PJ7RP	France CAC 40 Put JUN20 4000.00
1477	PXL.ENX#PM29N	France CAC 40 Put JUN20 5000.00
1478	PXL.ENX#PZ26F	France CAC 40 Put JUN20 5100.00
1479	PXL.ENX#P1FBW	France CAC 40 Put JUN20 5150.00
1480	PXL.ENX#P7XWF	France CAC 40 Put JUN20 5200.00
1481	PXL.ENX#PZJBZ	France CAC 40 Put JUN20 5250.00
1482	PXL.ENX#P64FB	France CAC 40 Put JUN20 5300.00
1483	PXL.ENX#P2PC3	France CAC 40 Put JUN20 5350.00
1484	PXL.ENX#PXJ72	France CAC 40 Put JUN20 5400.00
1485	PXL.ENX#PYDB3	France CAC 40 Put JUN20 5450.00
1486	PXL.ENX#PBVKC	France CAC 40 Put JUN20 5500.00
1487	PXL.ENX#PT40C	France CAC 40 Put JUN20 5550.00
1488	PXL.ENX#P7LR7	France CAC 40 Put JUN20 5600.00
1489	PXL.ENX#P51V0	France CAC 40 Put JUN20 5650.00
1490	PXL.ENX#PPDVF	France CAC 40 Put JUN20 5700.00
1491	PXL.ENX#PJM27	France CAC 40 Put JUN20 5750.00
1492	PXL.ENX#PX6KC	France CAC 40 Put JUN20 5800.00
1493	PXL.ENX#C1C0G	France CAC 40 Call SEP20 4000.00
1494	PXL.ENX#C4P6T	France CAC 40 Call SEP20 5000.00
1495	PXL.ENX#CFJM0	France CAC 40 Call SEP20 5500.00
1496	PXL.ENX#CGQKW	France CAC 40 Call SEP20 5550.00
1497	PXL.ENX#CCRVG	France CAC 40 Call SEP20 5600.00
1498	PXL.ENX#CHK2X	France CAC 40 Call SEP20 5650.00
1499	PXL.ENX#CTKS8	France CAC 40 Call SEP20 5700.00
1500	PXL.ENX#CH7Z5	France CAC 40 Call SEP20 5750.00
1501	PXL.ENX#CDQMH	France CAC 40 Call SEP20 5800.00
1502	PXL.ENX#C27PC	France CAC 40 Call SEP20 5850.00
1503	PXL.ENX#C4VZ5	France CAC 40 Call SEP20 5900.00
1504	PXL.ENX#CTFL4	France CAC 40 Call SEP20 5950.00
1505	PXL.ENX#CDPPG	France CAC 40 Call SEP20 6000.00
1506	PXL.ENX#CYD4T	France CAC 40 Call SEP20 6050.00
1507	PXL.ENX#CG9P5	France CAC 40 Call SEP20 6100.00
1508	PXL.ENX#PZ2GB	France CAC 40 Put SEP20 4000.00
1509	PXL.ENX#PHH3G	France CAC 40 Put SEP20 5000.00
1510	PXL.ENX#PQ2GZ	France CAC 40 Put SEP20 5500.00
1511	PXL.ENX#PSDCG	France CAC 40 Put SEP20 5550.00
1512	PXL.ENX#PSS8F	France CAC 40 Put SEP20 5600.00
1513	PXL.ENX#P54C2	France CAC 40 Put SEP20 5650.00
1514	PXL.ENX#PX0X4	France CAC 40 Put SEP20 5700.00
1515	PXL.ENX#PFNHZ	France CAC 40 Put SEP20 5750.00
1516	PXL.ENX#PL8WF	France CAC 40 Put SEP20 5800.00
1517	PXL.ENX#PPHZN	France CAC 40 Put SEP20 5850.00
1518	PXL.ENX#PLKZ0	France CAC 40 Put SEP20 5900.00
1519	PXL.ENX#PVY98	France CAC 40 Put SEP20 5950.00
1520	PXL.ENX#P0K8N	France CAC 40 Put SEP20 6000.00
1521	PXL.ENX#P092Z	France CAC 40 Put SEP20 6050.00
1522	PXL.ENX#PVGYF	France CAC 40 Put SEP20 6100.00
1523	PXL.ENX#CL763	France CAC 40 Call DEC20 3800.00
1524	PXL.ENX#C6SPZ	France CAC 40 Call DEC20 4000.00
1525	PXL.ENX#C73JG	France CAC 40 Call DEC20 4050.00
1526	PXL.ENX#CP0F6	France CAC 40 Call DEC20 4100.00
1527	PXL.ENX#CSHHS	France CAC 40 Call DEC20 4150.00
1528	PXL.ENX#CWBPW	France CAC 40 Call DEC20 4200.00
1529	PXL.ENX#C5WDM	France CAC 40 Call DEC20 4250.00
1530	PXL.ENX#CBSZH	France CAC 40 Call DEC20 4300.00
1531	PXL.ENX#C903L	France CAC 40 Call DEC20 4350.00
1532	PXL.ENX#C69SB	France CAC 40 Call DEC20 4400.00
1533	PXL.ENX#C6QCB	France CAC 40 Call DEC20 4450.00
1534	PXL.ENX#CY9G7	France CAC 40 Call DEC20 4500.00
1535	PXL.ENX#C9Q49	France CAC 40 Call DEC20 4550.00
1536	PXL.ENX#CZTVD	France CAC 40 Call DEC20 4600.00
1537	PXL.ENX#CT4PD	France CAC 40 Call DEC20 4650.00
1538	PXL.ENX#C05CL	France CAC 40 Call DEC20 4700.00
1539	PXL.ENX#CMG1R	France CAC 40 Call DEC20 4750.00
1540	PXL.ENX#CP0NB	France CAC 40 Call DEC20 4800.00
1541	PXL.ENX#CGYY8	France CAC 40 Call DEC20 4850.00
1542	PXL.ENX#CCLHJ	France CAC 40 Call DEC20 4900.00
1543	PXL.ENX#C8XVS	France CAC 40 Call DEC20 4950.00
1544	PXL.ENX#CLKSN	France CAC 40 Call DEC20 5000.00
1545	PXL.ENX#CBL27	France CAC 40 Call DEC20 5050.00
1546	PXL.ENX#CGJ6R	France CAC 40 Call DEC20 5100.00
1547	PXL.ENX#CJQ6P	France CAC 40 Call DEC20 5150.00
1548	PXL.ENX#CS6MH	France CAC 40 Call DEC20 5200.00
1549	PXL.ENX#CZJ39	France CAC 40 Call DEC20 5250.00
1550	PXL.ENX#CVVJJ	France CAC 40 Call DEC20 5300.00
1551	PXL.ENX#CXJ73	France CAC 40 Call DEC20 5350.00
1552	PXL.ENX#CQ7G4	France CAC 40 Call DEC20 5400.00
1553	PXL.ENX#C682D	France CAC 40 Call DEC20 5450.00
1554	PXL.ENX#CCJ9W	France CAC 40 Call DEC20 5500.00
1555	PXL.ENX#CDMGG	France CAC 40 Call DEC20 5550.00
1556	PXL.ENX#CCTN1	France CAC 40 Call DEC20 5600.00
1557	PXL.ENX#CSRGN	France CAC 40 Call DEC20 5650.00
1558	PXL.ENX#CKZSH	France CAC 40 Call DEC20 5700.00
1559	PXL.ENX#CHCZF	France CAC 40 Call DEC20 5750.00
1560	PXL.ENX#CLVLF	France CAC 40 Call DEC20 5800.00

Número	Ticker FacSet	Opción
295	ESX.STX#CNZL6	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 3800.00
296	ESX.STX#CWPVM	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 3900.00
297	ESX.STX#CMRTB	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 4000.00
298	ESX.STX#C1Q2C	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 4100.00
299	ESX.STX#CFY8B	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 4200.00
300	ESX.STX#CTKZ6	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 4300.00
301	ESX.STX#CPPGW	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 4400.00
302	ESX.STX#C1D57	EURO STOXX 50 (EUR) Call MAR22 4500.00
303	ESX.STX#PCX46	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 2800.00
304	ESX.STX#PPLP9	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 2900.00
305	ESX.STX#PBH0X	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3000.00
306	ESX.STX#P6TP2	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3100.00
307	ESX.STX#P7HGK	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3200.00
308	ESX.STX#P0YN4	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3300.00
309	ESX.STX#P2C2F	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3400.00
310	ESX.STX#P3S1J	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3500.00
311	ESX.STX#PZYT6	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3600.00
312	ESX.STX#PRDC8	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3700.00
313	ESX.STX#PN82Z	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3800.00
314	ESX.STX#PSNLQ	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 3900.00
315	ESX.STX#P29BH	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 4000.00
316	ESX.STX#PXJZC	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 4100.00
317	ESX.STX#PNPDH	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 4200.00
318	ESX.STX#PDR38	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 4300.00
319	ESX.STX#P7579	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 4400.00
320	ESX.STX#P4YN1	EURO STOXX 50 (EUR) Put MAR22 4500.00
321	ESX.STX#C9FD7	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 3600.00
322	ESX.STX#CZ5B1	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 3700.00
323	ESX.STX#CVDJT	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 3800.00
324	ESX.STX#CZBFM	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 3900.00
325	ESX.STX#C152R	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4000.00
326	ESX.STX#CTC8R	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4100.00
327	ESX.STX#C91N8	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4200.00
328	ESX.STX#C8DCS	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4300.00
329	ESX.STX#C00LF	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4400.00
330	ESX.STX#CGT0D	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4500.00
331	ESX.STX#CX2JQ	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4600.00
332	ESX.STX#C2LYJ	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4700.00
333	ESX.STX#CL476	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 4800.00
334	ESX.STX#CFG8T	EURO STOXX 50 (EUR) Call JUN22 5000.00
335	ESX.STX#P9Y4X	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 2500.00
336	ESX.STX#P3K85	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 2600.00
337	ESX.STX#PDGC4	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 2700.00
338	ESX.STX#PD2VG	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 2800.00
339	ESX.STX#PT98Z	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 2900.00
340	ESX.STX#P17Y6	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3000.00
341	ESX.STX#P53Z8	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3100.00
342	ESX.STX#PY7T4	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3200.00
343	ESX.STX#PRQC7	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3300.00
344	ESX.STX#PG5MX	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3400.00
345	ESX.STX#PPW6V	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3500.00
346	ESX.STX#P8VJ7	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3600.00
347	ESX.STX#PZK5D	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3700.00
348	ESX.STX#PG96R	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3800.00
349	ESX.STX#PQP91	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 3900.00
350	ESX.STX#PJB59	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4000.00
351	ESX.STX#PZ0D3	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4100.00
352	ESX.STX#PXXXL	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4200.00
353	ESX.STX#PMZ53	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4300.00
354	ESX.STX#P12VF	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4400.00
355	ESX.STX#P77ZR	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4500.00
356	ESX.STX#PVV4P	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4600.00
357	ESX.STX#P92LD	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4700.00
358	ESX.STX#PYVX1	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 4800.00
359	ESX.STX#PWNX4	EURO STOXX 50 (EUR) Put JUN22 5000.00
360	ESX.STX#C91FS	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 3300.00
361	ESX.STX#CB10Q	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 3400.00
362	ESX.STX#C65Y0	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 3500.00
363	ESX.STX#CZ7RB	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 3600.00
364	ESX.STX#CD7J6	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 3700.00
365	ESX.STX#C1FH5	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 3800.00
366	ESX.STX#CC6VT	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 3900.00
367	ESX.STX#CCC80	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 4000.00
368	ESX.STX#CGQLX	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 4100.00
369	ESX.STX#CQ1MZ	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 4200.00
370	ESX.STX#CQPB8	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 4300.00
371	ESX.STX#CXQGG	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 4400.00
372	ESX.STX#C8VV8	EURO STOXX 50 (EUR) Call SEP22 4500.00
373	ESX.STX#P06ZF	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 2800.00
374	ESX.STX#PWL1W	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 2900.00
375	ESX.STX#PMNB1	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3000.00
376	ESX.STX#P358P	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3100.00
377	ESX.STX#P239B	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3200.00
378	ESX.STX#P904T	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3300.00
379	ESX.STX#PT0QN	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3400.00
380	ESX.STX#P7KH4	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3500.00
381	ESX.STX#PTLYH	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3600.00
382	ESX.STX#PF15Y	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3700.00
383	ESX.STX#PYJZ0	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3800.00
384	ESX.STX#P272Y	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 3900.00
385	ESX.STX#PSKJC	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 4000.00
386	ESX.STX#PPM3L	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 4100.00
387	ESX.STX#PZ1R7	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 4200.00
388	ESX.STX#PKX3J	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 4300.00
389	ESX.STX#PF66Q	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 4400.00
390	ESX.STX#PM7ZP	EURO STOXX 50 (EUR) Put SEP22 4500.00
391	ESX.STX#C8Q1N	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 2900.00
392	ESX.STX#CDX6N	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3000.00
393	ESX.STX#CHMNK	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3100.00
394	ESX.STX#CZ54P	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3200.00
395	ESX.STX#CPL6Q	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3300.00
396	ESX.STX#CM941	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3400.00
397	ESX.STX#CCZ5W	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3500.00
398	ESX.STX#CSX6J	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3600.00
399	ESX.STX#CVZZZ	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3700.00
400	ESX.STX#CGVLR	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3800.00
401	ESX.STX#CY5WB	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 3900.00
402	ESX.STX#CFVP1	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 4000.00
403	ESX.STX#C5GY7	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 4100.00
404	ESX.STX#C1NMM	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 4200.00
405	ESX.STX#C4253	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 4300.00
406	ESX.STX#CCGZV	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 4400.00
407	ESX.STX#CQJDL	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 4500.00
408	ESX.STX#CQ6RF	EURO STOXX 50 (EUR) Call DEC22 4600.00
409	ESX.STX#PVPWY	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2000.00
410	ESX.STX#P9Y6P	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2300.00
411	ESX.STX#PPGQ6	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2400.00
412	ESX.STX#P2W4P	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2500.00
413	ESX.STX#PLMWM	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2600.00
414	ESX.STX#PK9BR	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2700.00
415	ESX.STX#P9Y4J	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2800.00
416	ESX.STX#PP7X3	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 2900.00
417	ESX.STX#PYWRR	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3000.00
418	ESX.STX#PN16X	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3100.00
419	ESX.STX#PL7MD	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3200.00
420	ESX.STX#P2ZMH	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3300.00
421	ESX.STX#PM1QD	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3400.00
422	ESX.STX#P44H0	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3500.00
423	ESX.STX#PX9W5	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3600.00
424	ESX.STX#PB7N9	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3700.00
425	ESX.STX#PYMCW	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3800.00
426	ESX.STX#PN3LK	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 3900.00
427	ESX.STX#PL5XW	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 4000.00
428	ESX.STX#PMLD5	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 4100.00
429	ESX.STX#PT67T	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 4200.00
430	ESX.STX#PFL1M	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 4300.00
431	ESX.STX#PFF35	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 4400.00
432	ESX.STX#P6F99	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 4500.00
433	ESX.STX#P7GT4	EURO STOXX 50 (EUR) Put DEC22 4600.00
434	DAX.XEX#CJS71	Germany DAX (TR) Call MAR20 8000.00
435	DAX.XEX#CJ18C	Germany DAX (TR) Call MAR20 9000.00
436	DAX.XEX#CQFF0	Germany DAX (TR) Call MAR20 9500.00
437	DAX.XEX#CVRTM	Germany DAX (TR) Call MAR20 10000.00
438	DAX.XEX#CG13N	Germany DAX (TR) Call MAR20 10400.00
439	DAX.XEX#CH44C	Germany DAX (TR) Call MAR20 10500.00
440	DAX.XEX#CXKVK	Germany DAX (TR) Call MAR20 10600.00
441	DAX.XEX#CBBRZ	Germany DAX (TR) Call MAR20 10700.00
442	DAX.XEX#CTS9H	Germany DAX (TR) Call MAR20 10800.00
443	DAX.XEX#CRFNP	Germany DAX (TR) Call MAR20 10900.00
444	DAX.XEX#CHMLT	Germany DAX (TR) Call MAR20 11000.00
445	DAX.XEX#CB5FF	Germany DAX (TR) Call MAR20 11100.00

Número	Ticker FacSet	Opción
928	DAX.XEX#PWKL5	Germany DAX (TR) Put JUN21 9700.00
929	DAX.XEX#P047Q	Germany DAX (TR) Put JUN21 9800.00
930	DAX.XEX#PG80Y	Germany DAX (TR) Put JUN21 9900.00
931	DAX.XEX#PZWH8	Germany DAX (TR) Put JUN21 10000.00
932	DAX.XEX#PMG4Y	Germany DAX (TR) Put JUN21 10100.00
933	DAX.XEX#P5F97	Germany DAX (TR) Put JUN21 10200.00
934	DAX.XEX#PH5S0	Germany DAX (TR) Put JUN21 10300.00
935	DAX.XEX#PDZ7C	Germany DAX (TR) Put JUN21 10400.00
936	DAX.XEX#PJBXW	Germany DAX (TR) Put JUN21 10500.00
937	DAX.XEX#P8V7M	Germany DAX (TR) Put JUN21 10600.00
938	DAX.XEX#PH572	Germany DAX (TR) Put JUN21 10700.00
939	DAX.XEX#PLJW9	Germany DAX (TR) Put JUN21 10800.00
940	DAX.XEX#P85D9	Germany DAX (TR) Put JUN21 10900.00
941	DAX.XEX#PKPJV	Germany DAX (TR) Put JUN21 11000.00
942	DAX.XEX#PMCH0	Germany DAX (TR) Put JUN21 11100.00
943	DAX.XEX#PL3VJ	Germany DAX (TR) Put JUN21 11200.00
944	DAX.XEX#P2TMP	Germany DAX (TR) Put JUN21 11300.00
945	DAX.XEX#PBPP8	Germany DAX (TR) Put JUN21 11400.00
946	DAX.XEX#PTY62	Germany DAX (TR) Put JUN21 11500.00
947	DAX.XEX#P4RTS	Germany DAX (TR) Put JUN21 11600.00
948	DAX.XEX#P583F	Germany DAX (TR) Put JUN21 11700.00
949	DAX.XEX#PCQ3H	Germany DAX (TR) Put JUN21 11800.00
950	DAX.XEX#P4XP3	Germany DAX (TR) Put JUN21 11900.00
951	DAX.XEX#P55RL	Germany DAX (TR) Put JUN21 12000.00
952	DAX.XEX#PHWTX	Germany DAX (TR) Put JUN21 12100.00
953	DAX.XEX#P790Y	Germany DAX (TR) Put JUN21 12200.00
954	DAX.XEX#P83PK	Germany DAX (TR) Put JUN21 12300.00
955	DAX.XEX#PMV31	Germany DAX (TR) Put JUN21 12400.00
956	DAX.XEX#P0BZW	Germany DAX (TR) Put JUN21 12500.00
957	DAX.XEX#P6K8S	Germany DAX (TR) Put JUN21 12600.00
958	DAX.XEX#PH1N5	Germany DAX (TR) Put JUN21 12700.00
959	DAX.XEX#PY0NN	Germany DAX (TR) Put JUN21 12800.00
960	DAX.XEX#PM670	Germany DAX (TR) Put JUN21 12900.00
961	DAX.XEX#P84PT	Germany DAX (TR) Put JUN21 13000.00
962	DAX.XEX#PCCC0	Germany DAX (TR) Put JUN21 13100.00
963	DAX.XEX#PRBJ8	Germany DAX (TR) Put JUN21 13200.00
964	DAX.XEX#PP4N7	Germany DAX (TR) Put JUN21 13300.00
965	DAX.XEX#P3YGT	Germany DAX (TR) Put JUN21 13400.00
966	DAX.XEX#PN2CW	Germany DAX (TR) Put JUN21 13500.00
967	DAX.XEX#PD10P	Germany DAX (TR) Put JUN21 13600.00
968	DAX.XEX#PSKL4	Germany DAX (TR) Put JUN21 13700.00
969	DAX.XEX#PXTYJ	Germany DAX (TR) Put JUN21 13800.00
970	DAX.XEX#PP0N3	Germany DAX (TR) Put JUN21 13900.00
971	DAX.XEX#P6KT2	Germany DAX (TR) Put JUN21 14000.00
972	DAX.XEX#P7KG3	Germany DAX (TR) Put JUN21 14500.00
973	DAX.XEX#CB3WP	Germany DAX (TR) Call SEP21 10000.00
974	DAX.XEX#CWYPZ	Germany DAX (TR) Call SEP21 11000.00
975	DAX.XEX#CR1QP	Germany DAX (TR) Call SEP21 12000.00
976	DAX.XEX#CG3PS	Germany DAX (TR) Call SEP21 12500.00
977	DAX.XEX#CQVP9	Germany DAX (TR) Call SEP21 13000.00
978	DAX.XEX#CF2NR	Germany DAX (TR) Call SEP21 13100.00
979	DAX.XEX#C2WBX	Germany DAX (TR) Call SEP21 13200.00
980	DAX.XEX#CY64B	Germany DAX (TR) Call SEP21 13300.00
981	DAX.XEX#CJPRY	Germany DAX (TR) Call SEP21 13400.00
982	DAX.XEX#CP9HQ	Germany DAX (TR) Call SEP21 13500.00
983	DAX.XEX#CNFDB	Germany DAX (TR) Call SEP21 13600.00
984	DAX.XEX#C10RX	Germany DAX (TR) Call SEP21 13700.00
985	DAX.XEX#CLRQN	Germany DAX (TR) Call SEP21 13800.00
986	DAX.XEX#CHG21	Germany DAX (TR) Call SEP21 13900.00
987	DAX.XEX#C6RRV	Germany DAX (TR) Call SEP21 14000.00
988	DAX.XEX#CF8M8	Germany DAX (TR) Call SEP21 14100.00
989	DAX.XEX#C3HGW	Germany DAX (TR) Call SEP21 14200.00
990	DAX.XEX#CBKH9	Germany DAX (TR) Call SEP21 14300.00
991	DAX.XEX#C462F	Germany DAX (TR) Call SEP21 14400.00
992	DAX.XEX#C065R	Germany DAX (TR) Call SEP21 14500.00
993	DAX.XEX#CQKL2	Germany DAX (TR) Call SEP21 14600.00
994	DAX.XEX#CZ95L	Germany DAX (TR) Call SEP21 14700.00
995	DAX.XEX#CXG1X	Germany DAX (TR) Call SEP21 14800.00
996	DAX.XEX#CRX82	Germany DAX (TR) Call SEP21 15000.00
997	DAX.XEX#PT7KC	Germany DAX (TR) Put SEP21 10000.00
998	DAX.XEX#PV3SL	Germany DAX (TR) Put SEP21 11000.00
999	DAX.XEX#P3NK3	Germany DAX (TR) Put SEP21 12000.00
1000	DAX.XEX#PXCVP	Germany DAX (TR) Put SEP21 12500.00
1001	DAX.XEX#PTPVV	Germany DAX (TR) Put SEP21 13000.00
1002	DAX.XEX#PMJTM	Germany DAX (TR) Put SEP21 13100.00
1003	DAX.XEX#PG6TL	Germany DAX (TR) Put SEP21 13200.00
1004	DAX.XEX#PBZJW	Germany DAX (TR) Put SEP21 13300.00
1005	DAX.XEX#PKN0Q	Germany DAX (TR) Put SEP21 13400.00
1006	DAX.XEX#P51M8	Germany DAX (TR) Put SEP21 13500.00
1007	DAX.XEX#PLTV3	Germany DAX (TR) Put SEP21 13600.00
1008	DAX.XEX#PV9BL	Germany DAX (TR) Put SEP21 13700.00
1009	DAX.XEX#P0HRS	Germany DAX (TR) Put SEP21 13800.00
1010	DAX.XEX#PHVB6	Germany DAX (TR) Put SEP21 13900.00
1011	DAX.XEX#PSD7M	Germany DAX (TR) Put SEP21 14000.00
1012	DAX.XEX#PPHBB	Germany DAX (TR) Put SEP21 14100.00
1013	DAX.XEX#PX2G9	Germany DAX (TR) Put SEP21 14200.00
1014	DAX.XEX#PVRFY	Germany DAX (TR) Put SEP21 14300.00
1015	DAX.XEX#PKZ9N	Germany DAX (TR) Put SEP21 14400.00
1016	DAX.XEX#PFM14	Germany DAX (TR) Put SEP21 14500.00
1017	DAX.XEX#PY38K	Germany DAX (TR) Put SEP21 14600.00
1018	DAX.XEX#P3B1F	Germany DAX (TR) Put SEP21 14700.00
1019	DAX.XEX#P681G	Germany DAX (TR) Put SEP21 14800.00
1020	DAX.XEX#PNTP1	Germany DAX (TR) Put SEP21 15000.00
1021	DAX.XEX#CVD1R	Germany DAX (TR) Call DEC21 10000.00
1022	DAX.XEX#CX68G	Germany DAX (TR) Call DEC21 10500.00
1023	DAX.XEX#C5CQ8	Germany DAX (TR) Call DEC21 11000.00
1024	DAX.XEX#CHMHZ	Germany DAX (TR) Call DEC21 11100.00
1025	DAX.XEX#CQB0Z	Germany DAX (TR) Call DEC21 11200.00
1026	DAX.XEX#CHLNM	Germany DAX (TR) Call DEC21 11300.00
1027	DAX.XEX#C2PKN	Germany DAX (TR) Call DEC21 11400.00
1028	DAX.XEX#CK36P	Germany DAX (TR) Call DEC21 11500.00
1029	DAX.XEX#CZ49W	Germany DAX (TR) Call DEC21 11600.00
1030	DAX.XEX#CQW48	Germany DAX (TR) Call DEC21 11700.00
1031	DAX.XEX#CXF91	Germany DAX (TR) Call DEC21 11800.00
1032	DAX.XEX#C4H23	Germany DAX (TR) Call DEC21 11900.00
1033	DAX.XEX#CM6R8	Germany DAX (TR) Call DEC21 12000.00
1034	DAX.XEX#C29CY	Germany DAX (TR) Call DEC21 12100.00
1035	DAX.XEX#CMZ0L	Germany DAX (TR) Call DEC21 12200.00
1036	DAX.XEX#C1ZWS	Germany DAX (TR) Call DEC21 12300.00
1037	DAX.XEX#C0C2P	Germany DAX (TR) Call DEC21 12400.00
1038	DAX.XEX#CLZ3D	Germany DAX (TR) Call DEC21 12500.00
1039	DAX.XEX#C76YQ	Germany DAX (TR) Call DEC21 12600.00
1040	DAX.XEX#CRHYY	Germany DAX (TR) Call DEC21 12700.00
1041	DAX.XEX#C67H4	Germany DAX (TR) Call DEC21 12800.00
1042	DAX.XEX#CM13Y	Germany DAX (TR) Call DEC21 12900.00
1043	DAX.XEX#CRR5K	Germany DAX (TR) Call DEC21 13000.00
1044	DAX.XEX#CNVZ8	Germany DAX (TR) Call DEC21 13100.00
1045	DAX.XEX#CKL6W	Germany DAX (TR) Call DEC21 13200.00
1046	DAX.XEX#C8433	Germany DAX (TR) Call DEC21 13300.00
1047	DAX.XEX#C6R27	Germany DAX (TR) Call DEC21 13400.00
1048	DAX.XEX#CS5V2	Germany DAX (TR) Call DEC21 13500.00
1049	DAX.XEX#CXT00	Germany DAX (TR) Call DEC21 13600.00
1050	DAX.XEX#C9ZZY	Germany DAX (TR) Call DEC21 13700.00
1051	DAX.XEX#CBMRS	Germany DAX (TR) Call DEC21 13800.00
1052	DAX.XEX#CMZ1W	Germany DAX (TR) Call DEC21 13900.00
1053	DAX.XEX#CF8L0	Germany DAX (TR) Call DEC21 14000.00
1054	DAX.XEX#CD7NJ	Germany DAX (TR) Call DEC21 14100.00
1055	DAX.XEX#CTCV9	Germany DAX (TR) Call DEC21 14200.00
1056	DAX.XEX#C98HF	Germany DAX (TR) Call DEC21 14300.00
1057	DAX.XEX#CVHRT	Germany DAX (TR) Call DEC21 14400.00
1058	DAX.XEX#CZVDF	Germany DAX (TR) Call DEC21 14500.00
1059	DAX.XEX#C0V7Y	Germany DAX (TR) Call DEC21 14600.00
1060	DAX.XEX#C8TFR	Germany DAX (TR) Call DEC21 14700.00
1061	DAX.XEX#CYVQ5	Germany DAX (TR) Call DEC21 14800.00
1062	DAX.XEX#CHSJN	Germany DAX (TR) Call DEC21 14900.00
1063	DAX.XEX#C0NZ7	Germany DAX (TR) Call DEC21 15000.00
1064	DAX.XEX#CQQH2	Germany DAX (TR) Call DEC21 15100.00
1065	DAX.XEX#CD9F1	Germany DAX (TR) Call DEC21 15200.00
1066	DAX.XEX#C4MYX	Germany DAX (TR) Call DEC21 15300.00
1067	DAX.XEX#CPRD1	Germany DAX (TR) Call DEC21 15400.00
1068	DAX.XEX#CMJ86	Germany DAX (TR) Call DEC21 15500.00
1069	DAX.XEX#CC5N3	Germany DAX (TR) Call DEC21 15600.00
1070	DAX.XEX#CB6MV	Germany DAX (TR) Call DEC21 15700.00
1071	DAX.XEX#CNBG7	Germany DAX (TR) Call DEC21 15800.00
1072	DAX.XEX#CVQ08	Germany DAX (TR) Call DEC21 16000.00
1073	DAX.XEX#P4M9S	Germany DAX (TR) Put DEC21 7000.00
1074	DAX.XEX#PHMNQ	Germany DAX (TR) Put DEC21 8000.00
1075	DAX.XEX#PGTCT	Germany DAX (TR) Put DEC21 8500.00
1076	DAX.XEX#PLCWY	Germany DAX (TR) Put DEC21 9000.00
1077	DAX.XEX#PM7CD	Germany DAX (TR) Put DEC21 9500.00
1078	DAX.XEX#PPC6Y	Germany DAX (TR) Put DEC21 10000.00

Número	Ticker FacSet	Opción
1561	PXL.ENX#C7SJC	France CAC 40 Call DEC20 5850.00
1562	PXL.ENX#CM6TT	France CAC 40 Call DEC20 5900.00
1563	PXL.ENX#CXBWX	France CAC 40 Call DEC20 5950.00
1564	PXL.ENX#C4VF7	France CAC 40 Call DEC20 6000.00
1565	PXL.ENX#P2YJ9	France CAC 40 Put DEC20 3000.00
1566	PXL.ENX#PHSWN	France CAC 40 Put DEC20 3200.00
1567	PXL.ENX#PV25M	France CAC 40 Put DEC20 3400.00
1568	PXL.ENX#PYQBM	France CAC 40 Put DEC20 3600.00
1569	PXL.ENX#PTWBJ	France CAC 40 Put DEC20 3800.00
1570	PXL.ENX#P7GD0	France CAC 40 Put DEC20 4000.00
1571	PXL.ENX#P4RD2	France CAC 40 Put DEC20 4050.00
1572	PXL.ENX#PHRQ2	France CAC 40 Put DEC20 4100.00
1573	PXL.ENX#P5RSP	France CAC 40 Put DEC20 4150.00
1574	PXL.ENX#P2FHF	France CAC 40 Put DEC20 4200.00
1575	PXL.ENX#PQCQC	France CAC 40 Put DEC20 4250.00
1576	PXL.ENX#PC608	France CAC 40 Put DEC20 4300.00
1577	PXL.ENX#P9CH4	France CAC 40 Put DEC20 4350.00
1578	PXL.ENX#P9BP5	France CAC 40 Put DEC20 4400.00
1579	PXL.ENX#PPSLT	France CAC 40 Put DEC20 4450.00
1580	PXL.ENX#PM0CD	France CAC 40 Put DEC20 4500.00
1581	PXL.ENX#PY0PB	France CAC 40 Put DEC20 4550.00
1582	PXL.ENX#PNMMZ	France CAC 40 Put DEC20 4600.00
1583	PXL.ENX#P9NHY	France CAC 40 Put DEC20 4650.00
1584	PXL.ENX#P3VQ8	France CAC 40 Put DEC20 4700.00
1585	PXL.ENX#PJMF2	France CAC 40 Put DEC20 4750.00
1586	PXL.ENX#PN3JH	France CAC 40 Put DEC20 4800.00
1587	PXL.ENX#PTT42	France CAC 40 Put DEC20 4850.00
1588	PXL.ENX#PDTQP	France CAC 40 Put DEC20 4900.00
1589	PXL.ENX#PHLZM	France CAC 40 Put DEC20 4950.00
1590	PXL.ENX#PFKR7	France CAC 40 Put DEC20 5000.00
1591	PXL.ENX#PDZC3	France CAC 40 Put DEC20 5050.00
1592	PXL.ENX#PCY3T	France CAC 40 Put DEC20 5100.00
1593	PXL.ENX#PQCTH	France CAC 40 Put DEC20 5150.00
1594	PXL.ENX#PX66G	France CAC 40 Put DEC20 5200.00
1595	PXL.ENX#P8YJW	France CAC 40 Put DEC20 5250.00
1596	PXL.ENX#PCX9K	France CAC 40 Put DEC20 5300.00
1597	PXL.ENX#PTTKT	France CAC 40 Put DEC20 5350.00
1598	PXL.ENX#PF1YN	France CAC 40 Put DEC20 5400.00
1599	PXL.ENX#PK84L	France CAC 40 Put DEC20 5450.00
1600	PXL.ENX#PJMFY	France CAC 40 Put DEC20 5500.00
1601	PXL.ENX#PYGWL	France CAC 40 Put DEC20 5550.00
1602	PXL.ENX#PXVHW	France CAC 40 Put DEC20 5600.00
1603	PXL.ENX#P35CS	France CAC 40 Put DEC20 5650.00
1604	PXL.ENX#P57VM	France CAC 40 Put DEC20 5700.00
1605	PXL.ENX#PS1NJ	France CAC 40 Put DEC20 5750.00
1606	PXL.ENX#PGRW3	France CAC 40 Put DEC20 5800.00
1607	PXL.ENX#PYM7L	France CAC 40 Put DEC20 5850.00
1608	PXL.ENX#PJ901	France CAC 40 Put DEC20 5900.00
1609	PXL.ENX#P94L1	France CAC 40 Put DEC20 5950.00
1610	PXL.ENX#P9BRY	France CAC 40 Put DEC20 6000.00
1611	PXL.ENX#CYK9Q	France CAC 40 Call MAR21 4000.00
1612	PXL.ENX#CNV2X	France CAC 40 Call MAR21 4200.00
1613	PXL.ENX#C67R1	France CAC 40 Call MAR21 4300.00
1614	PXL.ENX#CS9VW	France CAC 40 Call MAR21 4400.00
1615	PXL.ENX#C9J6V	France CAC 40 Call MAR21 4600.00
1616	PXL.ENX#C4N3F	France CAC 40 Call MAR21 4800.00
1617	PXL.ENX#CB4NR	France CAC 40 Call MAR21 4900.00
1618	PXL.ENX#CM54G	France CAC 40 Call MAR21 5000.00
1619	PXL.ENX#C6NBP	France CAC 40 Call MAR21 5100.00
1620	PXL.ENX#CGYH6	France CAC 40 Call MAR21 5200.00
1621	PXL.ENX#CBMG3	France CAC 40 Call MAR21 5300.00
1622	PXL.ENX#CQS2G	France CAC 40 Call MAR21 5400.00
1623	PXL.ENX#C5YTT	France CAC 40 Call MAR21 5500.00
1624	PXL.ENX#CXQBR	France CAC 40 Call MAR21 5600.00
1625	PXL.ENX#CHGPV	France CAC 40 Call MAR21 5800.00
1626	PXL.ENX#CLG8J	France CAC 40 Call MAR21 6000.00
1627	PXL.ENX#PVM28	France CAC 40 Put MAR21 4000.00
1628	PXL.ENX#PL8L3	France CAC 40 Put MAR21 4200.00
1629	PXL.ENX#PB9RY	France CAC 40 Put MAR21 4300.00
1630	PXL.ENX#PYVRP	France CAC 40 Put MAR21 4400.00
1631	PXL.ENX#PXCCF	France CAC 40 Put MAR21 4600.00
1632	PXL.ENX#P6TY7	France CAC 40 Put MAR21 4800.00
1633	PXL.ENX#P048V	France CAC 40 Put MAR21 4900.00
1634	PXL.ENX#PZ3VH	France CAC 40 Put MAR21 5000.00
1635	PXL.ENX#PPB70	France CAC 40 Put MAR21 5100.00
1636	PXL.ENX#PFLM9	France CAC 40 Put MAR21 5200.00
1637	PXL.ENX#PG4W5	France CAC 40 Put MAR21 5300.00
1638	PXL.ENX#PXLDY	France CAC 40 Put MAR21 5400.00
1639	PXL.ENX#PVQW6	France CAC 40 Put MAR21 5500.00
1640	PXL.ENX#PXQ37	France CAC 40 Put MAR21 5600.00
1641	PXL.ENX#P85YK	France CAC 40 Put MAR21 5800.00
1642	PXL.ENX#PQBSF	France CAC 40 Put MAR21 6000.00
1643	PXL.ENX#PNV20	France CAC 40 Put JUN21 4000.00
1644	PXL.ENX#P3RM5	France CAC 40 Put JUN21 4200.00
1645	PXL.ENX#PBFQ3	France CAC 40 Put JUN21 4400.00
1646	PXL.ENX#PDHHM	France CAC 40 Put JUN21 4500.00
1647	PXL.ENX#PK5PB	France CAC 40 Put JUN21 4600.00
1648	PXL.ENX#PQM61	France CAC 40 Put JUN21 4700.00
1649	PXL.ENX#PHT6P	France CAC 40 Put JUN21 4750.00
1650	PXL.ENX#P3XYW	France CAC 40 Put JUN21 4800.00
1651	PXL.ENX#PNPZ3	France CAC 40 Put JUN21 4850.00
1652	PXL.ENX#P1FNW	France CAC 40 Put JUN21 4900.00
1653	PXL.ENX#P6DWG	France CAC 40 Put JUN21 4950.00
1654	PXL.ENX#PZ2HD	France CAC 40 Put JUN21 5000.00
1655	PXL.ENX#PC046	France CAC 40 Put JUN21 5050.00
1656	PXL.ENX#PNCJM	France CAC 40 Put JUN21 5100.00
1657	PXL.ENX#PYP4G	France CAC 40 Put JUN21 5150.00
1658	PXL.ENX#PY2XN	France CAC 40 Put JUN21 5200.00
1659	PXL.ENX#PMYY6	France CAC 40 Put JUN21 5250.00
1660	PXL.ENX#P04G5	France CAC 40 Put JUN21 5300.00
1661	PXL.ENX#P8SS7	France CAC 40 Put JUN21 5350.00
1662	PXL.ENX#PJ3V2	France CAC 40 Put JUN21 5400.00
1663	PXL.ENX#P2GZG	France CAC 40 Put JUN21 5450.00
1664	PXL.ENX#P1377	France CAC 40 Put JUN21 5500.00
1665	PXL.ENX#P58PF	France CAC 40 Put JUN21 5550.00
1666	PXL.ENX#PP5Z9	France CAC 40 Put JUN21 5600.00
1667	PXL.ENX#PNL5L	France CAC 40 Put JUN21 6000.00
1668	PXL.ENX#C8NCP	France CAC 40 Call SEP21 5400.00
1669	PXL.ENX#C8VSG	France CAC 40 Call SEP21 5450.00
1670	PXL.ENX#CTCQQ	France CAC 40 Call SEP21 5500.00
1671	PXL.ENX#CQ29W	France CAC 40 Call SEP21 5550.00
1672	PXL.ENX#C52L5	France CAC 40 Call SEP21 5600.00
1673	PXL.ENX#CLRP5	France CAC 40 Call SEP21 5650.00
1674	PXL.ENX#CMPGH	France CAC 40 Call SEP21 5700.00
1675	PXL.ENX#CTL8S	France CAC 40 Call SEP21 5750.00
1676	PXL.ENX#CNWWM	France CAC 40 Call SEP21 5800.00
1677	PXL.ENX#CDLCJ	France CAC 40 Call SEP21 5850.00
1678	PXL.ENX#CK1ML	France CAC 40 Call SEP21 5900.00
1679	PXL.ENX#CBH56	France CAC 40 Call SEP21 5950.00
1680	PXL.ENX#CC6YB	France CAC 40 Call SEP21 6000.00
1681	PXL.ENX#PYD7N	France CAC 40 Put SEP21 4500.00
1682	PXL.ENX#P62FD	France CAC 40 Put SEP21 5000.00
1683	PXL.ENX#P53Q8	France CAC 40 Put SEP21 5050.00
1684	PXL.ENX#P3HNS	France CAC 40 Put SEP21 5100.00
1685	PXL.ENX#P93NY	France CAC 40 Put SEP21 5150.00
1686	PXL.ENX#P1VFW	France CAC 40 Put SEP21 5200.00
1687	PXL.ENX#PW4TC	France CAC 40 Put SEP21 5250.00
1688	PXL.ENX#P6M1M	France CAC 40 Put SEP21 5300.00
1689	PXL.ENX#PVQWW	France CAC 40 Put SEP21 5350.00
1690	PXL.ENX#PZRYS	France CAC 40 Put SEP21 5400.00
1691	PXL.ENX#PQMBH	France CAC 40 Put SEP21 5450.00
1692	PXL.ENX#P0VVH	France CAC 40 Put SEP21 5500.00
1693	PXL.ENX#PRX3J	France CAC 40 Put SEP21 5550.00
1694	PXL.ENX#P8758	France CAC 40 Put SEP21 5600.00
1695	PXL.ENX#P6GG0	France CAC 40 Put SEP21 5650.00
1696	PXL.ENX#P5CQ8	France CAC 40 Put SEP21 5700.00
1697	PXL.ENX#PT9FF	France CAC 40 Put SEP21 5750.00
1698	PXL.ENX#PNG0B	France CAC 40 Put SEP21 5800.00
1699	PXL.ENX#PCJ32	France CAC 40 Put SEP21 5850.00
1700	PXL.ENX#PKZK5	France CAC 40 Put SEP21 5900.00
1701	PXL.ENX#P0MQD	France CAC 40 Put SEP21 5950.00
1702	PXL.ENX#PJL44	France CAC 40 Put SEP21 6000.00
1703	PXL.ENX#CY8GM	France CAC 40 Call DEC21 5550.00
1704	PXL.ENX#C44P2	France CAC 40 Call DEC21 5600.00
1705	PXL.ENX#C9RSQ	France CAC 40 Call DEC21 5650.00
1706	PXL.ENX#C4LB0	France CAC 40 Call DEC21 5700.00
1707	PXL.ENX#CGFZ8	France CAC 40 Call DEC21 5750.00
1708	PXL.ENX#C211Q	France CAC 40 Call DEC21 5800.00
1709	PXL.ENX#C25GT	France CAC 40 Call DEC21 5850.00
1710	PXL.ENX#CN4QG	France CAC 40 Call DEC21 5900.00
1711	PXL.ENX#CLQ7L	France CAC 40 Call DEC21 5950.00

Número	Ticker FacSet	Opción
446	DAX.XEX#C27QP	Germany DAX (TR) Call MAR20 11200.00
447	DAX.XEX#C5QBP	Germany DAX (TR) Call MAR20 11300.00
448	DAX.XEX#C6TR5	Germany DAX (TR) Call MAR20 11400.00
449	DAX.XEX#CWH72	Germany DAX (TR) Call MAR20 11500.00
450	DAX.XEX#C3D7W	Germany DAX (TR) Call MAR20 11600.00
451	DAX.XEX#C6XBN	Germany DAX (TR) Call MAR20 11700.00
452	DAX.XEX#C2WYY	Germany DAX (TR) Call MAR20 11800.00
453	DAX.XEX#CJXLG	Germany DAX (TR) Call MAR20 11900.00
454	DAX.XEX#CNZHG	Germany DAX (TR) Call MAR20 12000.00
455	DAX.XEX#C7C37	Germany DAX (TR) Call MAR20 12100.00
456	DAX.XEX#CHDMJ	Germany DAX (TR) Call MAR20 12200.00
457	DAX.XEX#CZ1QM	Germany DAX (TR) Call MAR20 12300.00
458	DAX.XEX#C3VVQ	Germany DAX (TR) Call MAR20 12400.00
459	DAX.XEX#CW57Y	Germany DAX (TR) Call MAR20 12500.00
460	DAX.XEX#C173D	Germany DAX (TR) Call MAR20 12600.00
461	DAX.XEX#CT9H2	Germany DAX (TR) Call MAR20 12700.00
462	DAX.XEX#CDMNH	Germany DAX (TR) Call MAR20 12800.00
463	DAX.XEX#CX310	Germany DAX (TR) Call MAR20 12900.00
464	DAX.XEX#CPJWQ	Germany DAX (TR) Call MAR20 13000.00
465	DAX.XEX#CJM25	Germany DAX (TR) Call MAR20 13500.00
466	DAX.XEX#CCLSM	Germany DAX (TR) Call MAR20 14000.00
467	DAX.XEX#PFFWS	Germany DAX (TR) Put MAR20 6000.00
468	DAX.XEX#P805N	Germany DAX (TR) Put MAR20 7000.00
469	DAX.XEX#PLT0B	Germany DAX (TR) Put MAR20 8000.00
470	DAX.XEX#PBBCL	Germany DAX (TR) Put MAR20 9000.00
471	DAX.XEX#P2QF7	Germany DAX (TR) Put MAR20 9500.00
472	DAX.XEX#PZQYQ	Germany DAX (TR) Put MAR20 10000.00
473	DAX.XEX#PFTG4	Germany DAX (TR) Put MAR20 10400.00
474	DAX.XEX#PR1V5	Germany DAX (TR) Put MAR20 10500.00
475	DAX.XEX#P9MT0	Germany DAX (TR) Put MAR20 10600.00
476	DAX.XEX#PZ906	Germany DAX (TR) Put MAR20 10700.00
477	DAX.XEX#PY51B	Germany DAX (TR) Put MAR20 10800.00
478	DAX.XEX#P3SRB	Germany DAX (TR) Put MAR20 10900.00
479	DAX.XEX#PVXM4	Germany DAX (TR) Put MAR20 11000.00
480	DAX.XEX#P7B2W	Germany DAX (TR) Put MAR20 11100.00
481	DAX.XEX#P5ZFY	Germany DAX (TR) Put MAR20 11200.00
482	DAX.XEX#P3GB9	Germany DAX (TR) Put MAR20 11300.00
483	DAX.XEX#PDLJS	Germany DAX (TR) Put MAR20 11400.00
484	DAX.XEX#P7XGR	Germany DAX (TR) Put MAR20 11500.00
485	DAX.XEX#P5Z76	Germany DAX (TR) Put MAR20 11600.00
486	DAX.XEX#PPPHH	Germany DAX (TR) Put MAR20 11700.00
487	DAX.XEX#PJZD4	Germany DAX (TR) Put MAR20 11800.00
488	DAX.XEX#PMT8Z	Germany DAX (TR) Put MAR20 11900.00
489	DAX.XEX#PQSTK	Germany DAX (TR) Put MAR20 12000.00
490	DAX.XEX#PYHGD	Germany DAX (TR) Put MAR20 12100.00
491	DAX.XEX#PZ1D4	Germany DAX (TR) Put MAR20 12200.00
492	DAX.XEX#PMZNV	Germany DAX (TR) Put MAR20 12300.00
493	DAX.XEX#P52TY	Germany DAX (TR) Put MAR20 12400.00
494	DAX.XEX#PTV2Z	Germany DAX (TR) Put MAR20 12500.00
495	DAX.XEX#PSG8C	Germany DAX (TR) Put MAR20 12600.00
496	DAX.XEX#PW67Z	Germany DAX (TR) Put MAR20 12700.00
497	DAX.XEX#PBYDB	Germany DAX (TR) Put MAR20 12800.00
498	DAX.XEX#P951R	Germany DAX (TR) Put MAR20 12900.00
499	DAX.XEX#PMKGQ	Germany DAX (TR) Put MAR20 13000.00
500	DAX.XEX#P8772	Germany DAX (TR) Put MAR20 13500.00
501	DAX.XEX#P8V90	Germany DAX (TR) Put MAR20 14000.00
502	DAX.XEX#C9585	Germany DAX (TR) Call JUN20 6000.00
503	DAX.XEX#CLF02	Germany DAX (TR) Call JUN20 7200.00
504	DAX.XEX#CHTJC	Germany DAX (TR) Call JUN20 7400.00
505	DAX.XEX#C6K45	Germany DAX (TR) Call JUN20 8000.00
506	DAX.XEX#CWR3C	Germany DAX (TR) Call JUN20 9000.00
507	DAX.XEX#CPGSL	Germany DAX (TR) Call JUN20 10000.00
508	DAX.XEX#C9LY0	Germany DAX (TR) Call JUN20 10500.00
509	DAX.XEX#CKXT6	Germany DAX (TR) Call JUN20 11000.00
510	DAX.XEX#CYMN5	Germany DAX (TR) Call JUN20 11500.00
511	DAX.XEX#CNVH3	Germany DAX (TR) Call JUN20 12000.00
512	DAX.XEX#C5N7D	Germany DAX (TR) Call JUN20 12100.00
513	DAX.XEX#C9RD6	Germany DAX (TR) Call JUN20 12200.00
514	DAX.XEX#C7J6C	Germany DAX (TR) Call JUN20 12300.00
515	DAX.XEX#C0Y5S	Germany DAX (TR) Call JUN20 12400.00
516	DAX.XEX#CQ5W6	Germany DAX (TR) Call JUN20 12500.00
517	DAX.XEX#CZS3D	Germany DAX (TR) Call JUN20 12600.00
518	DAX.XEX#CS4QS	Germany DAX (TR) Call JUN20 12700.00
519	DAX.XEX#C18C3	Germany DAX (TR) Call JUN20 12800.00
520	DAX.XEX#C4VKJ	Germany DAX (TR) Call JUN20 12900.00
521	DAX.XEX#CBRRV	Germany DAX (TR) Call JUN20 13000.00
522	DAX.XEX#CP8CL	Germany DAX (TR) Call JUN20 13100.00
523	DAX.XEX#CF8VR	Germany DAX (TR) Call JUN20 13200.00
524	DAX.XEX#CHSD8	Germany DAX (TR) Call JUN20 13300.00
525	DAX.XEX#C573M	Germany DAX (TR) Call JUN20 13400.00
526	DAX.XEX#CN0MM	Germany DAX (TR) Call JUN20 13500.00
527	DAX.XEX#C0KDH	Germany DAX (TR) Call JUN20 14000.00
528	DAX.XEX#PBSWZ	Germany DAX (TR) Put JUN20 7200.00
529	DAX.XEX#P9H94	Germany DAX (TR) Put JUN20 7400.00
530	DAX.XEX#PNBKD	Germany DAX (TR) Put JUN20 8000.00
531	DAX.XEX#PLP2R	Germany DAX (TR) Put JUN20 9000.00
532	DAX.XEX#PTXWZ	Germany DAX (TR) Put JUN20 10000.00
533	DAX.XEX#P8PD0	Germany DAX (TR) Put JUN20 10500.00
534	DAX.XEX#P1QD4	Germany DAX (TR) Put JUN20 11000.00
535	DAX.XEX#PC6P2	Germany DAX (TR) Put JUN20 11500.00
536	DAX.XEX#P1HGC	Germany DAX (TR) Put JUN20 12000.00
537	DAX.XEX#P9MF0	Germany DAX (TR) Put JUN20 12100.00
538	DAX.XEX#PZJBZ	Germany DAX (TR) Put JUN20 12200.00
539	DAX.XEX#PS9KQ	Germany DAX (TR) Put JUN20 12300.00
540	DAX.XEX#PZ019	Germany DAX (TR) Put JUN20 12400.00
541	DAX.XEX#P5VXZ	Germany DAX (TR) Put JUN20 12500.00
542	DAX.XEX#PLXBP	Germany DAX (TR) Put JUN20 12600.00
543	DAX.XEX#PF9MC	Germany DAX (TR) Put JUN20 12700.00
544	DAX.XEX#P22VZ	Germany DAX (TR) Put JUN20 12800.00
545	DAX.XEX#P4YDP	Germany DAX (TR) Put JUN20 12900.00
546	DAX.XEX#P7D82	Germany DAX (TR) Put JUN20 13000.00
547	DAX.XEX#P86YD	Germany DAX (TR) Put JUN20 13100.00
548	DAX.XEX#P48P1	Germany DAX (TR) Put JUN20 13200.00
549	DAX.XEX#PKS7R	Germany DAX (TR) Put JUN20 13300.00
550	DAX.XEX#P4M17	Germany DAX (TR) Put JUN20 13400.00
551	DAX.XEX#PDHSL	Germany DAX (TR) Put JUN20 13500.00
552	DAX.XEX#PB4BX	Germany DAX (TR) Put JUN20 14000.00
553	DAX.XEX#CH0G1	Germany DAX (TR) Call SEP20 7000.00
554	DAX.XEX#CFCTN	Germany DAX (TR) Call SEP20 8000.00
555	DAX.XEX#CFBHL	Germany DAX (TR) Call SEP20 8200.00
556	DAX.XEX#C6B8C	Germany DAX (TR) Call SEP20 8400.00
557	DAX.XEX#CJMF2	Germany DAX (TR) Call SEP20 8500.00
558	DAX.XEX#C4RK4	Germany DAX (TR) Call SEP20 8600.00
559	DAX.XEX#CHVS3	Germany DAX (TR) Call SEP20 8800.00
560	DAX.XEX#CW9TR	Germany DAX (TR) Call SEP20 9000.00
561	DAX.XEX#C1088	Germany DAX (TR) Call SEP20 9100.00
562	DAX.XEX#C5YG5	Germany DAX (TR) Call SEP20 9200.00
563	DAX.XEX#C9BML	Germany DAX (TR) Call SEP20 9300.00
564	DAX.XEX#C31MW	Germany DAX (TR) Call SEP20 9400.00
565	DAX.XEX#CWCGF	Germany DAX (TR) Call SEP20 9500.00
566	DAX.XEX#C6PCS	Germany DAX (TR) Call SEP20 9600.00
567	DAX.XEX#CNGW6	Germany DAX (TR) Call SEP20 9700.00
568	DAX.XEX#C2M86	Germany DAX (TR) Call SEP20 9800.00
569	DAX.XEX#C422W	Germany DAX (TR) Call SEP20 9900.00
570	DAX.XEX#CBH5X	Germany DAX (TR) Call SEP20 10000.00
571	DAX.XEX#CX6P9	Germany DAX (TR) Call SEP20 10100.00
572	DAX.XEX#CQ9W2	Germany DAX (TR) Call SEP20 10200.00
573	DAX.XEX#C6CP5	Germany DAX (TR) Call SEP20 10300.00
574	DAX.XEX#CRX84	Germany DAX (TR) Call SEP20 10400.00
575	DAX.XEX#C637K	Germany DAX (TR) Call SEP20 10500.00
576	DAX.XEX#CWV3C	Germany DAX (TR) Call SEP20 10600.00
577	DAX.XEX#CHJ4Q	Germany DAX (TR) Call SEP20 10700.00
578	DAX.XEX#C7XJK	Germany DAX (TR) Call SEP20 10800.00
579	DAX.XEX#CC5TZ	Germany DAX (TR) Call SEP20 10900.00
580	DAX.XEX#CMXT1	Germany DAX (TR) Call SEP20 11000.00
581	DAX.XEX#CS7M3	Germany DAX (TR) Call SEP20 11100.00
582	DAX.XEX#CY0GK	Germany DAX (TR) Call SEP20 11200.00
583	DAX.XEX#C1XXM	Germany DAX (TR) Call SEP20 11300.00
584	DAX.XEX#C514X	Germany DAX (TR) Call SEP20 11400.00
585	DAX.XEX#CR08V	Germany DAX (TR) Call SEP20 11500.00
586	DAX.XEX#C262Z	Germany DAX (TR) Call SEP20 11600.00
587	DAX.XEX#CB8BT	Germany DAX (TR) Call SEP20 11700.00
588	DAX.XEX#CZFHB	Germany DAX (TR) Call SEP20 11800.00
589	DAX.XEX#C4TRG	Germany DAX (TR) Call SEP20 11900.00
590	DAX.XEX#CYZVQ	Germany DAX (TR) Call SEP20 12000.00
591	DAX.XEX#CZP46	Germany DAX (TR) Call SEP20 12100.00
592	DAX.XEX#CCZJY	Germany DAX (TR) Call SEP20 12200.00
593	DAX.XEX#C1V04	Germany DAX (TR) Call SEP20 12300.00
594	DAX.XEX#CYGZB	Germany DAX (TR) Call SEP20 12400.00
595	DAX.XEX#CD73H	Germany DAX (TR) Call SEP20 12500.00
596	DAX.XEX#CTF0P	Germany DAX (TR) Call SEP20 12600.00

Número	Ticker FacSet	Opción
1079	DAX.XEX#PTWFB	Germany DAX (TR) Put DEC21 10500.00
1080	DAX.XEX#PV2MV	Germany DAX (TR) Put DEC21 11000.00
1081	DAX.XEX#PRXFJ	Germany DAX (TR) Put DEC21 11100.00
1082	DAX.XEX#PYDXK	Germany DAX (TR) Put DEC21 11200.00
1083	DAX.XEX#PDFG2	Germany DAX (TR) Put DEC21 11300.00
1084	DAX.XEX#P10Z8	Germany DAX (TR) Put DEC21 11400.00
1085	DAX.XEX#PSQK9	Germany DAX (TR) Put DEC21 11500.00
1086	DAX.XEX#P20W6	Germany DAX (TR) Put DEC21 11600.00
1087	DAX.XEX#PWJW2	Germany DAX (TR) Put DEC21 11700.00
1088	DAX.XEX#P4QPC	Germany DAX (TR) Put DEC21 11800.00
1089	DAX.XEX#PGT7K	Germany DAX (TR) Put DEC21 11900.00
1090	DAX.XEX#PXFZV	Germany DAX (TR) Put DEC21 12000.00
1091	DAX.XEX#P4H7W	Germany DAX (TR) Put DEC21 12100.00
1092	DAX.XEX#PJ2C4	Germany DAX (TR) Put DEC21 12200.00
1093	DAX.XEX#P8317	Germany DAX (TR) Put DEC21 12300.00
1094	DAX.XEX#P952R	Germany DAX (TR) Put DEC21 12400.00
1095	DAX.XEX#PWC7H	Germany DAX (TR) Put DEC21 12500.00
1096	DAX.XEX#PBKZF	Germany DAX (TR) Put DEC21 12600.00
1097	DAX.XEX#PFBMT	Germany DAX (TR) Put DEC21 12700.00
1098	DAX.XEX#PMPVG	Germany DAX (TR) Put DEC21 12800.00
1099	DAX.XEX#P4PCV	Germany DAX (TR) Put DEC21 12900.00
1100	DAX.XEX#PBFZF	Germany DAX (TR) Put DEC21 13000.00
1101	DAX.XEX#PXX9K	Germany DAX (TR) Put DEC21 13100.00
1102	DAX.XEX#P6LVJ	Germany DAX (TR) Put DEC21 13200.00
1103	DAX.XEX#PFWJJ	Germany DAX (TR) Put DEC21 13300.00
1104	DAX.XEX#PH7MJ	Germany DAX (TR) Put DEC21 13400.00
1105	DAX.XEX#P6W5N	Germany DAX (TR) Put DEC21 13500.00
1106	DAX.XEX#P4NDX	Germany DAX (TR) Put DEC21 13600.00
1107	DAX.XEX#PVY9H	Germany DAX (TR) Put DEC21 13700.00
1108	DAX.XEX#PRYM7	Germany DAX (TR) Put DEC21 13800.00
1109	DAX.XEX#PP1VZ	Germany DAX (TR) Put DEC21 13900.00
1110	DAX.XEX#P5HSS	Germany DAX (TR) Put DEC21 14000.00
1111	DAX.XEX#PZXCY	Germany DAX (TR) Put DEC21 14100.00
1112	DAX.XEX#PVN5F	Germany DAX (TR) Put DEC21 14200.00
1113	DAX.XEX#PFJY2	Germany DAX (TR) Put DEC21 14300.00
1114	DAX.XEX#PQQ4K	Germany DAX (TR) Put DEC21 14400.00
1115	DAX.XEX#PNDCL	Germany DAX (TR) Put DEC21 14500.00
1116	DAX.XEX#PYDJV	Germany DAX (TR) Put DEC21 14600.00
1117	DAX.XEX#PBS45	Germany DAX (TR) Put DEC21 14700.00
1118	DAX.XEX#PPX84	Germany DAX (TR) Put DEC21 14800.00
1119	DAX.XEX#PFT4P	Germany DAX (TR) Put DEC21 14900.00
1120	DAX.XEX#PBVD9	Germany DAX (TR) Put DEC21 15000.00
1121	DAX.XEX#PM7RM	Germany DAX (TR) Put DEC21 15100.00
1122	DAX.XEX#PTZ76	Germany DAX (TR) Put DEC21 15200.00
1123	DAX.XEX#P8JSN	Germany DAX (TR) Put DEC21 15300.00
1124	DAX.XEX#PNZYM	Germany DAX (TR) Put DEC21 15400.00
1125	DAX.XEX#PVP8G	Germany DAX (TR) Put DEC21 15500.00
1126	DAX.XEX#PRHLN	Germany DAX (TR) Put DEC21 15600.00
1127	DAX.XEX#PQG94	Germany DAX (TR) Put DEC21 15700.00
1128	DAX.XEX#PFTPW	Germany DAX (TR) Put DEC21 15800.00
1129	DAX.XEX#P4X63	Germany DAX (TR) Put DEC21 16000.00
1130	DAX.XEX#CS257	Germany DAX (TR) Call MAR22 10000.00
1131	DAX.XEX#C8NBY	Germany DAX (TR) Call MAR22 11000.00
1132	DAX.XEX#CGM97	Germany DAX (TR) Call MAR22 12000.00
1133	DAX.XEX#CS77J	Germany DAX (TR) Call MAR22 13000.00
1134	DAX.XEX#C6W4T	Germany DAX (TR) Call MAR22 14000.00
1135	DAX.XEX#CC2LD	Germany DAX (TR) Call MAR22 14500.00
1136	DAX.XEX#CWRVX	Germany DAX (TR) Call MAR22 15000.00
1137	DAX.XEX#CCD10	Germany DAX (TR) Call MAR22 15100.00
1138	DAX.XEX#CD98W	Germany DAX (TR) Call MAR22 15200.00
1139	DAX.XEX#CJFY5	Germany DAX (TR) Call MAR22 15300.00
1140	DAX.XEX#CJFDV	Germany DAX (TR) Call MAR22 15400.00
1141	DAX.XEX#CTK7J	Germany DAX (TR) Call MAR22 15500.00
1142	DAX.XEX#CXNK2	Germany DAX (TR) Call MAR22 15600.00
1143	DAX.XEX#C50WB	Germany DAX (TR) Call MAR22 15700.00
1144	DAX.XEX#CY202	Germany DAX (TR) Call MAR22 15800.00
1145	DAX.XEX#CDS1X	Germany DAX (TR) Call MAR22 15900.00
1146	DAX.XEX#CPYNQ	Germany DAX (TR) Call MAR22 16000.00
1147	DAX.XEX#CD5QM	Germany DAX (TR) Call MAR22 16100.00
1148	DAX.XEX#C6DGP	Germany DAX (TR) Call MAR22 16200.00
1149	DAX.XEX#C9RDG	Germany DAX (TR) Call MAR22 16300.00
1150	DAX.XEX#CFFX9	Germany DAX (TR) Call MAR22 16400.00
1151	DAX.XEX#C7LWJ	Germany DAX (TR) Call MAR22 16500.00
1152	DAX.XEX#CXS2B	Germany DAX (TR) Call MAR22 17000.00
1153	DAX.XEX#P7J0R	Germany DAX (TR) Put MAR22 10000.00
1154	DAX.XEX#PH2X7	Germany DAX (TR) Put MAR22 11000.00
1155	DAX.XEX#P0Y4M	Germany DAX (TR) Put MAR22 12000.00
1156	DAX.XEX#PQ9H6	Germany DAX (TR) Put MAR22 13000.00
1157	DAX.XEX#P9DPN	Germany DAX (TR) Put MAR22 14000.00
1158	DAX.XEX#PNYTL	Germany DAX (TR) Put MAR22 14500.00
1159	DAX.XEX#PDX3N	Germany DAX (TR) Put MAR22 15000.00
1160	DAX.XEX#PM790	Germany DAX (TR) Put MAR22 15100.00
1161	DAX.XEX#PXCCQ	Germany DAX (TR) Put MAR22 15200.00
1162	DAX.XEX#P0FT8	Germany DAX (TR) Put MAR22 15300.00
1163	DAX.XEX#PJH22	Germany DAX (TR) Put MAR22 15400.00
1164	DAX.XEX#PZYNW	Germany DAX (TR) Put MAR22 15500.00
1165	DAX.XEX#PYY99	Germany DAX (TR) Put MAR22 15600.00
1166	DAX.XEX#P5F6W	Germany DAX (TR) Put MAR22 15700.00
1167	DAX.XEX#PZSG0	Germany DAX (TR) Put MAR22 15800.00
1168	DAX.XEX#P82BX	Germany DAX (TR) Put MAR22 15900.00
1169	DAX.XEX#PSL37	Germany DAX (TR) Put MAR22 16000.00
1170	DAX.XEX#PWF3Z	Germany DAX (TR) Put MAR22 16100.00
1171	DAX.XEX#P2TL1	Germany DAX (TR) Put MAR22 16200.00
1172	DAX.XEX#PXGRV	Germany DAX (TR) Put MAR22 16300.00
1173	DAX.XEX#P6JQJ	Germany DAX (TR) Put MAR22 16400.00
1174	DAX.XEX#PBFFX	Germany DAX (TR) Put MAR22 16500.00
1175	DAX.XEX#P3QGB	Germany DAX (TR) Put MAR22 17000.00
1176	DAX.XEX#C2365	Germany DAX (TR) Call JUN22 8000.00
1177	DAX.XEX#CG7PY	Germany DAX (TR) Call JUN22 9000.00
1178	DAX.XEX#CR564	Germany DAX (TR) Call JUN22 10000.00
1179	DAX.XEX#CB3GF	Germany DAX (TR) Call JUN22 11000.00
1180	DAX.XEX#C7GXY	Germany DAX (TR) Call JUN22 12000.00
1181	DAX.XEX#CSZG6	Germany DAX (TR) Call JUN22 12500.00
1182	DAX.XEX#CF396	Germany DAX (TR) Call JUN22 13000.00
1183	DAX.XEX#C85RT	Germany DAX (TR) Call JUN22 13500.00
1184	DAX.XEX#CMDFL	Germany DAX (TR) Call JUN22 14000.00
1185	DAX.XEX#C18SG	Germany DAX (TR) Call JUN22 14100.00
1186	DAX.XEX#CD9J7	Germany DAX (TR) Call JUN22 14200.00
1187	DAX.XEX#CKK0T	Germany DAX (TR) Call JUN22 14300.00
1188	DAX.XEX#CD8QS	Germany DAX (TR) Call JUN22 14400.00
1189	DAX.XEX#CPH1N	Germany DAX (TR) Call JUN22 14500.00
1190	DAX.XEX#CB8SR	Germany DAX (TR) Call JUN22 14600.00
1191	DAX.XEX#C90VH	Germany DAX (TR) Call JUN22 14700.00
1192	DAX.XEX#C2614	Germany DAX (TR) Call JUN22 14800.00
1193	DAX.XEX#CBLKX	Germany DAX (TR) Call JUN22 14900.00
1194	DAX.XEX#C6DCC	Germany DAX (TR) Call JUN22 15000.00
1195	DAX.XEX#CF5VM	Germany DAX (TR) Call JUN22 15100.00
1196	DAX.XEX#CVC91	Germany DAX (TR) Call JUN22 15200.00
1197	DAX.XEX#CJSPX	Germany DAX (TR) Call JUN22 15300.00
1198	DAX.XEX#CRFH5	Germany DAX (TR) Call JUN22 15400.00
1199	DAX.XEX#CD4NQ	Germany DAX (TR) Call JUN22 15500.00
1200	DAX.XEX#CSG1Y	Germany DAX (TR) Call JUN22 15600.00
1201	DAX.XEX#CSWCQ	Germany DAX (TR) Call JUN22 15700.00
1202	DAX.XEX#CXK44	Germany DAX (TR) Call JUN22 15800.00
1203	DAX.XEX#C5ZDV	Germany DAX (TR) Call JUN22 15900.00
1204	DAX.XEX#CT89W	Germany DAX (TR) Call JUN22 16000.00
1205	DAX.XEX#C32Z1	Germany DAX (TR) Call JUN22 16100.00
1206	DAX.XEX#CZSWW	Germany DAX (TR) Call JUN22 16200.00
1207	DAX.XEX#C6736	Germany DAX (TR) Call JUN22 16300.00
1208	DAX.XEX#CY6X9	Germany DAX (TR) Call JUN22 16400.00
1209	DAX.XEX#CPTC4	Germany DAX (TR) Call JUN22 16500.00
1210	DAX.XEX#CZ38J	Germany DAX (TR) Call JUN22 17000.00
1211	DAX.XEX#PG2VP	Germany DAX (TR) Put JUN22 8000.00
1212	DAX.XEX#P2PZB	Germany DAX (TR) Put JUN22 9000.00
1213	DAX.XEX#PQY2C	Germany DAX (TR) Put JUN22 10000.00
1214	DAX.XEX#PSYVH	Germany DAX (TR) Put JUN22 11000.00
1215	DAX.XEX#PH2MQ	Germany DAX (TR) Put JUN22 12000.00
1216	DAX.XEX#PLXBN	Germany DAX (TR) Put JUN22 12500.00
1217	DAX.XEX#P72XY	Germany DAX (TR) Put JUN22 13000.00
1218	DAX.XEX#PMQS3	Germany DAX (TR) Put JUN22 13500.00
1219	DAX.XEX#P78Q4	Germany DAX (TR) Put JUN22 14000.00
1220	DAX.XEX#PZRKW	Germany DAX (TR) Put JUN22 14100.00
1221	DAX.XEX#PLZ3S	Germany DAX (TR) Put JUN22 14200.00
1222	DAX.XEX#PYHG3	Germany DAX (TR) Put JUN22 14300.00
1223	DAX.XEX#P178C	Germany DAX (TR) Put JUN22 14400.00
1224	DAX.XEX#P7T1H	Germany DAX (TR) Put JUN22 14500.00
1225	DAX.XEX#PN2SZ	Germany DAX (TR) Put JUN22 14600.00
1226	DAX.XEX#PCKY9	Germany DAX (TR) Put JUN22 14700.00
1227	DAX.XEX#P84N0	Germany DAX (TR) Put JUN22 14800.00
1228	DAX.XEX#P6RGF	Germany DAX (TR) Put JUN22 14900.00
1229	DAX.XEX#PK7JS	Germany DAX (TR) Put JUN22 15000.00

Número	Ticker FacSet	Opción
1712	PXL.ENX#C9NVG	France CAC 40 Call DEC21 6000.00
1713	PXL.ENX#CY6G9	France CAC 40 Call DEC21 6050.00
1714	PXL.ENX#C4NTH	France CAC 40 Call DEC21 6100.00
1715	PXL.ENX#CNQVT	France CAC 40 Call DEC21 6150.00
1716	PXL.ENX#C05H8	France CAC 40 Call DEC21 6200.00
1717	PXL.ENX#CCK1H	France CAC 40 Call DEC21 6250.00
1718	PXL.ENX#C2SDJ	France CAC 40 Call DEC21 6300.00
1719	PXL.ENX#CC5KF	France CAC 40 Call DEC21 6350.00
1720	PXL.ENX#CYR5F	France CAC 40 Call DEC21 6400.00
1721	PXL.ENX#CHM6M	France CAC 40 Call DEC21 6450.00
1722	PXL.ENX#C4JMW	France CAC 40 Call DEC21 6500.00
1723	PXL.ENX#PFDR7	France CAC 40 Put DEC21 4000.00
1724	PXL.ENX#PW03K	France CAC 40 Put DEC21 4200.00
1725	PXL.ENX#PTGTY	France CAC 40 Put DEC21 4400.00
1726	PXL.ENX#PMGBG	France CAC 40 Put DEC21 4600.00
1727	PXL.ENX#PHCMN	France CAC 40 Put DEC21 4800.00
1728	PXL.ENX#P1YK5	France CAC 40 Put DEC21 4900.00
1729	PXL.ENX#PQMGP	France CAC 40 Put DEC21 5000.00
1730	PXL.ENX#P0VS7	France CAC 40 Put DEC21 5100.00
1731	PXL.ENX#P36T2	France CAC 40 Put DEC21 5200.00
1732	PXL.ENX#PHB50	France CAC 40 Put DEC21 5300.00
1733	PXL.ENX#P98H9	France CAC 40 Put DEC21 5400.00
1734	PXL.ENX#PC1B4	France CAC 40 Put DEC21 5500.00
1735	PXL.ENX#P7CTK	France CAC 40 Put DEC21 5550.00
1736	PXL.ENX#PSY0Q	France CAC 40 Put DEC21 5600.00
1737	PXL.ENX#PPHYJ	France CAC 40 Put DEC21 5650.00
1738	PXL.ENX#P8LS8	France CAC 40 Put DEC21 5700.00
1739	PXL.ENX#P2L1F	France CAC 40 Put DEC21 5750.00
1740	PXL.ENX#P6T60	France CAC 40 Put DEC21 5800.00
1741	PXL.ENX#P1K86	France CAC 40 Put DEC21 5850.00
1742	PXL.ENX#P67YZ	France CAC 40 Put DEC21 5900.00
1743	PXL.ENX#PT34C	France CAC 40 Put DEC21 5950.00
1744	PXL.ENX#PJ4CB	France CAC 40 Put DEC21 6000.00
1745	PXL.ENX#P92GV	France CAC 40 Put DEC21 6050.00
1746	PXL.ENX#PPGPT	France CAC 40 Put DEC21 6100.00
1747	PXL.ENX#P9ZLH	France CAC 40 Put DEC21 6150.00
1748	PXL.ENX#P74X5	France CAC 40 Put DEC21 6200.00
1749	PXL.ENX#PDVGN	France CAC 40 Put DEC21 6250.00
1750	PXL.ENX#P8YTP	France CAC 40 Put DEC21 6300.00
1751	PXL.ENX#P643G	France CAC 40 Put DEC21 6350.00
1752	PXL.ENX#PYSFB	France CAC 40 Put DEC21 6400.00
1753	PXL.ENX#P9QBJ	France CAC 40 Put DEC21 6450.00
1754	PXL.ENX#P9G03	France CAC 40 Put DEC21 6500.00
1755	PXL.ENX#CKC33	France CAC 40 Call MAR22 5800.00
1756	PXL.ENX#C2JH7	France CAC 40 Call MAR22 6000.00
1757	PXL.ENX#C4PBS	France CAC 40 Call MAR22 6100.00
1758	PXL.ENX#C57TN	France CAC 40 Call MAR22 6200.00
1759	PXL.ENX#C0SFM	France CAC 40 Call MAR22 6300.00
1760	PXL.ENX#CRYKV	France CAC 40 Call MAR22 6400.00
1761	PXL.ENX#CK6YG	France CAC 40 Call MAR22 6500.00
1762	PXL.ENX#C4J55	France CAC 40 Call MAR22 6600.00
1763	PXL.ENX#CBVJN	France CAC 40 Call MAR22 6700.00
1764	PXL.ENX#CB5GC	France CAC 40 Call MAR22 6800.00
1765	PXL.ENX#PG7Y9	France CAC 40 Put MAR22 5800.00
1766	PXL.ENX#PY2QB	France CAC 40 Put MAR22 6000.00
1767	PXL.ENX#PJ9G9	France CAC 40 Put MAR22 6100.00
1768	PXL.ENX#P1XP9	France CAC 40 Put MAR22 6200.00
1769	PXL.ENX#P1TWN	France CAC 40 Put MAR22 6300.00
1770	PXL.ENX#P0NBJ	France CAC 40 Put MAR22 6400.00
1771	PXL.ENX#PB7G9	France CAC 40 Put MAR22 6500.00
1772	PXL.ENX#P7TK5	France CAC 40 Put MAR22 6600.00
1773	PXL.ENX#P2KXM	France CAC 40 Put MAR22 6700.00
1774	PXL.ENX#PJGXT	France CAC 40 Put MAR22 6800.00
1775	PXL.ENX#C9KS4	France CAC 40 Call JUN22 6200.00
1776	PXL.ENX#CZSY5	France CAC 40 Call JUN22 6400.00
1777	PXL.ENX#CCC1F	France CAC 40 Call JUN22 6450.00
1778	PXL.ENX#CTDP4	France CAC 40 Call JUN22 6500.00
1779	PXL.ENX#CMBJP	France CAC 40 Call JUN22 6550.00
1780	PXL.ENX#CR00B	France CAC 40 Call JUN22 6600.00
1781	PXL.ENX#CQM5W	France CAC 40 Call JUN22 6650.00
1782	PXL.ENX#C4L0C	France CAC 40 Call JUN22 6700.00
1783	PXL.ENX#CQ7ZT	France CAC 40 Call JUN22 6750.00
1784	PXL.ENX#CK1S3	France CAC 40 Call JUN22 6800.00
1785	PXL.ENX#CTQZJ	France CAC 40 Call JUN22 6850.00
1786	PXL.ENX#CF3KL	France CAC 40 Call JUN22 6900.00
1787	PXL.ENX#C2Y2J	France CAC 40 Call JUN22 7000.00
1788	PXL.ENX#C4HNV	France CAC 40 Call JUN22 7200.00
1789	PXL.ENX#P25MD	France CAC 40 Put JUN22 5200.00
1790	PXL.ENX#P4T10	France CAC 40 Put JUN22 5600.00
1791	PXL.ENX#PT7D0	France CAC 40 Put JUN22 5800.00
1792	PXL.ENX#PSF7Y	France CAC 40 Put JUN22 6000.00
1793	PXL.ENX#PWN5P	France CAC 40 Put JUN22 6200.00
1794	PXL.ENX#P61L8	France CAC 40 Put JUN22 6400.00
1795	PXL.ENX#PSRK8	France CAC 40 Put JUN22 6450.00
1796	PXL.ENX#PJSK4	France CAC 40 Put JUN22 6500.00
1797	PXL.ENX#PN17Y	France CAC 40 Put JUN22 6550.00
1798	PXL.ENX#P8RLR	France CAC 40 Put JUN22 6600.00
1799	PXL.ENX#PZ8HB	France CAC 40 Put JUN22 6650.00
1800	PXL.ENX#PF7ZY	France CAC 40 Put JUN22 6700.00
1801	PXL.ENX#PZV09	France CAC 40 Put JUN22 6750.00
1802	PXL.ENX#PJRZ3	France CAC 40 Put JUN22 6800.00
1803	PXL.ENX#PQ6HL	France CAC 40 Put JUN22 6850.00
1804	PXL.ENX#P0F6J	France CAC 40 Put JUN22 6900.00
1805	PXL.ENX#PV3QV	France CAC 40 Put JUN22 7000.00
1806	PXL.ENX#PM5RL	France CAC 40 Put JUN22 7200.00
1807	PXL.ENX#C1H12	France CAC 40 Call SEP22 5800.00
1808	PXL.ENX#CG990	France CAC 40 Call SEP22 6000.00
1809	PXL.ENX#CL40S	France CAC 40 Call SEP22 6100.00
1810	PXL.ENX#CHYKF	France CAC 40 Call SEP22 6200.00
1811	PXL.ENX#C1TGF	France CAC 40 Call SEP22 6300.00
1812	PXL.ENX#CQLF1	France CAC 40 Call SEP22 6400.00
1813	PXL.ENX#CPCZJ	France CAC 40 Call SEP22 6500.00
1814	PXL.ENX#CHF5V	France CAC 40 Call SEP22 6600.00
1815	PXL.ENX#CTWXS	France CAC 40 Call SEP22 6700.00
1816	PXL.ENX#C9QGH	France CAC 40 Call SEP22 6800.00
1817	PXL.ENX#CM10L	France CAC 40 Call SEP22 6900.00
1818	PXL.ENX#CH4MF	France CAC 40 Call SEP22 7000.00
1819	PXL.ENX#PGCLN	France CAC 40 Put SEP22 5400.00
1820	PXL.ENX#PD6KP	France CAC 40 Put SEP22 5800.00
1821	PXL.ENX#P218M	France CAC 40 Put SEP22 6000.00
1822	PXL.ENX#PPHKX	France CAC 40 Put SEP22 6100.00
1823	PXL.ENX#PQPVL	France CAC 40 Put SEP22 6200.00
1824	PXL.ENX#PDVQ0	France CAC 40 Put SEP22 6300.00
1825	PXL.ENX#PVKHS	France CAC 40 Put SEP22 6400.00
1826	PXL.ENX#PSSLT	France CAC 40 Put SEP22 6500.00
1827	PXL.ENX#P299P	France CAC 40 Put SEP22 6600.00
1828	PXL.ENX#PQ54Z	France CAC 40 Put SEP22 6700.00
1829	PXL.ENX#P6RVW	France CAC 40 Put SEP22 6800.00
1830	PXL.ENX#PSBZC	France CAC 40 Put SEP22 6900.00
1831	PXL.ENX#PY9C0	France CAC 40 Put SEP22 7000.00
1832	PXL.ENX#C8NPJ	France CAC 40 Call DEC22 5200.00
1833	PXL.ENX#CT2C7	France CAC 40 Call DEC22 5400.00
1834	PXL.ENX#CFT3X	France CAC 40 Call DEC22 5500.00
1835	PXL.ENX#C0NCJ	France CAC 40 Call DEC22 5600.00
1836	PXL.ENX#CSLC5	France CAC 40 Call DEC22 5700.00
1837	PXL.ENX#CT083	France CAC 40 Call DEC22 5800.00
1838	PXL.ENX#CM7WJ	France CAC 40 Call DEC22 5900.00
1839	PXL.ENX#CTQ5H	France CAC 40 Call DEC22 6000.00
1840	PXL.ENX#CD3GJ	France CAC 40 Call DEC22 6100.00
1841	PXL.ENX#CJTQ8	France CAC 40 Call DEC22 6200.00
1842	PXL.ENX#CCGR4	France CAC 40 Call DEC22 6300.00
1843	PXL.ENX#CVQG5	France CAC 40 Call DEC22 6350.00
1844	PXL.ENX#C3977	France CAC 40 Call DEC22 6400.00
1845	PXL.ENX#CS7B7	France CAC 40 Call DEC22 6450.00
1846	PXL.ENX#CGMD0	France CAC 40 Call DEC22 6500.00
1847	PXL.ENX#CC4SX	France CAC 40 Call DEC22 6550.00
1848	PXL.ENX#C56KH	France CAC 40 Call DEC22 6600.00
1849	PXL.ENX#CJCZD	France CAC 40 Call DEC22 6650.00
1850	PXL.ENX#C105G	France CAC 40 Call DEC22 6700.00
1851	PXL.ENX#CYL8Z	France CAC 40 Call DEC22 6750.00
1852	PXL.ENX#CVLH4	France CAC 40 Call DEC22 6800.00
1853	PXL.ENX#C1YCH	France CAC 40 Call DEC22 6850.00
1854	PXL.ENX#C14P8	France CAC 40 Call DEC22 6900.00
1855	PXL.ENX#C5X0J	France CAC 40 Call DEC22 6950.00
1856	PXL.ENX#CQ7J7	France CAC 40 Call DEC22 7000.00
1857	PXL.ENX#CWKF2	France CAC 40 Call DEC22 7050.00
1858	PXL.ENX#CQN5L	France CAC 40 Call DEC22 7100.00
1859	PXL.ENX#CCV1L	France CAC 40 Call DEC22 7200.00
1860	PXL.ENX#C5ZC2	France CAC 40 Call DEC22 7400.00
1861	PXL.ENX#CWW3C	France CAC 40 Call DEC22 7600.00
1862	PXL.ENX#C3MTF	France CAC 40 Call DEC22 8000.00

Número	Ticker FacSet	Opción
597	DAX.XEX#CF6DB	Germany DAX (TR) Call SEP20 12700.00
598	DAX.XEX#CMD03	Germany DAX (TR) Call SEP20 12800.00
599	DAX.XEX#CLL53	Germany DAX (TR) Call SEP20 12900.00
600	DAX.XEX#C7014	Germany DAX (TR) Call SEP20 13000.00
601	DAX.XEX#CDF7S	Germany DAX (TR) Call SEP20 13100.00
602	DAX.XEX#CNF6N	Germany DAX (TR) Call SEP20 13200.00
603	DAX.XEX#C64WS	Germany DAX (TR) Call SEP20 13300.00
604	DAX.XEX#CHC8B	Germany DAX (TR) Call SEP20 13400.00
605	DAX.XEX#CTJZ0	Germany DAX (TR) Call SEP20 13500.00
606	DAX.XEX#CCPDX	Germany DAX (TR) Call SEP20 14000.00
607	DAX.XEX#C33WR	Germany DAX (TR) Call SEP20 14500.00
608	DAX.XEX#P8GP2	Germany DAX (TR) Put SEP20 7000.00
609	DAX.XEX#PQJT0	Germany DAX (TR) Put SEP20 8000.00
610	DAX.XEX#PHS2F	Germany DAX (TR) Put SEP20 8200.00
611	DAX.XEX#P7WNL	Germany DAX (TR) Put SEP20 8400.00
612	DAX.XEX#PPJTX	Germany DAX (TR) Put SEP20 8500.00
613	DAX.XEX#P3K2Z	Germany DAX (TR) Put SEP20 8600.00
614	DAX.XEX#PGL3T	Germany DAX (TR) Put SEP20 8800.00
615	DAX.XEX#P2H69	Germany DAX (TR) Put SEP20 9000.00
616	DAX.XEX#P0RFN	Germany DAX (TR) Put SEP20 9100.00
617	DAX.XEX#PK90Z	Germany DAX (TR) Put SEP20 9200.00
618	DAX.XEX#P1BTF	Germany DAX (TR) Put SEP20 9300.00
619	DAX.XEX#PX558	Germany DAX (TR) Put SEP20 9400.00
620	DAX.XEX#PFCG6	Germany DAX (TR) Put SEP20 9500.00
621	DAX.XEX#PW99F	Germany DAX (TR) Put SEP20 9600.00
622	DAX.XEX#PJFTJ	Germany DAX (TR) Put SEP20 9700.00
623	DAX.XEX#PQM91	Germany DAX (TR) Put SEP20 9800.00
624	DAX.XEX#PFRWG	Germany DAX (TR) Put SEP20 9900.00
625	DAX.XEX#PQ0DJ	Germany DAX (TR) Put SEP20 10000.00
626	DAX.XEX#P4SB0	Germany DAX (TR) Put SEP20 10100.00
627	DAX.XEX#PL3BT	Germany DAX (TR) Put SEP20 10200.00
628	DAX.XEX#P3Z3Q	Germany DAX (TR) Put SEP20 10300.00
629	DAX.XEX#PJ14Q	Germany DAX (TR) Put SEP20 10400.00
630	DAX.XEX#P9ZW2	Germany DAX (TR) Put SEP20 10500.00
631	DAX.XEX#PD8L9	Germany DAX (TR) Put SEP20 10600.00
632	DAX.XEX#PC904	Germany DAX (TR) Put SEP20 10700.00
633	DAX.XEX#PNRJR	Germany DAX (TR) Put SEP20 10800.00

Número	Ticker FacSet	Opción
1230	DAX.XEX#PJ1DR	Germany DAX (TR) Put JUN22 15100.00
1231	DAX.XEX#PW14Z	Germany DAX (TR) Put JUN22 15200.00
1232	DAX.XEX#P6QPM	Germany DAX (TR) Put JUN22 15300.00
1233	DAX.XEX#PQJKP	Germany DAX (TR) Put JUN22 15400.00
1234	DAX.XEX#P8JSC	Germany DAX (TR) Put JUN22 15500.00
1235	DAX.XEX#PKK4M	Germany DAX (TR) Put JUN22 15600.00
1236	DAX.XEX#PMSBT	Germany DAX (TR) Put JUN22 15700.00
1237	DAX.XEX#PNX5R	Germany DAX (TR) Put JUN22 15800.00
1238	DAX.XEX#PV3SG	Germany DAX (TR) Put JUN22 15900.00
1239	DAX.XEX#P1MWB	Germany DAX (TR) Put JUN22 16000.00
1240	DAX.XEX#P3TMW	Germany DAX (TR) Put JUN22 16100.00
1241	DAX.XEX#P8KDT	Germany DAX (TR) Put JUN22 16200.00
1242	DAX.XEX#PVWJS	Germany DAX (TR) Put JUN22 16300.00
1243	DAX.XEX#P77NB	Germany DAX (TR) Put JUN22 16400.00
1244	DAX.XEX#P5VT5	Germany DAX (TR) Put JUN22 16500.00
1245	DAX.XEX#PZ7WS	Germany DAX (TR) Put JUN22 17000.00
1246	DAX.XEX#CDC7X	Germany DAX (TR) Call SEP22 11000.00
1247	DAX.XEX#C9KNJ	Germany DAX (TR) Call SEP22 12000.00
1248	DAX.XEX#CL5Y6	Germany DAX (TR) Call SEP22 12500.00
1249	DAX.XEX#C42VH	Germany DAX (TR) Call SEP22 13000.00
1250	DAX.XEX#CSP05	Germany DAX (TR) Call SEP22 13100.00
1251	DAX.XEX#CDNHC	Germany DAX (TR) Call SEP22 13200.00
1252	DAX.XEX#CHNJ3	Germany DAX (TR) Call SEP22 13300.00
1253	DAX.XEX#CYJ49	Germany DAX (TR) Call SEP22 13400.00
1254	DAX.XEX#CZDS3	Germany DAX (TR) Call SEP22 13500.00
1255	DAX.XEX#CQNVW	Germany DAX (TR) Call SEP22 13600.00
1256	DAX.XEX#C98SS	Germany DAX (TR) Call SEP22 13700.00
1257	DAX.XEX#C7WH7	Germany DAX (TR) Call SEP22 13800.00
1258	DAX.XEX#CPGTM	Germany DAX (TR) Call SEP22 13900.00
1259	DAX.XEX#CNT05	Germany DAX (TR) Call SEP22 14000.00
1260	DAX.XEX#C5BXX	Germany DAX (TR) Call SEP22 14100.00
1261	DAX.XEX#C8TKK	Germany DAX (TR) Call SEP22 14200.00
1262	DAX.XEX#C8Q4B	Germany DAX (TR) Call SEP22 14300.00
1263	DAX.XEX#CLQLG	Germany DAX (TR) Call SEP22 14400.00
1264	DAX.XEX#CS5YX	Germany DAX (TR) Call SEP22 14500.00
1265	DAX.XEX#CN2KS	Germany DAX (TR) Call SEP22 14600.00
1266	DAX.XEX#CPYL8	Germany DAX (TR) Call SEP22 14700.00

Número	Ticker FacSet	Opción
1863	PXL.ENX#PNVHT	France CAC 40 Put DEC22 4000.00
1864	PXL.ENX#P7GD7	France CAC 40 Put DEC22 4400.00
1865	PXL.ENX#P4XYJ	France CAC 40 Put DEC22 4800.00
1866	PXL.ENX#P4YVD	France CAC 40 Put DEC22 4900.00
1867	PXL.ENX#P6Y13	France CAC 40 Put DEC22 5000.00
1868	PXL.ENX#PXKYB	France CAC 40 Put DEC22 5200.00
1869	PXL.ENX#PQS49	France CAC 40 Put DEC22 5400.00
1870	PXL.ENX#PSL8N	France CAC 40 Put DEC22 5500.00
1871	PXL.ENX#P6RLT	France CAC 40 Put DEC22 5600.00
1872	PXL.ENX#PXMG3	France CAC 40 Put DEC22 5700.00
1873	PXL.ENX#PNR6V	France CAC 40 Put DEC22 5800.00
1874	PXL.ENX#PMDZP	France CAC 40 Put DEC22 5900.00
1875	PXL.ENX#PKNP3	France CAC 40 Put DEC22 6000.00
1876	PXL.ENX#P6941	France CAC 40 Put DEC22 6100.00
1877	PXL.ENX#P8JRN	France CAC 40 Put DEC22 6200.00
1878	PXL.ENX#P2GZQ	France CAC 40 Put DEC22 6300.00
1879	PXL.ENX#PT25J	France CAC 40 Put DEC22 6350.00
1880	PXL.ENX#PM89X	France CAC 40 Put DEC22 6400.00
1881	PXL.ENX#PP8L3	France CAC 40 Put DEC22 6450.00
1882	PXL.ENX#PL9YX	France CAC 40 Put DEC22 6500.00
1883	PXL.ENX#PCFNV	France CAC 40 Put DEC22 6550.00
1884	PXL.ENX#PMZH5	France CAC 40 Put DEC22 6600.00
1885	PXL.ENX#PR8CS	France CAC 40 Put DEC22 6650.00
1886	PXL.ENX#P4QVV	France CAC 40 Put DEC22 6700.00
1887	PXL.ENX#P2WWH	France CAC 40 Put DEC22 6750.00
1888	PXL.ENX#PDFM0	France CAC 40 Put DEC22 6800.00
1889	PXL.ENX#PF5PR	France CAC 40 Put DEC22 6850.00
1890	PXL.ENX#PL3R8	France CAC 40 Put DEC22 6900.00
1891	PXL.ENX#PS17H	France CAC 40 Put DEC22 6950.00
1892	PXL.ENX#PVFJF	France CAC 40 Put DEC22 7000.00
1893	PXL.ENX#PR0RZ	France CAC 40 Put DEC22 7050.00
1894	PXL.ENX#PD170	France CAC 40 Put DEC22 7100.00
1895	PXL.ENX#PGBDZ	France CAC 40 Put DEC22 7200.00
1896	PXL.ENX#PK0C6	France CAC 40 Put DEC22 7400.00
1897	PXL.ENX#PY089	France CAC 40 Put DEC22 7600.00
1898	PXL.ENX#PDKFT	France CAC 40 Put DEC22 8000.00

Anexo VIII: Función Volatilidad Implícita VBA

Para el cálculo de las volatilidades implícitas se ha utilizado:

```
Function OpcionesEuropeas(CallOrPut, S, K, v, r, T)
    Dim d1 As Double, d2 As Double, nd1 As Double, nd2 As Double
    Dim nnd1 As Double, nnd2 As Double
        d1 = (Log(S / K) + (r + 0.5 * v ^ 2) * T) / (v * Sqr(T))
        d2 = (Log(S / K) + (r - 0.5 * v ^ 2) * T) / (v * Sqr(T))
        nd1 = Application.NormSDist(d1)
        nd2 = Application.NormSDist(d2)
        nnd1 = Application.NormSDist(-d1)
        nnd2 = Application.NormSDist(-d2)
            If CallOrPut = "C" Then
                OpcionesEuropeas = S * nd1 - K * Exp(-r * T) * nd2
            Else
        OpcionesEuropeas = -S * nnd1 + K * Exp(-r * T) * nnd2
    End If
End Function

Function VolatilidadImplicita(CallOrPut, S, K, r, T, OptionValue, guess)
    Dim epsilon As Double, dVol As Double, vol_1 As Double
    Dim i As Integer, maxIter As Integer, Value_1 As Double, vol_2 As Double
    Dim Value_2 As Double, dx As Double
        dVol = 1E-05
        epsilon = 1E-05
        maxIter = 100
        vol_1 = guess
        i = 1
            Do
                Value_1 = OpcionesEuropeas(CallOrPut, S, K, vol_1, r, T)
                vol_2 = vol_1 - dVol
                Value_2 = OpcionesEuropeas(CallOrPut, S, K, vol_2, r, T)
                dx = (Value_2 - Value_1) / dVol
                If Abs(dx) < epsilon Or i = maxIter Then Exit Do
                vol_1 = vol_1 - (OptionValue - Value_1) / dx
                i = i + 1
            Loop
        VolatilidadImplicita = vol_1
End Function
```