

VOLATILIDADES EN EL MERCADO DE OPCIONES:

¿EXISTEN SESGOS SISTEMÁTICOS EN LA
VALORACIÓN DE LAS OPCIONES ?

Fernando Castellanos Pérez

Carles de la Iglesia Bosch

Marc Sedó Porcel

INDICE

0. INTRODUCCIÓN

1. MERCADO DE OPCIONES

1.1 CONCEPTO DE DERIVADOS

1.2 PRECIO DE LAS OPCIONES SOBRE ACCIONES

1.3 ESTRATEGIAS CON OPCIONES

1.3.1 DIFERENCIAL ALCISTA (BULL SPREAD) & DIFERENCIAL BAJISTA (BEAR SPREAD)

1.3.2 DIFERENCIAL MARIPOSA (BUTTERFLY SPREADS)

1.3 ESTRATEGIAS CON OPCIONES

2. LOS LÍMITES SUPERIORES E INFERIORES PARA LOS PRECIOS DE LAS OPCIONES

2.2 LÍMITE SUPERIOR

2.2 LÍMITE INFERIOR

3. ECUACIÓN FUNDAMENTAL DE LAS OPCIONES EUROPEAS (PARIDAD PUT-CALL)

4. MÉTODOS DE COBERTURA DE UNA CARTERA (LAS LETRAS GRIEGAS)

4.1 DELTA

4.2 GAMMA

4.3 VEGA

5. VOLATILIDAD

5.1 VOLATILIDAD HISTÓRICA

5.2 VOLATILIDAD IMPLÍCITA

6. MÉTODOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES

6.1 MÉTODO BINOMIAL

5.1.1 GENERALIZACIÓN DEL MODELO BINOMIAL DE DOS PERIODOS

6.2 MODELO BLACK & SCHOLES

7. ANÁLISIS DE DATOS

7.1 AEGON

7.2 ABN AMRO

7.3 FORTIS

7.4 ING GROEP

7.5 PHILIPS

7.6 SANTANDER CENTRAL HISPANO

7.7 TELEFONICA

7.8 DEUTSCHE TELECOM

8. CONCLUSIONES

ANEXO 1 MIEMBROS DEL MERCADO

ANEXO 2 VOLATILIDADES HISTORICAS

0. INTRODUCCIÓN: TEMÁTICA DE LA TESINA

El mundo financiero vive un momento de creciente especialización y diversificación en la oferta de productos en los diferentes mercados financieros. Al escoger el tema de nuestra tesina, decidimos inclinarnos por el mercado de derivados y en especial por un tema un tanto complejo: la valoración de las opciones en mercado de *equities*.

En primer lugar quisimos conocer los diferentes métodos de valoración de opciones utilizadas en el mercado. El principal método, desarrollado por Black-Scholes/Merton en 1973, se basa en una serie de supuestos que más adelante expondremos, pero con una particularidad especial: ***contiene una variable no observable en su formulación!***

La volatilidad incluida en el modelo, denominada volatilidad implícita, corresponde a la variabilidad experimentada en el rendimiento del activo subyacente. Es lógico suponer que la volatilidad implícita guarde relación con la variabilidad que ha sufrido el activo subyacente en un periodo de tiempo similar al que está referenciado la opción a valorar. Fue entonces cuando decidimos formularnos la siguiente cuestión: ***¿existe un sesgo sistemático en la valoración de opciones, al existir una variable sólo observable a posteriori?***

Existen diferentes dificultades para el cálculo de las volatilidades. El principal escollo con el que nos encontramos es la localización de datos. Al no tener acceso a un *vendor* como pueden ser Bloomberg o Reuters debemos trabajar con “webbs” que ofrezcan una información retardada y un tanto incompleta.

Otras dificultades radican en la forma de cálculo, en el “redondeo” de los datos obtenidos en los pertinentes cálculos, y en la interpretación de los mismos.

No esperamos realizar conclusiones dogmáticas, pero en nuestro trabajo intentamos observar las ineficiencias que pueden producirse en el mercado de opciones y las potenciales oportunidades de “trading” que aparecen. Hay que considerar que la falta de hábito en esta materia, nos ha obligado a no ser estrictos en ciertos supuestos, como la existencia de dividendos o costes de transacción precisos en las coberturas planteadas.

1 MERCADO DE OPCIONES

El mercado de opciones sobre acciones ha experimentado un crecimiento muy importante en los últimos años. El volumen negociado (número de contratos realizados) ha llegado a estar en miles de contratos diarios.

El mercado donde se negocian estas opciones es MEFF RENTA VARIABLE, constituido en el año 1993. Este mercado forma parte de MEEF (Mercado Oficial de Futuros y Opciones Financieros en España), que a su vez pertenece al grupo "MEFF-AIAF-SENAF Holding de mercados financieros", y permite la negociación, gestión y registro de estos activos financieros.

Las opciones permiten beneficiarse de la variación del precio de cualquier subyacente, tanto en el recorrido alcista como en el bajista.

1.1 CONCEPTO DERIVADOS

Los derivados nacen de la necesidad de cubrir riesgos, como consecuencia de la variación en los precios de la acciones, tipos de interés, monedas,... Este instrumento nos permite gestionar el riesgo que comporta una operación financiera. Cuando se pacta o se realiza un contrato en un momento presente no conocemos con total certeza su resultado final. Es por ello que nace la necesidad de un concepto financiero que permita la cobertura y la negociación de los activos en un plazo futuro, el derivado.

Los diferentes derivados toman como referencia activos negociados en los mercados al contado. El concepto "derivado" viene de estos activos subyacentes, tomados como referencia en la evolución de los mismos.

Como instrumentos derivados podemos considerar los futuros, las opciones, los forwards y los swaps. El concepto de opción y sus características serán explicados ampliamente más adelante.

El *futuro* es un contrato financiero negociado dentro de un mercado organizado, mediante el cual las diferentes partes se comprometen a comprar o a vender un activo (el subyacente) a un precio pactado, dentro de un plazo determinado.

En un contrato *forward* existen dos partes que acuerdan la compra o la venta de un bien o activo directamente, sin necesidad de intermediarios, mediante la negociación directa de los términos del contrato entre las dos partes.

Los *swaps* negocian el precio de una moneda (tipo de cambio) o el tipo de interés de un determinado país como activo subyacente.

Estos productos permiten tener posiciones cubiertas en diferentes mercados. Un inversor que tenga posiciones en bolsa mediante acciones podrá mantener una posición segura realizando coberturas operando en el mercado de opciones sobre acciones. Por ello disponemos de los distintos derivados que permiten cubrir el riesgo del movimiento de los precios según el mercado en el que se opere, desde el mercado de materias primas hasta el mercado de divisas.

Además de las operaciones de cobertura, el mercado de derivados permite realizar operaciones especulativas, que contribuyen a dar mayor liquidez al mismo. Por otro lado, y mediante depósitos de garantía, el inversor puede generar un alto nivel de apalancamiento operando con opciones. Estos depósitos son necesarios para cubrir el riesgo de contrapartida, ya que la venta de opciones da lugar a una obligación de compra o venta que hace necesaria la existencia de cierta seguridad.

1.2 PRECIO DE LAS OPCIONES SOBRE ACCIONES

El precio de la opción es la prima que debe pagar el comprador de una opción de compra o de venta, el vendedor de una opción será quien reciba esta prima. Más adelante entraremos con mayor profundidad en algunos de sus métodos de valoración más importantes. No obstante existen unas relaciones entre la prima y los diferentes componentes de las opciones que nos permiten conocer el comportamiento de ésta. Además veremos como influye cada uno de estos en el precio de la opción suponiendo que el resto de factores permanecen constantes.

El precio del activo subyacente es uno de los factores que influye sobre la prima. En el caso de las opciones CALL, la prima es lo que se debe pagar por tener el derecho a comprar. Por este motivo, si el precio del activo que se pretende comprar (a un precio fijado a través de la opción) sube nos tiene que costar más dinero adquirir este derecho. Por el contrario el derecho a vender (opción put) tiene un menor coste en el caso de que el precio del activo subyacente aumente, ya que cuanto más arriba llegue éste más difícil será ejercer la opción de venta.

El precio de ejercicio es el precio que se pacta hoy para comprar o vender el activo subyacente en las opciones CALL o PUT a vencimiento. Tiene una relación negativa con la prima para las opciones de compra. Cuanto mayor sea el precio de ejercicio menor será esta prima. Para las opciones de venta se da una relación positiva es decir, costará más dinero aquello que te permita vender más caro.

El tiempo a vencimiento es otro elemento que influye en la prima de forma directa, esto significa que a mayor plazo mayor prima. A medida que avanza el tiempo hacia la fecha de vencimiento las opciones van perdiendo valor temporal.

Al trabajar con opciones sobre acciones debe tenerse en cuenta el tratamiento de los dividendos que incorporan las acciones subyacentes de la opción. Estos dividendos son pagados a los propietarios de las acciones y no al de la opción. Al efectuarse el pago del dividendo se reduce el precio de la acción ya que descuenta este último flujo, por lo que al reducirse el precio también se reduce el precio de la prima de la opción de compra, al contrario pasa con la opción de venta, si el precio de la opción disminuye por el pago de un dividendo, la prima por comprar la opción de venta subirá de valor.

Los tipos de interés tienen un doble efecto sobre el precio de la opción. Para el caso de la CALL un incremento del tipo de interés provoca que la actualización del "strike" de lugar a una prima mayor. Además de darse esta relación debe observarse qué efecto predomina más ante la subida del tipo de interés, ya que si tiene mayor influencia sobre el precio de la acción (subidas de tipos provocan bajadas en la cotización de una acción) puede que el precio de la opción CALL disminuya. Para la opción PUT, vemos que las subidas de tipos disminuyen la prima, a pesar de que un fuerte impacto sobre la disminución en el precio de la acción podría compensar esta bajada de la prima, provocando una subida.

La volatilidad es una medida de la incertidumbre sobre los movimientos futuros del precio de las acciones en el futuro. Es el factor con mayor influencia sobre el precio de las opciones. Cuando la volatilidad aumenta la posibilidad de que los precios de las acciones suban o bajen es mucho mayor. Una mayor volatilidad comporta mayores primas, tanto para las opciones CALL como para las opciones PUT, ya que el comprador de la opción puede obtener beneficios muy altos o ilimitados con unas pérdidas limitadas siempre a la prima.

El conocimiento sobre la volatilidad futura de una acción permite llevar a cabo estrategias, independientemente de la dirección de posibles bajadas o subidas en el precio del subyacente.

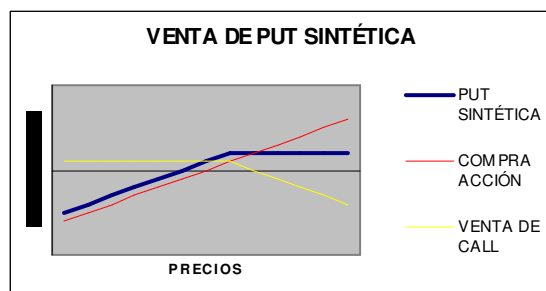
1.3 ESTRATEGIAS CON OPCIONES

Con las opciones se pueden elaborar diversas estrategias proporcionando diferentes esquemas de beneficios. Para esto vamos a suponer que el activo subyacente son acciones, que las opciones son europeas y que además se tiene la posibilidad de tener al alcance opciones para los distintos precios de ejercicio que se precisen.

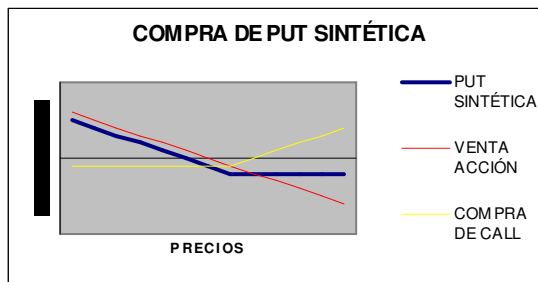
Vamos a comenzar por las estrategias especulativas que se obtienen a través de una sola opción sobre acciones y la propia acción.

Una primera formación o estrategia se consigue mediante una posición larga o comprada de la acción más una posición corta o vendida en la opción de compra. Esta estrategia forma lo que se puede llamar una venta de un “put sintético”, también se la conoce por la emisión de una opción de compra cubierta.

Es utilizada por el inversor que teniendo una acción desea obtener un flujo mayor de ingresos, a partir de que la opción entra a estar “in the money” (la cotización de la acción está relativamente alta) la obligación a vender al precio de ejercicio, hace que los límites de beneficio-pérdida se compensen. En el caso de que la cotización baje, con la obtención de la prima por la opción vendida, se reducirán las posibles pérdidas provocadas en la acción. El siguiente gráfico muestra los esquemas de beneficios brutos obtenidos por la posición en la acción y en la opción, además de ver el beneficio neto conjunto por las dos posiciones.

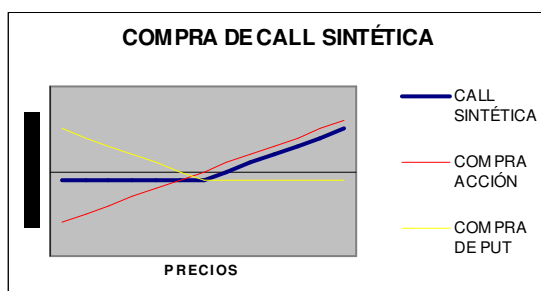


Otra posible combinación en acciones y opciones, es la contraria a la formación anterior. Ésta genera una compra de “put sintético” y se forma mediante la posición corta en una acción y la posición larga en una opción de compra. El inversor que teniendo una primera perspectiva bajista en el precio del subyacente (por tanto se posiciona corto en éste) cambie de opinión, puede neutralizar las pérdidas, que tendría en el caso de que la cotización subiera, comprando una opción CALL. El resultado final sería la posibilidad de poder neutralizar la pérdida, en el caso de un aumento en la cotización del subyacente o una pequeña reducción en su función de beneficios en el caso de que finalmente obtenga beneficios en su posición corta en acciones.



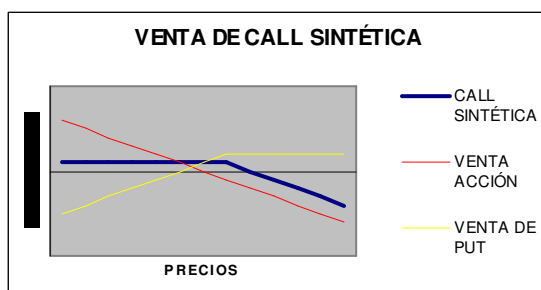
Este gráfico muestra la situación.

La siguiente estrategia es la formación de la compra de “call sintética”, también se le puede llamar estrategia protectora con opciones de venta. Ésta se formará mediante la compra de una acción y la compra de una opción PUT sobre la misma acción. Esta estrategia limita las posibles pérdidas que se darían en el caso de una bajada en el precio de la acción a costa de asumir una reducción en los posibles beneficios por el pago de la prima a pagar por la opción.



Este gráfico lo muestra.

Por último, la estrategia que forma una venta de “call sintética” es la formada por una posición larga en acciones y una posición corta en una opción de venta. Con la venta de la opción se obtiene un ingreso que disminuye la pérdida provocada por una subida en el precio de la acción, en una posición vendida. En el caso de que el precio de la acción disminuya, el beneficio potencial de la posición corta de la acción se neutraliza con la pérdida provocada con la venta la PUT (ya que se está obligado a comprar al precio de ejercicio), obteniendo de forma neta, en el momento de la emisión una prima.



Gráficamente.

A través de la siguiente ecuación fundamental de las opciones europeas se explica las relaciones entre las posiciones de las acciones y sus correspondientes opciones con la “creación” de las opciones sintéticas.

$$\mathbf{P + S_0 = C + Xe^{-rT} + D ;}$$

Donde, **P** es el precio de la opción de venta, **S₀** es el precio de las acciones, **C** es el precio de la opción de compra, en **Xe^{-rT}**, **X** es tanto el precio de ejercicio de la opción de compra como el de la de venta, **r** es tipo de interés libre de riesgo y **T** el tiempo de vencimiento de las opciones.

Por ejemplo, despejando P tenemos una compra de “put sintético” que según la igualdad y despejando sería igual, a una posición corta en la acción más una opción larga en la opción de compra más una cantidad en metálico (Xe^{-rT} + D) más un precio de ejercicio que teóricamente tenemos hasta el momento de ejercer la opción de compra.

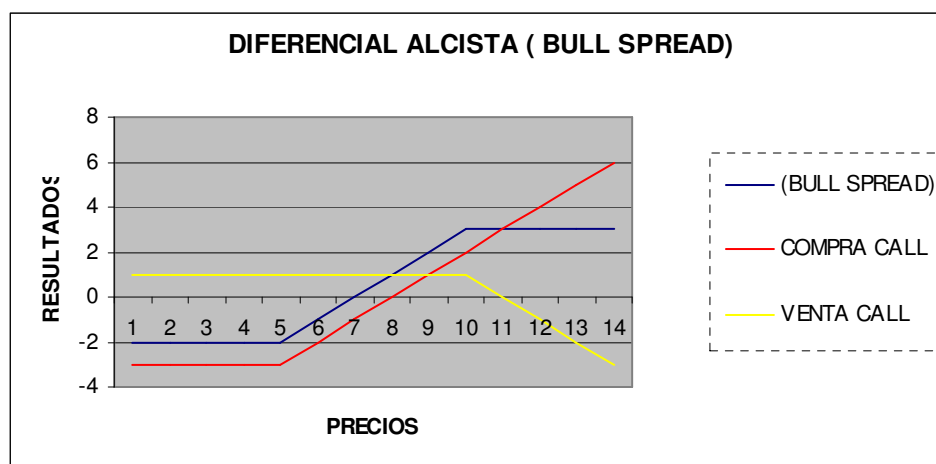
Para las posiciones vendidas en las opciones se despeja la ecuación anterior y se obtiene:

$$\mathbf{S_0 - C = Xe^{-rT} + D - P}$$

1.3.1 DIFERENCIAL ALCISTA (BULL SPREAD)

DIFERENCIAL BAJISTA (BEAR SPREAD)

Son estrategias muy comunes con las que se buscan limitar las pérdidas, limitando también los posibles beneficios. El inversor que forma un diferencial alcista tiene una cierta expectativa sobre la evolución positiva en el precio de la acción. Se forma (1ª opción) comprando una opción de compra sobre acciones a un precio de ejercicio bajo y vendiendo una opción de compra sobre las mismas acciones a un precio de ejercicio mayor.



También podemos conseguir un diferencial alcista mediante (2ª opción) la compra de una opción de venta con un precio de ejercicio bajo y la venta de una opción de venta con un precio de ejercicio alto. De esta manera se consigue un flujo de caja positivo (generado con la emisión de la opción PUT a un precio de ejercicio elevado), que no se obtiene mediante las opciones CALL, ya que de esta manera se debe realizar una inversión inicial.

El diferencial bajista lo construyen inversores con perspectivas bajistas en el precio de las acciones, puede crearse mediante la compra de CALL a precio de ejercicio alto y la venta de CALL a precio de ejercicio bajo. También

se puede formar con las opciones de venta, manteniendo la misma relación en los precios de ejercicio.

1.3.2 DIFERENCIAL MARIPOSA (BUTTERFLY SPREADS)

Esta formación es buscada por inversores que no contemplan grandes movimientos en la cotización de la acción, en ninguna de las dos direcciones. La estrategia “juega” con el precio de ejercicio de las opciones. Puede formarse tanto con las opciones compra como con las opciones de venta. Para llevar a cabo esta estrategia es necesario realizar una inversión inicial.

Se compran dos CALL (o PUT) una a un precio de ejercicio bajo (x_1) y la otra a un precio de ejercicio alto (x_3), además se venden otras dos CALLS (o PUT) a un precio de ejercicio x_2 , siendo éste un valor aproximado a la media de los “strikes” de las opciones compradas (x_1 , x_3), generalmente se busca que este valor sea cercano al precio actual de la acción. Los posibles beneficios o pérdidas se pueden visualizar mediante tablas que muestren los posibles escenarios de los precios de las acciones a vencimiento, viendo el resultado bruto en las distintas posiciones sobre las opciones. Un ejemplo para una “estrategia diferencial mariposa” mediante opciones de compra, con unos precios de ejercicio 55, 60 y 65, unas primas de 10, 7 y 5 € asignadas para cada opción respectivamente, puede ser este:

COSTE DIFERENCIAL MARIPOSA= $-10-5+7+7 =$						-1	Bº BRUTO + PRIMAS	
SI PRECIO ACCIONES < 55€						COTIZACIÓN - CALL BAJA		
NO SE EJERCE	Bº BRUTO DE 1ª COMPRA CALL		Bº BRUTO DE 2ª COMPRA CALL		Bº BRUTO VENTA CALLS		Bº BRUTO	Bº NETO
	p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto		
TAMPOCO SE EJERCE	54	0	54	0	54	0	0	-1
	53	0	53	0	53	0	0	-1
	52	0	52	0	52	0	0	-1
	51	0	51	0	51	0	0	-1
	50	0	50	0	50	0	0	-1
SI 55 < PRECIO ACCIONES < 60						COTIZACIÓN - CALL BAJA		
Bº BRUTO DE 1ª COMPRA CALL		Bº BRUTO DE 2ª COMPRA CALL		Bº BRUTO VENTA CALLS		Bº BRUTO	Bº NETO	
p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto			
56	1	56	0	56	0	1	0	
57	2	57	0	57	0	2	1	
58	3	58	0	58	0	3	2	
59	4	59	0	59	0	4	3	
SI 60 < PRECIO ACCIONES < 65						2*(COTIZACIÓN-CALL VENTA)		
Bº BRUTO DE 1ª COMPRA CALL		Bº BRUTO DE 2ª COMPRA CALL		Bº BRUTO VENTA CALLS		Bº BRUTO	Bº NETO	
p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto			
61	6	61	0	61	-2	4	3	
62	7	62	0	62	-4	3	2	
63	8	63	0	63	-6	2	1	
64	9	64	0	64	-8	1	0	
SI PRECIO ACCIONES > 65€						CALL ALTA - COTIZACIÓN		
Bº BRUTO DE 1ª COMPRA CALL		Bº BRUTO DE 2ª COMPRA CALL		Bº BRUTO VENTA CALLS		Bº BRUTO	Bº NETO	
p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto	p acciones	Bº bruto			
66	11	66	1	66	-12	0	-1	
67	12	67	2	67	-14	0	-1	
68	13	68	3	68	-16	0	-1	
69	14	69	4	69	-18	0	-1	

2. LOS LÍMITES SUPERIORES E INFERIORES PARA LOS PRECIOS DE LAS OPCIONES

Los precios de las opciones tienen unos límites de los que subyace el concepto paridad PUT/CALL.

2.1 LÍMITE SUPERIOR

El límite superior en una opción de compra está marcado por el precio de la propia acción. Esto es así ya que de tener un precio de la opción de compra superior al de acción las opciones no tendrían valor, no interesaría acudir a ellas. Si esta relación no se diera un arbitrajista podría obtener beneficios sin riesgo comprando la acción y vendiendo la opción de compra. Por tanto: $c \leq S_0$; siendo c el precio de la opción CALL y S_0 el precio de la acción.

Para la opción de venta el límite superior de la prima está en el mismo precio de ejercicio que incorpora la opción para el momento del vencimiento. El precio que posibilita ejercer una venta no puede ser superior al precio (precio de ejercicio) que obtienes de ejercer dicha venta. Por tanto: $p \leq X$; siendo p el precio de la opción put y X el precio de ejercicio. Del mismo modo en el valor presente o actual $p \leq Xe^{-rT}$, de no ser así existiría la oportunidad de arbitraje emitiendo la opción de venta e invirtiendo la prima cobrada al tipo de interés libre de riesgo.

2.2 LÍMITE INFERIOR

El límite inferior para el precio de una opción de compra es $S_0 - Xe^{-rT}$. La demostración de este resultado empieza con la formación de dos carteras posibles según las expectativas de un inversor en un determinado momento:

- A) Formada por una opción de compra más una cantidad en metálico igual a Xe^{-rT} .
- B) Con una acción.

En la cartera A, el valor de Xe^{-rT} en el momento T será X. Si S en T es mayor que X, la opción de compra se ejercerá dando un valor para la cartera A de S_T . En el caso de que X sea mayor a S_T la opción vence sin ser ejercida, quedando un valor para la cartera A igual a X. Con estos resultados vemos que el valor de la cartera en el momento T tiene un valor $\max(S_T, X)$.

La cartera B tiene un valor de S_T para el momento T. Por tanto la cartera A siempre vale tanto o incluso a veces más que B, en T. Por lo que en ausencia de oportunidades de arbitraje:

$c + Xe^{-rT} \geq S_0$, despejando esta equivalencia: $c \geq S_0 - Xe^{-rT}$ llegamos a ver el límite inferior para la prima de una opción de compra.

Un modo más sencillo de ver este resultado es valorando los componentes de la opción según se presenten como ingreso o gasto. Se considera que el precio de la acción comporta un ingreso en la cartera y el precio de ejercicio un gasto. Por tanto el precio de una opción de compra para una acción como mínimo debe ser la diferencia entre lo que se obtendría hoy vendiendo la acción y lo que pagaría por tenerla de aquí a un plazo pero valorado en el momento actual.

Para una opción de venta sobre acciones un límite inferior para el precio es $Xe^{-rT} - S_0$. El comprador de la opción en el caso de que acabe en dinero

acabará ingresando X a cambio de ceder la acción o S , es por ello que sea razonable que en el momento actual el precio de la prima como mínimo tenga un valor igual al “ingreso futuro” actualizado menos el valor de la acción hoy.

A forma de demostrar este resultado también la vemos formando dos carteras:

C) Formada por una opción de venta más una acción.

D) Una cantidad en metálico igual a Xe^{-rT}

En el vencimiento si X está por encima del valor de S la cartera C tendrá el valor de X , por la opción ejercida. En el caso de que la opción esté fuera de dinero la opción no será ejercida y el valor de la cartera C será S a su vencimiento (S_T). Por lo tanto esta cartera tiene un valor de $\max(S_T, X)$, en el momento T .

La cartera D en el momento T tiene un valor de X , suponiendo que ha sido invertido al tipo de interés libre de riesgo. Por lo que concluimos que la cartera C siempre vale como mínimo lo mismo que la cartera D. En ausencia de arbitraje $p + S_0 \geq Xe^{-rT}$; despejando $p \geq Xe^{-rT} - S_0$.

3. ECUACIÓN FUNDAMENTAL DE LAS OPCIONES EUROPEAS (PARIDAD PUT-CALL)

Existe una relación entre los precios de la opción de compra y el de la opción de venta, para obtener esta relación consideramos las carteras A y C, vistas anteriormente.

- A) Formada por una opción de compra más una cantidad en metálico igual a Xe^{-rT} .
- C) Formada por una opción de venta más una acción.

Estas carteras tienen un valor $\max(S_T, X)$, en el vencimiento. Siendo europeas estas opciones no pueden ser ejercidas antes de la fecha de vencimiento, por lo que hoy deben tener el mismo valor:

$c + Xe^{-rT} = p + S_0$; esta relación se la conoce como la ecuación fundamental de las opciones (paridad PUT - CALL). Esta igualdad permite obtener los precios de las opciones de venta con un precio de ejercicio y un determinado vencimiento a partir de los precios de las opciones de compra con iguales precios de ejercicios y fecha de ejercicio, y viceversa. Si esta ecuación no se cumpliera se darían oportunidades de arbitraje.

Vamos a explicar como se realizaría un arbitraje ante una desigualdad en la anterior ecuación: "paridad PUT - CALL".

Para esto vamos a suponer que el precio de una determinada acción está en 31 u.m., los precios para la opción de compra a 3 meses son 3 u.m. y para la opción de venta, a igual vencimiento 2,25, el precio de ejercicio de las dos opciones son 30 u.m., el tipo de interés libre de riesgo está en el 10% anual. Sustituyendo los datos del ejemplo y comparando los dos lados de la ecuación vemos que la cartera A tiene un precio inferior:

$$3 + 30e^{-0,1 \cdot 3/12} = 2,25 + 31 ; 32,26 \text{ (cartera A)} = 33,25 \text{ (cartera B)}$$

En esta situación el arbitraje consiste en comprar la cartera de menor precio y vender la de mayor precio. Esta estrategia genera un flujo de caja de 30,25 u.m., que puede ser invertido al tipo de interés del 10%. El resultado será $30,25e^{0,1 \cdot 3/12} = 31,02$. Los resultados finales de esta estrategia se resuelven al final del periodo de la opción, planteando dos posibles escenarios.

Si el precio de las acciones al vencimiento es mayor que 30 u.m., la opción de compra adquirida se ejerce, esto implica comprar la acción a 30, obteniendo el beneficio de 1,02 (31,02 – 30). Finalmente, en el caso de que el precio de la acción esté por debajo de 30 la opción de venta vendida será ejercida por una parte contraria, esto también hace que el inversor compre la acción a un valor de 30, dando como resultado otra vez un beneficio de 1,02 u.m.

4. MÉTODOS DE COBERTURA DE UNA CARTERA (LAS LETRAS GRIEGAS)

El principal precepto en el que basamos nuestro análisis radica en la posibilidad de poder mantener una posición en opciones libre de riesgo, independientemente de la evolución del activo subyacente, que permita aprovecharnos de las posibles ineficiencias en la valoración de opciones en el mercado. Para ello, utilizaremos instrumentos de medición del riesgo como son las Letras Griegas.

Dichos instrumentos constituyen una herramienta vital en la medición del riesgo para instituciones financieras y *market makers*, ya que les informa de la exposición al riesgo de la cartera en cada momento.

La teoría nos define la forma en como debemos valorar las opciones existentes en el mercado, principalmente a través de la fórmula de Black-Scholes/Merton. Entonces, al suponer que el precio de mercado es eficiente, deberíamos considerar que el coste de la emisión y cobertura de dichas opciones ha de tener un coste similar a su precio de mercado, ya que en caso contrario se formarían oportunidades de arbitraje.

Dicho esto, ya podemos comprender que las coberturas no son gratuitas y que tanto instituciones financieras como *market makers* deben utilizar de forma precisa los instrumentos de control de riesgo para poder realizar coberturas eficientes.

A pesar de todos estos razonamientos y los que vamos a exponer de inmediato, los principales gestores no pueden obedecer a estos parámetros con exactitud, ya que el empleo de tiempo y recursos podría convertirse en ilimitado ante una cobertura continua. Pensar que podemos realizar una cobertura diaria sería más correcto que una operativa intra-día.

4.1 DELTA

Podríamos definir delta como la variación que experimenta el precio de la opción (prima) ante un cambio en el precio del activo subyacente. Este parámetro viene especificado en unidades de activo subyacente o de prima en función de la posición que mantengamos en opciones (comprada o vendida). Al ser parámetros cambiantes, la delta sólo es significativa en un periodo determinado de tiempo, habiendo que actualizarla de forma periódica.

$$\Delta = \frac{\text{Prima}_1 - \text{Prima}_0}{\text{Spot}_1 - \text{Spot}_0}$$

Para las opciones de compra este parámetro es positivo, ya que un incremento en el precio del activo subyacente incrementa el precio de la *call*. De forma inversa, un incremento en el activo subyacente supone una reducción del precio de la *put*, con lo que la opción de compra mantiene una posición delta negativa. El activo subyacente, tiene por definición, una delta positiva.

Una cobertura mediante delta supone obtener una delta neutral en nuestra cartera de activos. Entonces, la combinación tanto de opciones de compra y venta (tanto compradas como vendidas) como la posición en el activo subyacente (tanto comprado como vendido), debe proporcionarnos una posición **delta neutral**.

Los supuestos del modelo Black-Scholes/Merton, nos indican que la delta de una opción está definida como una variable incluida en su formulación, concretamente:

$$\Delta \text{ de una opción } call = N(d_1)$$

$$\Delta \text{ de una opción } put = N(d_1) - 1$$

Esta definición nos facilita muchísimo la comprensión de la cobertura a realizar:

1. En acciones que no pagan dividendos: una posición una opción de compra/venta de acciones implica una posición de $N(d_1)/N(d_1)-1$ acciones en cartera.
2. En acciones que pagan dividendos igual a q : una posición una opción de compra/venta de acciones implica una posición de $e^{-qt}N(d_1) / e^{-qt} (N(d_1)-1)$ acciones en cartera.

Mediante esta metodología podríamos obtener la posición delta neutral de cualquier activo (futuros, divisas,...). La posición del neutral de una activo, entonces, se obtiene de la adición de las diferentes deltas neutrales de la diferentes posiciones que mantengamos en ese activo; es decir, debemos sumar las deltas correspondientes a la emisión y compra de opciones sobre el mismo activo, con las deltas de las posiciones largas y cortas en ese mismo activo, y determinar cual es la posición final a tomar en el activo subyacente para obtener una situación de delta neutralidad.

4.2 GAMMA

La cobertura delta necesita un control y ajustes periódicos. Una de las medidas de la evolución de delta es gamma, letra griega que nos indica cual es la evolución de delta con respecto con respecto a la evolución del activo subyacente. Podríamos decir que gamma supone una protección ante grandes variaciones del precio del activo subyacente, mientras delta sería una protección ante pequeños cambios. Gamma , para acciones que no pagan dividendos, viene definida por un parámetro incluido en el modelo Black-Scholes/Merton:

$$\Gamma = \frac{N(d_1)}{S_0 \sigma T^{1/2}}$$

Entonces, ante una cartera delta neutral podemos buscar la gamma neutralidad a través de una conversión. Dicha conversión consiste en el cálculo de la gamma de una cartera y el posterior posicionamiento en opciones del mismo activo subyacente. Decimos opciones, por que la gamma del activo subyacente, como la de un contrato a plazo, son igual a cero.

Pero la inclusión de opciones en la cartera modificará la delta de dicha cartera, con lo que deberemos realizar un ajuste para mantener la delta neutralidad. Mediante esta explicación queremos hacer evidente que una cobertura debe ser dinámica, como mínimo de forma diaria para ejercer una tarea eficiente.

4.3 VEGA

Otro método de cobertura para carteras delta neutrales es vega. Vega intenta medir la evolución del precio de la cartera en función de la evolución de la volatilidad. Al igual que gamma, entonces, intenta proteger la cartera ante grandes cambios en el precio del activo subyacente.

Vega, para acciones que no pagan dividendos, viene definida por un parámetro incluido en el modelo Black-Scholes/Merton:

$$v = S_0 T^{1/2} N(d_1) e^{-qT}$$

Es evidente que a priori, consiguiendo una cartera gamma-neutral, no conseguiremos una cartera vega-neutral. Puede existir una combinación posible, pero los gestores tienden a decidirse por una de los dos simplemente, dependiendo de los parámetros de las opciones con las que juguemos, de la volatilidad en su volatilidad o de los periodos de ajuste en el tiempo.

5. VOLATILIDAD

Si existe una palabra clave en opciones es volatilidad. La volatilidad nos habla de la incertidumbre sobre la evolución del activo subyacente y concretamente de la evolución del rendimiento de este último. Como hemos comentado en los métodos de valoración, la volatilidad se descuenta en el mercado en función de una serie de perspectiva e influye sobremanera en el precio de opción. Queda claro, entonces, que la volatilidad es el parámetro a estimar si queremos entender como valorar una opción e intentar posicionarse en el mercado en función de la presunta sobre o infravaloración que esté experimentando la opción.

5.1 VOLATILIDAD HISTÓRICA

El primer concepto a especificar, es el concepto de volatilidad histórica, definido por la volatilidad experimentada en el rendimiento del activo subyacente en un periodo de tiempo pasado y con una duración determinada. Si suponemos que el activo, en este caso una acción, mantiene un comportamiento estándar, este activo tendrá un precio siempre superior a cero y una función de distribución de probabilidad lognormal. Las funciones de distribución lognormal permiten que la variación de dicho activo (en este caso el rendimiento de acción provocado por la variación de precio) se distribuyan de forma normal. Es decir, el rendimiento de la acción tendrá una función de distribución de probabilidades que será una campana de Gauss con una media y una desviación estándar. Esa desviación estándar será la volatilidad histórica para una serie de datos tomados.

Evidentemente, esta metodología constituye una forma de encontrar la volatilidad histórica, pero hay muchos más. Otros métodos, por ejemplo, emplean datos ponderados, mediante la multiplicación de los datos por un parámetro decreciente a medida que las observaciones se alejan del momento

actual. Con este método conseguimos dar un peso superior a las últimas observaciones y que los cálculos realizados sean más representativos.

Decimos representativos, ya que en el cualquier mercado eficiente rentabilidades pasadas no garantizan futuras, pero la influencia de los últimos datos es mayor en la futura evolución que los que ya están muy alejados del momento a analizar.

Los cálculos del trabajo sobre volatilidad histórica no serán presentados en este apartado por razones de extensión, pero se añaden en el anexo de la tesina. Para calcular la volatilidad histórica seguiremos una serie de formulaciones que mostramos a continuación:

$$u_i = \ln (S_i / S_{i-1}) \rightarrow \text{cálculo del rendimiento diario}$$

$$s = (1/n-1 \sum (u_i - \bar{u})^2)^{1/2} \rightarrow \text{cálculo de la desviación estándar diaria}$$

La desviación estándar calculada puede ajustarse al periodo estudiado multiplicando por la raíz cuadrada del periodo de tiempo considerado (número de sesiones incluidas).

Con este dato tendremos un elemento de comparación con la volatilidad que se descuenta en el mercado que pasamos a analizar a continuación.

5.2 VOLATILIDAD IMPLÍCITA

La volatilidad es una variable no observable. Un método para encontrar la volatilidad descontada por el mercado en el precio de las opciones, es despejar ese parámetro incluido en la fórmula Black-Scholes. Dicha volatilidad se denomina implícita por ser fruto de un cálculo en lugar de una observación.

La volatilidad implícita tiene una serie de dificultades añadidas. Entre ellas, la principal radica en encontrar opciones suficientemente líquidas que nos proporcionen datos significativos. Si los datos encontrados son significativos, podríamos creer que son extrapolables para calcular precios de opciones que no cotizan sobre otros subyacentes, por ejemplo para operaciones OTC. Pero la volatilidad implícita de una opción líquida puede no ser aplicable a cualquier subyacente, ya que la correlación entre dichos subyacentes no se tiene en cuenta en dicho análisis.

No entraremos en especificaciones sobre el cálculo de la volatilidad implícita, ya que estos cálculos los veremos en el apartado de análisis de datos. En el siguiente apartado intentaremos comparar y encontrar vínculos y relaciones entre las dos volatilidades definidas con anterioridad.

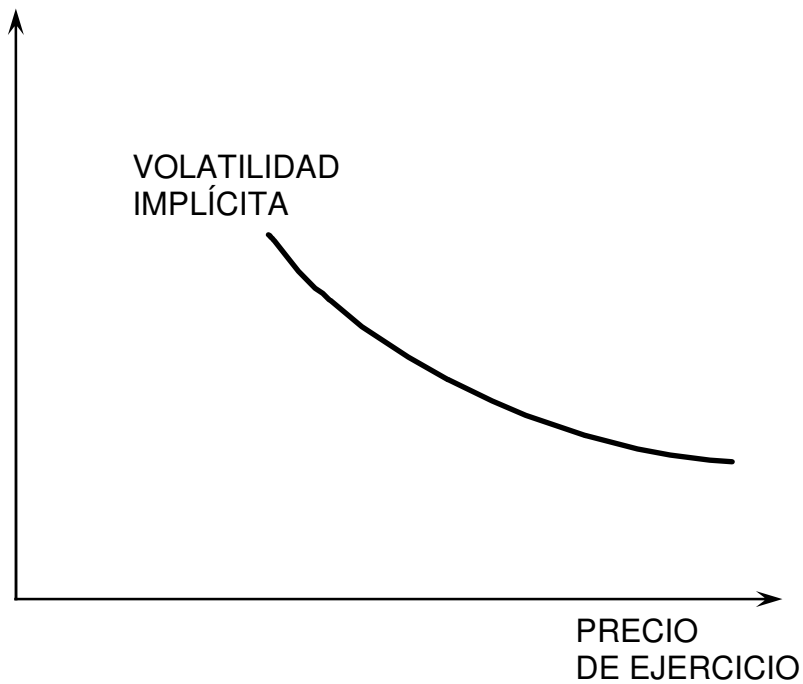
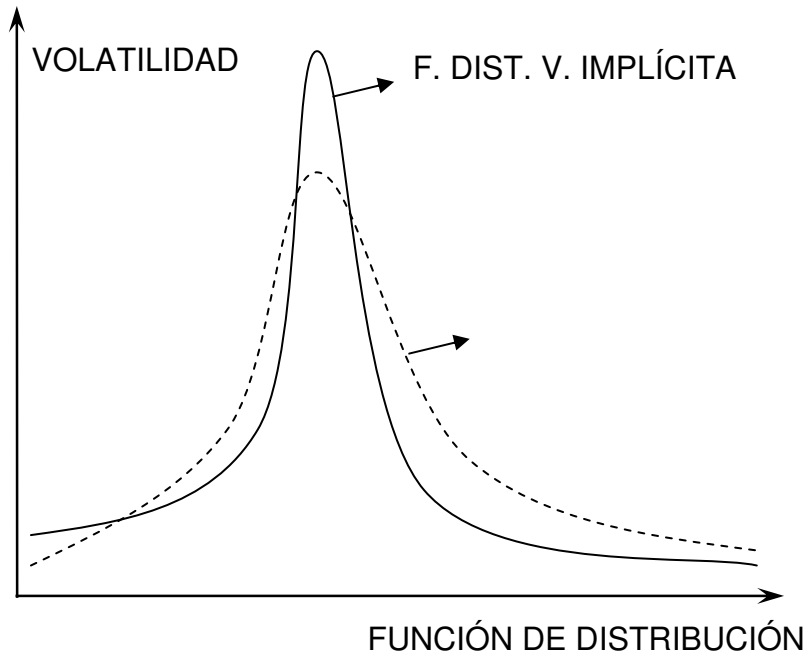
Un método para la comparación y el análisis de la evolución y formación de la volatilidad implícita de una opción es dibujar gráficamente su curva de volatilidad. Para desarrollar estos gráficos es necesario obtener la volatilidad implícita de las opciones para cada precio de ejercicio negociado, haciendo a la vez una distinción según los diferentes vencimientos. Así obtenemos las curvas de volatilidad (o smiles) para cada uno. En los ejes de ordenadas establecemos los diferentes niveles de volatilidad y en los de coordenadas los precios de ejercicio. Los resultados y la evolución de estas volatilidades las pasaremos a explicar en el próximo apartado.

Los smiles pueden tener diferentes formas, aún así generalmente dibujan una tendencia: creciente, decreciente, plana o convexa. En nuestro análisis hemos dibujado diferentes curvas según las volatilidades descontadas en el mercado para las opciones PUT y CALL. Teóricamente, en los mercados eficientes se deben obtener unos resultados idénticos en las volatilidades implícitas, tanto para las PUT como para las CALL. Como analizaremos y veremos posteriormente esta premisa en algunas ocasiones no se cumple. Una posible respuesta para dicho efecto puede ser la falta de consenso de los market makers en los métodos de valoración, generando desajustes en la cotización de opciones.

La volatilidad histórica nos ayuda a conocer la evolución de los precios en el pasado, no siendo así una proyección futura de éstos. Pero como decimos anteriormente, nos introduce un elemento comparativo entre lo descontado por el mercado con datos fehacientes calculados a posteriori. Una posibilidad estriba en comparar las funciones de distribución de probabilidades de ambas volatilidades. Esta comparativa nos permitirá comprender la formación de los smiles de volatilidad y la tendencia que nos indica el mercado sobre la evolución del precio del subyacente.

El peso que la función de distribución implícita da a cada una de sus colas, en comparación con la distribución histórica, determina una mayor volatilidad para precios de ejercicio altos o bajos. Si la mayor volatilidad se asocia a strikes altos, es decir, la función de distribución implícita asocia una probabilidad más alta su cola derecha, podemos decir que el mercado marca una tendencia ascendente en el precio del subyacente y esto determina un curva de volatilidades creciente. Si nos encontramos en el caso opuesto, mayor peso relativo en la cola izquierda, la curva de volatilidades tiene pendiente decreciente y el mercado descuenta mayor probabilidad de una bajada en el precio del subyacente. En el caso que esto no se cumpla y la funciones de distribución tenga pesos similares en ambas colas, la probabilidad asociada a subidas o bajadas del subyacente es la misma y la curva de volatilidad se dibuja a través de una curva con suaves y simétricos extremos.

Gráficamente representaremos la comparativa entre ambas funciones de distribución más observada en el mercado des del crash de 1987, la curva de volatilidad asociada y los otros posibles escenarios con sus respectivos smiles.



6 MÉTODOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES

6.1 MODELO BINOMIAL

Tras una breve explicación del funcionamiento del mercado de opciones, y con el objetivo de llegar a entender el método de cálculo y estimación de volatilidades, pasamos ahora a introducir los métodos básicos de valoración de opciones que la teoría económica nos ha brindado hasta este momento.

En primer lugar, desarrollamos el modelo de valoración basado en la construcción de árboles binomiales introducido por Cox, Ros y Rubinstein en 1979.

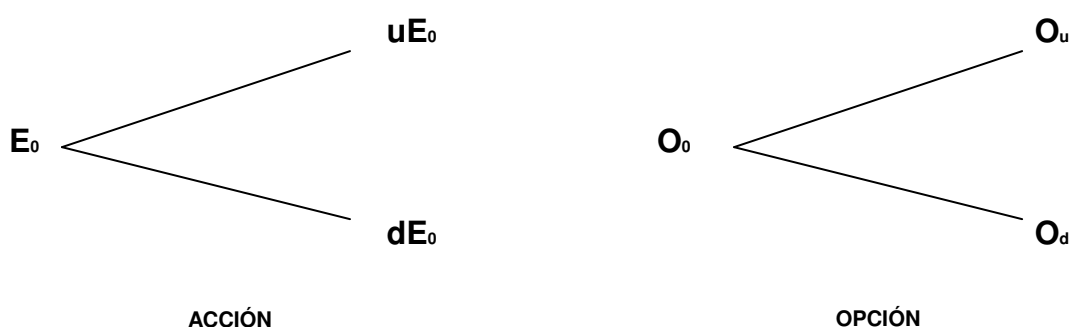
Este modelo sólo requiere un supuesto, se trata de la presunción de un mercado donde no existen oportunidades de arbitraje, y en el cual podemos crear una cartera sin riesgo compuesta por acciones y la opciones que deberá pagar el tipo de interés libre de riesgo. Conoceremos los pagos futuros de esta cartera, por un lado y el rendimiento que debe tener según el principio de no posibilidad de arbitraje. De este modo podemos deducir el coste inicial de la cartera, que se compone del coste del subyacente (conocido) y el coste de la opción.

Vamos a ver este concepto con más claridad; tenemos dos activos:

-Acción con precio inicial: E_0

-Opción con precio O_0

La opción tiene una duración T y durante este período de tiempo podemos vivir revalorizaciones de la acción hasta uE_0 o descensos de cotización hasta dE_0 , del siguiente modo;



La cartera tendrá el mismo precio en la siguiente situación

$$uE_0\Delta - O_u = dE_0\Delta - O_d$$

$$\text{donde } \Delta = \frac{O_u - O_d}{uE_0 - dE_0}$$

Este resultado nos conduciría a una cartera cubierta que pagaría el interés libre de riesgo. Mediante este supuesto somos capaces de deducir el coste inicial de la cartera utilizando cualquiera de los pagos finales que hemos encontrado anteriormente con la correspondiente actualización de flujos mediante el tipo de interés libre de riesgo. El resultado es el siguiente:

$$(Eu\Delta - O_u) e^{-rt} = dE_0\Delta - O$$

$$\text{sustituyendo } \Delta = \frac{O_u - O_d}{uE_0 - dE_0}$$

El resultado será;

$$O = e^{-rt}(pO_u + (1-p)O_d)$$

$$p = \frac{e^{rt} - d}{u - d}$$

Estas dos ecuaciones nos van a permitir valorar una opción mediante el modelo binomial de un período.

El método de valoración de opciones según el modelo binomial, se basa o sustenta en dos pilares básicos, por un lado, el principio de no arbitrariedad, mediante el cual se demuestra que los precios de las opciones reflejan el equilibrio exacto entre estas y el subyacente teniendo en cuenta todos los factores que influyen en el cálculo. Y por otro lado, en el principio de valoración neutral al riesgo que veremos en el siguiente apartado.

Antes hemos visto que una de las variables clave para calcular el precio de una opción era p , y es natural interpretar esta variable como la probabilidad de subida del precio del subyacente, por lo que se deduce que el beneficio bruto esperado de las opciones es el siguiente

$$P \times f_u + (1-p) \times f_d$$

Del mismo modo, el rendimiento esperado de las acciones, sería ;

$$E(S_t) = pS_0u + (1-p)S_0d$$

De manera que sustituyendo p por $\frac{e^{rt} - d}{u - d}$, el resultado se reduce a

$$E(S_t) = S_0 e^{rt}$$

Que nos indica, que en cualquier caso, el valor de p no influye en el rendimiento de las acciones, sino que estas presentan un rendimiento igual al rendimiento del activo libre de riesgo. De este modo extraemos el segundo pilar básico para el análisis binomial, el principio de valoración neutral al riesgo, que supone un mundo donde el riesgo no debe ser compensado con rentabilidad, y donde todos los activos existentes retribuyen al inversor con el tipo de interés libre de riesgo.

La valoración que vamos a extraer en el contexto descrito en el anterior apartado, no es solo útil en estos entornos, sino también en situaciones más parecidas a la realidad donde no existe la neutralidad ante el riesgo.

El método de valoración según el esquema binomial no es solo extensible a situaciones donde la inversión tiene un periodo $t=0$ y otro $t=1$, también es útil en contextos de dos o más periodos.

El sistema que se utiliza para la valoración de opciones a más de un período se basa en valorar retrospectivamente los últimos periodos del árbol binomial para encontrar valoraciones intermedias de la opción en el periodo $n-1$, y así sucesivamente en el periodo $n-2$... de modo que podríamos hacer

extensible el método desarrollado para un periodo de tiempo y así llevar la valoración por todos los nodos del árbol hacia el momento inicial, donde encontraremos el valor actual de la misma.

La forma de cálculo retrospectiva tiene en cuenta todos y cada uno de los escenarios futuros posibles desarrollados en el árbol de n periodos, y en consecuencia el precio de la opción descuenta toda la información disponible en el mercado.

6.1.1 GENERALIZACIÓN DEL MODELO BINOMIAL DE DOS PERIODOS

$$O_u = e^{-r\delta t} (pO_{uu} + (1-p) O_{ud})$$

$$O_d = e^{-r\delta t} (pO_{ud} + (1-p) O_{dd})$$

$$O = e^{-r\delta t} (pO_u + (1-p) O_d)$$

Sustituyendo las dos primeras ecuaciones en la tercera podemos obtener;

$$O = e^{-2r\delta t} (p^2O_{uu} + 2p(1-p)O_{ud} + (1-p)^2 O_{dd})$$

DELTA

Como hemos desarrollado en anteriores capítulos, la delta es la ratio de variación del precio de la opción ante cambios determinados del subyacente. También puede ser interpretado como el número de acciones que deben permanecer en cartera por cada opción si queremos tener una cartera libre de riesgo.

La construcción de una cartera libre de riesgo se llama cobertura delta o «delta hedging»

$$\text{Delta} = \frac{O_u - O_d}{uE_0 - dE_0}$$

Este parámetro es positivo si hablamos de opciones de compra y negativo si hablamos de opciones de venta.

Por otro lado la delta no es un parámetro estático, ya que las variaciones de los precios de los activos hacen que debamos reequilibrar la cartera con el parámetro delta si queremos permanecer con una cartera cubierta.

6.2 MODELO BLACK – SHOLES - MERTON

El modelo de Black, Sholes y Merton es uno de los más utilizados para valorar derivados financieros como las opciones.

El modelo parte de dos supuestos iniciales que cabe destacar en este apartado, y que supone, que en ausencia de dividendos, las acciones siguen un paseo aleatorio a corto plazo, lo que conduce a una distribución normal de las rentabilidades a corto plazo de los precios de las acciones. Este supuesto conduce a pensar que el precio de las acciones en el futuro responde a una distribución de tipo log-normal, que nos conduce a un entorno de rendimientos positivos en un periodo de tiempo no cortoplacista.

Tras este supuesto inicial implícito en el método de Black-Sholes, acerca de la evolución de los precios y rendimientos de las acciones vamos a repasar los supuestos prácticos que asume el modelo:

- No existen costes de transacción ni impuestos, todos los activos son perfectamente divisibles y no hay penalizaciones a la venta en descubierto.
- No hay dividendos sobre las acciones durante el periodo de vida de la opción.
- No existen oportunidades de arbitraje
- Los activos se negocian a tiempo continuo
- El tipo de interés a corto plazo es conocido y constante
- Los inversores pueden prestar y pedir prestado al mismo tipo de interés libre de riesgo

Dichos supuestos se añaden a los dos iniciales acerca de los precios y rentabilidades de las acciones.

Existen distintos sistemas para obtener la fórmula de valoración de opciones Black & Sholes, y uno de ellos se basa en el método de valoración Binomial que hemos desarrollado anteriormente. Para obtener la fórmula de BS

basta con llevar al límite = Infinito la fórmula general de valoración resultante del modelo Binomial.

Se puede demostrar que el resultante de esta operación es exactamente la fórmula de valoración del modelo Black & Sholes;

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2)$$

$$p = X e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Las variables c y p que aparecen en las fórmulas anteriores son los precios de las opciones Europeas, c es la opción de compra (CALL) y p es la opción de venta (PUT). La variable T es el tiempo hasta el vencimiento de la opción, S_0 es el precio del subyacente, K el precio de ejercicio o precio (STRIKE), r es el tipo de interés libre de riesgo y σ es la volatilidad implícita en el precio de las opciones. Las letras N que aparecen en las fórmulas de los precios son distribuciones normales que dependen de las variables d_1 y d_2 y se extraen de las tablas dicha distribución.

Como podemos observar, la variable rendimiento esperado de las acciones no aparece en la fórmula de valoración. Este importante factor encuentra explicación en el concepto explicado anteriormente donde se asume un entorno neutral al riesgo.

7. ANÁLISIS DE DATOS

En el siguiente apartado analizaremos la situación del mercado de opciones de las empresas de mayor liquidez de las que disponemos de datos. Para ello nos hemos centrado en el estudio de valores que forman parte del índice EUROSTOXX 50.

La concepción inicial de la tesina se limitaba a la comparación *ex post* de las volatilidades históricas a distintos vencimientos con las volatilidades implícitas en el precio de las opciones durante el mismo periodo de tiempo.

Ante la dificultad para la obtención de datos históricos, hemos optado por la recopilación de precios de opciones PUT / CALL, a distintos vencimientos y distintos Strikes del día 1 de Junio de 2006.

De este modo, el análisis se puede extender y abarcar otras temáticas no planteadas de antemano. Los parámetros que vamos a estudiar con el siguiente análisis son;

1. VOLATILIDAD IMPLÍCITA VS. VOLATILIDAD HISTÓRICA: En la medida que la volatilidad histórica es el único parámetro obtenido empíricamente a través de series de datos reales, parece razonable pensar que la volatilidad que descuenta el mercado debe ser parecida a la volatilidad histórica obtenida para un mismo periodo de tiempo. Es por ello que el primer análisis se centra en la comparación de los datos obtenidos para cada una de las dos variables.
2. PARIDAD PUT-CALL: La volatilidad que descuenta el mercado para el precio de las opciones debería ser la misma tanto para las opciones PUT como para las opciones CALL. De no ser así la relación entre precio de la PUT y el precio de la CALL no cumpliría la paridad PUT-CALL.

3. ESTRUCTURA TEMPORAL DE VOLATILIDADES: La teoría nos dice que la volatilidad mantiene un comportamiento cíclico, es decir, volatilidades actuales altas (bajas) no deben perdurar en el tiempo, decreciendo (aumentando) en el tiempo hasta volatilidades mas bajas (altas).
4. CURVAS DE VOLATILIDAD (SMILES): La curva de volatilidad es la estructura que presenta el nivel de volatilidad dado un plazo de vencimiento en función del precio de ejercicio (Strike).
5. FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE VOLATILIDADES: Definición y comparación de las funciones de distribución de probabilidad de la volatilidad implícita y la volatilidad histórica.

7.1 AEGON

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike: 12									
aegon					santander				
1 mes	spot	d1			spot	12,91 d1	0,02077607		
	strike				strike	12	0,50828786	0,49171214	
	interes	d2			interes	2,8% d2	-0,09501518		
	volatilidad				volatilidad	66,7%	0,46215138	0,53784862	
	vencimiento	call		put	vencimiento	0,03 call	1,02090749	put	0,10067734
3 meses	santander				santander				
	spot	12,91 d1	0,150556629		spot	12,91 d1	0,13779374		
	strike	12	0,559837262	0,440162738	strike	12	0,55479829	0,44520171	
	interes	3,0% d2	-0,015372552		interes	3,0% d2	-0,05221766		
	volatilidad	31,4%	0,49386748	0,50613252	volatilidad	35,9%	0,47917763	0,52082237	
vencimiento	0,28 call	1,349863566	put	0,341103713	vencimiento	0,28 call	1,45963783	put	0,45087797
6 meses	santander				santander				
	spot	12,91 d1	0,279510855		spot	d1			
	strike	12	0,610073596	0,389926404	strike	d2			
	interes	3,1% d2	0,090203538		interes	d2			
	volatilidad	26,0%	0,535937264	0,464062736	volatilidad				
vencimiento	0,53 call	1,550637987	put	0,443161459	vencimiento	call		put	
1 año	santander				santander				
	spot	d1			spot	d1			
	strike				strike				
	interes	d2			interes	d2			
	volatilidad				volatilidad				
vencimiento	call		put	vencimiento	call		put		

strike: 13									
santander					santander				
1 mes	spot	12,91 d1	-0,002889249		spot	12,91 d1	-0,00257396		
	strike	13	0,498847358	0,501152642	strike	13	0,49897314	0,50102686	
	interes	2,8% d2	-0,058788473		interes	2,8% d2	-0,06255279		
	volatilidad	32,2%	0,476560295	0,523439705	volatilidad	34,6%	0,47506131	0,52493869	
	vencimiento	0,03 call	0,250117121	put	0,329034451	vencimiento	0,03 call	0,27121111	put
3 meses	santander				santander				
	spot	12,91 d1	0,009234178		spot	12,91 d1	0,01751694		
	strike	13	0,503683852	0,496316148	strike	13	0,50698789	0,49301211	
	interes	3,0% d2	-0,125467502		interes	3,0% d2	-0,15979175		
	volatilidad	25,45%	0,450076726	0,549923274	volatilidad	33,5%	0,43652256	0,56347744	
vencimiento	0,28 call	0,69971473	put	0,682724888	vencimiento	0,28 call	0,91712387	put	0,90013403
6 meses	santander				santander				
	spot	12,91 d1	0,054151252		spot	d1			
	strike	13	0,52159267	0,47840733	strike	d2			
	interes	3,1% d2	-0,13005933		interes	d2			
	volatilidad	25,3%	0,448259743	0,551740257	volatilidad				
vencimiento	0,53 call	1,00228222	put	0,878349314	vencimiento	call		put	
1 año	santander				santander				
	spot	d1			spot	d1			
	strike				strike				
	interes	d2			interes	d2			
	volatilidad				volatilidad				
vencimiento	call		put	vencimiento	call		put		

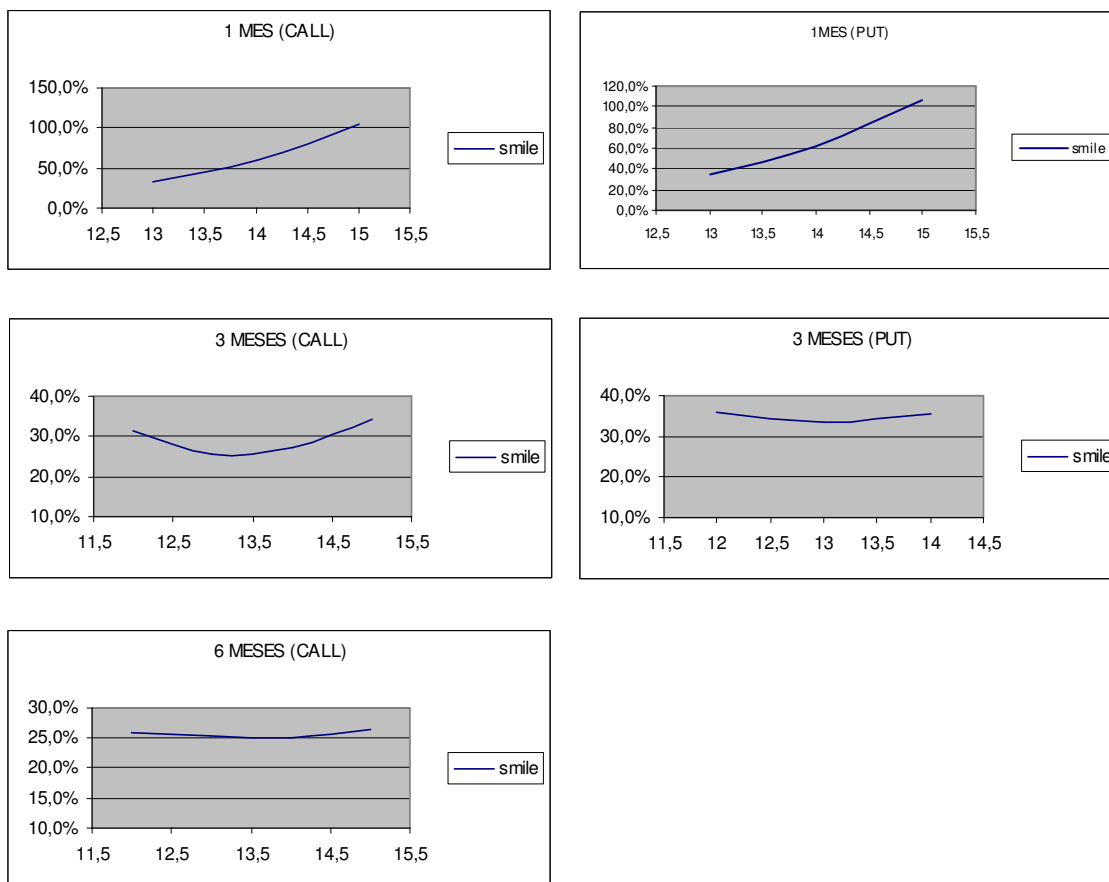
strike: 14

		santander						santander			
1 mes	spot	12,91	d1	-0,021833363		spot	12,91	d1	-0,02091049		
	strike	14		0,49129044	0,50870956	strike	14		0,49165853	0,50834147	
	interes	2,8%	d2	-0,126167008		interes	2,8%	d2	-0,12923694		
	volatilidad	60,1%		0,449799863	0,550200137	volatilidad	62,4%		0,44858508	0,55141492	
	vencimiento	0,03	call	0,050729947	put	1,128794763	vencimiento	0,03	call	0,07247437	put
		santander						santander			
3 meses	spot	12,91	d1	-0,131787317		spot	12,91	d1	-0,0902718		
	strike	14		0,447576259	0,552423741	strike	14		0,46403562	0,53596438	
	interes	3,0%	d2	-0,276809951		interes	3,0%	d2	-0,27922464		
	volatilidad	27,4%		0,39096302	0,60903698	volatilidad	35,7%		0,39003622	0,60996378	
	vencimiento	0,28	call	0,349773921	put	1,324554092	vencimiento	0,28	call	0,57513268	put
		santander						santander			
6 meses	spot	12,91	d1	-0,160141218		spot		d1			
	strike	14		0,436384916	0,563615084	strike		d1			
	interes	3,1%	d2	-0,343623695		interes		d2			
	volatilidad	25,2%		0,365564651	0,634435349	volatilidad		d2			
	vencimiento	0,53	call	0,600046328	put	1,459657045	vencimiento		call		put
		santander						santander			
1 año	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
	vencimiento		call		put	vencimiento		call		put	

strike: 15

		santander						santander			
1 mes	spot	12,91	d1	-0,022348385		spot	12,91	d1	-0,02174535		
	strike	15		0,491085027	0,508914973	strike	15		0,49132554	0,50867446	
	interes	2,8%	d2	-0,202718863		interes	2,8%	d2	-0,20610863		
	volatilidad	103,9%		0,419677389	0,580322611	volatilidad	106,2%		0,41835303	0,58164697	
	vencimiento	0,03	call	0,050113562	put	2,127325865	vencimiento	0,03	call	0,07306712	put
		santander						santander			
3 meses	spot	12,91	d1	-0,204021997		spot		d1			
	strike	15		0,419168155	0,580831845	strike		d1			
	interes	3,0%	d2	-0,38450637		interes		d2			
	volatilidad	34,1%		0,350301588	0,649698412	volatilidad		d2			
	vencimiento	0,28	call	0,200181727	put	2,16673191	vencimiento		call		put
		santander						santander			
6 meses	spot	12,91	d1	-0,338615926		spot		d1			
	strike	15		0,367449542	0,632550458	strike		d1			
	interes	3,1%	d2	-0,530835663		interes		d2			
	volatilidad	26,4%		0,297766332	0,702233668	volatilidad		d2			
	vencimiento	0,53	call	0,350780929	put	2,193935269	vencimiento		call		put
		santander						santander			
1 año	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
	vencimiento		call		put	vencimiento		call		put	

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



Los datos aportados por Aegon nos hablan de una volatilidad implícita superior a la histórica para todos los plazos y precios de ejercicio.

La volatilidad de la call y la put mantienen estructuras temporales similares, siendo la volatilidad de la put superior en todos los casos a la call y especialmente a vencimientos largos. En estos vencimientos largos es además donde la put rompe la estructura temporal de volatilidades decreciente que marcaban ambas opciones.

Las funciones distribución de probabilidad de la put aportan unos datos de incoherencia, a nuestro entender, ya que ante la tendencia alcista descontada en el mercado para el precio del activo subyacente, la volatilidad descontada para la put es superior.

7.2 ABN AMRO

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike: 20											
abn					santander						
1 mes	spot	21,69	d1	0,022663312	spot	21,69	d1	0,02362136			
	strike	20		0,509040579	0,490959421	strike	20	0,50942268	0,49057732		
	interes	2,8%	d2	-0,094343139		interes	2,8%	d2	-0,08782989		
	volatilidad	67,4%		0,462418291	0,537581709	volatilidad	64,2%		0,46500594	0,53499406	
	vencimiento	0,03	call	1,800608694	put	0,093558432	vencimiento	0,03	call	1,75718765	put
3 meses	santander					santander					
	spot	21,69	d1	0,205700242		spot	21,69	d1	0,15962821		
	strike	20		0,581487465	0,418512535	strike	20	0,56341302	0,43658698		
	interes	3,0%	d2	0,081584156		interes	3,0%	d2	-0,01291697		
	volatilidad	23,5%		0,532511299	0,467488701	volatilidad	32,6%		0,49484702	0,50515298	
vencimiento	0,28	call	2,049888364	put	0,195288608	vencimiento	0,28	call	2,40493978	put	0,55034002
6 meses	santander					santander					
	spot	21,69	d1	0,378829168		spot	21,69	d1	0,32394223		
	strike	20		0,647592637	0,352407363	strike	20	0,62700911	0,37299089		
	interes	3,1%	d2	0,239397048		interes	3,1%	d2	0,15283754		
	volatilidad	19,2%		0,594601141	0,405398859	volatilidad	23,5%		0,5607368	0,4392632	
vencimiento	0,53	call	2,3499611	put	0,330833552	vencimiento	0,53	call	2,56964555	put	0,550518
1 año	santander					santander					
	spot	21,69	d1	0,815372572		spot	21,69	d1	0,55996245		
	strike	20		0,79257046	0,20742954	strike	20	0,71224747	0,28775253		
	interes	3,4%	d2	0,650543614		interes	3,4%	d2	0,26481305		
	volatilidad	16,2%		0,74232943	0,25767057	volatilidad	29,1%		0,60442326	0,39557674	
vencimiento	1,03	call	2,850829427	put	0,47843058	vencimiento	1,03	call	3,77264023	put	1,40024139

strike: 21											
santander					santander						
1 mes	spot	21,69	d1	0,017501802	spot	21,69	d1	0,01584796			
	strike	21		0,506981853	0,493018147	strike	21	0,50632216	0,49367784		
	interes	2,8%	d2	-0,041175023		interes	2,8%	d2	-0,04977287		
	volatilidad	33,8%		0,483578183	0,516421817	volatilidad	37,8%		0,48015169	0,51984831	
	vencimiento	0,03	call	0,849951936	put	0,142049161	vencimiento	0,03	call	0,90753806	put
3 meses	santander					santander					
	spot	21,69	d1	0,106126786		spot	21,69	d1	0,08382378		
	strike	21		0,54225912	0,45774088	strike	21	0,53340173	0,46659827		
	interes	3,0%	d2	-0,000258431		interes	3,0%	d2	-0,07310765		
	volatilidad	20,10%		0,499896901	0,500103099	volatilidad	29,7%		0,47086023	0,52913977	
vencimiento	0,28	call	1,350162456	put	0,487332713	vencimiento	0,28	call	1,76279737	put	0,89996763
6 meses	santander					santander					
	spot	21,69	d1	0,197426544		spot	21,69	d1	0,16169935		
	strike	21		0,57825312	0,42174688	strike	21	0,56422869	0,43577131		
	interes	3,1%	d2	0,062581485		interes	3,1%	d2	-0,03947608		
	volatilidad	18,5%		0,524950113	0,475049887	volatilidad	27,6%		0,48425541	0,51574459	
vencimiento	0,53	call	1,699772114	put	0,664188189	vencimiento	0,53	call	2,23610756	put	1,20052363
1 año	santander					santander					
	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
vencimiento		call		put	vencimiento		call		put		

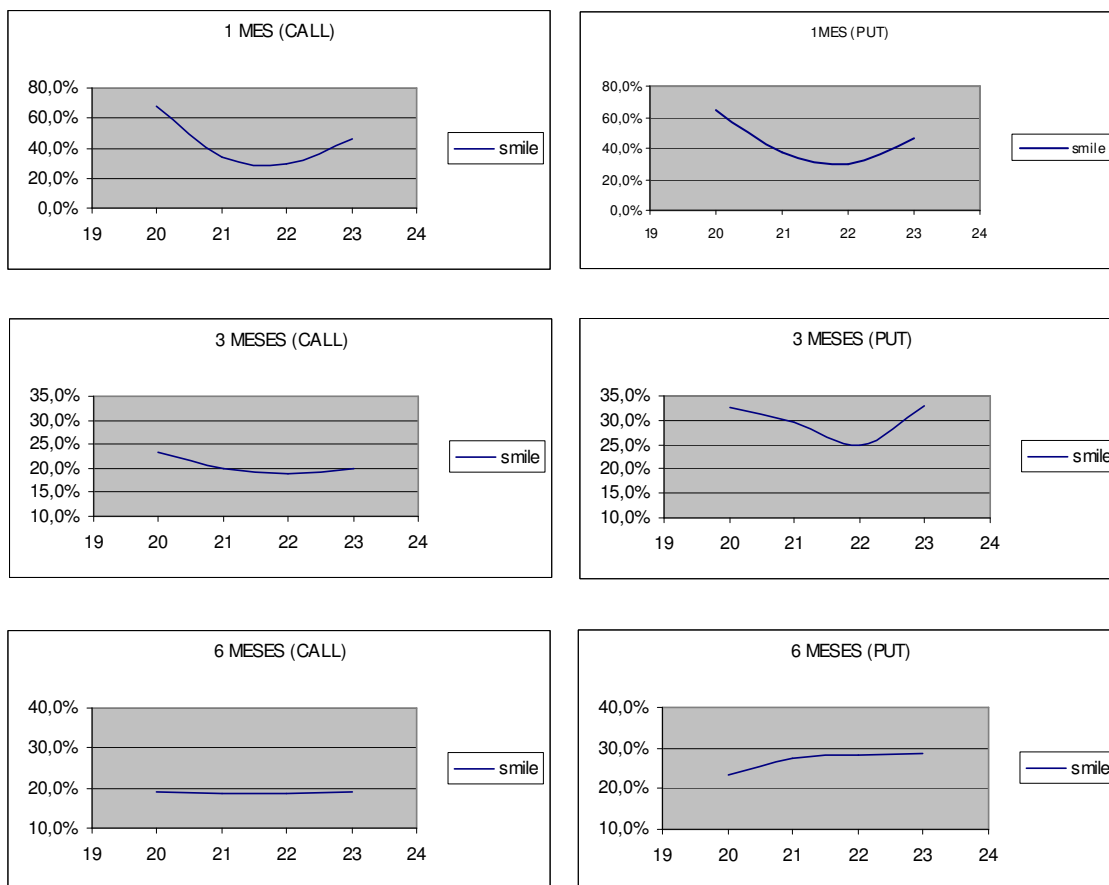
strike: 22

		santander						santander			
1 mes	spot	21,69	d1	-0,0076578		spot	21,69	d1	-0,00747254		
	strike	22		0,49694501	0,50305499	strike	22		0,49701892	0,50298108	
	interes	2,8%	d2	-0,058349022		interes	2,8%	d2	-0,05920536		
	volatilidad	29,2%		0,47673531	0,52326469	volatilidad	29,8%		0,47639427	0,52360573	
	vencimiento	0,03	call	0,299501748	put	0,590746459	vencimiento	0,03	call	0,30860127	put
		santander						santander			
3 meses	spot	21,69	d1	-0,019497437		spot	21,69	d1	-0,00710156		
	strike	22		0,492222141	0,507777859	strike	22		0,49716691	0,50283309	
	interes	3,0%	d2	-0,119002018		interes	3,0%	d2	-0,1379395		
	volatilidad	18,8%		0,452636879	0,547363121	volatilidad	24,7%		0,44514412	0,55485588	
	vencimiento	0,28	call	0,800241219	put	0,929181488	vencimiento	0,28	call	1,07097741	put
		santander						santander			
6 meses	spot	21,69	d1	0,015178373		spot	21,69	d1	0,04086053		
	strike	22		0,506055062	0,493944938	strike	22		0,51629646	0,48370354	
	interes	3,1%	d2	-0,121195706		interes	3,1%	d2	-0,16555725		
	volatilidad	18,7%		0,451768013	0,548231987	volatilidad	28,4%		0,43425269	0,56574731	
	vencimiento	0,53	call	1,200996249	put	1,148955947	vencimiento	0,53	call	1,80212789	put
		santander						santander			
1 año	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put

strike: 23

		santander						santander			
1 mes	spot	21,69	d1	-0,020767132		spot	21,69	d1	-0,02048807		
	strike	23		0,491715708	0,508284292	strike	23		0,49182701	0,50817299	
	interes	2,8%	d2	-0,101143967		interes	2,8%	d2	-0,10184331		
	volatilidad	46,3%		0,459718088	0,540281912	volatilidad	46,9%		0,45944052	0,54055948	
	vencimiento	0,03	call	0,100811751	put	1,391203949	vencimiento	0,03	call	0,10960456	put
		santander						santander			
3 meses	spot	21,69	d1	-0,133423036		spot	21,69	d1	-0,0665072		
	strike	23		0,446929414	0,553070586	strike	23		0,47348701	0,52651299	
	interes	3,0%	d2	-0,239808253		interes	3,0%	d2	-0,24021679		
	volatilidad	20,1%		0,405239454	0,594760546	volatilidad	32,8%		0,4050811	0,5949189	
	vencimiento	0,28	call	0,450099204	put	1,570809485	vencimiento	0,28	call	1,02974574	put
		santander						santander			
6 meses	spot	21,69	d1	-0,156035695		spot	21,69	d1	-0,07068737		
	strike	23		0,438002443	0,561997557	strike	23		0,47182329	0,52817671	
	interes	3,1%	d2	-0,29335631		interes	3,1%	d2	-0,28009038		
	volatilidad	18,9%		0,384624908	0,615375092	volatilidad	28,8%		0,38970408	0,61029592	
	vencimiento	0,53	call	0,799479343	put	1,730982663	vencimiento	0,53	call	1,41815495	put
		santander						santander			
1 año	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



Para ABN AMRO los datos calculados nos indican básicamente dos tendencias:

1. La volatilidad histórica es inferior a la volatilidad implícita en todos los vencimientos y precios de ejercicio.
2. La volatilidad descontada para la put es superior a la descontada para la call.

Los otros datos y análisis parecen seguir los preceptos teóricos establecidos para este análisis.

7.3 FORTIS

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike: 27											
fortis					santander						
1 mes	spot	27,69	d1	0,01210955	spot	27,69	d1	0,01346123			
	strike	27		0,504830893	0,495169107	strike	27		0,50537009	0,49462991	
	interes	2,8%	d2	-0,05663608		interes	2,8%	d2	-0,047212		
	volatilidad	39,6%		0,477417547	0,522582453	volatilidad	35,0%		0,48117213	0,51882787	
	vencimiento	0,03	call	1,099482811	put	0,386464957	vencimiento	0,03	call	1,01312579	put
santander					santander						
3 meses	spot	27,69	d1	0,083793682	spot	27,69	d1	0,07286957			
	strike	27		0,533389764	0,466610236	strike	27		0,52904505	0,47095495	
	interes	3,0%	d2	-0,029926804		interes	3,0%	d2	-0,07516251		
	volatilidad	21,5%		0,488062715	0,511937285	volatilidad	28,0%		0,47004271	0,52995729	
	vencimiento	0,28	call	1,700321538	put	0,788111868	vencimiento	0,28	call	2,06255224	put
santander					santander						
6 meses	spot	27,69	d1	0,163977325	spot	27,69	d1	0,1443484			
	strike	27		0,565125503	0,434874497	strike	27		0,55738732	0,44261268	
	interes	3,1%	d2	0,020831869		interes	3,1%	d2	-0,04998284		
	volatilidad	19,7%		0,508310112	0,491689888	volatilidad	26,7%		0,48006803	0,51993197	
	vencimiento	0,53	call	2,149805605	put	1,015483415	vencimiento	0,53	call	2,68552293	put
santander					santander						
1 año	spot		d1		spot		d1				
	strike				strike						
	interes		d2		interes		d2				
	volatilidad				volatilidad						
	vencimiento		call		put		call		put		

strike: 28											
santander					santander						
1 mes	spot	27,69	d1	-0,005501033	spot	27,69	d1	-0,00670521			
	strike	28		0,497805417	0,502194583	strike	28		0,49732503	0,50267497	
	interes	2,8%	d2	-0,058622656		interes	2,8%	d2	-0,05201483		
	volatilidad	30,6%		0,476626332	0,523373668	volatilidad	26,1%		0,47925844	0,52074156	
	vencimiento	0,03	call	0,450071921	put	0,736201553	vencimiento	0,03	call	0,36313383	put
santander					santander						
3 meses	spot	27,69	d1	-0,007848315	spot	27,69	d1	0,0034833			
	strike	28		0,496869007	0,503130993	strike	28		0,50138963	0,49861037	
	interes	3,0%	d2	-0,115556731		interes	3,0%	d2	-0,14233325		
	volatilidad	20,35%		0,454001928	0,545998072	volatilidad	27,6%		0,44340839	0,55659161	
	vencimiento	0,28	call	1,150868873	put	1,230429215	vencimiento	0,28	call	1,57022287	put
santander					santander						
6 meses	spot	27,69	d1	0,027955827	spot	27,69	d1	0,04359274			
	strike	28		0,511151309	0,488848691	strike	28		0,51738548	0,48261452	
	interes	3,1%	d2	-0,11111224		interes	3,1%	d2	-0,14556895		
	volatilidad	19,1%		0,455763671	0,544236329	volatilidad	26,0%		0,44213084	0,55786916	
	vencimiento	0,53	call	1,60240308	put	1,451624514	vencimiento	0,53	call	2,1504649	put
santander					santander						
1 año	spot		d1		spot		d1				
	strike				strike						
	interes		d2		interes		d2				
	volatilidad				volatilidad						
	vencimiento		call		put		call		put		

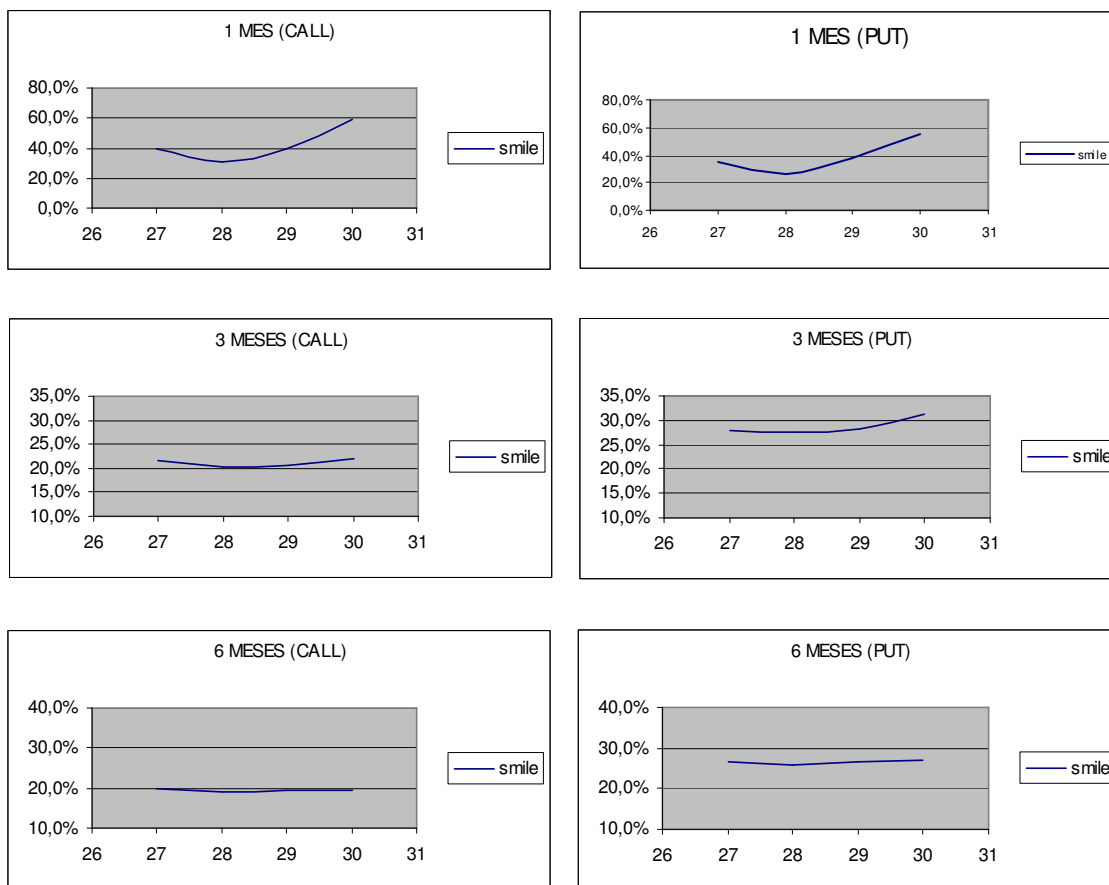
strike: 29

		santander						santander			
1 mes	spot	27,69	d1	-0,019488985		spot	27,69	d1	-0,02052592		
	strike	29		0,492225512	0,507774488	strike	29		0,49181192	0,50818808	
	interes	2,8%	d2	-0,087366615		interes	2,8%	d2	-0,08527875		
	volatilidad	39,1%		0,465190053	0,534809947	volatilidad	37,3%		0,46601989	0,53398011	
	vencimiento	0,03	call	0,150713736	put	1,435990856	vencimiento	0,03	call	0,11521645	put
		santander						santander			
3 meses	spot	27,69	d1	-0,096618681		spot	27,69	d1	-0,06191075		
	strike	29		0,46151461	0,53848539	strike	29		0,47531695	0,52468305	
	interes	3,0%	d2	-0,206444216		interes	3,0%	d2	-0,21058541		
	volatilidad	20,8%		0,418221968	0,581778032	volatilidad	28,1%		0,4166054	0,5833946	
	vencimiento	0,28	call	0,750719386	put	1,82204974	vencimiento	0,28	call	1,17940097	put
		santander						santander			
6 meses	spot	27,69	d1	-0,103029342		spot	27,69	d1	-0,05180717		
	strike	29		0,458969842	0,541030158	strike	29		0,47934117	0,52065883	
	interes	3,1%	d2	-0,244281725		interes	3,1%	d2	-0,2446094		
	volatilidad	19,4%		0,403506318	0,596493682	volatilidad	26,5%		0,40337944	0,59662056	
	vencimiento	0,53	call	1,199759003	put	2,032524059	vencimiento	0,53	call	1,76745987	put
		santander						santander			
1 año	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put

strike: 30

		santander						santander			
1 mes	spot	27,69	d1	-0,021982647		spot	27,69	d1	-0,0239218		
	strike	30		0,491230899	0,508769101	strike	30		0,49045749	0,50954251	
	interes	2,8%	d2	-0,124580291		interes	2,8%	d2	-0,11912408		
	volatilidad	59,1%		0,450427916	0,549572084	volatilidad	54,8%		0,45258853	0,54741147	
	vencimiento	0,03	call	0,100865987	put	2,385290593	vencimiento	0,03	call	0,01468732	put
		santander						santander			
3 meses	spot	27,69	d1	-0,171538601		spot	27,69	d1	-0,10832372		
	strike	30		0,431900141	0,568099859	strike	30		0,45686945	0,54313055	
	interes	3,0%	d2	-0,287609636		interes	3,0%	d2	-0,27404119		
	volatilidad	21,9%		0,386822784	0,613177216	volatilidad	31,3%		0,39202648	0,60797352	
	vencimiento	0,28	call	0,450137777	put	2,513238144	vencimiento	0,28	call	0,98671185	put
		santander						santander			
6 meses	spot	27,69	d1	-0,229168316		spot	27,69	d1	-0,14078758		
	strike	30		0,409369049	0,590630951	strike	30		0,44401888	0,55598112	
	interes	3,1%	d2	-0,370930372		interes	3,1%	d2	-0,33693909		
	volatilidad	19,5%		0,355344696	0,644655304	volatilidad	26,9%		0,36808141	0,63191859	
	vencimiento	0,53	call	0,850518664	put	2,666827342	vencimiento	0,53	call	1,434159	put
		santander						santander			
1 año	spot	27,69	d1	-0,144666655		spot	27,69	d1	-0,01785812		
	strike	30		0,442487034	0,557512966	strike	30		0,49287602	0,50712398	
	interes	3,4%	d2	-0,333550086		interes	3,4%	d2	-0,29889961		
	volatilidad	18,6%		0,369359544	0,630640456	volatilidad	27,7%		0,38250832	0,61749168	
	vencimiento	1,03	call	1,54975543	put	2,836157158	vencimiento	1,03	call	2,56402222	put

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



Como primer dato de nuestro análisis podríamos decir que la volatilidad histórica de Fortis es inferior a las implícitas descontadas en el mercado para todos los plazos y strikes.

En cuanto a la comparativa call-put, la volatilidad descontada para la segunda es superior. A vencimientos largos este diferencial se amplía considerablemente.

No podemos hablar de estructura temporal de volatilidades para la put ya que esta decrece sólo hasta el segundo vencimiento. En los vencimientos a 6 y 12 meses la volatilidad se incrementa de forma ostensible. La call si sigue una estructura temporal decreciente.

7.4 ING

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike: 29												
ing						santander						
1 mes	spot	30,37	d1	0,018295242		spot	30,37	d1	0,01838			
	strike	29		0,507298338	0,492701662	strike	29		0,50733215	0,49266785		
	interes	2,8%	d2	-0,063262074		interes	2,8%	d2	-0,06274331			
	volatilidad	47,0%		0,474778908	0,525221092	volatilidad	46,7%		0,47498545	0,52501455		
	vencimiento	0,03	call	1,649800106	put	0,255077226	vencimiento	0,03	call	1,64484218	put	0,2501193
3 meses	santander					santander						
	spot	30,37	d1	#iDIV/0!	#iDIV/0!	spot	30,37	d1	0,10398853			
	strike	29		#iDIV/0!	#iDIV/0!	strike	29		0,54141078	0,45858922		
	interes	3,0%	d2	#iDIV/0!		interes	3,0%	d2	-0,06511633			
	volatilidad			#iDIV/0!	#iDIV/0!	volatilidad	32,0%		0,47404069	0,52595931		
	vencimiento	0,28	call		put		vencimiento	0,28	call	2,80860435	put	1,19993471
6 meses	santander					santander						
	spot	30,37	d1	0,223460777		spot	30,37	d1	0,19252124			
	strike	29		0,588411547	0,411588453	strike	29		0,57633303	0,42366697		
	interes	3,1%	d2	0,062258315		interes	3,1%	d2	-0,02241538			
	volatilidad	22,1%		0,524821438	0,475178562	volatilidad	29,5%		0,49105831	0,50894169		
	vencimiento	0,53	call	2,900700091	put	1,053465147	vencimiento	0,53	call	3,4968935	put	1,64965855
1 año	santander					santander						
	spot		d1			spot		d1				
	strike					strike						
	interes		d2			interes		d2				
	volatilidad					volatilidad						
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put	

strike: 30												
santander						santander						
1 mes	spot	30,37	d1	0,007193148		spot	30,37	d1	0,00722547			
	strike	30		0,502869626	0,497130374	strike	30		0,50288252	0,49711748		
	interes	2,8%	d2	-0,051483678		interes	2,8%	d2	-0,05110416			
	volatilidad	33,8%		0,479470054	0,520529946	volatilidad	33,6%		0,47962126	0,52037874		
	vencimiento	0,03	call	0,900311561	put	0,504736167	vencimiento	0,03	call	0,89617078	put	0,50059538
3 meses	santander					santander						
	spot	30,37	d1	0,050762376		spot	30,37	d1	0,04792405			
	strike	30		0,520242564	0,479757436	strike	30		0,51911161	0,48088839		
	interes	3,0%	d2	-0,06970168		interes	3,0%	d2	-0,11218305			
	volatilidad	22,76%		0,472215552	0,527784448	volatilidad	30,3%		0,45533913	0,54466087		
	vencimiento	0,28	call	1,749889957	put	1,132990323	vencimiento	0,28	call	2,21766881	put	1,60076918
6 meses	santander					santander						
	spot	30,37	d1	0,112951076		spot	30,37	d1	0,10879703			
	strike	30		0,544965329	0,455034671	strike	30		0,54331826	0,45668174		
	interes	3,1%	d2	-0,042790597		interes	3,1%	d2	-0,09922259			
	volatilidad	21,4%		0,48293423	0,51706577	volatilidad	28,6%		0,46048077	0,53951923		
	vencimiento	0,53	call	2,300990582	put	1,437299261	vencimiento	0,53	call	2,9134878	put	2,04979648
1 año	santander					santander						
	spot	30,37	d1	0,348804653		spot	30,37	d1	0,31952704			
	strike	30		0,636382015	0,363617985	strike	30		0,62533656	0,37466344		
	interes	3,4%	d2	0,14662529		interes	3,4%	d2	0,02244923			
	volatilidad	19,9%		0,558286105	0,441713895	volatilidad	29,3%		0,5089552	0,4910448		
	vencimiento	1,03	call	3,149799353	put	1,756201082	vencimiento	1,03	call	4,24378098	put	2,85018271

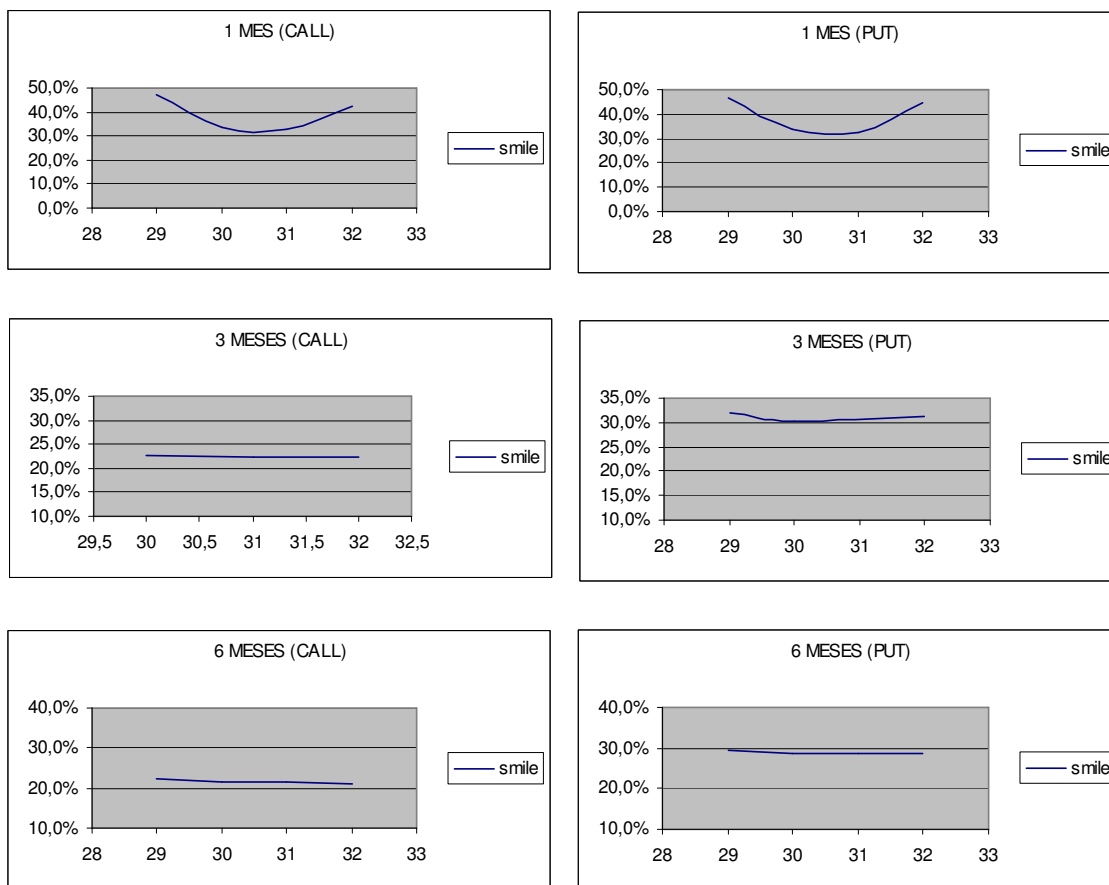
strike: 31

		santander					santander					
1 mes	spot	30,37	d1	-0,010067102			spot	30,37	d1	-0,0100671		
	strike	31		0,495983875	0,504016125		strike	31		0,49598388	0,50401612	
	interes	2,8%	d2	-0,066660727			interes	2,8%	d2	-0,06666073		
	volatilidad	32,6%		0,4734259	0,5265741		volatilidad	32,6%		0,4734259	0,5265741	
	vencimiento	0,03	call	0,399339041	put	1,002911134	vencimiento	0,03	call	0,39933904	put	1,00291113
		santander					santander					
3 meses	spot	30,37	d1	-0,027027528			spot		d1			
	strike	31		0,489218889	0,510781111		strike		d1			
	interes	3,0%	d2	-0,144421763			interes		d2			
	volatilidad	22,2%		0,442583716	0,557416284		volatilidad					
	vencimiento	0,28	call	1,250398661	put	1,62526904	vencimiento		call		put	
		santander					santander					
6 meses	spot	30,37	d1	0,00231765			spot	30,37	d1	0,02600383		
	strike	31		0,500924608	0,499075392		strike	31		0,51037286	0,48962714	
	interes	3,1%	d2	-0,155317097			interes	3,1%	d2	-0,18390886		
	volatilidad	21,7%		0,438285669	0,561714331		volatilidad	28,8%		0,42704248	0,57295752	
	vencimiento	0,53	call	1,849815024	put	1,969667325	vencimiento	0,53	call	2,47956166	put	2,59941396
		santander					santander					
1 año	spot		d1				spot		d1			
	strike						strike					
	interes		d2				interes		d2			
	volatilidad						volatilidad					
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put	

strike: 32

		santander					santander					
1 mes	spot	30,37	d1	-0,020259302			spot	30,37	d1	-0,0191729		
	strike	32		0,491918261	0,508081739		strike	32		0,49235159	0,50764841	
	interes	2,8%	d2	-0,093952535			interes	2,8%	d2	-0,09659854		
	volatilidad	42,5%		0,462573431	0,537426569		volatilidad	44,6%		0,46152261	0,53847739	
	vencimiento	0,03	call	0,149826981	put	1,752546561	vencimiento	0,03	call	0,19658473	put	1,79930431
		santander					santander					
3 meses	spot	30,37	d1	-0,101756267			spot	30,37	d1	-0,06077267		
	strike	32		0,45947507	0,54052493		strike	32		0,47577013	0,52422987	
	interes	3,0%	d2	-0,220050276			interes	3,0%	d2	-0,22723113		
	volatilidad	22,4%		0,412916	0,587084		volatilidad	31,5%		0,41012201	0,58987799	
	vencimiento	0,28	call	0,849691278	put	2,216331669	vencimiento	0,28	call	1,43324402	put	2,79988441
		santander					santander					
6 meses	spot	30,37	d1	-0,108338423			spot	30,37	d1	-0,05573718		
	strike	32		0,456863622	0,543136378		strike	32		0,47777559	0,52222441	
	interes	3,1%	d2	-0,262769508			interes	3,1%	d2	-0,26368399		
	volatilidad	21,2%		0,39636412	0,60363588		volatilidad	28,6%		0,39601172	0,60398828	
	vencimiento	0,53	call	1,400023343	put	2,503419267	vencimiento	0,53	call	2,04621108	put	3,14960701
		santander					santander					
1 año	spot		d1				spot		d1			
	strike						strike					
	interes		d2				interes		d2			
	volatilidad						volatilidad					
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put	

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



Para ING los datos calculados nos indican una volatilidad histórica inferior a la volatilidad implícita en todos los vencimientos y precios de ejercicio.

La volatilidad descontada para la put es superior a la descontada para la call, para todos los vencimientos y precios de ejercicio, manteniendo una estructura temporal de volatilidades decreciente coherente, excepto para opción put a 12 meses.

Podríamos decir que las curvas de volatilidad son coherentes con las bases teóricas utilizadas para este análisis, con valores intrínsecos reduciendo su peso a medida que aumenta el vencimiento de la opción y funciones de distribución de probabilidades correctas.

7.5 PHILIPS

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike: 24											
philips					santander						
1 mes	spot	24,67	d1	0,013230491	spot	24,67	d1	0,0133751			
	strike	24		0,505278048	0,494721952	strike	24		0,50533573	0,49466427	
	interes	2,8%	d2	-0,054820739		interes	2,8%	d2	-0,05380813		
	volatilidad	39,2%		0,478140639	0,521859361	volatilidad	38,7%		0,47854402	0,52145598	
	vencimiento	0,03	call	0,999617021	put	0,309156706	vencimiento	0,03	call	0,99136732	put
3 meses	santander					santander					
	spot	24,67	d1	0,074220665		spot	24,67	d1	0,07390904		
	strike	24		0,529582598	0,470417402	strike	24		0,52945862	0,47054138	
	interes	3,0%	d2	-0,088268199		interes	3,0%	d2	-0,09037937		
	volatilidad	30,7%		0,464831757	0,535168243	volatilidad	31,0%		0,46399287	0,53600713	
vencimiento	0,28	call	2,00065397	put	1,133134263	vencimiento	0,28	call	2,0175629	put	1,1500432
6 meses	santander					santander					
	spot	24,67	d1	0,146014617		spot	24,67	d1	0,14515221		
	strike	24		0,558045075	0,441954925	strike	24		0,55770465	0,44229535	
	interes	3,1%	d2	-0,072853766		interes	3,1%	d2	-0,08063318		
	volatilidad	30,1%		0,470961243	0,529038757	volatilidad	31,0%		0,46786684	0,53213316	
vencimiento	0,53	call	2,649909761	put	1,584956704	vencimiento	0,53	call	2,71455496	put	1,6496019
1 año	santander					santander					
	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
vencimiento		call		put			call		put		

strike: 25											
santander					santander						
1 mes	spot	24,67	d1	-0,006357657	spot	24,67	d1	-0,00519671			
	strike	25		0,497463679	0,502536321	strike	25		0,49792682	0,50207318	
	interes	2,8%	d2	-0,061909681		interes	2,8%	d2	-0,06994953		
	volatilidad	32,0%		0,475317379	0,524682621	volatilidad	37,3%		0,47211691	0,52788309	
	vencimiento	0,03	call	0,399624844	put	0,708312016	vencimiento	0,03	call	0,49099405	put
3 meses	santander					santander					
	spot	24,67	d1	0,001472729		spot	24,67	d1	0,00350134		
	strike	25		0,500587534	0,499412466	strike	25		0,50139683	0,49860317	
	interes	3,0%	d2	-0,15201838		interes	3,0%	d2	-0,15766433		
	volatilidad	29,00%		0,439586219	0,560413781	volatilidad	30,5%		0,43736066	0,56263934	
vencimiento	0,28	call	1,450283698	put	1,574534004	vencimiento	0,28	call	1,52543019	put	1,64968049
6 meses	santander					santander					
	spot	24,67	d1	0,044507711		spot	24,67	d1	0,04718253		
	strike	25		0,517750147	0,482249853	strike	25		0,51881613	0,48118387	
	interes	3,1%	d2	-0,166060273		interes	3,1%	d2	-0,17183147		
	volatilidad	28,9%		0,434054759	0,565945241	volatilidad	30,1%		0,43178501	0,56821499	
vencimiento	0,53	call	2,100101394	put	2,018691959	vencimiento	0,53	call	2,18220895	put	2,10079952
1 año	santander					santander					
	spot	24,67	d1	0,225011189		spot	24,67	d1	0,23877896		
	strike	25		0,589014715	0,410985285	strike	25		0,59436151	0,40563849	
	interes	3,4%	d2	-0,045982234		interes	3,4%	d2	-0,08671764		
	volatilidad	26,7%		0,481662205	0,518337795	volatilidad	32,1%		0,46544798	0,53455202	
vencimiento	1,03	call	2,900295066	put	2,377296507	vencimiento	1,03	call	3,42372536	put	2,9007268

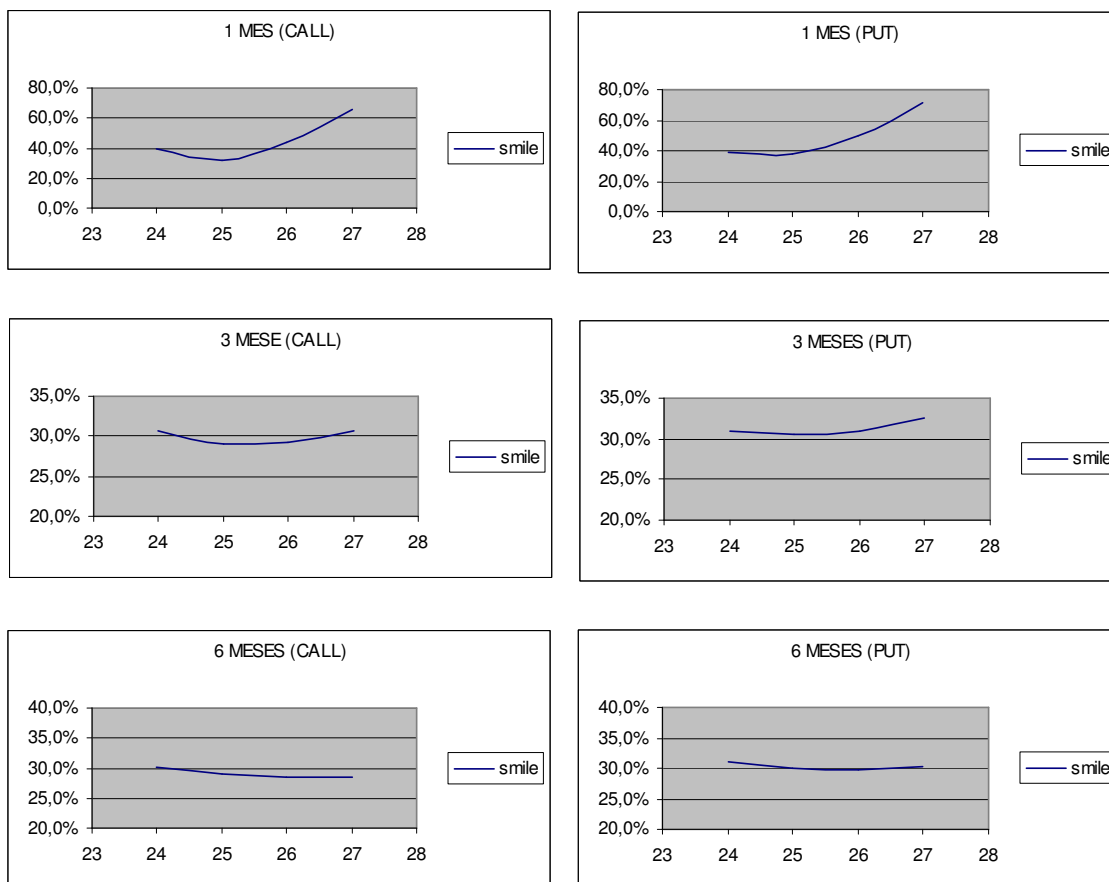
strike: 26

		santander						santander			
1 mes	spot	24,67	d1	-0,01945698		spot	24,67	d1	-0,01715114		
	strike	26		0,492238278	0,507761722	strike	26		0,49315802	0,50684198	
	interes	2,8%	d2	-0,096188213		interes	2,8%	d2	-0,10290958		
	volatilidad	44,2%		0,461685546	0,538314454	volatilidad	49,4%		0,45901737	0,54098263	
	vencimiento	0,03	call	0,149927538	put	1,457762197	vencimiento	0,03	call	0,24193107	put
		santander						santander			
3 meses	spot	24,67	d1	-0,068910363		spot	24,67	d1	-0,0629972		
	strike	26		0,472530485	0,527469515	strike	26		0,47488437	0,52511563	
	interes	3,0%	d2	-0,224042239		interes	3,0%	d2	-0,22665048		
	volatilidad	29,3%		0,411362218	0,588637782	volatilidad	30,9%		0,41034777	0,58965223	
	vencimiento	0,28	call	1,049932543	put	2,165952861	vencimiento	0,28	call	1,13416144	put
		santander						santander			
6 meses	spot	24,67	d1	-0,057137559		spot	24,67	d1	-0,04934334		
	strike	26		0,477217809	0,522782191	strike	26		0,48032284	0,51967716	
	interes	3,1%	d2	-0,264065018		interes	3,1%	d2	-0,26624584		
	volatilidad	28,4%		0,395864909	0,604135091	volatilidad	29,8%		0,39502494	0,60497506	
	vencimiento	0,53	call	1,649852762	put	2,55198695	vencimiento	0,53	call	1,74793368	put
		santander						santander			
1 año	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put

strike: 27

		santander						santander			
1 mes	spot	24,67	d1	-0,021908874		spot	24,67	d1	-0,02006223		
	strike	27		0,491260323	0,508739677	strike	27		0,49199687	0,50800313	
	interes	2,8%	d2	-0,136918924		interes	2,8%	d2	-0,1440474		
	volatilidad	66,3%		0,44554744	0,55445256	volatilidad	71,4%		0,44273152	0,55726848	
	vencimiento	0,03	call	0,09986683	put	2,406848976	vencimiento	0,03	call	0,19400239	put
		santander						santander			
3 meses	spot	24,67	d1	-0,128841772		spot	24,67	d1	-0,11916244		
	strike	27		0,448741426	0,551258574	strike	27		0,45257333	0,54742667	
	interes	3,0%	d2	-0,291330636		interes	3,0%	d2	-0,29112541		
	volatilidad	30,7%		0,38539923	0,61460077	volatilidad	32,5%		0,3854777	0,6145223	
	vencimiento	0,28	call	0,750311212	put	2,858101542	vencimiento	0,28	call	0,84274297	put
		santander						santander			
6 meses	spot	24,67	d1	-0,152533123		spot	24,67	d1	-0,13826016		
	strike	27		0,439383234	0,560616766	strike	27		0,4450174	0,5549826	
	interes	3,1%	d2	-0,36047993		interes	3,1%	d2	-0,35800227		
	volatilidad	28,6%		0,359244131	0,640755869	volatilidad	30,2%		0,36017081	0,63982919	
	vencimiento	0,53	call	1,299612968	put	3,185290779	vencimiento	0,53	call	1,41399946	put
		santander						santander			
1 año	spot		d1			spot		d1			
	strike					strike					
	interes		d2			interes		d2			
	volatilidad					volatilidad					
	vencimiento		call		put		vencimiento		call		put

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



El análisis de datos obtenidos para Phillips nos lleva a la conclusión de un comportamiento acorde con los preceptos teóricos en cuanto a estructura de volatilidades, coherencia en las funciones de distribución de probabilidades y paridad put-call.

Encontramos una volatilidad implícita superior a la histórica, en la línea de los datos anteriormente analizados para otras compañías.

7.6 SANTANDER CENTRAL HISPANO

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike: 11									
santander					santander				
1 mes	spot	11,15 d1	0,008602093		spot	11,15 d1	0,00860209		
	strike	11	0,503431696	0,496568304	strike	11	0,5034317	0,4965683	
	interes	2,8% d2	-0,04373833		interes	2,8% d2	-0,04373833		
	volatilidad	30,2%	0,482556493	0,517443507	volatilidad	30,2%	0,48255649	0,51744351	
	vencimiento	0,03 call	0,309667236	put 0,150289591	vencimiento	0,03 call	0,30966724	put 0,15028959	
santander					santander				
3 meses	spot	11,15 d1	0,054514177		spot	11,15 d1	0,05141396		
	strike	11	0,521737243	0,478262757	strike	11	0,52050217	0,47949783	
	interes	3,0% d2	-0,061662714		interes	3,0% d2	-0,0877866		
	volatilidad	22,0%	0,475415717	0,524584283	volatilidad	26,3%	0,46502314	0,53497686	
	vencimiento	0,28 call	0,630836699	put 0,390306833	vencimiento	0,28 call	0,73044308	put 0,48991321	
santander					santander				
6 meses	spot	11,15 d1	0,119825977		spot	11,15 d1	0,11252761		
	strike	11	0,547689498	0,452310502	strike	11	0,54479746	0,45520254	
	interes	3,1% d2	-0,026159089		interes	3,1% d2	-0,08042023		
	volatilidad	20,1%	0,489565224	0,510434776	volatilidad	26,5%	0,46795152	0,53204848	
	vencimiento	0,53 call	0,810141616	put 0,479121465	vencimiento	0,53 call	1,01173364	put 0,68071349	
santander					santander				
1 año	spot	11,15 d1	0,370108927		spot	11,15 d1	0,32449018		
	strike	11	0,644349335	0,355650665	strike	11	0,62721652	0,37278348	
	interes	3,4% d2	0,185386818		interes	3,4% d2	0,03421258		
	volatilidad	18,2%	0,573537177	0,426462823	volatilidad	28,6%	0,51364618	0,48635382	
	vencimiento	1,03 call	1,090845748	put 0,565526382	vencimiento	1,03 call	1,53613757	put 1,01081821	

strike: 11,5									
santander					santander				
1 mes	spot	11,15 d1	-0,016366819		spot	11,15 d1	-0,01497704		
	strike	11,5	0,493470876	0,506529124	strike	11,5	0,49402525	0,50597475	
	interes	2,8% d2	-0,070530042		interes	2,8% d2	-0,07365386		
	volatilidad	31,2%	0,471885895	0,528114105	volatilidad	33,8%	0,47064291	0,52935709	
	vencimiento	0,03 call	0,080138793	put 0,420334893	vencimiento	0,03 call	0,10060226	put 0,44079836	
santander					santander				
3 meses	spot	11,15 d1	-0,056495448		spot	11,15 d1	-0,03937919		
	strike	11,5	0,477473561	0,522526439	strike	11,5	0,48429404	0,51570596	
	interes	3,0% d2	-0,167644182		interes	3,0% d2	-0,17619799		
	volatilidad	21,0%	0,433431605	0,566568395	volatilidad	25,9%	0,4300692	0,5699308	
	vencimiento	0,28 call	0,380388815	put 0,635743956	vencimiento	0,28 call	0,49478653	put 0,75014167	
santander					santander				
6 meses	spot	11,15 d1	-0,044616781		spot	11,15 d1	-0,01152449		
	strike	11,5	0,482206383	0,517793617	strike	11,5	0,4954025	0,5045975	
	interes	3,1% d2	-0,186961321		interes	3,1% d2	-0,20119585		
	volatilidad	19,6%	0,42584548	0,57415452	volatilidad	26,1%	0,42027272	0,57972728	
	vencimiento	0,53 call	0,559968708	put 0,720720368	vencimiento	0,53 call	0,77013752	put 0,93088918	
santander					santander				
1 año	spot	11,15 d1	0,123042233		spot	11,15 d1	0,16752671		
	strike	11,5	0,548963172	0,451036828	strike	11,5	0,56652218	0,43347782	
	interes	3,4% d2	-0,063912781		interes	3,4% d2	-0,12447631		
	volatilidad	18,4%	0,474519838	0,525480162	volatilidad	28,8%	0,45046908	0,54953092	
	vencimiento	1,03 call	0,850153018	put 0,807773681	vencimiento	1,03 call	1,31308273	put 1,27070339	

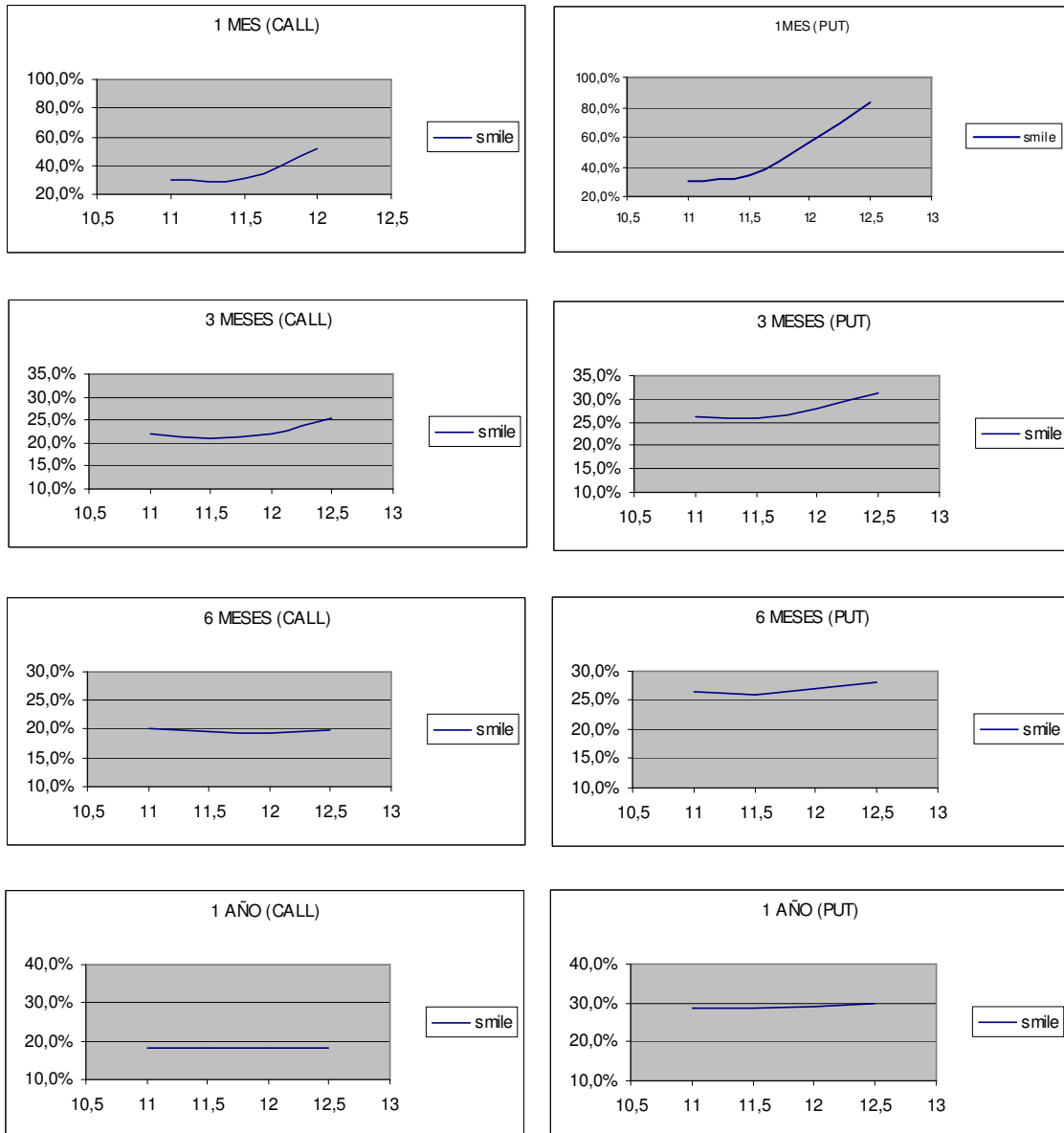
strike: 12

		santander						santander			
1 mes	spot	11,15	d1	-0,023058721		spot	11,15	d1	-0,0213453		
	strike	12		0,490801716	0,509198284	strike	12		0,4914851	0,5085149	
	interes	2,8%	d2	-0,113677961		interes	2,8%	d2	-0,11838775		
	volatilidad	52,2%		0,454746542	0,545253458	volatilidad	55,9%		0,45288022	0,54711978	
	vencimiento	0,03	call	0,020132761	put	0,859902604	vencimiento	0,03	call	0,05012932	put
		santander						santander			
3 meses	spot	11,15	d1	-0,155039682		spot	11,15	d1	-0,11373978		
	strike	12		0,438395017	0,561604983	strike	12		0,45472204	0,54527796	
	interes	3,0%	d2	-0,271375357		interes	3,0%	d2	-0,26193809		
	volatilidad	21,98%		0,393051177	0,606948823	volatilidad	28,0%		0,39668458	0,60331542	
	vencimiento	0,28	call	0,210307995	put	0,961548142	vencimiento	0,28	call	0,34911221	put
		santander						santander			
6 meses	spot	11,15	d1	-0,208482894		spot	11,15	d1	-0,12228644		
	strike	12		0,417425969	0,582574031	strike	12		0,45133608	0,54866392	
	interes	3,1%	d2	-0,348133446		interes	3,1%	d2	-0,31887481		
	volatilidad	19,2%		0,363869984	0,636130016	volatilidad	27,0%		0,37491072	0,62508928	
	vencimiento	0,53	call	0,359715529	put	1,012239	vencimiento	0,53	call	0,60750473	put
		santander						santander			
1 año	spot	11,15	d1	-0,116810589		spot	11,15	d1	0,01915168		
	strike	12		0,453505076	0,546494924	strike	12		0,50763995	0,49236005	
	interes	3,4%	d2	-0,300517741		interes	3,4%	d2	-0,27467827		
	volatilidad	18,1%		0,381891133	0,618108867	volatilidad	29,0%		0,39178171	0,60821829	
	vencimiento	1,03	call	0,630249246	put	1,070809937	vencimiento	1,03	call	1,11921568	put

strike: 12,5

		santander						santander			
1 mes	spot	11,15	d1	#¡VALOR!		spot	11,15	d1	-0,02157159		
	strike	12,5		#¡VALOR!	#¡VALOR!	strike	12,5		0,49139485	0,50860515	
	interes	2,8%	d2	#¡VALOR!		interes	2,8%	d2	-0,16652765		
	volatilidad	-		#¡VALOR!	#¡VALOR!	volatilidad	83,5%		0,43387086	0,56612914	
	vencimiento	0,03	call	no hay precio	put	#¡VALOR!	vencimiento	0,03	call	0,0602903	put
		santander						santander			
3 meses	spot	11,15	d1	-0,214996052		spot	11,15	d1	-0,16614261		
	strike	12,5		0,414885198	0,585114802	strike	12,5		0,43402236	0,56597764	
	interes	3,0%	d2	-0,349168453		interes	3,0%	d2	-0,33180715		
	volatilidad	25,4%		0,363481424	0,636518576	volatilidad	31,3%		0,37001744	0,62998256	
	vencimiento	0,28	call	0,119845253	put	1,366970405	vencimiento	0,28	call	0,25219679	put
		santander						santander			
6 meses	spot	11,15	d1	-0,350144432		spot	11,15	d1	-0,22028055		
	strike	12,5		0,363115153	0,636884847	strike	12,5		0,41282634	0,58717366	
	interes	3,1%	d2	-0,494163614		interes	3,1%	d2	-0,42414996		
	volatilidad	19,8%		0,310595317	0,689404683	volatilidad	28,0%		0,33572822	0,66427178	
	vencimiento	0,53	call	0,230183418	put	1,3744787	vencimiento	0,53	call	0,47547171	put
		santander						santander			
1 año	spot	11,15	d1	-0,342777499		spot	11,15	d1	-0,11309293		
	strike	12,5		0,365882927	0,634117073	strike	12,5		0,45497844	0,54502156	
	interes	3,4%	d2	-0,527499608		interes	3,4%	d2	-0,41453505		
	volatilidad	18,2%		0,298923344	0,701076656	volatilidad	29,7%		0,33924115	0,66075885	
	vencimiento	1,03	call	0,470543427	put	1,394044148	vencimiento	1,03	call	0,97718133	put

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



Nuestro análisis de los datos para Santander nos indica que la put mantiene una estructura de volatilidades superior a la call en todos los vencimientos y precios de ejercicio a partir del plazo de 1 mes.

En todos los vencimientos, los smiles de volatilidad nos presentan volatilidades implícitas superiores a la volatilidad histórica. La estructura

temporal de estas curvas es decreciente, excepto en el vencimiento de 12 meses donde esta tendencia.

La función de distribución de probabilidades de la put a un año nos indica una posible incoherencia, ya que ante una tendencia alcista del precio del activo subyacente descontada por el mercado, la volatilidad implícita de la put es superior. Nuestro razonamiento nos inclina a pensar que la volatilidad descontada para la call debería ser tanto o más alta que la de la opción put.

7.7 TELEFONICA

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike: 12,02									
tef					tef				
1 mes	spot	12,78	d1	0,023526127	1 mes	spot	12,78	d1	0,02350416
	strike	12,02		0,509384701		strike	12,02		0,50937594
	interes	2,8%	d2	-0,059454709		interes	2,8%	d2	-0,05956348
	volatilidad	47,8%		0,476294969		volatilidad	47,9%		0,47625165
	vencimiento	0,03	call	0,789751643		vencimiento	0,03	call	0,79015988
			put	0,019504435				put	0,01991267
tef					tef				
3 meses	spot	12,78	d1	0,159136662	3 meses	spot	12,78	d1	0,15918872
	strike	12,02		0,563219398		strike	12,02		0,56323991
	interes	3,0%	d2	0,033168097		interes	3,0%	d2	0,03327309
	volatilidad	23,8%		0,51322973		volatilidad	23,8%		0,51327159
	vencimiento	0,28	call	1,079693517		vencimiento	0,28	call	1,07945658
			put	0,220769064				put	0,22053212
tef					tef				
6 meses	spot	12,78	d1	0,304112328	6 meses	spot	12,78	d1	0,25695896
	strike	12,02		0,619478842		strike	12,02		0,60139477
	interes	3,1%	d2	0,16504426		interes	3,1%	d2	0,08002943
	volatilidad	19,1%		0,565545428		volatilidad	24,3%		0,53189307
	vencimiento	0,53	call	1,230951652		vencimiento	0,53	call	1,39768189
			put	0,273145996				put	0,43987624
tef					tef				
1 año	spot	12,78	d1	0,823188989	1 año	spot	12,78	d1	0,53339999
	strike	12,02		0,794799735		strike	12,02		0,70312164
	interes	3,4%	d2	0,690737147		interes	3,4%	d2	0,28757749
	volatilidad	13,1%		0,75513463		volatilidad	24,2%		0,61316491
	vencimiento	1,03	call	1,39051947		vencimiento	1,03	call	1,86712453
			put	0,220397763				put	0,69700283

strike: 12,50

		tef						tef			
1 mes	spot	12,78	d1	0,013970734		spot	12,78	d1	0,01443681		
	strike	12,50		0,505573335	0,494426665	strike	12,5		0,50575925	0,49424075	
	interes	2,8%	d2	-0,036633689		interes	2,8%	d2	-0,03434481		
	volatilidad	29,2%		0,485388541	0,514611459	volatilidad	28,1%		0,4863011	0,5136989	
	vencimiento	0,03	call	0,39904296	put	0,108386546	vencimiento	0,03	call	0,39002179	put
		tef						tef			
3 meses	spot	12,78	d1	0,076590587		spot	12,78	d1	0,07712734		
	strike	12,5		0,530525376	0,469474624	strike	12,5		0,53073888	0,46926112	
	interes	3,0%	d2	-0,036145987		interes	3,0%	d2	-0,03428604		
	volatilidad	21,30%		0,485582977	0,514417023	volatilidad	21,1%		0,48632453	0,51367547	
	vencimiento	0,28	call	0,760281367	put	0,37740652	vencimiento	0,28	call	0,75381679	put
		tef						tef			
6 meses	spot	12,78	d1	0,160437665		spot	12,78	d1	0,14135392		
	strike	12,5		0,563731839	0,436268161	strike	12,5		0,55620482	0,44379518	
	interes	3,1%	d2	0,030106859		interes	3,1%	d2	-0,02938672		
	volatilidad	17,9%		0,512009085	0,487990915	volatilidad	23,5%		0,48827808	0,51172192	
	vencimiento	0,53	call	0,909702034	put	0,423997317	vencimiento	0,53	call	1,1052627	put
		tef						tef			
1 año	spot	12,78	d1	0,505448428		spot	12,78	d1	0,36969701		
	strike	12,5		0,693378044	0,306621956	strike	12,5		0,64419587	0,35580413	
	interes	3,4%	d2	0,36822629		interes	3,4%	d2	0,12468648		
	volatilidad	13,5%		0,643647746	0,356352254	volatilidad	24,1%		0,54961412	0,45038588	
	vencimiento	1,03	call	1,090289882	put	0,383790602	vencimiento	1,03	call	1,59705677	put

strike: 12,98

		tef						tef			
1 mes	spot	12,78	d1	-0,010111009		spot	12,78	d1	-0,01008821		
	strike	12,98		0,49596636	0,50403364	strike	12,98		0,49597545	0,50402455	
	interes	2,8%	d2	-0,053511028		interes	2,8%	d2	-0,05357503		
	volatilidad	25,0%		0,478662372	0,521337628	volatilidad	25,1%		0,47863687	0,52136313	
	vencimiento	0,03	call	0,130709184	put	0,319643563	vencimiento	0,03	call	0,13115608	put
		tef						tef			
3 meses	spot	12,78	d1	-0,020717621		spot	12,78	d1	-0,02006569		
	strike	12,98		0,491735456	0,508264544	strike	12,98		0,49199548	0,50800452	
	interes	3,0%	d2	-0,125356215		interes	3,0%	d2	-0,12608041		
	volatilidad	19,8%		0,450120775	0,549879225	volatilidad	20,0%		0,44983414	0,55016586	
	vencimiento	0,28	call	0,489895732	put	0,583070491	vencimiento	0,28	call	0,49690884	put
		tef						tef			
6 meses	spot	12,78	d1	0,005413364		spot	12,78	d1	0,02435701		
	strike	12,98		0,502159609	0,497840391	strike	12,98		0,50971608	0,49028392	
	interes	3,1%	d2	-0,121276917		interes	3,1%	d2	-0,14638363		
	volatilidad	17,4%		0,451735851	0,548264149	volatilidad	23,5%		0,44180928	0,55819072	
	vencimiento	0,53	call	0,650560943	put	0,636957164	vencimiento	0,53	call	0,87385924	put
		tef						tef			
1 año	spot	12,78	d1	0,221519093		spot	12,78	d1	0,21172119		
	strike	12,98		0,587655864	0,412344136	strike	12,98		0,58383772	0,41616228	
	interes	3,4%	d2	0,082470033		interes	3,4%	d2	-0,03592823		
	volatilidad	13,7%		0,532863526	0,467136474	volatilidad	24,4%		0,48566979	0,51433021	
	vencimiento	1,03	call	0,829666293	put	0,586789441	vencimiento	1,03	call	1,37254409	put

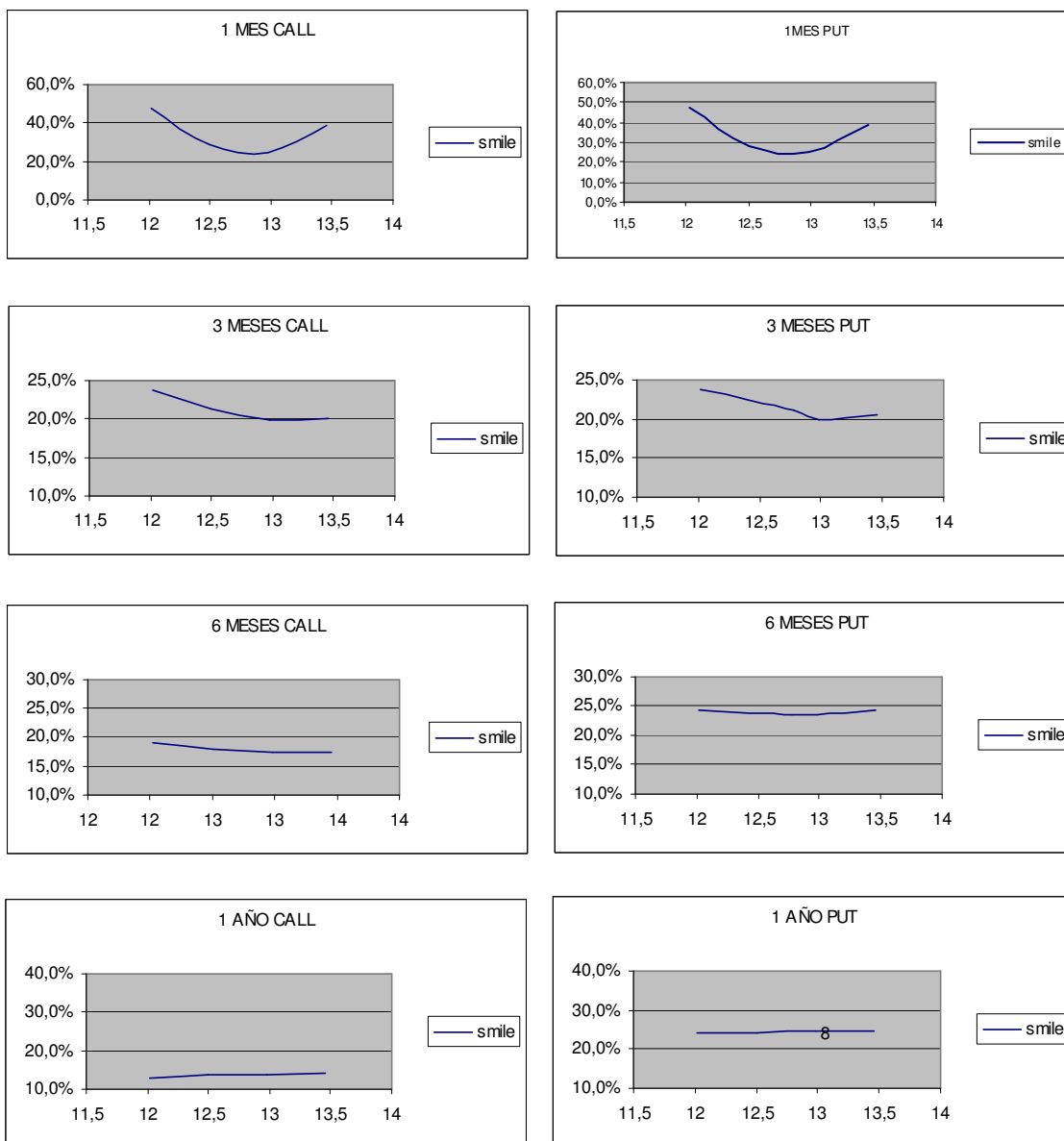
strike: 13,46

		tef						tef			
1 mes	spot	12,78	d1	-0,022325213		1 mes	spot	12,78	d1	-0,02225594	
	strike	13,46		0,491094269	0,508905731		strike	13,46		0,4911219	0,5088781
	interes	2,8%	d2	-0,089248042			interes	2,8%	d2	-0,08936973	
	volatilidad	38,6%		0,464442393	0,535557607		volatilidad	38,7%		0,46439404	0,53560596
	vencimiento	0,03	call	0,03011954	put		0,698644713	vencimiento	0,03	call	0,03112292
		tef						tef			
3 meses	spot	12,78	d1	-0,115511749		3 meses	spot	12,78	d1	-0,11267056	
	strike	13,46		0,454019754	0,545980246		strike	13,46		0,45514587	0,54485413
	interes	3,0%	d2	-0,221896965			interes	3,0%	d2	-0,2211729	
	volatilidad	20,1%		0,412197046	0,587802954		volatilidad	20,5%		0,4124789	0,5875211
	vencimiento	0,28	call	0,299861606	put		0,869085971	vencimiento	0,28	call	0,31049077
		tef						tef			
6 meses	spot	12,78	d1	-0,147152769		6 meses	spot	12,78	d1	-0,08280146	
	strike	13,46		0,44150572	0,55849428		strike	13,46		0,46700471	0,53299529
	interes	3,1%	d2	-0,273478997			interes	3,1%	d2	-0,25900288	
	volatilidad	17,4%		0,392242517	0,607757483		volatilidad	24,2%		0,39781651	0,60218349
	vencimiento	0,53	call	0,449741648	put		0,908238808	vencimiento	0,53	call	0,70182742
		tef						tef			
1 año	spot	12,78	d1	-0,04203042		1 año	spot	12,78	d1	0,06305379	
	strike	13,46		0,483237224	0,516762776		strike	13,46		0,52513816	0,47486184
	interes	3,4%	d2	-0,185139307			interes	3,4%	d2	-0,1876405	
	volatilidad	14,1%		0,426559886	0,573440114		volatilidad	24,7%		0,42557924	0,57442076
	vencimiento	1,03	call	0,63017517	put		0,850920745	vencimiento	1,03	call	1,17841835

strike: 13,94

		tef						tef			
		tef						tef			
6 meses	spot	12,78	d1	-0,294409233		6 meses	spot	12,78	d1	-0,17643058	
	strike	13,94		0,384222606	0,615777394		strike	13,94		0,42997784	0,57002216
	interes	3,1%	d2	-0,420662651			interes	3,1%	d2	-0,36027711	
	volatilidad	17,3%		0,337000719	0,662999281		volatilidad	25,3%		0,35931996	0,64068004
	vencimiento	0,53	call	0,289883494	put		1,220481593	vencimiento	0,53	call	0,56862528
		tef						tef			
1 año	spot	12,78	d1	-0,291144421		1 año	spot	12,78	d1	-0,07015853	
	strike	13,94		0,385470434	0,614529566		strike	13,94		0,47203374	0,52796626
	interes	3,4%	d2	-0,435268265			interes	3,4%	d2	-0,32897247	
	volatilidad	14,2%		0,331683859	0,668316141		volatilidad	25,5%		0,37108825	0,62891175
	vencimiento	1,03	call	0,460398608	put		1,144766612	vencimiento	1,03	call	1,03612249

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



Para los datos de telefónica los resultados obtenidos nos indican una volatilidad implícita descontada en el mercado superior a la histórica para todos los vencimientos y precios de ejercicio. El único caso que podría contradecir la anterior afirmación sería la call 12 meses.

Las volatilidades de las opciones call y put difieren, siendo la de la put superior a la call.

La estructura temporal de volatilidades está definida de forma correcta y los smiles de volatilidad parecen indicar funciones de distribución de probabilidades coherentes.

7.8 DEUTSCHE TELEKOM

CALCULOS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS

strike 1º									
DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM				
1 mes	spot	12,93	d1	0,02437848	1 mes	spot	12,93	d1	0,024635
	strike	11,5		0,509724643		strike	11,5		0,50982695
	interes	2,8%	d2	-0,136548791		interes	2,8%	d2	-0,13420907
	volatilidad	92,7%		0,445693728		volatilidad	91,5%		0,44661863
	vencimiento	0,03	call	1,469631297		put	0,029827396	vencimiento	0,03
				put	0,02052294				
DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM				
3 meses	spot	12,93	d1	0,172749974	3 meses	spot	12,93	d1	0,17520389
	strike	12		0,56857602		strike	12		0,56954029
	interes	3,0%	d2	0,031855721		interes	3,0%	d2	0,03685018
	volatilidad	26,6%		0,512706445		volatilidad	26,1%		0,51469777
	vencimiento	0,28	call	1,249845406		put	0,221085553	vencimiento	0,28
				put	0,2098543				
DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM				
6 meses	spot	12,93	d1	0,30208339	6 meses	spot	12,93	d1	0,30279722
	strike	12		0,618705753		strike	12		0,6189778
	interes	3,1%	d2	0,129522489		interes	3,1%	d2	0,1308188
	volatilidad	23,7%		0,551527885		volatilidad	23,6%		0,55204067
	vencimiento	0,53	call	1,490444582		put	0,362968053	vencimiento	0,53
				put	0,36043337				
DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM				
1 año	spot	12,93	d1	0,694327328	1 año	spot	12,93	d1	0,55416711
	strike	12		0,756261522		strike	12		0,71026776
	interes	3,4%	d2	0,503515479		interes	3,4%	d2	0,27809891
	volatilidad	18,8%		0,69269905		volatilidad	27,2%		0,60953178
	vencimiento	1,03	call	1,749691096		put	0,410251787	vencimiento	1,03
				put	0,77950769				

strike: 2º

		DEUTSCHE TELEKOM									DEUTSCHE TELEKOM												
1 mes	spot	12,93	d1	0,02346207		spot	12,93	d1	0,02344487		spot	12,93	d1	0,02344487		spot	12,93	d1	0,02344487				
	strike	12		0,509359153	0,490640847	strike	12		0,50935229	0,49064771	strike	12		0,50935229	0,49064771	strike	12		0,50935229	0,49064771			
	interes	2,8%	d2	-0,079222374		interes	2,8%	d2	-0,07932638		interes	2,8%	d2	-0,07932638		interes	2,8%	d2	-0,07932638				
	volatilidad	59,2%		0,468427874	0,531572126	volatilidad	59,2%		0,46838651	0,53161349	volatilidad	59,2%		0,46838651	0,53161349	volatilidad	59,2%		0,46838651	0,53161349			
	vencimiento	0,03	call	0,969671452	put	0,029441295	vencimiento	0,03	call	0,97007865	put	0,02984849	vencimiento	0,03	call	0,97007865	put	0,02984849	vencimiento	0,03	call	0,97007865	put
3 meses	DEUTSCHE TELEKOM																						
	spot	12,93	d1	0,006143845		spot	12,93	d1	0,00891157		spot	12,93	d1	0,00891157		spot	12,93	d1	0,00891157				
	strike	13		0,502451024	0,497548976	strike	13		0,50355516	0,49644484	strike	13		0,50355516	0,49644484	strike	13		0,50355516	0,49644484			
	interes	3,0%	d2	-0,097330333		interes	3,0%	d2	-0,10763581		interes	3,0%	d2	-0,10763581		interes	3,0%	d2	-0,10763581				
	volatilidad	19,6%		0,461232034	0,538767966	volatilidad	22,0%		0,45714229	0,54285771	volatilidad	22,0%		0,45714229	0,54285771	volatilidad	22,0%		0,45714229	0,54285771			
vencimiento	0,28	call	0,550022445	put	0,513032604	vencimiento	0,28	call	0,61702794	put	0,5800381	vencimiento	0,28	call	0,61702794	put	0,5800381	vencimiento	0,28	call	0,61702794	put	0,5800381
6 meses	DEUTSCHE TELEKOM																						
	spot	12,93	d1	0,052515347		spot	12,93	d1	0,05307024		spot	12,93	d1	0,05307024		spot	12,93	d1	0,05307024				
	strike	13		0,520940966	0,479059034	strike	13		0,52116203	0,47883797	strike	13		0,52116203	0,47883797	strike	13		0,52116203	0,47883797			
	interes	3,1%	d2	-0,101478874		interes	3,1%	d2	-0,1038364		interes	3,1%	d2	-0,1038364		interes	3,1%	d2	-0,1038364				
	volatilidad	21,2%		0,459585163	0,540414837	volatilidad	21,6%		0,45864959	0,54135041	volatilidad	21,6%		0,45864959	0,54135041	volatilidad	21,6%		0,45864959	0,54135041			
vencimiento	0,53	call	0,859479962	put	0,715547056	vencimiento	0,53	call	0,87430061	put	0,7303677	vencimiento	0,53	call	0,87430061	put	0,7303677	vencimiento	0,53	call	0,87430061	put	0,7303677
1 año	DEUTSCHE TELEKOM																						
	spot	12,93	d1	0,263365874		spot	12,93	d1	0,25594019		spot	12,93	d1	0,25594019		spot	12,93	d1	0,25594019				
	strike	13		0,603865704	0,396134296	strike	13		0,60100149	0,39899851	strike	13		0,60100149	0,39899851	strike	13		0,60100149	0,39899851			
	interes	3,4%	d2	0,075801886		interes	3,4%	d2	-0,02418784		interes	3,4%	d2	-0,02418784		interes	3,4%	d2	-0,02418784				
	volatilidad	18,5%		0,530211642	0,469788358	volatilidad	27,6%		0,49035139	0,50964861	volatilidad	27,6%		0,49035139	0,50964861	volatilidad	27,6%		0,49035139	0,50964861			
vencimiento	1,03	call	1,150412488	put	0,776853237	vencimiento	1,03	call	1,61388112	put	1,24032187	vencimiento	1,03	call	1,61388112	put	1,24032187	vencimiento	1,03	call	1,61388112	put	1,24032187

strike: 3º

		DEUTSCHE TELEKOM									DEUTSCHE TELEKOM												
1 mes	spot	12,93	d1	0,016970619		spot	12,93	d1	0,01745846		spot	12,93	d1	0,01745846		spot	12,93	d1	0,01745846				
	strike	12,5		0,506769973	0,493230027	strike	12,5		0,50696456	0,49303544	strike	12,5		0,50696456	0,49303544	strike	12,5		0,50696456	0,49303544			
	interes	2,8%	d2	-0,046740609		interes	2,8%	d2	-0,04425637		interes	2,8%	d2	-0,04425637		interes	2,8%	d2	-0,04425637				
	volatilidad	36,7%		0,481359982	0,518640018	volatilidad	35,6%		0,48235003	0,51764997	volatilidad	35,6%		0,48235003	0,51764997	volatilidad	35,6%		0,48235003	0,51764997			
	vencimiento	0,03	call	0,540665537	put	0,10009123	vencimiento	0,03	call	0,53081661	put	0,0901602	vencimiento	0,03	call	0,53081661	put	0,0901602	vencimiento	0,03	call	0,53081661	put
3 meses	DEUTSCHE TELEKOM																						
	spot	12,93	d1	-0,086205657		spot	12,93	d1	-0,08375357		spot	12,93	d1	-0,08375357		spot	12,93	d1	-0,08375357				
	strike	13,5		0,465651467	0,534348533	strike	13,5		0,46662618	0,53337382	strike	13,5		0,46662618	0,53337382	strike	13,5		0,46662618	0,53337382			
	interes	3,0%	d2	-0,19841295		interes	3,0%	d2	-0,19834262		interes	3,0%	d2	-0,19834262		interes	3,0%	d2	-0,19834262				
	volatilidad	21,2%		0,421360993	0,578639007	volatilidad	21,7%		0,4213885	0,5786115	volatilidad	21,7%		0,4213885	0,5786115	volatilidad	21,7%		0,4213885	0,5786115			
vencimiento	0,28	call	0,379315306	put	0,838210471	vencimiento	0,28	call	0,39155004	put	0,8504452	vencimiento	0,28	call	0,39155004	put	0,8504452	vencimiento	0,28	call	0,39155004	put	0,8504452
6 meses	DEUTSCHE TELEKOM																						
	spot	12,93	d1	-0,079919461		spot	12,93	d1	-0,07554498		spot	12,93	d1	-0,07554498		spot	12,93	d1	-0,07554498				
	strike	13,5		0,468150656	0,531849344	strike	13,5		0,46989055	0,53010945	strike	13,5		0,46989055	0,53010945	strike	13,5		0,46989055	0,53010945			
	interes	3,1%	d2	-0,231510936		interes	3,1%	d2	-0,23135947		interes	3,1%	d2	-0,23135947		interes	3,1%	d2	-0,23135947				
	volatilidad	20,8%		0,408458945	0,591541055	volatilidad	21,4%		0,40851778	0,59148222	volatilidad	21,4%		0,40851778	0,59148222	volatilidad	21,4%		0,40851778	0,59148222			
vencimiento	0,53	call	0,629735904	put	0,977574809	vencimiento	0,53	call	0,65145165	put	0,99929055	vencimiento	0,53	call	0,65145165	put	0,99929055	vencimiento	0,53	call	0,65145165	put	0,99929055
1 año	DEUTSCHE TELEKOM																						
	spot	12,93	d1	-0,144196656		spot	12,93	d1	0,00215739		spot	12,93	d1	0,00215739		spot	12,93	d1	0,00215739				
	strike	14		0,442672591	0,557327409	strike	14		0,50086067	0,49913933	strike	14		0,50086067	0,49913933	strike	14		0,50086067	0,49913933			
	interes	3,4%	d2	-0,331456157		interes	3,4%	d2	-0,29573239		interes	3,4%	d2	-0,29573239		interes	3,4%	d2	-0,29573239				
	volatilidad	18,5%		0,370149976	0,629850024	volatilidad	29,4%		0,38371723	0,61628277	volatilidad	29,4%		0,38371723	0,61628277	volatilidad	29,4%		0,38371723	0,61628277			
vencimiento	1,03	call	0,71846987	put	1,310790676	vencimiento	1,03	call	1,287381	put	1,87970181	vencimiento	1,03	call	1,287381	put	1,87970181	vencimiento	1,03	call	1,287381	put	1,87970181

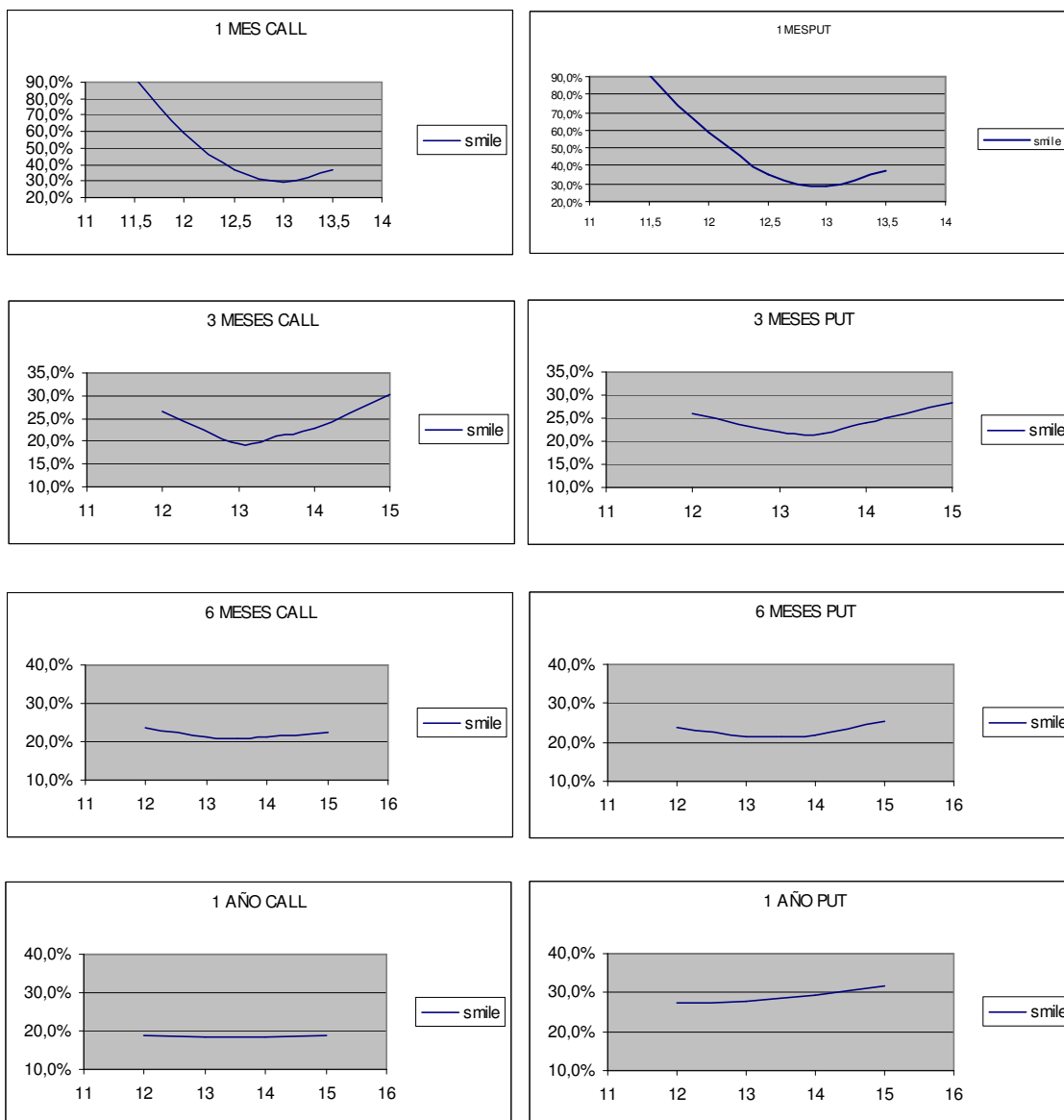
strike: 4º

		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
1 mes	spot	12,93	d1	-0,002471804			spot	12,93	d1	-0,00245806		
	strike	13		0,499013894	0,500986106		strike	13		0,49901938	0,50098062	
	interes	2,8%	d2	-0,052642226			interes	2,8%	d2	-0,05280208		
	volatilidad	28,9%		0,479008486	0,520991514		volatilidad	29,0%		0,4789448	0,5210552	
	vencimiento	0,03	call	0,230448022	put	0,289365351	vencimiento	0,03	call	0,23134611	put	0,29026344
		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
3 meses	spot	12,93	d1	-0,161008566			spot	12,93	d1	-0,15284198		
	strike	14		0,436043327	0,563956673		strike	14		0,43926145	0,56073855	
	interes	3,0%	d2	-0,282478254			interes	3,0%	d2	-0,27959917		
	volatilidad	23,0%		0,388788409	0,611211591		volatilidad	23,9%		0,38989252	0,61010748	
	vencimiento	0,28	call	0,239798621	put	1,194578792	vencimiento	0,28	call	0,26607855	put	1,22085872
		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
6 meses	spot	12,93	d1	-0,202607064			spot	12,93	d1	-0,19193894		
	strike	14		0,419721084	0,580278916		strike	14		0,42389502	0,57610498	
	interes	3,1%	d2	-0,356601285			interes	3,1%	d2	-0,35190362		
	volatilidad	21,2%		0,360695158	0,639304842		volatilidad	22,0%		0,36245527	0,63754473	
	vencimiento	0,53	call	0,460361711	put	1,299972427	vencimiento	0,53	call	0,49009459	put	1,32970531
		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
1 año	spot	12,93	d1	-0,512243427			spot	12,93	d1	-0,19474321		
	strike	15		0,304240327	0,695759673		strike	15		0,42279699	0,57720301	
	interes	3,4%	d2	-0,702547797			interes	3,4%	d2	-0,51678895		
	volatilidad	18,8%		0,241168802	0,758831198		volatilidad	31,7%		0,30265175	0,69734825	
	vencimiento	1,03	call	0,439725374	put	1,997926238	vencimiento	1,03	call	1,08188581	put	2,64008667

strike: 5º

		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
1 mes	spot	12,93	d1	-0,019272116			spot	12,93	d1	-0,01915801		
	strike	13,5		0,492312014	0,507687986		strike	13,5		0,49235753	0,50764247	
	interes	2,8%	d2	-0,083469424			interes	2,8%	d2	-0,08370252		
	volatilidad	37,0%		0,466739144	0,533260856		volatilidad	37,2%		0,46664648	0,53335352	
	vencimiento	0,03	call	0,06998756	put	0,628478633	vencimiento	0,03	call	0,07182598	put	0,63031706
		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
3 meses	spot	12,93	d1	-0,233351631			spot	12,93	d1	-0,25179862		
	strike	15		0,407744184	0,592255816		strike	15		0,40059836	0,59940164	
	interes	3,0%	d2	-0,393458737			interes	3,0%	d2	-0,40190234		
	volatilidad	30,3%		0,346990347	0,653009653		volatilidad	28,4%		0,34387795	0,65612205	
	vencimiento	0,28	call	0,110112988	put	2,056663171	vencimiento	0,28	call	0,06401923	put	2,01056941
		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
6 meses	spot	12,93	d1	-0,410204484			spot	12,93	d1	-0,35501011		
	strike	15		0,340827976	0,659172024		strike	15		0,36129101	0,63870899	
	interes	3,1%	d2	-0,57351845			interes	3,1%	d2	-0,53849259		
	volatilidad	22,4%		0,283146855	0,716853145		volatilidad	25,2%		0,29511851	0,70488149	
	vencimiento	0,53	call	0,229596473	put	2,052750813	vencimiento	0,53	call	0,3175638	put	2,14071814
		DEUTSCHE TELEKOM					DEUTSCHE TELEKOM					
1 año												

CALCULO DE CURVAS DE VOLATILIDAD



El análisis de los datos aportados por Deutsche Telekom nos indica que la put mantiene una estructura de volatilidades similar a call en todos los vencimientos y precios de ejercicio, excepto a un año donde la volatilidad descontada para la put es muy superior.

En todos los vencimientos, los smiles de volatilidad nos presentan volatilidades implícitas superiores a la volatilidad histórica. La estructura temporal de estas curvas es decreciente, excepto en el vencimiento de 12

meses donde la volatilidad de la call sigue decreciendo mientras la de la put se incrementa de forma espectacular.

La función de distribución de probabilidades de la put a un año nos arroja una incógnita: ¿cómo puede ser que el mercado descuenta una tendencia alcista en la evolución del precio del activo subyacente y la volatilidad descontada para la put sea superior? Nuestro razonamiento nos inclina a pensar que la volatilidad descontada para la call debería ser tanto o más alta que la de la opción put.

8 CONCLUSIONES

El apartado más complejo de realizar es el que tratamos a continuación, ya que debemos recopilar las conclusiones que hemos formulado en los diferentes análisis de datos y debemos añadir una conclusión/es final/es.

Como ya expusimos al principio de nuestro trabajo, hemos intentado investigar en un campo desconocido para nosotros por lo que nuestras conclusiones, lejos de intentar convertirse en teorías grandiloqüentes, estarán basadas en la lógica aplicada a los resultados obtenidos y en la teoría estudiada.

Como el apartado de análisis de datos ha seguido una estructura, vamos a continuar la misma pauta pero generalizando los resultados y marcando la tendencia que nosotros observamos en el mercado.

Cuando empezamos el trabajo, queríamos comparar la volatilidad histórica con la implícita descontada en el mercado a lo largo de series temporales para establecer posibles sesgos sistemáticos en la valoración de opciones. La dificultad de lograr series históricas sobre primas de opciones nos hizo desistir en nuestro empeño y acabamos analizando la volatilidad descontada en el mercado actual con la histórica para periodos de tiempo parejos. Con nuestro análisis hemos visto que nuestro trabajo inicial no hubiera sido aprovechable por que analizando los datos recientes observamos que la volatilidad implícita casi siempre está por encima de la histórica. Hay que decir que siguen la misma evolución aproximadamente, es decir, si la volatilidad histórica desciende a medida que aumenta el periodo analizado, la volatilidad implícita desciende a medida que aumenta el plazo de vencimiento de las opciones negociadas, pero siempre ésta última por encima de la primera.

La conclusión a la que llegamos es que los emisores de opciones cargan precio a través de incluir volatilidades más altas en la valoración de las opciones que emiten. No sería nada extraño ya que el emisor de una opción se obliga a comprar vender el activo subyacente, por lo que asume un riesgo cobrado en la prima.

El segundo objeto de análisis fue la volatilidad implícita para put y para call. Las diferenciamos por que vimos que para precios dados de opciones, la volatilidad a incluir en el modelo para obtener dichos precios eran diferentes para put y call, sobretodo a medida que el tiempo a vencimiento se incrementaba,

Consultando fuentes profesionales del tema, observamos que esto era normal hasta cierto punto y que la volatilidad utilizada era una media entre ambas. Pero para vencimientos de 12 meses hemos observado diferencias entre volatilidad de put y call del 10%!

Continuando con nuestro análisis, intentamos establecer unas pautas de comportamiento temporal de las opciones analizadas. Siguiendo lo que nos dice la teoría, unas volatilidades recientemente altas deben atenuarse con el paso de tiempo, o lo que es lo mismo, debe existir una estructura temporal de volatilidades.

Nuestros cálculos nos han proporcionado datos coherentes con éste planteamiento, excepto en el caso de la volatilidad de la put para vencimientos a largo plazo.

Otro objeto de nuestro análisis han sido las curvas de volatilidad que obtenemos de las volatilidades descontadas en el mercado para un mismo vencimiento y diferentes precios de ejercicio. Esto nos servirá para hablar de las funciones de distribución de probabilidad asociadas.

Las curvas de volatilidad dibujan diferentes tendencias: crecientes, decrecientes y planas. El mercado con estos datos nos señala la dirección hacia la que cree que evolucionará el precio del activo subyacente.

Hemos encontrado *smiles* de todas formas. En vencimientos cortos, donde el valor intrínseco adquiere fuerza frente al temporal, la curva es mucho

más oblicua que en vencimientos a más largo plazo, donde la curve tiende a aplanarse.

El dato a comentar en este apartado de conclusiones es que aunque el mercado tenga una perspectiva de incremento en el precio del subyacente, la volatilidad descontada para el precio de put sea más alta que la descontada para el precio de la call. Es decir, en una función de distribución donde la cola derecha tiene más peso que la izquierda, y por tanto atribuye mayores probabilidades asociadas a evoluciones alcistas del precio del subyacente, sigue habiendo un sesgo a favor de la volatilidad descontada para la put.

8.1 CONCLUSIÓN FINAL

Según los datos analizados las opciones put descuentan volatilidades mayores. ¿Por qué? La respuesta no es sencilla y las interpretaciones son múltiples, pero para nosotros el mercado es sensible a pérdidas y quiere cubrirse. En momentos de alto riesgo en el mercado, los gestores pueden preferir cubrirse y no obtener rentabilidades tan elevadas con la contrapartida de no sufrir grandes pérdidas. Si fuera este el caso, la demanda de put empujaría hacia arriba el precio de la opción. De la misma forma, si se quisiera especular con bajadas mediante la venta de opciones call se estaría empujando el precio de ésta a la baja.

En todo caso, y sin tomar esta afirmación como frase lapidaria, podríamos decir que existe oportunidad de negocio mediante la emisión de opciones put y su posterior cobertura para inmunizarnos ante cambios en el precio del activo suyacente.

ANEXO 1:

MERCADO DE OPCIONES (MEFF)

El objeto de nuestro trabajo es el análisis del comportamiento de las opciones en un mercado organizado, por la complejidad que supone estudiar los mercados “over the counter”. MEFF es el mercado de opciones organizado español.

Por mercado organizado entendemos un espacio físico, con diferentes miembros actuando según una normativa estándar y en cuyo marco se ofrece una seguridad al inversor sobre posibles “default” o impagos. Esta seguridad no se ofrece en los mercados no organizados donde el inversor asume el riesgo de crédito; este riesgo desaparece en un mercado organizado con la existencia de una cámara de compensación, que provoca lo que denominamos como mercado ciego, dado el desconocimiento del inversor sobre su contrapartida. Los mercados no organizados ofrecen, en cambio, la posibilidad de realizar contratos a medida sin las ataduras formales que existen en los contratos estándar del mercado organizado.

En este apartado intentaremos exponer los diferentes miembros que interaccionan en este mercado para poder comprender el funcionamiento del mismo. Básicamente los miembros de este mercados son:

1. Miembro negociador
 - 1.1. Miembro negociador por cuenta propia
2. Miembro liquidador
3. Miembro liquidador custodio
4. Creador de mercado

MIEMBRO NEGOCIADOR

El miembro negociador deberá ser una Sociedad de Valores, Agencia de Valores, entidad de crédito autorizada o una empresa de servicios de inversión autorizada en el extranjero.

Las principales funciones de un miembro negociador son las de operar en el mercado por cuenta propia o ajena. Para ello deben celebrar un contrato con MEFF RV y otro con un miembro liquidador del mercado con el que realizar las liquidaciones diarias correspondientes.

El miembro negociador por cuenta propia se limita a realizar operativa directa y en interés propio, sin poder recibir financiación de terceros sin que estas percepciones otorguen la condición de socio con derecho a veto.

MIEMBRO LIQUIDADOR

El miembro liquidador deberá ser una Sociedad de Valores, Agencia de Valores, entidad de crédito autorizada o una empresa de servicios de inversión autorizada en el extranjero.

Las principales funciones del miembro liquidador son las de realizar operativa en el mercado por cuenta propia o ajena, la constitución de garantías mediante depósitos a los miembros negociadores con los que haya celebrado un contrato y realizar las liquidaciones ya sea por entrega o por diferencias. Para realizar estas funciones debe celebrar un contrato con MEFF RV, con un miembro liquidador custodio y con los diferentes miembros negociadores sobre los que ejerza como miembro liquidador.

MIEMBRO LIQUIDADOR CUSTODIO

El miembro liquidador custodio deberá ser una Sociedad de Valores, Agencia de Valores, entidad de crédito autorizada o una empresa de servicios de inversión autorizada en el extranjero.

Las principales funciones del miembro liquidador custodio son las de realizar operativa en el mercado por cuenta propia o ajena, la constitución de garantías mediante depósitos a los miembros negociadores con los que haya celebrado un contrato, realizar las liquidaciones ya sea por entrega o por diferencias y la obligación de recepción y custodia de las garantías. Deberá realizar una garantía inicial a favor de MEFF RV para garantizar en todo momento el cumplimiento de sus obligaciones por las posiciones abiertas que mantenga.

Para realizar estas funciones debe celebrar un contrato con MEFF RV, con los diferentes miembros liquidadores sobre los que ejerza como miembro liquidador custodio y con los diferentes miembros negociadores sobre los que ejerza como miembro liquidador.

CREADOR DE MERCADO

El creador de mercado deberá haber sido admitido como miembro del mercado en cualquiera de sus acepciones y deberá ofrecer liquidez al mercado, actuando siempre por cuenta propia y con unos límites en sus posiciones abiertas limitadas por MEFF RV.

ANEXO 2 (CALCULOS DE VOLATILIDADES HISTÓRICAS)