

# Derivats financers al mercat espanyol.

**Àlvar Belsa Naranjo**  
**Yamil Ezequiel Chacra Salica**  
**Jaume Falcón Girona**  
**Arturo Lasasa Ordóñez**

*Economia Aplicada II*  
*2n ADE/ECO, curs 2005-2006*  
*Professora: Marta Reynal Querol*



# Derivats financers al mercat espanyol

El Model de Black-Scholes i corbes  
de volatilitat per opcions sobre  
l'índex miniIBEX-35

Dirigit per Marta Reynal Querol

Àlvar Belsa Nar  
Yamil Ezequiel Chacra Sal  
Jaume Falcón Giro  
Arturo Lasaosa Ordó  
2n ADE/ECO Grup

# ÍNDIX

RESUM EXECUTIU .....	5
0. INTRODUCCIÓ .....	6
1. PRECEDENTS HISTÒRICS. Introducció al tema .....	8
2. CONCEPTES BÀSICS.....	9
2.1. Tipus de contractes .....	9
2.2. Tipus d'operadors .....	11
3. FUNCIONAMENT DEL MERCAT DE FUTURS I A TERMINI .....	13
4. FUNCIONAMENT DELS MERCATS D'OPCIONES .....	19
5. EL MODEL DE BLACK-SCHOLES .....	20
6. CORBES (SOMRIURES) DE VOLATILITAT.....	23
7. APLICACIÓ PRÀCTICA AL M.E.F.F.....	28
8. CONCLUSIONS.....	39
9. AGRAÏMENTS.....	41
10.BIBLIOGRAFIA.....	42

## RESUM EXECUTIU

El nostre treball es centrarà en conèixer i aprendre les nocions bàsiques del mercat financer espanyol, primer; i aplicar uns coneixements per veure si es verifica una hipòtesi plantejada, després. La incògnita que volem resoldre és la següent: comprovar si tots els supòsits i resultats que faciliten els models teòrics emprats en l'estudi dels mercats financers a l'hora de la veritat es compleixen.

D'entre els múltiples conceptes que ens proporcionen els estudis de mercats financers ens centrarem sobretot en el model de Black-Scholes i els somriures de volatilitat per desenvolupar el nostre treball. Després de cercar les dades necessàries a través de la web del M.E.F.F., entrevistar-nos amb professionals del sector i fer un seguiment d'aproximadament dos mesos dels moviments de les opcions sobre l'Índex Mini-Íbex 35, amb l'ajuda d'un programa informàtic en llenguatge C, hem calculat les corbes de volatilitat de les opcions sobre l'Índex Mini-Íbex 35.

Les conclusions més importants que hem extret són que el Model de Black-Scholes, malgrat va revolucionar el món dels mercats financers, està basat en 2 supòsits que no es compleixen a la realitat: la distribució lognormal del preu de les accions i una volatilitat constant. Tal i com hem pogut comprovar, la corba de volatilitat de les opcions sobre l'Índex Mini-Íbex 35 és decreixent amb el preu d'exercici i la Moneyness, tal i com sostenen les teories dels somriures de volatilitat; per tant, no és constant. A més, hem comprovat que a mesura que s'apropa el venciment d'una opció, el preu acordat de l'actiu subjacent a l'opció s'apropa al preu de mercat

# 0. INTRODUCCIÓ

Com hem apuntat breument al resum executiu, el nostre treball tracta el tema del mercat de derivats financers espanyol. Sabem de l'amplitud aparent d'aquest tema, és per això que hem decidit acotar el nostre camp de treball a un sol índex dels que s'utilitzen al mercat espanyol, el M.E.F.F. (*Mercado Oficial de Futuros y Opciones Financieros en España*). També som conscients de la complexitat que aquest tema pot tenir pels no iniciats en la matèria, perquè nosaltres mateixos ho hem pogut constatar abans de començar el treball, ja que no forma part del programa acadèmic que hem fet fins avui. Per aquest motiu creiem important dedicar una part del treball, així com del temps que hem invertit en ell, a aprendre les bases teòriques mínimes sobre finances per tal que no es converteixi en quelcom incompreensible.

Tot i aquestes dificultats que sembla tenir *a priori* el tema del treball, ens hem sentit atrets per la seva actualitat, novetat i el fet de ser quelcom desconegut per a nosaltres. A més, creiem que haver après unes nocions bàsiques del món de les finances ens podria ajudar en el nostre futur acadèmic i professional.

Amb aquest treball hem pretès introduir-nos en el món de les finances i a més aplicar els coneixements que hem anat adquirint. Així doncs, hem analitzat un mercat concret i hem volgut veure si els models utilitzats pel seu estudi es cenyien estrictament a la realitat. I en cas de no fer-ho, volíem saber en quins punts no ho complia i per què.

Pel que fa a la metodologia podem distingir tres etapes: en la primera hem hagut d'adquirir els coneixements bàsics sobre finances que ens han fet falta per tractar el

tema. En la segona hem buscat informació més focalitzada en el mercat espanyol (M.E.F.F.); aquestes dues primeres etapes han estat possibles gràcies tant als recursos bibliogràfics consultats com als professionals amb els que hem contactat. La tercera etapa és la de caire més pràctic; la de l'aplicació de les teories principals que més endavant explicarem de forma detallada (model de Black-Scholes i Somriures de volatilitat) al mercat real. Finalment hem seguit l'evolució del mercat durant un cert període de temps, tot valent-nos de coneixements matemàtics i de programació.

# 1. PRECEDENTS HISTÒRICS. Introducció al tema

En primer lloc caldrà definir què és un derivat: és un instrument financer creat per negociar drets sobre un actiu (contractes entre persones o entitats utilitzats en la negociació sobre actius financers). Es diu així perquè el seu preu depèn del de l'actiu amb el qual estigui relacionat. Més endavant veurem els diferents tipus de derivats

Els derivats van ser creats pels agricultors i comerciants. Aquests es volien protegir del risc que suposava la incertesa de les collites i la repercussió que això tenia en els preus dels productes. Aquesta incertesa posava en perill la subsistència de les famílies d'agricultors, i el negoci dels comerciants. La solució va ser pactar el preu del producte amb anterioritat a la collita, eliminant el risc provocat per la incertesa; tot i que això suposava renunciar a la possibilitat de guanyar més si la collita era favorable.

Encara que la teoria dels derivats financers té el seu origen en temps de l'Edat Mitjana, no s'ha tractat el tema a fons fins els últims anys. Això ha estat així perquè per desenvolupar models per determinar els preus dels derivats i altres variables es requereixen càlculs estocàstics complicats que només ha estat possible fer amb el desenvolupament de la tecnologia i les matemàtiques.

La teoria de Black-Scholes dels anys 70 va suposar una revolució espectacular en els mercats financers. Va permetre calcular els preus òptims dels derivats i la seva utilització ha anat en augment des d'aleshores. Encara que, com molts models, no és perfecte, tal i com més endavant explicarem, és molt útil per calcular preus de derivats (concretament, opcions). La rellevància d'aquesta teoria queda demostrada pel fet que els creadors de la mateixa van rebre el premi Nobel d'economia l'any 1997.

## 2. CONCEPTES BÀSICS

### 2.1 TIPUS DE CONTRACTES

- Contractes de futurs

Un contracte de futurs és un acord per comprar o vendre un actiu en una data futura i a un preu determinat. No cal pagar res per entrar en el contracte i el preu és triat per ambdues parts. Un agent que ha fet un contracte per comprar futurs es diu que està en una posició llarga en futurs. I un agent que ha fet un contracte per vendre'n es diu que està en una posició curta en futurs. El tancament d'una posició suposa realitzar una transacció contrària a l'original. Per exemple, si un inversor compra contractes de futurs pot tancar la seva posició venent-los. Aquests contractes es comercien en mercats organitzats, fet que dóna una garantia a les parts de que el contracte es complirà. El mercat més important del món és el "Chicago Board of Trade".

- Contractes a termini

No totes les transaccions es realitzen als mercats organitzats. El mercat *over-the-counter* és una alternativa important que consisteix en una xarxa telefònica i informàtica d'agents on, per tant, no és necessària la seva presència física. Les operacions es realitzen per telèfon i són entre institucions financeres i en alguns casos amb els seus clients corporatius. Aquestes converses telefòniques són enregistrades per si hi ha algun problema.



Els contractes a termini s'assemblen als contractes de futurs en el sentit que els dos són un acord per comprar o vendre un actiu a un preu determinat i una data fixada.

Les transaccions en el mercat *over-the-counter* són molt més grans que en el mercat organitzat. L'avantatge que té és que l'objecte i les condicions de contractació no han de ser els que especifica el mercat organitzat. Un desavantatge que presenten les transaccions al mercat *over-the-counter* és que sempre existeix un petit risc que el contracte l'incompleixi alguna de les dues parts. Aquest fet ha estat eliminat als mercats organitzats.

- Contractes d'opció

Els contractes d'opció són uns contractes on els agents que firmen tenen algun tipus de dret. Els contractes d'opció de tipus més simple són dos: de compra i de venda (*call* i *put*). Una opció de compra dóna dret al seu titular a adquirir un actiu a un preu determinat i una data prefixada. El preu contractual s'anomena preu d'exercici i la data de finalització s'anomena data de venciment. La principal diferència entre contractes de futurs i contractes d'opció és que els segons donen als seus titulars el dret a comprar o vendre un actiu sense estar obligats a fer-ho com als primers.

Per entrar en un contracte d'opció caldrà abonar una prima, és el preu que dóna dret a comprar una acció. Hi ha quatre tipus de participants en els mercats d'opcions: compradors d'opcions de compra, venedors d'opcions de compra, compradors d'opcions de venda i venedors d'opcions de venda.

## 2.2 TIPUS D'OPERADORS

- Coberturistes

Fan servir els futurs, contractes a termini i opcions per reduir el risc davant de moviments o operacions en un mercat variable. Els contractes a termini estan dissenyats per neutralitzar el risc al fixar el preu a pagar o rebre per l'actiu subjacent en operacions de cobertura. En canvi, els contractes d'opcions proveeixen una assegurança, una manera de protegir els inversors contra els futurs moviments de preus adversos, tot i que permetent un benefici si hi ha moviments favorables de preus. A diferència dels contractes a termini, els contractes d'opcions impliquen el pagament d'una prima (un preu per l'opció).<sup>1</sup>

- Especuladors

Utilitzen els derivats per apostar sobre la direcció futura del mercat prenent posicions, ja sigui perquè el preu anirà a l'alça o a la baixa. Els contractes de futurs i d'opcions són similars per als especuladors, encara que existeix una diferència bàsica entre ambdós. Amb els de futurs, tant els beneficis com les pèrdues potencials són molt majors que amb les opcions.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Veure exemple a l'Annex 1

<sup>2</sup> Veure exemple a l'Annex 2

- Arbitratgistes

L'arbitratge suposa l'obtenció d'un benefici lliure de risc per mitjà de transaccions en dos o més mercats.<sup>3</sup> L'existència d'arbitratgistes fa que sigui difícil que hi hagi una gran disparitat entre el preu en diferents divises, ja que a l'aprofitar aquestes diferències fan actuar les lleis de l'oferta i la demanda propiciant la convergència dels preus (tipus de canvi).

---

<sup>3</sup> Veure exemple a l'Annex 3

## **3. FUNCIONAMENT DEL MERCAT DE FUTURS I A TERMINI**

La gran majoria dels contractes de futurs que s'inicien mai acaben amb l'entrega d'algun actiu ja que sovint és poc convenient i en alguns casos bastant car. Els agents prefereixen, en general, tancar la posició de futurs i acte seguit comprar o vendre de la manera usual.

### **CARACTERÍSTIQUES I ESPECIFICACIONS DELS CONTRACTES DE FUTURS**

Quan s'introdueix un nou contracte al mercat s'ha d'especificar amb detall la naturalesa exacte de l'acord entre les parts: l'actiu, el volum del contracte (la quantitat de l'actiu a entregar), i el lloc i la data d'entrega. Els preus i cotitzacions dels futurs s'han de publicar de forma pràctica i fàcil d'entendre. Existeixen límits en les variacions i moviments diàries de preus per prevenir grans moviments de preus originats en excessos especulatiu. També hi ha posicions límit, que són el nombre màxim de contractes que un especulador pot mantenir en cartera. El motiu d'aquests límits és prevenir una influència massa gran dels especuladors sobre els preus i la contractació.

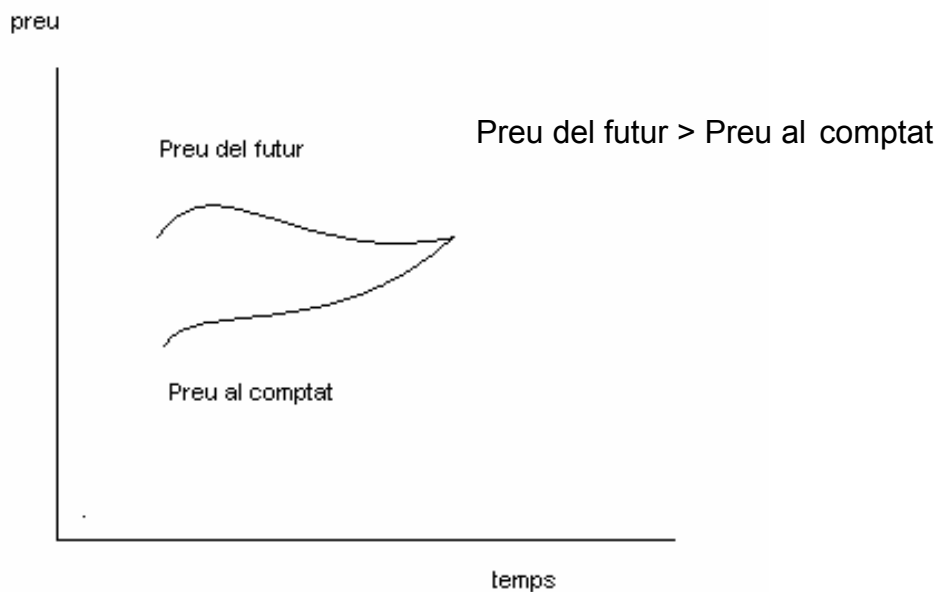
### **CONVERGÈNCIA DELS PREUS DELS FUTURS CAP ALS PREUS AL COMPTAT**

Ara pararem atenció en un fet que té molta importància. Quan s'apropa el mes d'entrega d'un contracte de futurs, el preu del futur convergeix cap al preu al comptat de l'actiu. A l'arribar al període d'entrega el preu del futur serà igual o estarà molt a prop del preu al comptat.

En primer lloc suposarem que el preu del futur està per sobre del preu al comptat durant el període d'entrega. Això donaria lloc a una clara oportunitat d'arbitratge, seguint la següent estratègia:

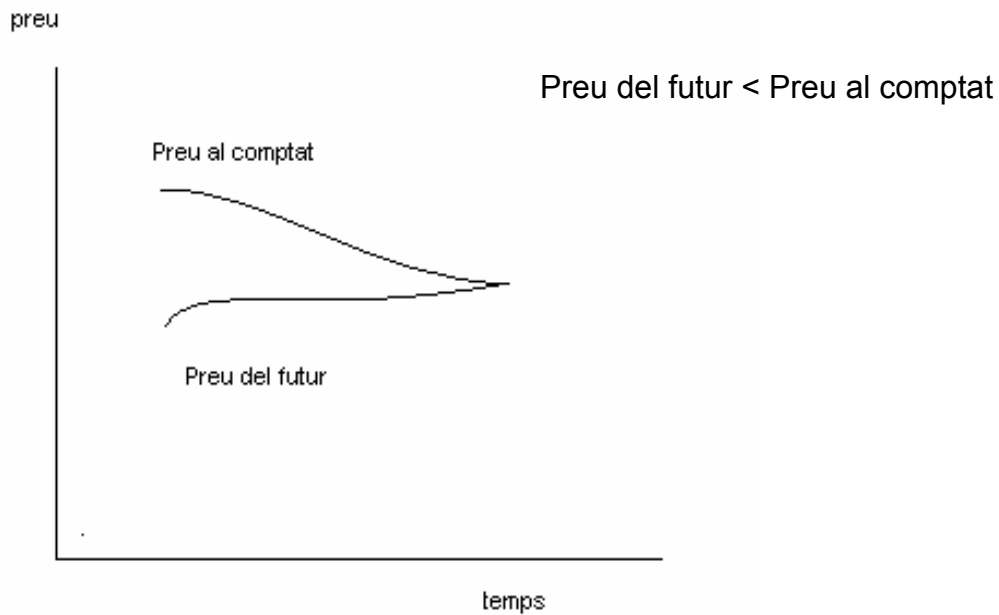
1. Venda d'un contracte de futurs
2. Compra de l'actiu
3. Entrega de l'actiu

Aquesta sèrie d'operacions produirà un benefici igual a la diferència entre el preu del futur i el preu del comptat. A mesura que els operadors fan ús d'aquesta oportunitat d'arbitratge el preu futur baixarà.



Veiem el cas contrari, és a dir, suposem ara que el preu del futur és més baix que el preu al comptat del període d'entrega. Les empreses interessades en obtenir l'actiu compraran el contracte de futurs i esperaran a l'entrega. D'aquesta manera, el preu del

futur tendirà a l'alça. El resultat final serà que el preu del futur estarà molt a prop del preu al comptat durant el període d'entrega.



## CONTRACTES A TERMINI

Per tal de fer-nos una idea sobre els mercats a termini, efectuarem una comparació entre aquests i els contractes de futurs. Cal recordar que aquests contractes són negociats *over-the-counter*, no han d'ajustar-se als estàndards dels mercats organitzats, la data d'entrega pot ser pactada per les dues parts, no s'ajusten al mercat diàriament ni s'acostuma a realitzar l'entrega de l'actiu físic o la liquidació final en metàl·lic.

Podem resumir-ne la comparació en el següent quadre.

<b>A TERMINI</b>	<b>FUTURS</b>
Contracte privat entre 2 parts	Negociats en mercats organitzats
No estandarditzat	Estandarditzats
Amb data d'entrega	Rang de dates d'entrega
Ajustat al finalitzar el contracte	Ajustat a diari
Es produeix l'entrega o el pagament final	Es tanca el contracte abans del venciment

#### BENEFICIS BRUTS<sup>4</sup>

Podem calcular els beneficis bruts d'una manera senzilla

Els contractes a termini es liquiden en la seva data de venciment. Suposem:

- Data de venciment: T
- S(T): preu al comptat a la data T
- F\*: preu d'entrega al contracte a termini

Llavors:

- Benefici brut o valor terminal d'una posició llarga (contracte de compra) en un contracte a termini sobre una unitat de l'actiu és:  $B^o = S(T) - F^*$
- Benefici brut o valor terminal d'una posició curta (contracte de venda) en un contracte a termini sobre una unitat de l'actiu és:  $B^o = F^* - S(T)$

---

<sup>4</sup> Veure Annexes 4 i 5 per a més informació

## ESTRATÈGIES DE COBERTURA AMB CONTRACTES DE FUTURS

Com ja hem dit abans, els coberturistes són aquells operadors que utilitzen els mercats de futurs per reduir el risc al que s'enfronten amb les seves inversions ( canvis de divises o preu del petroli, per exemple).

Cobertura perfecta: Direm que és aquella cobertura que elimina els risc per complet. A la pràctica, les cobertures perfectes són poc freqüents. Per això l'estudi de les cobertures té com a objectiu aproximar-se el màxim possible a la cobertura perfecta.

En els casos que estudiarem suposarem que no s'intenta ajustar la cobertura una vegada s'ha posat en funcionament, és a dir, el coberturista pren una posició de futurs a l'inici de la cobertura i la tanca al final de la mateixa. També ignorarem els ajustos diaris al mercat, i també ignorarem el valor temporal del diner.

Cobertures curtes: Una cobertura curta és aquella amb una posició curta en un contracte de futurs. És apropiada quan es posseeix un actiu i s'espera vendre'l en algun moment futur. També es pot utilitzar quan el coberturista no posseeix l'actiu però sap que el tindrà en el futur.<sup>5</sup>

Cobertures llargues: Són aquelles en que es prenen posicions llargues en contractes de futurs. Aquesta serà apropiada quan l'empresa estigui segura que comprarà l'actiu en el futur i vulgui assegurar, des d'un primer moment, el preu que pagarà per aquest.

---

<sup>5</sup> Veure exemple a l'Annex 6



## ARGUMENTS A FAVOR I EN CONTRA DE LA COBERTURA

Ja hem definit anteriorment els objectius de les cobertures, i els beneficis que aquestes comporten. No totes les empreses estan especialitzades en calcular variables com el tipus d'interès, tipus de canvi... És evident doncs, que té sentit per aquestes empreses cobrir els riscos associats a aquestes variables a mesura que van sorgint i concentrar-se en les seves activitats principals. Però a la pràctica es deixen molts riscos sense cobrir.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Veure Annex 7

## 4. FUNCIONAMENT DELS MERCATS D'OPCIONS

Com hem dit anteriorment, hi ha 2 tipus bàsics d'opcions: les que donen dret al propietari a comprar un actiu en una data determinada a un cert preu (de compra) i les que donen dret a vendre un actiu en una data determinada a un cert preu (de venda). La data especificada al contracte és la data de venciment, i el preu especificat s'anomena preu d'exercici.

Les opcions poden ser americanes (poden ser exercides en qualsevol moment fins a la data de venciment) o europees (només poden ser exercides a la data de venciment). Aquesta denominació no guarda cap relació amb l'origen geogràfic.

Podem deduir que, en general, les opcions de compra han de fer-se efectives sempre que el preu de les accions sigui superior al preu d'exercici a la data de venciment. De manera anàloga, podem deduir que, en general, les opcions de venda han d'exercir-se a la data de venciment si el preu de les accions és inferior al preu d'exercici. Aquestes opcions són sobre diferents actius, actualment els més negociats són accions, divises, índexs de borsa i contractes de futurs.<sup>7</sup>

Establir els preus de les opcions i entendre'n els mecanismes que els fan oscil·lar requeriria moltes explicacions. Per això preferim adjuntar-les a l'annex i passar a l'explicació dels models que volem debatre.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Veure Annex 8 per conèixer altres tipus d'opcions

<sup>8</sup> Veure Annex 9

## 5. EL MODEL DE BLACK-SCHOLES

Tal i com hem dit abans, el model de Black-Scholes i les fórmules que van desenvolupar a principis dels 70, després mínimament modificades per Black el 1976<sup>9</sup>, per calcular els preus òptims de les opcions van revolucionar els mercats financers. Aquestes fórmules comporten uns càlculs matemàtics molt complicats, és per això que tant sols enunciem els supòsits i després veurem quins es compleixen a la realitat.

### SUPÒSITS DEL MODEL DE BLACK-SCHOLES

- El comportament del preu de les accions segueix una distribució normal amb  $\mu$  i  $\sigma$  constants. Això vol dir que els canvis percentuals en el logaritme dels preus de les accions en períodes curts de temps segueixen una distribució lognormal.<sup>10</sup>
- No hi ha costos de transacció o impostos. Tots els actius financers són perfectament divisibles.
- No hi ha dividendes sobre les accions durant la vida de l'opció
- No hi ha oportunitats d'arbitratge lliures de risc
- La negociació d'actius financers és contínua
- Els agents poden demanar o deixar diners al mateix temps amb el mateix tipus d'interès lliure de risc
- El tipus d'interès lliure de risc a curt termini,  $r$ , és constant
- Els inversors són neutrals al risc.

---

<sup>9</sup> Veure Annex 10

<sup>10</sup> Veure Annex 11 per una explicació detallada

Això ens permet dir:

- El rendiment esperat de tots els actius financers és el tipus d'interès lliure de risc<sup>11</sup>
- El tipus d'interès lliure de risc és el tipus de descompte apropiat per aplicar a qualsevol futur flux de caixa esperat

#### CONCEPTES FONAMENTALS PER BLACK-SCHOLES:

- El preu de les opcions i el de les accions depenen de la mateixa font de incertesa
- Es pot fer una cartera que consisteix en les accions i l'opció que elimina aquesta font d'incertesa
- La cartera és instantàniament sense risc i ha de fer guanyar la taxa d'interès sense risc
- Això porta a l'equació diferencial de Black-Scholes

#### EQUACIONS DE BLACK-SCHOLES

Les equacions de Black-Scholes donen el preu d'una opció Europea de compra o de venda sobre accions que no paguen dividends en funció de les següents variables:

- preu de les accions
- preu d'exercici
- tipus d'interès lliure risc
- volatilitat
- temps fins la data de venciment

---

<sup>11</sup> Annex 12: Fórmules del valor esperat i la rendibilitat composta contínua

Totes aquestes variables són observables directament al mercat<sup>12</sup>, excepte els tipus d'interès i la volatilitat<sup>13</sup>, que es suposen constants.

Ara caldrà estendre els supòsits i els conceptes fonamentals del model de Black-Scholes als casos en què les accions sobre les que tenim les opcions paguen dividend<sup>14</sup> (és necessari per treballar amb índexs bursatils). A mode de resum molt simplificat podem dir que seria possible tractar els índexs sobre accions, les divises i els futurs com a accions que paguen una taxa de dividend contínua  $q$ .

## FÓRMULES DE BLACK

Al 1976, Black va modificar les fórmules de Black-Scholes per opcions sobre futurs.

Les noves van ser:

$$c = e^{-rT} [F_0 N(d_1) - X N(d_2)]$$

$$p = e^{-rT} [X N(-d_2) - F_0 N(-d_1)]$$

$$\text{where } d_1 = \frac{\ln(F_0 / X) + \sigma^2 T / 2}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(F_0 / X) - \sigma^2 T / 2}{\sigma \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

---

<sup>12</sup> Explicacions més detallades i matemàtiques: Veure Annex 13

<sup>13</sup> Veure Annex 14: Volatilitat, la mesura d'incertesa.

<sup>14</sup> Veure Annex 15

## 6. CORBES (SOMRIURES) DE VOLATILITAT

En aquest apartat estudiarem si els models de preus teòrics de Black-Scholes s'ajusten a la realitat.

El primer serà revisar les equacions fonamentals de les opcions europees que hem establert a l'Annex 15 per tal de calibrar l'error en què incorrem en utilitzar el model de Black-Scholes com a mètode de valoració.<sup>15</sup>

### CORBES (SOMRIURES) DE VOLATILITAT

Els somriures de volatilitat mostren la variació de la volatilitat implícita en funció del preu d'exercici. És a dir, són una funció de la volatilitat implícita respecte del preu d'exercici. Com hem vist anteriorment, la volatilitat ha de ser la mateixa tant per opcions de venda com de compra.

Ara estudiarem les volatilitats en opcions sobre divises, accions i índexs; així com perquè segueixen una determinada distribució, si s'ajusta al que cabia esperar i quines conseqüències comporta això.

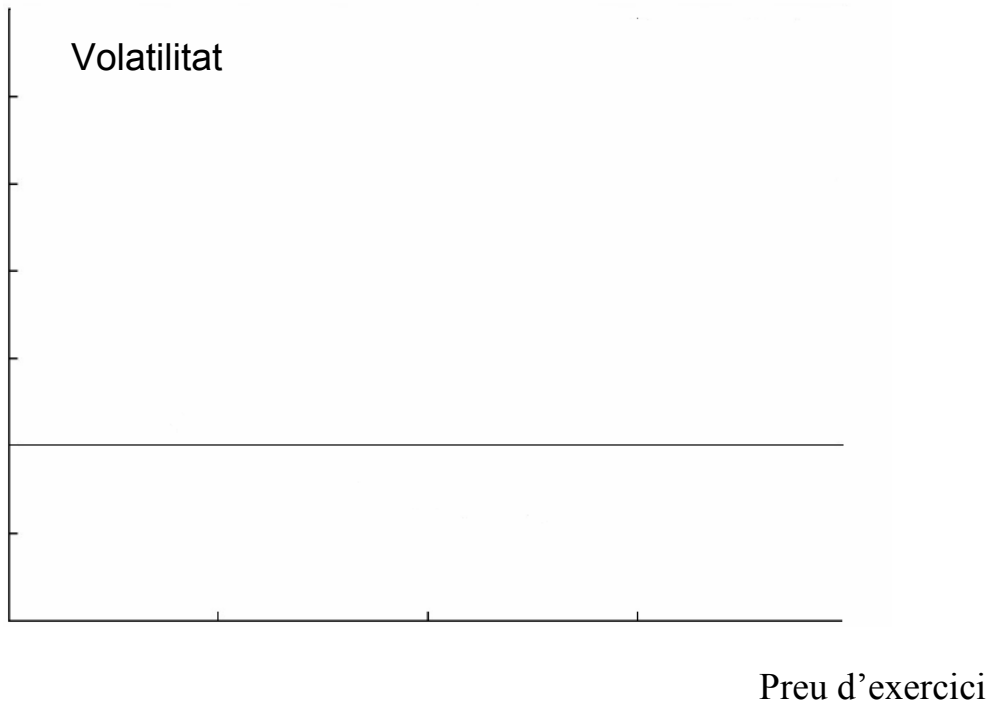
Per tal de no sobrecarregar amb fórmules, presentem els resultats amb una sèrie de gràfics que reflecteixen intuïtivament i de forma més còmode les mateixes conclusions.

---

<sup>15</sup> Veure Annex 16

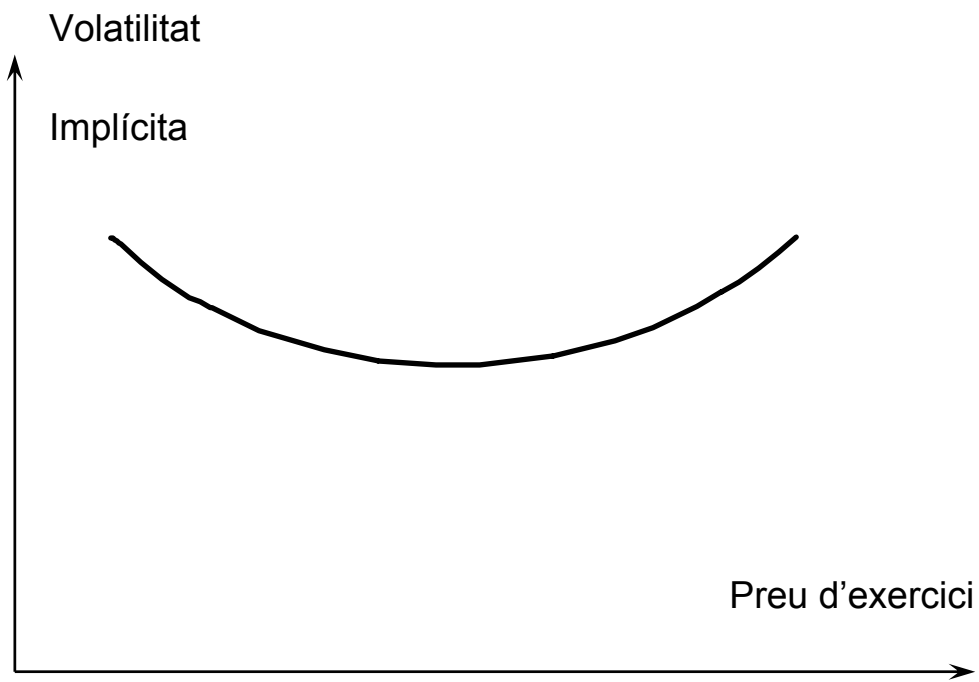
### Volatilitat constant del model Black-Scholes

Segons el model de Black-Scholes la volatilitat implícita ha de ser constant, per tant, la seva representació gràfica serà:



### SOMRIURE DE VOLATILITAT PER OPCIONS SOBRE DIVISES

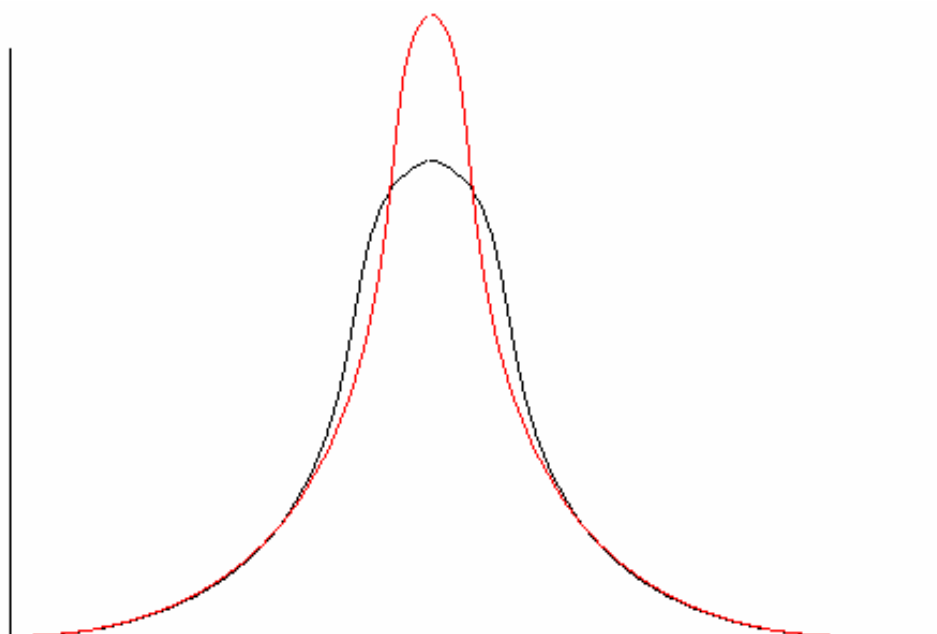
La corba de volatilitat utilitzada pels operadors per valorar opcions sobre divises sol tenir la forma següent



La volatilitat és relativament alta per opcions amb preus baixos i també per preus alts

**Distribució implícita i distribució lognormal per opcions sobre divises**

Probabilitat



Tipus de canvi



La línia vermella correspon a la distribució de probabilitat implícita

La línia negra correspon a la distribució lognormal amb mateixa mitjana i desviació estàndar iguals a la distribució implícita

Les dues cues de la distribució de probabilitat implícita tenen més pes que les cues de la distribució lognormal

### **Per què la corba de volatilitat en opcions sobre divises és així?**

Hem comprovat que la distribució dels preus no segueix una lognormal. Dues de les condicions perquè es compleixi una distribució lognormal són

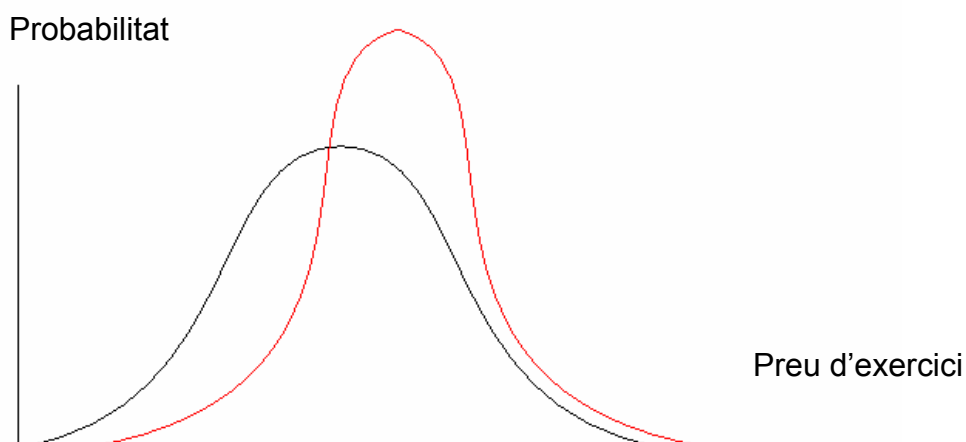
1. la volatilitat de l'actiu és constant
2. que el preu, en aquest cas els tipus de canvi, canvien sense salts.

Com aquestes dues condicions no es compleixen, no ens trobem davant una distribució lognormal. I, per tant, no es complirà Black-Scholes sinó que tindrem aquest somriure de volatilitat.

### SOMRIURE DE VOLATILITAT PER OPCIONS SOBRE ACCIONS

La corba de volatilitat que fan servir els operadors per valorar opcions sobre accions i sobre índexs sol tenir aquesta forma. També se l'anomena volatilitat asimètrica. La volatilitat disminueix a mesura que el preu d'exercici augmenta

### **Distribució implícita i distribució lognormal per opcions sobre accions i índexs**



La línia vermella correspon a la distribució de probabilitat implícita

La línia negra correspon a la distribució lognormal amb mateixa mitjana i desviació estàndar iguals a la distribució implícita. Les distribució de probabilitat implícita té una cua esquerra més pesada i una cua dreta més prima que la distribució lognormal

### **Per què la corba de volatilitat en opcions sobre accions és així?**

A mesura que el preu de les accions d'una empresa augmenten les accions resulten menys arriscades i la seva volatilitat decreix. Amb aquest argument podem esperar que la volatilitat de les accions sigui una funció decreixent del preu . I això és consistent amb els gràfics mostrats anteriorment.

Si el preu accions de les accions baixa, llavors les accions seran més arriscades, i per tant, la seva volatilitat pujarà. En canvi, si el preu de les accions puja, les accions es tornaran menys arriscades, i per tant, la seva volatilitat disminuirà.

Un cop hem finalitzat la part de teòrica que havíem establert com a premissa per entendre millor el treball, passem tot seguit a l'aplicació d'aquests coneixements.

## 7. APLICACIÓ PRÀCTICA AL M.E.F.F.

En aquesta part pràctica veurem si al mercat espanyol es compleixen aquestes teories de volatilitat i dels preus sobre opcions. El mercat d'Espanya és el M.E.F.F. (*Mercado Oficial de Futuros y Opciones Financieros en España*) Va començar a funcionar el mes de novembre de 1989 tenint com a activitat principal la de negociar, liquidar i compensar Futurs i Opcions sobre bons de l'Estat, l'IBEX-35 i accions. El fet de ser un mercat oficial comporta el seu control, vigilància i supervisió per part de les autoritats econòmiques. Disposa d'una gran acceptació internacional i es caracteritza per la facilitat amb que un se'n pot fer client; no existeixen traves a la nacionalitat, a la personalitat física o jurídica ni calen complicats tràmits per ingressar-hi.<sup>16</sup>

Hem fet un estudi de la volatilitat de l'índex mini-Íbex-35, per veure com es comporten els somriures de volatilitat. Volíem comprovar si són certes les teories de les corbes de volatilitat, i també comprovar que els supòsits de Black-Scholes de volatilitats constants no es complien a la pràctica.

L'Índex mini-Íbex-35 és una desena part de l'Íbex 35, així per cada punt que puja l'Íbex35 es guanyen 10 €, en canvi, al mini-Íbex 35 es guanya 1 €. Una de les raons per les quals hem escollit treballar amb aquest índex és que és més còmode i facilita els càlculs en gran mesura.

---

<sup>16</sup> Font: <http://www.meff.com>

Vam decidir fer l'estudi amb dades de l'estiu de 2004, ja que crèiem que a agost i juliol és una època on hi ha menys moviments en el mercat, i d'aquest any teníem dades més a l'abast.

## OBTENCIÓ DE LES DADES

És fonamental per realitzar l'estudi pràctic aconseguir les dades necessàries. Per fer-ho ens hem basat en dues fonts d'informació:

- La pàgina web del M.E.F.F. (detallada a la bibliografia)
- L'entrevista amb **Alfred Mallol**, *quant* del "BBVA Research", ell ens va facilitar dades.

Volíem fer un petit seguiment de dos mesos del mercat. Així, vam aconseguir dades de les cotitzacions dels dies:

- 2 de juliol de 2004
- 16 de juliol de 2004
- 30 d'agost de 2004

També ens era necessari saber els tipus d'interès, que potser era el més difícil de trobar. Hem suposat un tipus d'interès constant, en la consulta a l'expert en la matèria del BBVA Research, aquest ens va dir que treballéssim amb la següent aproximació:

$$R = 3,4586 \%$$

Per facilitar els càlculs de l'estudi definirem la *moneyness*, així com la *moneyness forward*

**Moneyness** = preu d'exercici / preu al comptat.

**Moneyness forward** = preu d'exercici / preu futur

## PROGRAMA INFORMÀTIC

Per realitzar els càlculs de volatilitats ens ha sigut necessari fer un petit programa informàtic en llenguatge C.<sup>17</sup>

Les fórmules de Black-Scholes calculen, com hem dit abans, el preu de les opcions en funció de 5 variables. Però nosaltres tenim ara totes les dades<sup>18</sup>, observades al mercat (excepte la taxa d'interès, que ens l'han dit), inclosos els preus de les opcions. El problema és que les fórmules de Black-Scholes no són invertibles, per tant el que ha de fer amb el programa és una bisecció per buscar les volatilitats implícites que ens calculin els zeros de la resta entre el preu de Black-Scholes i el preu de mercat.

Al programa hem utilitzat les fórmules modificades de Black'76, ja que són millors per treballar preus d'opcions de compra i de venda. Per aplicar algunes de les fórmules al programa ens hem descarregat els codis en C de la pàgina web (que detallem a la bibliografia) del professor **Mark H.A. Davis**, del departament de Matemàtiques del *Imperial College London*.

Després el codi ha estat escrit al Visual Basic per poder executar el programa fàcilment amb Excel, per poder fer els gràfics d'una manera senzilla. Així, donant les dades de Moneyess Forward, Preu Futur de l'actiu, Taxa d'Interès, Preu de mercat de l'opció i temps fins a la data de venciment, el programa calcula la volatilitat implícita. El codi del programa escrit el presentem a l'annex del treball.

---

<sup>17</sup> Veure Annex 20: Codi del programa

<sup>18</sup> Veure Anexos 17, 18 i 19

## RESULTATS

### 1a observació: 02 de juliol de 2004

Els resultats obtinguts en la primera observació estan a la Taula 1 de l'annex:

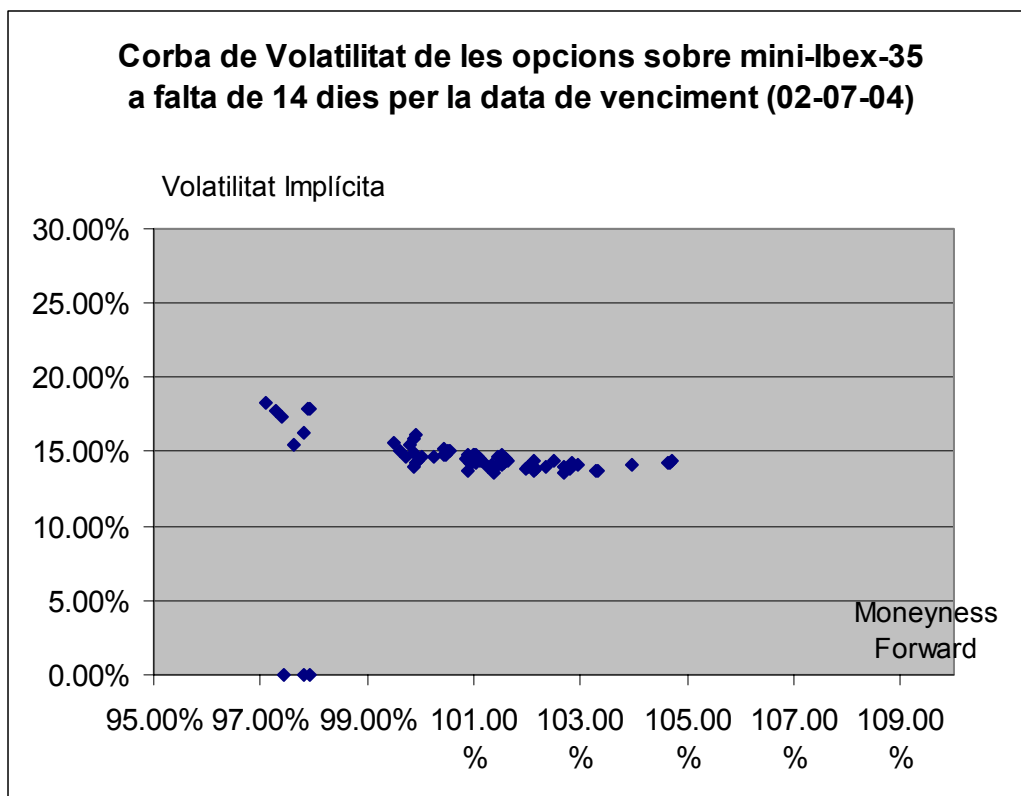
### 2a observació: 16 de juliol de 2004

Els resultats obtinguts en la primera observació estan a la Taula 2 de l'annex

### 3a observació: 30 d'agost de 2004

Els resultats obtinguts en la primera observació estan a la Taula 3 de l'annex

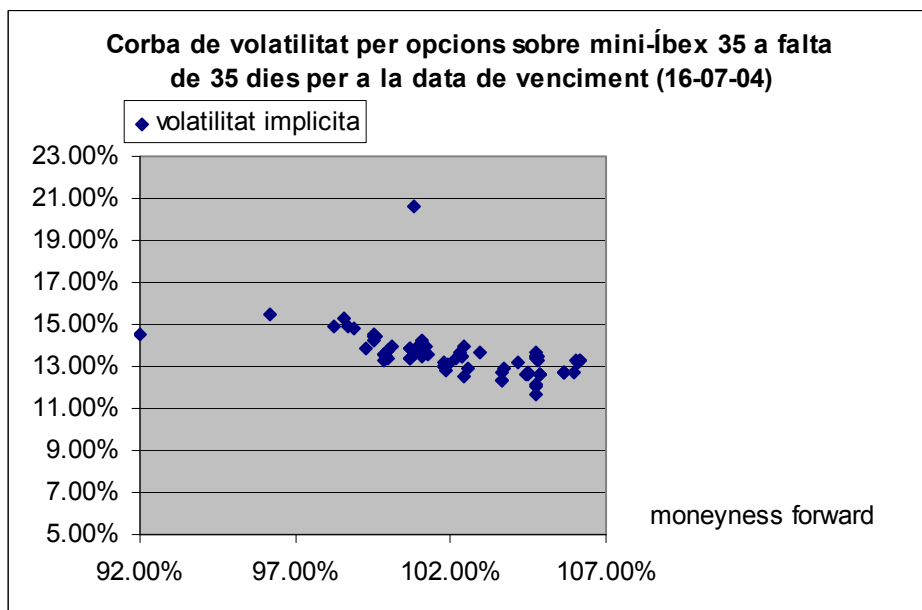
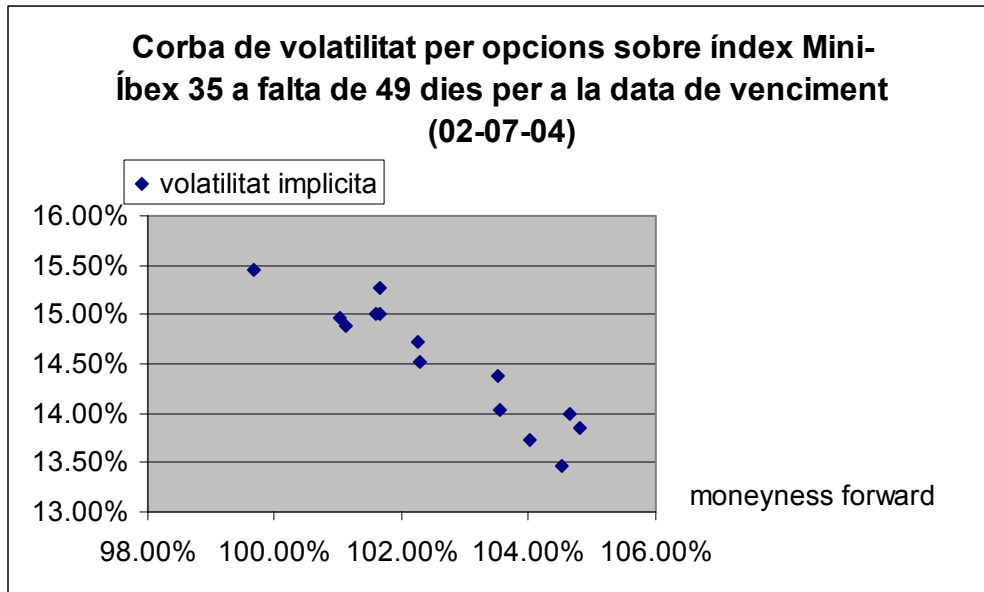
Gràfic de contractes amb Data de venciment : 16 de juliol de 2004



No hi ha cap gràfic més per a aquests contractes ja que la 2<sup>a</sup> observació ja és el mateix 16 de juliol.

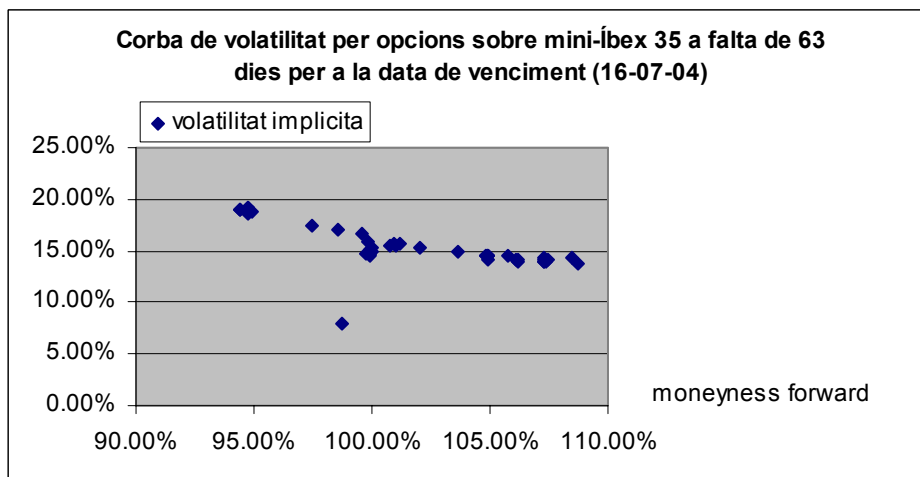
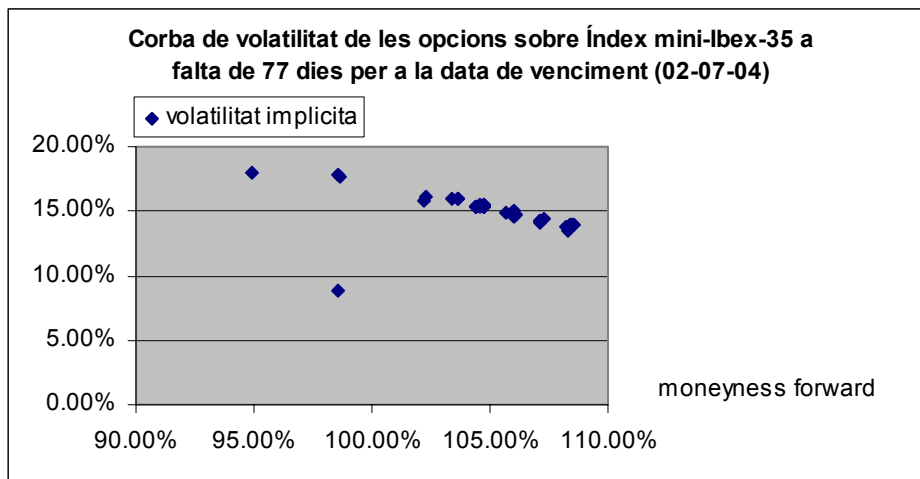
Però es pot veure que es compleix la volatilitat asimètrica per opcions sobre accions i índexs descrita al tema 6. Això vol dir, que la volatilitat implícita disminueix en funció de la moneyness, i per tant del preu d'exercici de l'actiu.

Gràfics de contractes amb data de venciment: 20 d'agost de 2004

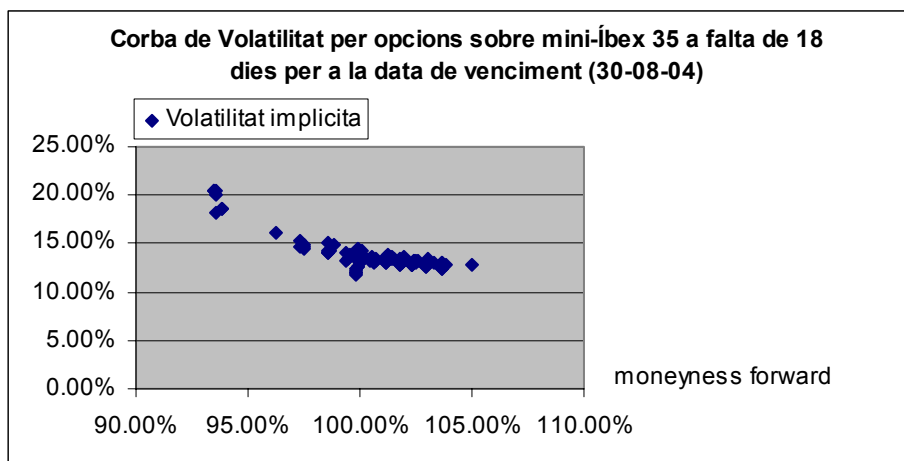


En aquest segon cas tornem a veure que es posa de manifest la volatilitat asimètrica de les opcions sobre índexs, és a dir descriu un somriure decreixent amb la moneyness forward.

Gràfics de contractes amb data de venciment: 17 de setembre de 2004





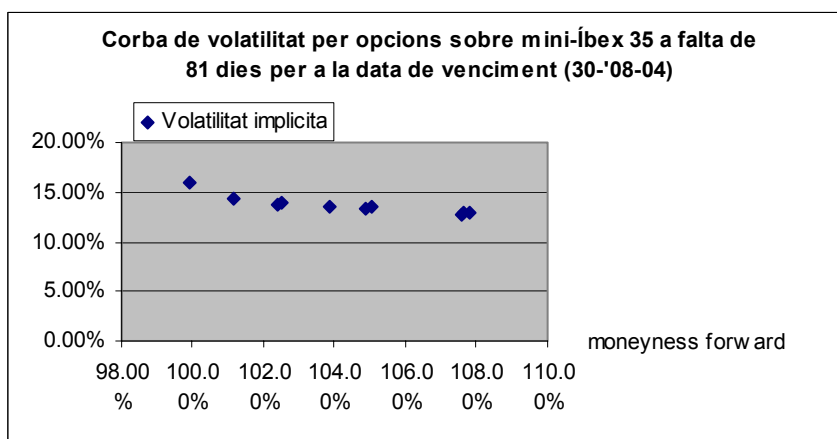
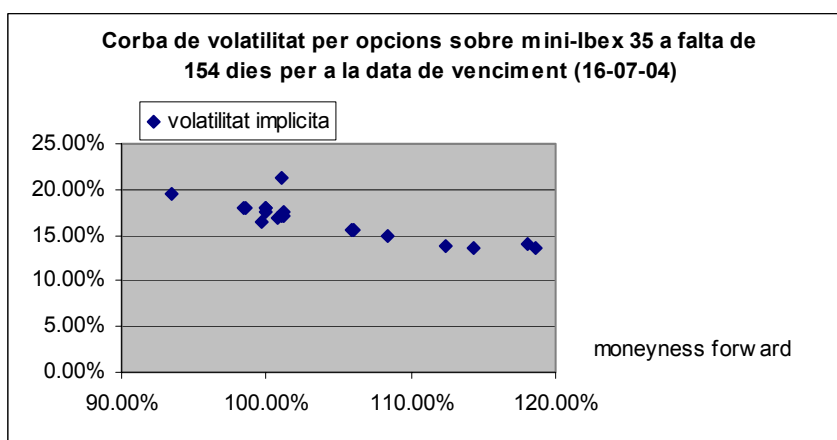
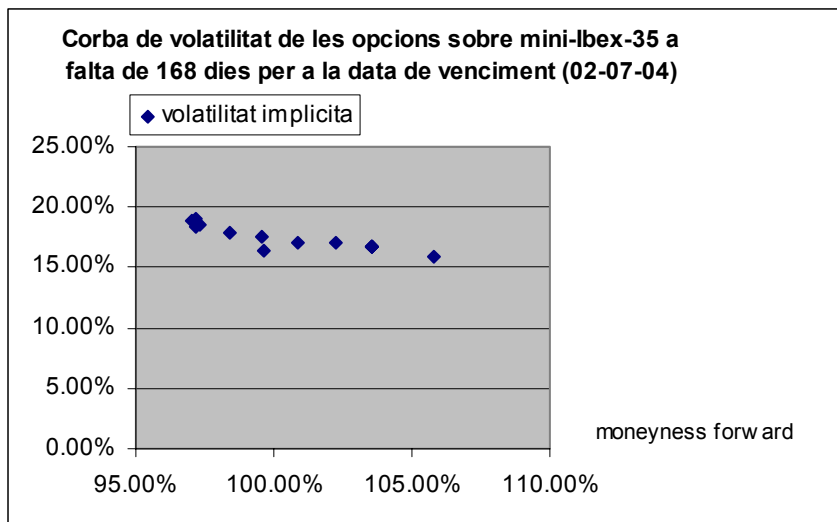


Tornem a veure que es compleix la teoria dels somriures de volatilitat, i la corba descrita es decreixent en els tres casos, definint així una volatilitat asimètrica. A més, podem veure que com més a prop està la data de venciment, més clar és el somriure descrit.

A més, podem observar que a mesura que passa el temps, i com més a prop està la data de venciment, el rang de l'eix d'abscisses (moneyneess forward) es fa més petit, i està més concentrat en els valors centrals. Per tant, la moneyneess forward podem dir que s'acosta a 1 (100%) a mesura que ens apropem a la data de venciment del contracte d'opció.

Això vol dir que hi ha una convergència entre el preu d'exercici de l'actiu i el preu futur, tal i com havíem descrit en la teoria en els capítols anteriors.

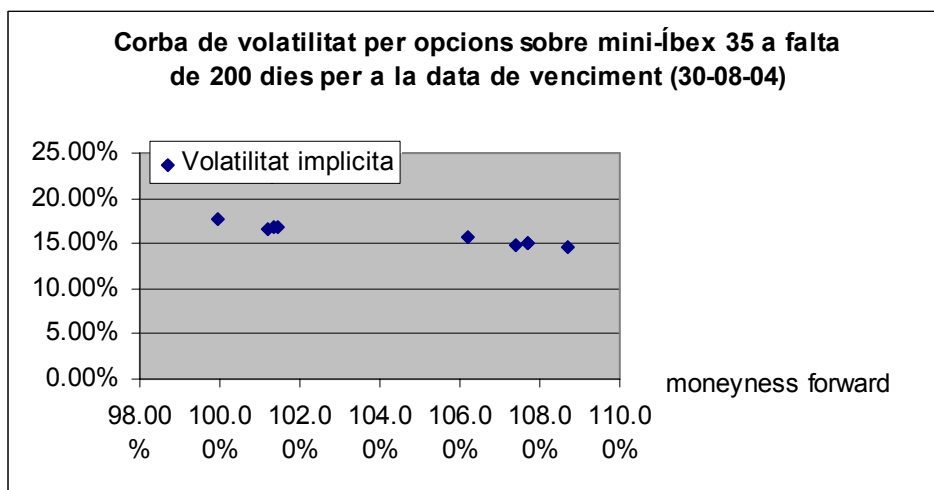
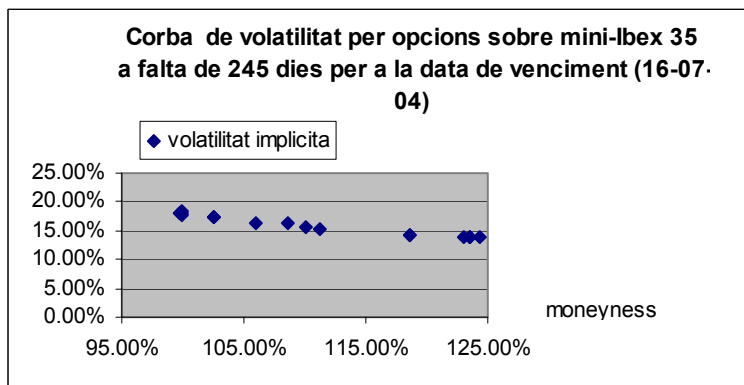
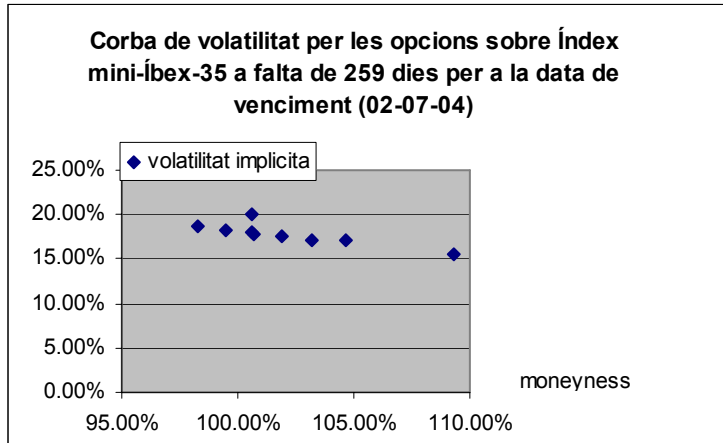
Gràfics de contractes amb data de venciment: 17 de desembre de 2004



En aquest nou cas tornem a veure que les corbes descriuen una volatilitat asimètrica encara que molt menys pronunciada que en els casos anteriors.

A més veiem que en la segona observació, els rangs en els que es mouen, tan la moneyness forward com la volatilitat implícita són molt grans, superiors fins i tot a la 1a observació.

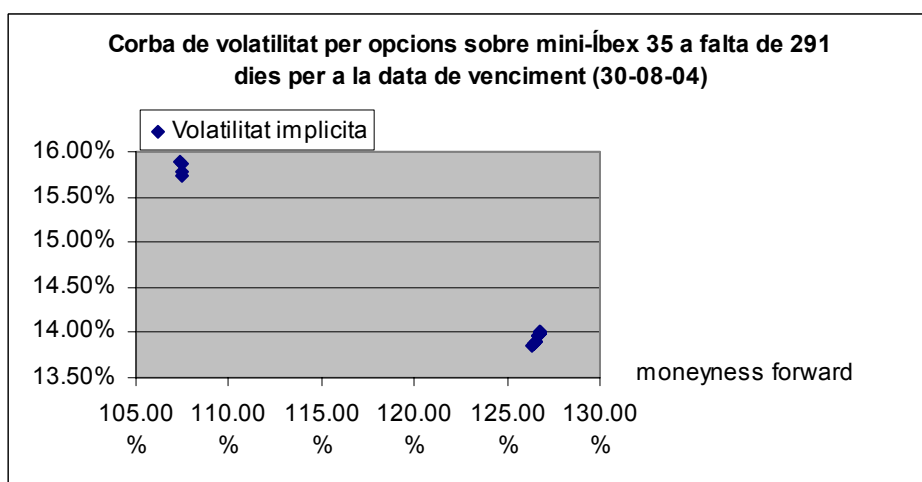
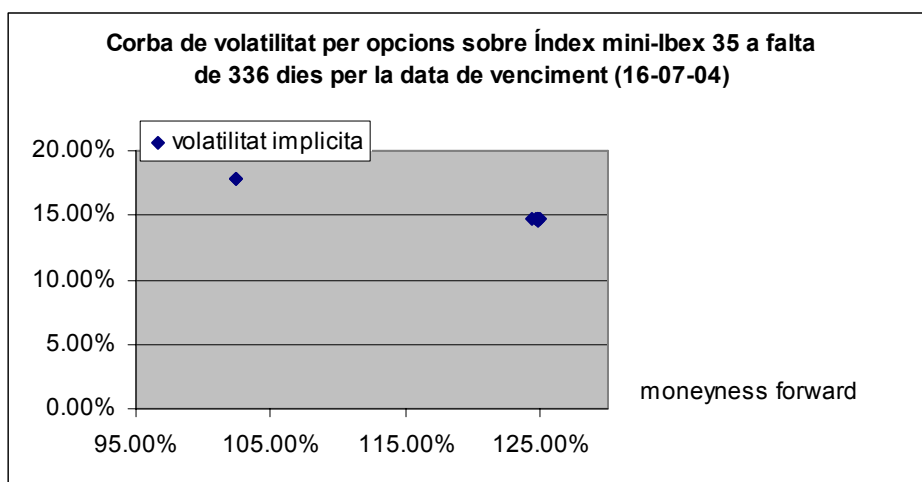
Gràfics de contractes amb data de venciment: 18 de març de 2005



Una altra vegada els gràfics tornen a definir una volatilitat asimètrica, encara que menys pronunciada que les dels primers contractes, segurament això és degut a que la data de venciment és més llunyana ( 18 de març de 2005).

Segurament, i tal i com succeïa en els contractes que vencien el 17 de desembre, el fet de que els rangs de la segona observació siguin més grans que els de la primera, és degut a que hi ha més contractes amb aquestes dates de venciment en les segona i tercera observacions que en la primera.

Gràfics de contractes amb data de venciment: 17 de juny de 2005



En aquest últim cas, també veiem que la volatilitat sembla decreixent amb la moneyness forward, encara que no es veu que dibuixi un somriure com en els casos anteriors.

Encara que ho podríem atribuir, com es pot mirar a les taules 2 i 3, a que hi ha molt poques observacions i estan concentrades en unes volatilitats i unes moneyness determinades.

També hem de tenir en compte que estem a una distància de la data de venciment considerable ( en el cas de l'observació del 16 de juliol és de quasi un any!!)

Un dels motius pels quals hem triat les dates 2 de juliol i 16 de juliol és per observar què passa amb els preus d'exercici i de futur dels actius subjacents de les opcions. Com es pot observar a les Taules 1 i 2 de l'annex, corresponents a les observacions en aquestes dates.

Observem les opcions que tenen data de venciment a 16 de juliol en ambdues taules. Podem veure que els valors a les columnes de preus d'exercici i preus de futur són molt més propers a la Taula 2 que a la Taula 1, ja que a la 2a taula estem a la data de venciment.

Aquest és un altre argument més que ens demostra la convergència de preus.

## 8. CONCLUSIONS

Després d'aprendre les nocions bàsiques de les finances, i de realitzar el cas pràctic aplicat al M.E.F.F. (Índex Mini-Íbex 35), hem obtingut les següents conclusions:

- El model de Black-Scholes (i posteriorment la fórmula de Black'76) va suposar una revolució en el càlcul de preus òptims sobre opcions i això va comportar un augment espectacular en la utilització d'aquestes, i conseqüentment un creixement molt gran dels mercats financers on s'intercanviaven.
- El problema que té aquest Model és que alguns dels seus supòsits no es compleixen a la pràctica, així, la distribució dels preus de les accions no es correspon amb el model lognormal, i la volatilitat no és constant en funció del preu d'exercici.
- Les teories dels somriures de volatilitat que es van desenvolupar després demostren que aquesta no és constant, tal i com suposa el Model de Black-Scholes i això ho hem pogut comprovar amb l'estudi del Mini-Íbex35 del MEFF.
- Els somriures que descriuen les corbes de volatilitat per opcions sobre l'Índex Mini-Íbex 35 suposen una volatilitat asimètrica, és a dir, una volatilitat decreixent amb la moneyness forward i el preu d'exercici.
- Als casos observats que hem tractat, hem pogut veure que els somriures són molt més pronunciats a mesura que s'està apropant la data de venciment.

- També hem pogut comprovar que es compleix la convergència entre el preu d'exercici i el preu futur dels actius subjacents de les opcions sobre l'Índex Mini-Íbex 35 del M.E.F.F.

Així, a mesura que s'acosta la data de venciment d'una opció, es pot veure que els preus d'exercici i els preus futurs s'apropen

## 9. AGRAÏMENTS

A Alfred Mallol, *quant* del BBVA Research, pels consells experts, la informació i l'ajuda inestimable d'un professional de la matèria.

Al professor Mark H. A. Davis, professor del departament de matemàtiques del Imperial College of London, pels codis en C.

A Isidro González per facilitar-nos tant material de tanta utilitat.

A Carles Soteres per la supervisió i l'opinió d'un expert del BBVA en finances.

A Luca Gambetti pels consells en moments en què no sabíem com continuar i en la preparació de l'exposició oral.

A Marta Reynal pels consells i les solucions facilitades a l'exposició oral.



## 10. BIBLIOGRAFIA

- ADELL, Ramón. *Los contratos de futuros y opciones financieras*. Madrid: Pirámide DL, 1995.
- BORRELL, Máximo; ROA, Alfonso. *Los mercados de futuros financieros: introducción a los futuros de tipos de interés: su utilización en España*. Barcelona: Ariel, 1990.
- COMAS, Jordi. *Les opcions i futurs financers. Què són i com usar-los per millorar les seves inversions*. Barcelona:Tibidabo, 1992.
- DAVIS, Mark H.A. *Mark H.A. Davis personal web page* [en línea]. <<http://www.ma.ic.ac.uk/~mdavis/>> [consulta: 13.05.2006]
- HULL, John C. *Introducción a los futuros de mercados y opciones*. Madrid: Prentice Hall, 2002.
- LÓPEZ, Ignacio. *Opciones y futuros: conceptos, técnicas y mercados*. Madrid: Instituto Superior de Técnicas y Prácticas Bancarias, 1993.
- MEFF. *Cotizaciones de mercado* [en línea]. <<http://www.meff.com/preciosMdo.asp>> [consulta: maig.2006]
- PUIG, Xavier; VILADOT, Jordi. *Comprender los mercados de futuros*. Barcelona: Gestión 2000, 1993.
- REDHEAD, Keith. *Introduction to financial futures and options*. New York: Woodhead-Faulkner, 1990.

# Derivats financers al mercat espanyol

ANNEXOS

Àlvar Belsa Naranjo  
Yamil Ezequiel Chacra Salica  
Jaume Falcón Girona  
Arturo Lasosa Ordóñez  
2n ADE/ECO Grup 4

# 1. COBERTURA UTILITZANT OPCIONS

Cas 1 - Estratègia de cobertura utilitzant opcions

Un inversor té 10 paquets de 100 accions de Metrovacesa al Març del 2006 i vol protegir-se d'una hipotètica caiguda dels preus de les accions durant els propers 2 mesos. Tenim les dades següents:

- Preu actual de les accions de Metrovacesa: 67 €
- Preu de l'opció de venda de Metrovacesa amb data de venciment de Maig i preu d'exercici 60€: 2,5 €

Estratègia que seguirà l'inversor: comprar 10 contractes d'opció de venda per un preu de  $10 \times 100 \times 2,5 = 2.500 \text{ €}$

Resultat: l'inversor té dret a vendre les accions com a mínim per  $1.000 \times 60 = 60.000 \text{ €}$  en qualsevol moment durant els propers 2 mesos.

Així s'assegura tenir un resultat final de com a mínim,  $60.000 - 2.500 = 58.500 \text{ €}$

Si el preu de les accions al cap de 2 mesos fos més alt que 60 €, l'inversor no faria efectiva l'opció de venda.

# 2. ESPECULACIÓ UTILITZANT OPCIONS

Cas 2 – Especulació utilitzant opcions

Al gener de 2006 un especulador disposa de 2.000 euros per invertir i pensa que el preu les accions de Bankinter augmentarà en els pròxims 2 mesos i disposa de la següent informació sobre cotitzacions:

- Preu actual de l'acció: 40 €
- Preu de l'Opció de compra per març d'accions de Bankinter amb preu d'exercici 45 €: 2 €

Estratègies alternatives:

- Comprar 50 accions de Bankinter
- Comprar 1.000 opcions de compra per març sobre accions de Bankinter amb un preu d'exercici de 45 €.

El cost d'ambdues alternatives és de 2.000 €

Resultats possibles

- Bankinter puja fins 60 € al març.

Per tant l'inversor obté un benefici de 1.000 € utilitzant la primera estratègia

Ha comprat les accions per 40 € cada una i les ven per 60 €

$$60 \text{ €} * 50 - 40 \text{ €} * 50 = 1.000 \text{ €}$$

I l'inversor obté un benefici de 13.000 € amb la segona estratègia

Fa efectiva les 1.000 opcions de compra amb preu d'exercici de 45 € i les ven per un preu de 60 € cada una.

$$60 \text{ €} * 1.000 - 45 \text{ €} * 1.000 - 2.000 = 13.000 \text{ €}$$

- Les accions baixen fins els 30 € al març, cosa que fa que l'inversor perdi 1.000 € amb la primera opció i 2.000 amb la segona.

### 3. ARBITRATGE

Cas 3 - Arbitratge:

Les accions d'una empresa cotitzen tant a la Borsa de Nova York com a la de Londres. Últimament s'han donat les següents cotitzacions:

- New York Stock Exchange: \$100 per acció
- London Stock Exchange: £58,14 per acció
- Valor de la lliura: \$1,7500

Estratègia d'arbitratge:

1. Comprar 100 accions a Nova York

2. Vendre les accions a Londres
3. Convertir les lliures esterlines de la venda a dòlars americans.

Benefici:  $100 \times (1,75 \times 58,14 - 100) = \$174,50$

Aquestes oportunitats d'arbitratge no poden durar molt temps ja que a mesura que els operadors compren accions a Nova York les forces de l'oferta i la demanda faran pujar el preu en dòlars. De la mateixa manera, a mesura que es venen accions a Londres, el preu en lliure es veurà forçat a la baixa, de manera que, els dos preus avaluats al tipus de canvi acabaran essent equivalents.

#### **4. TIPUS D'INTERÉS (com instrument de la determinació de preus)**

Per determinar els preus hem de tenir en compte els tipus d'interès.

Suposem:

- $A$  = quantitat invertida
- $n$  = nombre d'anys d'inversió
- $R$  = tipus d'interès anual

- **Interès compost:**

- Si l'interès és compost una vegada a l'any, el valor final de la inversió serà:

$$A(1+R)^n$$

- Si l'interès és compost  $m$  vegades a l'any, el valor final de la inversió serà:

$$A(1+R/m)^{m \cdot n}$$

- **Interès continu:**

- El límit quan  $m$  tendeix a infinit és coneix com a composició contínua.

- Aleshores la quantitat invertida durant n anys a un interès R serà:

$$A \cdot e^{R \cdot n}$$

- Tenim doncs

$R_c$  = tipus d'interès continu

$R_m$  = tipus nominal equivalent compost m vegades per any.

$$R_c = m \ln \left( 1 + \frac{R_m}{m} \right)$$

$$R_m = m \left( e^{R_c/m} - 1 \right)$$

Exemple:

Tipus d'interès al 10 % anual compost semianualment, és a dir,  $m = 2$  i  $R_m = 0,1$ .

Llavors el tipus compost continu equivalent és

$$2 \cdot \ln(1+0,1/2) = 0,09758 \text{ o el } 9,758 \% \text{ anual.}$$

## 5. DETERMINACIÓ DE PREUS A TERMINI PER ACTIUS D'INVERSIÓ

Suposem:

- T = temps fins a la data d'entrega del contracte a termini ( en anys)
- $S_0$  = preu de l'actiu en el contracte a termini avui ( al comptat)
- $F_0$  = preu a termini avui
- R = tipus d'interès anual lliure de risc, amb composició contínua per a una

inversió que venç en la data d'entrega

Relació entre  $F_0$  i  $S_0$ :  $F_0 = S_0 \cdot e^{R \cdot T}$

- Què passa si  $F_0 \neq S_0 \cdot e^{R \cdot T}$  ?

Per exemple, suposem  $F_0 > S_0 \cdot e^{R \cdot T}$

Hi ha oportunitat de comprar l'actiu i prendre posicions curtes en contractes a termini.  
Il·lustrem-ho amb un cas pràctic.

Cas 4:

El preu a termini d'una acció per un contracte amb data de lliurament a 3 mesos és de 43 €. El tipus d'interès lliure de risc a 3 mesos és del 5% anual, i el preu actual de l'acció és de 40 €.

No s'esperen dividendes.

$$F_0 = 85 \text{ €}$$

$$R = 6 \% \text{ anual}$$

$$S_0 = 79 \text{ €}$$

Llavors: El preu a termini respecte al preu de l'acció és massa alt, és a dir  $F_0 > S_0 \cdot e^{rT}$ .

Un arbitratgista pot: 1- demanar 80 € per comprar una acció al comptat.

2- firmar un contracte per vendre una acció a 3 mesos.

Al final dels 3 mesos, l'arbitratgista entrega l'acció i rep 85 €. La quantitat de diners necessària per saldar el préstec és  $79e^{0,06 \cdot 3/12} = 80,19 \text{ €}$ .

Per tant, obté un benefici de  $85 - 80,19 = 4,81 \text{ €}$

## 6. COBERTURES CURTES

Cas 4: “Shenoa, my little team” (Una cobertura curta)

Data 15 de maig. L'empresa “Shenoa, my little team” ha negociat un contracte per vendre 1 milió de barretes de xocolata. El preu al contracte de la venda és el preu al comptat del 15 d'agost. Tenim les següents cotitzacions:

- Preu al comptat d'1 barreta: 19 €
- Preu del futur d'1 barreta a l'agost: 18,75 €

Estratègia de cobertura:

- 15 de maig: Posició curta en 1.000 contractes de futur de barretes d'agost.
- 15 d'agost: Tancar la posició de futurs

Resultat:

L'empresa rebrà un preu de tancament de 18,75 € per barreta

- Si el preu d'1 barreta el 15 d'agost és de 17,50 €:

L'empresa rep 17,50 € sota el contracte de venda

L'empresa guanya 1,25 € per barreta del contracte de futurs

- Si el preu d'1 barreta el 15 d'agost és de 19,50 €:

L'empresa rep 19,50 € sota el contracte de venda

L'empresa guanya 0,75 € per barreta del contracte de futurs

## **7. MOTIUS DELS RISCS NO COBERTS**

- Relació amb els accionistes

A vegades es pensa que els accionistes poden fer la cobertura per ells mateixos independentment de l'empresa. Però, en la majoria d'ocasions l'empresa pot fer millor la cobertura ja que disposa d'una millor informació i el cost de la cobertura acostuma a ser més cara per els individuals que per les empreses.

El que poden fer els accionistes més fàcilment que l'empresa és diversificar el risc, tenint una cartera més diversificada. I si les empreses treballen en favor dels interessos dels seus accionistes ben diversificats, la cobertura pot ser innecessària en moltes ocasions.



- Relació amb la competència

Si la cobertura no és habitual a un sector determinat, pot no tenir sentit que una sola empresa es diferenciï de la resta. Les pressions competitives dins d'un mateix sector poden fer fluctuar els preus a l'alça o la baixa. Una empresa que no es cobreixi podria esperar que els seus marges de benefici siguin constants, però una empresa que es cobreixi podria esperar marges de benefici fluctuants.

## **8. ALTRES TIPUS D'OPCIONS**

- Warrants

Són opcions de compra d'accions emeses per una empresa sobre les seves pròpies accions. Quan s'exerceixen, l'empresa emet noves accions i les ven al propietari de l'opció a preu d'exercici. Per tant es produeix un augment del nombre d'accions en circulació. Sovint els Warrants apareixen com a resultat d'una emissió de bons, es sumen a aquests per fer-los més atractius pels inversors.

- Opcions per a executius

Igual que els Warrants, són opcions de compra d'accions emeses per una empresa sobre les seves pròpies accions. Són emeses per als executius de l'empresa per motivar-los a actuar amb més interès per l'empresa. Les opcions per a executius no poden negociar-se. Sovint duren 10 o 15 anys, ja que, és al cap d'un cert temps, quan comencen a tenir un valor considerable.

## 9. PREUS DE LES OPCIONS

### FACTORS DETERMINANTS DELS PREUS DE LES OPCIONS

- Preu actual de les accions,  $S_0$  i preu d'exercici,  $F$

Si l'opció s'exerceix en algun moment, l'ingrés obtingut serà la quantitat en la que el preu de les accions excedeix el preu d'exercici.

Les opcions de compra tenen doncs, un valor més gran quan el preu actual augmenta i valen menys quan el preu d'exercici augmenta.

Amb les opcions de venda passa el contrari, l'ingrés és la quantitat en la que el preu d'exercici excedeix el preu de les accions. Les opcions de venda tenen menys valor quan el preu de les accions augmenta i més valor quan el preu d'exercici puja.

- Temps de venciment

Les opcions Americanes de compra i venda tenen un major valor quan el temps fins el venciment augmenta

Les opcions Europees de compra i venda solen valdre més quan el temps fins el venciment creix però això no es sempre cert.

- Volatilitat

La volatilitat del preu de les accions és una mesura de la incertesa sobre els moviments futurs del preu de les accions al futur. Si la volatilitat és alta, la probabilitat de que les accions vagin o molt bé o molt malament augmenta

- Tipus d'interès lliure de risc

El tipus d'interès lliure de risc és, en teoria, el tipus al qual es deixen i es demanen diners quan es té la certesa de que el préstec serà retornat. Quan el tipus d'interès a l'economia augmenta, la taxa esperada de creixement del preu de les accions tendirà a pujar. En canvi, el valor actual de qualsevol liquiditat de caixa futures rebudes pel propietari de l'acció disminueix. El preu de l'opció de venda baixa quan el tipus d'interès lliure de risc puja.

- Dividends

Redueixen el preu de les accions a la data següent del pagament dels mateixos. Per tant, els preus d'opcions de compra estan relacionats de manera negativa amb els dividends i el preu de les opcions de venda estan relacionats positivament.

## LÍMITS SUPERIOR I INFERIOR PER ELS PREUS DE LES OPCIONS

Suposem:

- Els participants no tenen costos de transacció
- Tots els beneficis de compra-venda estan subjectes al mateix tipus impositiu.
- Es possible demanar i deixar diners al tipus d'interès lliure de risc
- No es declaren dividends

I tenim que:

- $S_0$ : Preu actual de les accions
- $F$ : Preu d'exercici d'una opció
- $T$ : temps fins el venciment d'una opció
- $S_T$ : Preu de les accions en el moment de venciment de l'opció
- $r$ : tipus d'interès lliure de risc compost continu

- C: preu d'una opció de compra Americana per comprar una acció
- P: preu d'una opció de venda Americana per vendre una acció
- c: preu d'una opció de compra Europea per comprar una acció
- p: preu d'una opció de venda Europea per vendre una acció

### Límit Superior

Les opcions mai poden valdre més que les accions. Per això el preu de les accions serà el límit superior per al preu de l'opció

$$C \leq S_0 \quad \text{i} \quad c \leq S_0$$

De la mateixa manera podem deduir:

$$P \leq F \quad \text{i} \quad p \leq F$$

Per opcions europees, sabem que al moment T, l'opció no valdrà més que F. Per això, ara ha de tenir un preu menor que el valor actual de S

$$p \leq Fe^{-rT}$$

### Límit Inferior

Un límit inferior per una opció Europea de compra sobre accions que no paga dividendes és

$$S_0 - F \cdot e^{-rT}$$

Però el pitjor que pot passar en una opció de compra es que es venci sense exercir-se, així que el seu preu no pot ser negatiu. Llavors

$$c \geq \max ( S_0 - F \cdot e^{-rT}, 0 )$$

Un límit inferior per una opció Europea de venda sobre accions que no paga dividendes és

$$F \cdot e^{-rT} - S_0$$

Però el pitjor que pot passar en una opció de venda es que es venci sense exercir-se, així que el seu preu no pot ser negatiu. Llavors

$$p \geq \max ( F \cdot e^{-rT} - S_0, 0)$$

## EQUACIÓ FONAMENTAL DE LES OPCIONS EUROPEES

Anem a buscar una important relació entre  $p$  i  $c$ . Considerem les dos següents carteres:

- Cartera A: Opció europea de compra més una quantitat en metàl·lic de  $F \cdot e^{-rT}$
- Cartera B: Opció europea de venda més una acció

Les dues tenen un valor de  $\max ( S_t, F )$  a la data de venciment de les opcions. Com les opcions europees no poden executar-se abans de la data de venciment, el valor actual d'aquestes hauran de ser el mateix. Per tant, tenim l'equació fonamental de les opcions europees (paritat "put-call")

$$c + F \cdot e^{-rT} = p + S_0$$

Si l'equació no es compleix hi haurà oportunitats d'arbitratge

## RELACIONS ENTRE ELS PREUS DE LES OPCIONS AMERICANES

Es pot demostrar que:

$$S_0 - F \leq C - P \leq S_0 - F \cdot e^{-rT}$$

## 10. FÓRMULES DE BLACK

El 1976 Black va modificar les fórmules de Black-Scholes per opcions sobre futurs. Les noves van ser:

$$c = e^{-rT} [F_0 N(d_1) - X N(d_2)]$$

$$p = e^{-rT} [X N(-d_2) - F_0 N(-d_1)]$$

$$\text{where } d_1 = \frac{\ln(F_0 / X) + \sigma^2 T / 2}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(F_0 / X) - \sigma^2 T / 2}{\sigma \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

## 11. SUPÒSITS DE LA DISTRIBUCIÓ LOGNORMAL

Definim:

- $\mu$  = rendiment esperat de les accions
- $\sigma$  = volatilitat del preu de les accions
- $S$  = preu d'una acció

### SUPÒSIT DISTRIBUCIÓ LOGNORMAL

Suposem:

En períodes curts de temps  $\Delta t$ , suposem que el canvi en el preu de les accions segueix una distribució normal amb mitjana  $\mu S \Delta t$  i desviació Standard

$$\sigma S \sqrt{\Delta t}$$

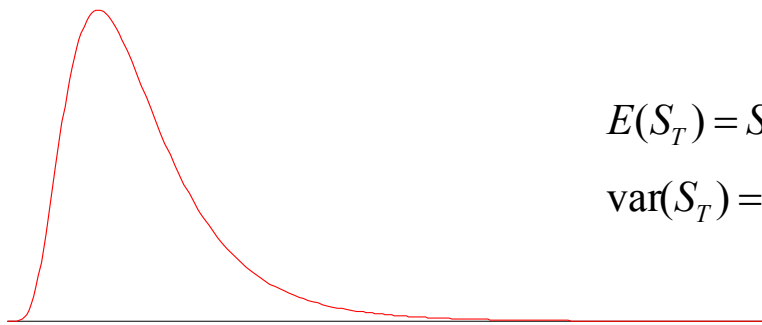
Si el Preu de les accions segueix una distribució normal amb  $\mu$  i  $\sigma$  constants.,  
 tenim que els canvis percentuals en el logaritme dels preus de les accions en períodes  
 curts de temps segueixen una distribució lognormal

$$\ln S_T - \ln S_0 \approx \phi \left[ \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right]$$

or

$$\ln S_T \approx \phi \left[ \ln S_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right]$$

## DISTRIBUCIÓ LOGNORMAL



$$E(S_T) = S_0 e^{\mu T}$$

$$\text{var}(S_T) = S_0^2 e^{2\mu T} (e^{\sigma^2 T} - 1)$$

## 12. RENDIBILITAT COMPOSTA CONTÍNUA I VALOR ESPERAT

La rendibilitat composta durant T anys serà:

$$\eta = \frac{1}{T} \ln \frac{S_T}{S_0}$$

El valor esperat del preu de l'acció serà  $S e^{\mu T}$

I la rendibilitat esperada serà:  $\mu - \sigma^2/2$

Hem de tenir en compte que  $E[\ln(ST)] \neq \ln[E(ST)]$

### 13. FÓRMULES DE VALORACIÓ

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

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

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

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

La funció  $N(x)$  és la funció de distribució de probabilitat per una variable normal estandarditzada.

Les variables  $c$  i  $p$  són els preus de les opcions de compra europees de compra i venda. Ja que el preu d'una opció de compra americana és  $C$ , igual al preu de les opcions de compra europees,  $c$ , per unes accions que no paguen dividendes, la primera equació també dona el preu d'una opció de compra americana. El que no s'ha trobat encara analíticament és la fórmula exacta per al preu d'una opció americana de venda sobre accions que no paguen dividendes.

En principi, la fórmula de Black-Scholes només és correcta si el tipus d'interès a curt termini,  $r$ , és constant. A la pràctica, normalment s'utilitza amb el tipus d'interès  $r$ , igual al tipus d'interès lliure de risc.

### 14. VOLATILITAT

La volatilitat,  $\sigma$ , és una mesura de la incertesa provocada per les opcions. La volatilitat pot ser calculada per la desviació estàndard del rendiment proporcionat per les accions en un any quan el rendiment s'expressa utilitzant la composició contínua. Aleshores la volatilitat serà la desviació estàndard de  $\ln(S_t)$ , que és  $\sigma\sqrt{T}$ .



Per tant podem dir que la incertesa sobre els preus futurs de les accions augmenta amb l'arrel quadrada del temps de predicció.

La volatilitat implícita d'una opció és aquella que iguala el preu de Black-Scholes amb el preu de mercat.

És a dir, és el valor de  $\sigma^*$ , que substituït a l'equació de Black-Scholes

$$c = S_0 \cdot N(d1) - X \cdot e^{-rT} \cdot N(d2),$$

ens dóna el valor de  $c^*$  que busquem.

Les volatilitats implícites poden utilitzar-se per controlar l'opinió del mercat sobre la volatilitat de determinades accions. La volatilitat pot calcular-se, per exemple, mitjançant dades històriques

### **Causes de la volatilitat:**

La Volatilitat normalment és més gran quan els mercats estan oberts ( “dies de negociació”) que quan estan tancats. Per aquesta raó el temps es mesura en “dies de negociació”, no en dies de calendari per avaluar les opcions.

Es considera que el nombre de dies de negociació per les accions que hi ha en un any és 252.

Volatilitat anual = Volatilitat per dia de negociació  $\cdot \sqrt{\text{Nombre de dies de negociació anuals}}$

## **ESTIMACIÓ DE LA VOLATILITAT MITJANÇANT DADES HISTÒRIQUES**

1. Agafar observacions  $S_0, S_1, \dots, S_n$  en intervals de  $t$  anys
2. Definir la rendabilitat composta continua com:

$$u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right)$$

3. Calcular la desviació standard,  $s$ , de les  $ui$ 's
4. L'estimació de la volatilitat mitjançant dades històriques és

$$\sigma^* = \frac{s}{\sqrt{\tau}}$$

## 15. EXTENSIÓ DELS RESULTATS

### DIVIDENDS

Fins ara hem treballat amb opcions sobre accions que no paguen dividendes. El primer que hem de fer, doncs, és estendre els resultats obtinguts per a les opcions europees sobre accions que no paguen dividendes a opcions europees sobre accions que paguen un rendiment conegut, ja que això ens farà falta per treballar amb índex bursàtils, per exemple.

Suposem doncs que es paga una taxa de dividend composta contínua de tipus  $q$ . Això ens porta a fer servir la següent regla per valorar les accions europees que duren un temps  $T$  i paguen una taxa de dividend  $q$ :

Reduïm el preu actual de les accions de  $S_0$  a  $S_0 \cdot e^{-qT}$ , i llavors valorem l'opció com si les accions no paguessin dividendes.

#### **Cotes inferiors per als preus de les opcions:**

Substituint  $S_0 \cdot e^{-qT}$  per  $S_0$  als límits calculats anteriorment, obtindrem la cota inferior per al preu d'una opció europea.

$$c \geq S_0 \cdot e^{-qT} - X \cdot e^{-rT}$$

De manera anàloga obtenim la cota inferior per una opció europea de venda:

$$p \geq X \cdot e^{-rT} - S_0 \cdot e^{-qT}$$

#### **Equació fonamental de les opcions europees (paritat put-call)**

De la mateixa manera que hem fet en l'apartat anterior, substituint  $S_0 \cdot e^{-qT}$  per  $S_0$  a l'equació fonamental les opcions Europees de l'apartat 4, obtenim l'Equació fonamental de les opcions Europees sobre accions que paguen una taxa de dividend composta contínua  $q$ :

$$c + X \cdot e^{-rT} = p + S_0 \cdot e^{-qT}$$

Ampliant això per a les opcions Americanes obtenim també la seva equació fonamental:

$$S_0 \cdot e^{-qT} - X \leq C - P \leq S_0 - X \cdot e^{-rT}$$

### **Fórmules de valoració:**

Substituïrem ara  $S_0 \cdot e^{-qT}$  per  $S_0$  a les fórmules de Black-Scholes. Així obtindrem els preus  $c$  i  $p$ , d'una opció de Europea de compra i de venda, respectivament, sobre accions que paguen una taxa de dividend composta contínua  $q$ :

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

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

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

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - q - \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}}$$

Mirem que  $\ln [S_0 \cdot e^{-qT} / X] = \ln [S_0 / X] - qT$

### **OPCIONES SOBRE ÍNDEX BURSÀTILS**

Alguns mercats negocien opcions sobre índexs borsàtils. Alguns d'aquests segueixen els moviments globals del mercat, altres, en canvi, estan basats en el comportament de certs sectors (per exemple, informàtica i electrònica, o petroli i gas).

Un índex borsàtil és anàleg a una acció que paga una taxa de dividend composta contínua, i els dividendes d'aquest índex són els de les accions que el componen.

Els índexs més populars per els quals hi ha opcions són:

the S&P 100 (American) OEX

the S&P 500 (European) SPX

Una característica dels contractes d'opcions sobre índexs borsàtils es que es paguen en metàl·lic

### **Valoració de les opcions europees sobre índexs borsàtils:**

Es pot utilitzar la fórmula per opcions sobre accions que paguen una taxa de dividend contínua, tenint en compte

$S_0$  = nivell de l'índex actual

$q$  = taxa de dividend esperada durant la vida de l'opció

### OPCIONES SOBRE DIVISES

Les opcions sobre divises ( tant Europees com Americanes) és negocien de manera molt activa, i són força interessants per una empresa que vol cobrir-se al risc dels canvis del tipus de canvi.

Definim  $S_0$  com el tipus de canvi al comptat, és a dir, el valor d'una unitat de la divisa estrangera en €.

Una divisa estrangera és similar a unes accions que paguen una taxa de rendiment per dividend coneguda. El propietari de la divisa estrangera rep una "taxa de rendibilitat" igual al tipus d'interès lliure de risc,  $r_f$ , en la divisa estrangera.

Llavors podem utilitzar les mateixes fórmules que hem fet servir a l'apartat anterior substituint  $q$  per  $r_f$ . Tindrem doncs:

### **Cotes inferiors per als preus de les opcions**

$$c \geq S_0 \cdot e^{-r_f T} - X \cdot e^{-r T}$$

i

$$p \geq X \cdot e^{-r T} - S_0 \cdot e^{-r_f T}$$

## Equació fonamental d'opcions europees (paritat put-call) sobre divises

$$c + X \cdot e^{-rT} = p + S_0 \cdot e^{-rfT}$$

### Fórmules de valoració:

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

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

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

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - r_f - \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}}$$

## OPCIONES SOBRE FUTURS

Un altre tipus de contractes d'opcions importants, són les opcions sobre futurs. Anem a veure com funcionen les opcions sobre futurs:

- Mecànica de les opcions de compra sobre futur

Quan una opció de compra sobre futurs s'executa, el propietari adquireix:

1. Una posició llarga en futurs
2. Una quantitat de diners igual a la diferència entre el preu del futur i el preu d'exercici

- Mecànica de les opcions de venda sobre futur

Quan una opció de venda sobre futurs s'executa, el propietari adquireix:

1. Una posició curta en futurs
2. Una quantitat de diners igual a la diferència entre el preu d'exercici i el preu del futur

**Pagaments:** Si la posició de futurs es tanca immediatament:

$$\text{Pagament d'una call} = F_0 - X$$

Pagament d'una put =  $X - F_0$

on  $F_0$  és el preu de futur a la data d'exercici

### **Paritat Put-Call per opcions sobre futurs**

Considerem les següents carteres:

1. Opció de compra Europea més  $Xe^{-rT}$  de caixa
2. Opció de venda Europea put més  $F_0e^{-rT}$

A la data  $T$  han de tenir el mateix valor:

$$c + Xe^{-rT} = p + F_0 e^{-rT}$$

### **Valoració d'opcions Europees sobre futurs**

Podem utilitzar la fórmula de les opcions sobre accions que paguen una taxa de dividend contínua

$S_0$  = Preu futur ( $F_0$ )

$q$  = taxa d'interès lliure de risc ( $r$ )

$q = r$  implica que el creixement esperat de  $F$  en un món neutral al risc és 0

Un contracte de futurs no requereix una inversió inicial. Si hi ha neutralitat davant del risc el rendiment esperat serà 0. Per tant, la taxa de creixement de preus futurs serà 0

Així, els preus futurs poden ser tractats com accions que paguen un dividend  $r$ .

## **16. REVISIÓ DE L'EQUACIÓ FONAMENTAL DE LES OPCIONS EUROPEES**

Com hem pogut veure anteriorment a l'Annex 15:

$$p + S_0 \cdot e^{-qT} = c + X \cdot e^{-rT}$$

Suposem ara que  $p_{bs}$  i  $c_{bs}$  són els preus de l'opció de venda i compra Europees fent servir el model de Black-Scholes. Suposem, a més, que  $p_{mkt}$  i  $c_{mkt}$  són els preus de mercat d'aquestes opcions.

Com l'equació fonamental es compleix tan per el model Black-Scholes com per a preus de mercat, tenim:

$$p_{bs} + S_0 \cdot e^{-qT} = c_{bs} + X \cdot e^{-rT} \quad \text{i} \quad p_{mkt} + S_0 \cdot e^{-qT} = c_{mkt} + X \cdot e^{-rT}$$

D'aquí deduïm:

$$p_{bs} - p_{mkt} = c_{bs} - c_{mkt}$$

Aquest resultat ens diu que l'error del preu quan es fa servir el model de Black-Scholes per valorar una opció de venda Europea és el mateix que l'error del preu d'una opció de compra europea amb el mateix preu d'exercici i el mateix temps de venciment.

Volatilitat implícita:

D'aquí també sabem que la volatilitat implícita d'una opció de compra Europea és la mateixa que en una opció de venda quan les dues tenen el mateix preu d'exercici i el mateix temps de venciment. Això és, la volatilitat correcta per fer servir en el model de Black-Scholes per la valoració d'una opció de compra Europea haurà de ser igual a la que es fa servir per valorar una opció de venda Europea.

## 17. OBSERVACIONS 02/07/2004

**TAULA 1: Observació 02 de juliol de 2004**

data venciment	preu d'exercici	preu mercat	temps a venciment	Interès	Moneyness	Preu Futur	volatilitat implícita
16/07/2004	7800	266	0,038356164	3,46%	97,09%	8033,5	18,33%
16/07/2004	7800	251	0,038356164	3,46%	97,29%	8017,5	17,81%
16/07/2004	7800	241	0,038356164	3,46%	97,41%	8007,5	17,34%
16/07/2004	7800	33	0,038356164	3,46%	97,43%	8005,5	0,00%
16/07/2004	7850	219	0,038356164	3,46%	97,64%	8039,5	15,52%

16/07/2004	7850	35	0,038356164	3,46%	97,81%	8025,5	0,00%
16/07/2004	7850	212	0,038356164	3,46%	97,81%	8025,5	16,33%
16/07/2004	7850	41	0,038356164	3,46%	97,90%	8018,5	17,94%
16/07/2004	7850	41	0,038356164	3,46%	97,91%	8017,5	0,00%
16/07/2004	7850	41	0,038356164	3,46%	97,92%	8017	17,94%
16/07/2004	8000	120	0,038356164	3,46%	99,48%	8041,5	15,64%
16/07/2004	8000	111	0,038356164	3,46%	99,61%	8031,5	15,10%
16/07/2004	8000	103	0,038356164	3,46%	99,72%	8022,5	14,61%
16/07/2004	8000	105	0,038356164	3,46%	99,79%	8017	15,41%
16/07/2004	8000	99	0,038356164	3,46%	99,87%	8010,5	15,00%
16/07/2004	8000	104	0,038356164	3,46%	99,88%	8009,5	15,88%
16/07/2004	8000	92	0,038356164	3,46%	99,89%	8009	14,00%
16/07/2004	8000	93	0,038356164	3,46%	99,89%	8008,5	14,20%
16/07/2004	8050	105	0,038356164	3,46%	99,91%	8057,5	16,11%
16/07/2004	8000	92	0,038356164	3,46%	99,96%	8003,5	14,45%
16/07/2004	8050	92	0,038356164	3,46%	100,01%	8049	14,73%
16/07/2004	8050	82	0,038356164	3,46%	100,25%	8030	14,61%
16/07/2004	8050	76	0,038356164	3,46%	100,46%	8013,5	14,85%
16/07/2004	8050	78	0,038356164	3,46%	100,46%	8013,5	15,18%
16/07/2004	8050	75	0,038356164	3,46%	100,48%	8011,5	14,84%
16/07/2004	8100	75	0,038356164	3,46%	100,53%	8057,5	15,03%
16/07/2004	8100	75	0,038356164	3,46%	100,54%	8056,5	15,10%
16/07/2004	8100	61	0,038356164	3,46%	100,86%	8031	14,52%
16/07/2004	8100	62	0,038356164	3,46%	100,88%	8029,5	14,78%
16/07/2004	8100	55	0,038356164	3,46%	100,90%	8027,5	13,74%
16/07/2004	8100	57	0,038356164	3,46%	100,94%	8024,5	14,26%
16/07/2004	8100	58	0,038356164	3,46%	100,95%	8024	14,46%
16/07/2004	8100	56	0,038356164	3,46%	100,98%	8021,5	14,28%
16/07/2004	8100	59	0,038356164	3,46%	100,99%	8020,5	14,85%
16/07/2004	8100	59	0,038356164	3,46%	100,99%	8020,5	14,85%
16/07/2004	8100	59	0,038356164	3,46%	100,99%	8020,5	14,85%
16/07/2004	8100	55	0,038356164	3,46%	101,04%	8017	14,39%
16/07/2004	8100	55	0,038356164	3,46%	101,04%	8017	14,39%
16/07/2004	8100	55	0,038356164	3,46%	101,04%	8017	14,39%
16/07/2004	8100	54	0,038356164	3,46%	101,05%	8016	14,28%
16/07/2004	8100	55	0,038356164	3,46%	101,05%	8016	14,45%
16/07/2004	8100	57	0,038356164	3,46%	101,05%	8015,5	14,82%
16/07/2004	8100	55	0,038356164	3,46%	101,09%	8013	14,63%
16/07/2004	8100	55	0,038356164	3,46%	101,09%	8013	14,63%
16/07/2004	8100	53	0,038356164	3,46%	101,12%	8010,5	14,44%
16/07/2004	8100	53	0,038356164	3,46%	101,12%	8010	14,47%
16/07/2004	8100	52	0,038356164	3,46%	101,14%	8009	14,36%
16/07/2004	8150	47	0,038356164	3,46%	101,26%	8048,5	14,02%
16/07/2004	8150	45	0,038356164	3,46%	101,35%	8041,5	14,07%
16/07/2004	8150	42	0,038356164	3,46%	101,37%	8039,5	13,64%
16/07/2004	8150	43	0,038356164	3,46%	101,39%	8038	13,91%
16/07/2004	8150	43	0,038356164	3,46%	101,44%	8034,5	14,10%
16/07/2004	8150	46	0,038356164	3,46%	101,44%	8034	14,67%
16/07/2004	8150	44	0,038356164	3,46%	101,52%	8028	14,64%
16/07/2004	8150	44	0,038356164	3,46%	101,52%	8028	14,64%
16/07/2004	8150	45	0,038356164	3,46%	101,53%	8027,5	14,85%
16/07/2004	8150	41	0,038356164	3,46%	101,53%	8027	14,15%
16/07/2004	8150	44	0,038356164	3,46%	101,54%	8026,5	14,73%
16/07/2004	8150	41	0,038356164	3,46%	101,55%	8025,5	14,23%
16/07/2004	8150	42	0,038356164	3,46%	101,58%	8023	14,55%
16/07/2004	8150	41	0,038356164	3,46%	101,60%	8022	14,42%
16/07/2004	8150	40	0,038356164	3,46%	101,63%	8019	14,40%
16/07/2004	8200	30	0,038356164	3,46%	101,98%	8040,5	13,82%
16/07/2004	8200	30	0,038356164	3,46%	102,02%	8038	13,94%
16/07/2004	8200	27	0,038356164	3,46%	102,12%	8030	13,69%



16/07/2004	8200	30	0,038356164	3,46%	102,12%	8029,5	14,35%
16/07/2004	8200	27	0,038356164	3,46%	102,17%	8026	13,88%
16/07/2004	8200	25	0,038356164	3,46%	102,33%	8013	14,05%
16/07/2004	8250	24	0,038356164	3,46%	102,50%	8049	14,37%
16/07/2004	8250	20	0,038356164	3,46%	102,68%	8034,5	14,04%
16/07/2004	8250	18	0,038356164	3,46%	102,69%	8034	13,55%
16/07/2004	8250	18	0,038356164	3,46%	102,79%	8026	13,89%
16/07/2004	8250	19	0,038356164	3,46%	102,84%	8022,5	14,30%
16/07/2004	8250	17	0,038356164	3,46%	102,96%	8012,5	14,18%
16/07/2004	8300	12	0,038356164	3,46%	103,30%	8035	13,69%
16/07/2004	8300	12	0,038356164	3,46%	103,32%	8033,5	13,74%
16/07/2004	8350	8	0,038356164	3,46%	103,98%	8030,5	14,08%
16/07/2004	8400	5	0,038356164	3,46%	104,65%	8027	14,26%
16/07/2004	8400	5	0,038356164	3,46%	104,66%	8026	14,29%
16/07/2004	8400	5	0,038356164	3,46%	104,72%	8021,5	14,43%
20/08/2004	8000	193	0,134246575	3,46%	99,68%	8025,5	15,44%
20/08/2004	8100	138	0,134246575	3,46%	101,01%	8019	14,96%
20/08/2004	8100	134	0,134246575	3,46%	101,10%	8011,5	14,89%
20/08/2004	8150	120	0,134246575	3,46%	101,60%	8021,5	15,02%
20/08/2004	8150	118	0,134246575	3,46%	101,67%	8016,5	15,01%
20/08/2004	8150	121	0,134246575	3,46%	101,67%	8016,5	15,28%
20/08/2004	8200	98	0,134246575	3,46%	102,26%	8018,5	14,71%
20/08/2004	8200	95	0,134246575	3,46%	102,30%	8016	14,52%
20/08/2004	8300	66	0,134246575	3,46%	103,51%	8018,5	14,39%
20/08/2004	8300	62	0,134246575	3,46%	103,54%	8016	14,04%
20/08/2004	8350	51	0,134246575	3,46%	104,00%	8028,5	13,73%
20/08/2004	8400	41	0,134246575	3,46%	104,51%	8037,5	13,47%
20/08/2004	8400	43	0,134246575	3,46%	104,65%	8026,5	13,98%
20/08/2004	8400	40	0,134246575	3,46%	104,79%	8016	13,86%
17/09/2004	7600	105	0,210958904	3,46%	94,90%	8008,5	17,94%
17/09/2004	7900	320	0,210958904	3,46%	98,55%	8016	17,85%
17/09/2004	7900	192	0,210958904	3,46%	98,57%	8014,5	8,79%
17/09/2004	7900	312	0,210958904	3,46%	98,68%	8005,5	17,72%
17/09/2004	8200	157	0,210958904	3,46%	102,20%	8023,5	15,88%
17/09/2004	8200	159	0,210958904	3,46%	102,26%	8018,5	16,16%
17/09/2004	8300	126	0,210958904	3,46%	103,36%	8030,5	15,90%
17/09/2004	8300	119	0,210958904	3,46%	103,63%	8009,5	15,89%
17/09/2004	8300	120	0,210958904	3,46%	103,63%	8009,5	15,97%
17/09/2004	8300	118	0,210958904	3,46%	103,69%	8005	15,93%
17/09/2004	8400	96	0,210958904	3,46%	104,39%	8046,5	15,39%
17/09/2004	8400	96	0,210958904	3,46%	104,39%	8046,5	15,39%
17/09/2004	8400	96	0,210958904	3,46%	104,39%	8046,5	15,39%
17/09/2004	8400	96	0,210958904	3,46%	104,39%	8046,5	15,39%
17/09/2004	8400	96	0,210958904	3,46%	104,40%	8046	15,40%
17/09/2004	8400	96	0,210958904	3,46%	104,40%	8046	15,40%
17/09/2004	8400	93	0,210958904	3,46%	104,59%	8031,5	15,49%
17/09/2004	8400	90	0,210958904	3,46%	104,61%	8029,5	15,28%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,71%	8022,5	15,36%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,71%	8022,5	15,36%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,71%	8022,5	15,36%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,71%	8022,5	15,36%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,72%	8021,5	15,38%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,72%	8021,5	15,38%
17/09/2004	8400	88	0,210958904	3,46%	104,76%	8018	15,37%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,77%	8017,5	15,47%
17/09/2004	8400	89	0,210958904	3,46%	104,77%	8017,5	15,47%
17/09/2004	8500	66	0,210958904	3,46%	105,68%	8043,5	14,83%
17/09/2004	8500	62	0,210958904	3,46%	105,97%	8021,5	14,90%
17/09/2004	8500	62	0,210958904	3,46%	106,03%	8016,5	14,99%
17/09/2004	8500	58	0,210958904	3,46%	106,04%	8016	14,62%

17/09/2004	8500	59	0,210958904	3,46%	106,08%	8012,5	14,78%
17/09/2004	8600	42	0,210958904	3,46%	107,08%	8031,5	14,33%
17/09/2004	8600	41	0,210958904	3,46%	107,13%	8028	14,28%
17/09/2004	8600	40	0,210958904	3,46%	107,13%	8027,5	14,18%
17/09/2004	8600	40	0,210958904	3,46%	107,28%	8016,5	14,37%
17/09/2004	8700	27	0,210958904	3,46%	108,24%	8038	13,85%
17/09/2004	8700	24	0,210958904	3,46%	108,26%	8036	13,44%
17/09/2004	8700	26	0,210958904	3,46%	108,38%	8027,5	13,87%
17/09/2004	8700	26	0,210958904	3,46%	108,43%	8023,5	13,93%
17/09/2004	8700	26	0,210958904	3,46%	108,51%	8017,5	14,03%
17/09/2004	8700	26	0,210958904	3,46%	108,51%	8017,5	14,03%
17/09/2004	8700	25	0,210958904	3,46%	108,60%	8011	13,98%
17/12/2004	7800	525	0,460273973	3,46%	97,06%	8036,5	18,88%
17/12/2004	7800	525	0,460273973	3,46%	97,15%	8029	19,10%
17/12/2004	7800	510	0,460273973	3,46%	97,16%	8028	18,39%
17/12/2004	7800	505	0,460273973	3,46%	97,32%	8014,5	18,55%
17/12/2004	7900	447	0,460273973	3,46%	98,41%	8028	17,96%
17/12/2004	8000	392	0,460273973	3,46%	99,58%	8034	17,57%
17/12/2004	8000	365	0,460273973	3,46%	99,66%	8027,5	16,47%
17/12/2004	8100	333	0,460273973	3,46%	100,90%	8028	17,11%
17/12/2004	8200	285	0,460273973	3,46%	102,24%	8020	16,99%
17/12/2004	8300	240	0,460273973	3,46%	103,54%	8016,5	16,69%
17/12/2004	8300	240	0,460273973	3,46%	103,54%	8016,5	16,69%
17/12/2004	8300	240	0,460273973	3,46%	103,54%	8016,5	16,69%
17/12/2004	8300	240	0,460273973	3,46%	103,54%	8016,5	16,69%
17/12/2004	8300	240	0,460273973	3,46%	103,54%	8016,5	16,69%
17/12/2004	8300	240	0,460273973	3,46%	103,54%	8016,5	16,69%
17/12/2004	8500	167	0,460273973	3,46%	105,79%	8034,5	15,87%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,30%	8030,5	14,09%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,46%	8019,5	14,18%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,47%	8019	14,19%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,47%	8019	14,19%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,48%	8018,5	14,19%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,49%	8017,5	14,20%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,51%	8016,5	14,21%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,51%	8016,5	14,21%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,51%	8016,5	14,21%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,52%	8015,5	14,22%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,52%	8015,5	14,22%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,52%	8015,5	14,22%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,60%	8010	14,26%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,61%	8009,5	14,27%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,62%	8009	14,27%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,62%	8009	14,27%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,63%	8008	14,28%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,63%	8008	14,28%
17/12/2004	9500	13	0,460273973	3,46%	118,64%	8007,5	14,29%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,68%	8021,5	14,18%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,69%	8021	14,19%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,69%	8021	14,19%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,69%	8020,5	14,19%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,69%	8020,5	14,19%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,69%	8020,5	14,19%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,72%	8019	14,20%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,73%	8018	14,21%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,73%	8018	14,21%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,73%	8018	14,21%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,74%	8017,5	14,22%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,75%	8017	14,22%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,75%	8017	14,22%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,75%	8016,5	14,22%

17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,76%	8016	14,23%
17/12/2004	9600	10	0,460273973	3,46%	119,76%	8016	14,23%
18/03/2005	7900	560	0,709589041	3,46%	98,24%	8041,5	18,69%
18/03/2005	8000	503	0,709589041	3,46%	99,46%	8043,5	18,32%
18/03/2005	8100	450	0,709589041	3,46%	100,63%	8049	17,94%
18/03/2005	8100	503	0,709589041	3,46%	100,64%	8048,5	19,96%
18/03/2005	8100	447	0,709589041	3,46%	100,66%	8046,5	17,87%
18/03/2005	8200	395	0,709589041	3,46%	101,90%	8047	17,50%
18/03/2005	8300	346	0,709589041	3,46%	103,15%	8046,5	17,15%
18/03/2005	8400	300	0,709589041	3,46%	104,69%	8024	17,11%
18/03/2005	8800	160	0,709589041	3,46%	109,34%	8048	15,63%
18/03/2005	8900	134	0,709589041	3,46%	110,59%	8048	15,39%
18/03/2005	9500	41	0,709589041	3,46%	118,56%	8012,5	14,72%
18/03/2005	9900	17	0,709589041	3,46%	123,23%	8033,5	14,21%
18/03/2005	10000	13	0,709589041	3,46%	124,71%	8018,5	14,15%
18/03/2005	10000	13	0,709589041	3,46%	124,76%	8015,5	14,17%
18/03/2005	10000	13	0,709589041	3,46%	124,77%	8014,5	14,18%
18/03/2005	10000	13	0,709589041	3,46%	124,80%	8013	14,19%

## 18. OBSERVACIONS 16/07/2004

**TAULA 2: Observació 16 de juliol de 2004**

data venciment	temps a venciment	preu exercici	preu mercat	interes	Moneyness	Preu futur	volatilitat implicita
16/07/2004	0	7850	7	3,46%	97,95%	8014	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7850	6	3,46%	98,01%	8009	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7850	7	3,46%	98,08%	8003,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7900	3	3,46%	98,53%	8018	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	86	3,46%	98,87%	8041	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	82	3,46%	98,92%	8037	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	3	3,46%	98,95%	8034,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	70	3,46%	99,11%	8021	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	70	3,46%	99,11%	8021	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	65	3,46%	99,16%	8017,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	62	3,46%	99,17%	8016,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	60	3,46%	99,27%	8008,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	56	3,46%	99,29%	8007	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	4	3,46%	99,29%	8007	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	56	3,46%	99,36%	8001,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	7950	54	3,46%	99,39%	7999	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	6	3,46%	99,44%	8045	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	6	3,46%	99,50%	8040,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	5	3,46%	99,52%	8038,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	6	3,46%	99,53%	8037,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	16	3,46%	99,55%	8036,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	8	3,46%	99,63%	8030	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	26	3,46%	99,63%	8029,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	10	3,46%	99,69%	8025	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	10	3,46%	99,69%	8025	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	10	3,46%	99,69%	8024,5	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	9	3,46%	99,70%	8024	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8000	14	3,46%	99,78%	8017,5	#¡VALOR!

16/07/2004	0	8000	5	3,46%	99,78%	8017,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	14	3,46%	99,79%	8017	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	15	3,46%	99,80%	8016	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	14	3,46%	99,80%	8016	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	11	3,46%	99,84%	8013	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	17	3,46%	99,87%	8010,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	26	3,46%	99,88%	8009,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	23	3,46%	99,90%	8008	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	23	3,46%	99,90%	8008	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	21	3,46%	99,91%	8007,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	16	3,46%	99,92%	8006,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	18	3,46%	99,93%	8006	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	25	3,46%	99,96%	8003,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	25	3,46%	99,96%	8003,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	17	3,46%	99,96%	8003,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8000	20	3,46%	100,02%	7998,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	22	3,46%	100,07%	8044,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	22	3,46%	100,07%	8044,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	7	3,46%	100,07%	8044	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	22	3,46%	100,07%	8044	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	10	3,46%	100,08%	8043,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	22	3,46%	100,08%	8043,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	22	3,46%	100,08%	8043,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	22	3,46%	100,09%	8043	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	8	3,46%	100,09%	8042,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	22	3,46%	100,09%	8042,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	7	3,46%	100,10%	8042	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	9	3,46%	100,11%	8041,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	25	3,46%	100,13%	8039,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	7	3,46%	100,14%	8039	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	26	3,46%	100,14%	8039	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	24	3,46%	100,14%	8038,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	23	3,46%	100,15%	8038	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	26	3,46%	100,16%	8037	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	7	3,46%	100,24%	8030,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	28	3,46%	100,25%	8030	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	6	3,46%	100,29%	8027	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	6	3,46%	100,31%	8025,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	35	3,46%	100,31%	8025,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	35	3,46%	100,33%	8023,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	39	3,46%	100,36%	8021,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	38	3,46%	100,38%	8019,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	42	3,46%	100,42%	8016	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	2	3,46%	100,44%	8014,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	35	3,46%	100,44%	8014,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	6	3,46%	100,47%	8012,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	6	3,46%	100,54%	8006,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	50	3,46%	100,57%	8004,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8050	6	3,46%	100,60%	8002	#jVALOR!
16/07/2004	0	8100	2	3,46%	100,69%	8044,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8100	2	3,46%	100,71%	8042,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8100	69	3,46%	100,76%	8039	#jVALOR!
16/07/2004	0	8100	88	3,46%	100,95%	8023,5	#jVALOR!
16/07/2004	0	8100	88	3,46%	101,02%	8018,5	#jVALOR!

16/07/2004	0	8100	3	3,46%	101,04%	8017	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8100	25	3,46%	101,20%	8004	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8100	0	3,46%	101,22%	8002	#¡VALOR!
16/07/2004	0	8200	194	3,46%	102,35%	8011,5	#¡VALOR!
20/08/2004	0,095890411	7400	18	3,46%	92,02%	8042	14,48%
20/08/2004	0,095890411	7700	350	3,46%	96,17%	8007	15,50%
20/08/2004	0,095890411	7900	228	3,46%	98,23%	8042	14,93%
20/08/2004	0,095890411	7900	212	3,46%	98,60%	8012,5	15,24%
20/08/2004	0,095890411	7900	102	3,46%	98,67%	8006,5	0,00%
20/08/2004	0,095890411	7900	203	3,46%	98,71%	8003	14,91%
20/08/2004	0,095890411	7950	194	3,46%	98,90%	8038,5	14,80%
20/08/2004	0,095890411	7950	166	3,46%	99,30%	8006	13,87%
20/08/2004	0,095890411	8000	161	3,46%	99,51%	8039,5	14,22%
20/08/2004	0,095890411	8000	163	3,46%	99,52%	8038,5	14,48%
20/08/2004	0,095890411	8000	162	3,46%	99,53%	8038	14,41%
20/08/2004	0,095890411	8000	160	3,46%	99,58%	8034	14,43%
20/08/2004	0,095890411	8000	139	3,46%	99,88%	8010	13,59%
20/08/2004	0,095890411	8000	139	3,46%	99,88%	8010	13,59%
20/08/2004	0,095890411	8000	136	3,46%	99,88%	8009,5	13,31%
20/08/2004	0,095890411	8000	136	3,46%	99,93%	8005,5	13,52%
20/08/2004	0,095890411	8000	135	3,46%	99,94%	8004,5	13,47%
20/08/2004	0,095890411	8000	134	3,46%	99,96%	8003,5	13,42%
20/08/2004	0,095890411	8000	136	3,46%	99,98%	8001,5	13,73%
20/08/2004	0,095890411	8000	135	3,46%	100,01%	7999,5	13,73%
20/08/2004	0,095890411	8050	133	3,46%	100,13%	8039,5	13,95%
20/08/2004	0,095890411	8100	108	3,46%	100,66%	8046,5	13,38%
20/08/2004	0,095890411	8100	112	3,46%	100,69%	8044,5	13,88%
20/08/2004	0,095890411	8100	112	3,46%	100,69%	8044,5	13,88%
20/08/2004	0,095890411	8100	106	3,46%	100,72%	8042	13,38%
20/08/2004	0,095890411	8100	175	3,46%	100,79%	8036,5	20,65%
20/08/2004	0,095890411	8100	104	3,46%	100,83%	8033	13,57%
20/08/2004	0,095890411	8100	103	3,46%	100,98%	8021,5	13,97%
20/08/2004	0,095890411	8100	103	3,46%	101,06%	8015	14,25%
20/08/2004	0,095890411	8100	102	3,46%	101,07%	8014,5	14,17%
20/08/2004	0,095890411	8100	95	3,46%	101,08%	8013,5	13,48%
20/08/2004	0,095890411	8100	95	3,46%	101,22%	8002,5	13,94%
20/08/2004	0,095890411	8100	91	3,46%	101,24%	8000,5	13,60%
20/08/2004	0,095890411	8150	72	3,46%	101,78%	8007,5	13,17%
20/08/2004	0,095890411	8150	70	3,46%	101,80%	8006	13,00%
20/08/2004	0,095890411	8150	70	3,46%	101,81%	8005,5	13,02%
20/08/2004	0,095890411	8150	68	3,46%	101,82%	8004,5	12,83%
20/08/2004	0,095890411	8200	68	3,46%	101,94%	8044	13,14%
20/08/2004	0,095890411	8200	64	3,46%	102,20%	8023,5	13,42%
20/08/2004	0,095890411	8200	64	3,46%	102,30%	8016	13,68%
20/08/2004	0,095890411	8200	60	3,46%	102,38%	8009	13,46%
20/08/2004	0,095890411	8200	60	3,46%	102,39%	8008,5	13,47%
20/08/2004	0,095890411	8200	63	3,46%	102,42%	8006	13,91%
20/08/2004	0,095890411	8200	51	3,46%	102,43%	8005,5	12,50%
20/08/2004	0,095890411	8200	52	3,46%	102,54%	7997	12,90%
20/08/2004	0,095890411	8250	51	3,46%	102,91%	8016,5	13,69%
20/08/2004	0,095890411	8300	29	3,46%	103,66%	8007	12,35%
20/08/2004	0,095890411	8300	29	3,46%	103,66%	8007	12,35%
20/08/2004	0,095890411	8300	31	3,46%	103,68%	8005,5	12,70%
20/08/2004	0,095890411	8300	32	3,46%	103,70%	8004	12,89%

20/08/2004	0,095890411	8350	28	3,46%	104,14%	8018	13,17%
20/08/2004	0,095890411	8400	22	3,46%	104,41%	8045,5	12,65%
20/08/2004	0,095890411	8400	21	3,46%	104,49%	8039	12,63%
20/08/2004	0,095890411	8400	21	3,46%	104,52%	8037	12,68%
20/08/2004	0,095890411	8400	23	3,46%	104,73%	8021	13,45%
20/08/2004	0,095890411	8400	23	3,46%	104,73%	8021	13,45%
20/08/2004	0,095890411	8400	16	3,46%	104,73%	8020,5	12,09%
20/08/2004	0,095890411	8400	16	3,46%	104,74%	8020	12,10%
20/08/2004	0,095890411	8400	24	3,46%	104,74%	8019,5	13,67%
20/08/2004	0,095890411	8400	23	3,46%	104,74%	8019,5	13,49%
20/08/2004	0,095890411	8400	14	3,46%	104,76%	8018,5	11,70%
20/08/2004	0,095890411	8400	22	3,46%	104,76%	8018	13,34%
20/08/2004	0,095890411	8400	22	3,46%	104,82%	8013,5	13,46%
20/08/2004	0,095890411	8400	21	3,46%	104,82%	8013,5	13,27%
20/08/2004	0,095890411	8400	17	3,46%	104,89%	8008,5	12,59%
20/08/2004	0,095890411	8400	17	3,46%	104,89%	8008,5	12,59%
20/08/2004	0,095890411	8400	17	3,46%	104,89%	8008,5	12,59%
20/08/2004	0,095890411	8500	12	3,46%	105,66%	8044,5	12,73%
20/08/2004	0,095890411	8500	12	3,46%	105,66%	8044,5	12,73%
20/08/2004	0,095890411	8500	12	3,46%	105,66%	8044,5	12,73%
20/08/2004	0,095890411	8500	10	3,46%	105,99%	8019,5	12,72%
20/08/2004	0,095890411	8500	12	3,46%	106,01%	8018	13,31%
20/08/2004	0,095890411	8500	11	3,46%	106,08%	8012,5	13,16%
20/08/2004	0,095890411	8500	11	3,46%	106,16%	8007	13,27%
20/08/2004	0,095890411	8500	11	3,46%	106,16%	8007	13,27%
20/08/2004	0,095890411	8600	7	3,46%	107,19%	8023,5	13,51%
17/09/2004	0,17260274	7600	529	3,46%	94,45%	8047	19,05%
17/09/2004	0,17260274	7600	529	3,46%	94,45%	8047	19,05%
17/09/2004	0,17260274	7600	505	3,46%	94,75%	8021,5	18,61%
17/09/2004	0,17260274	7600	510	3,46%	94,77%	8019,5	19,25%
17/09/2004	0,17260274	7600	510	3,46%	94,77%	8019,5	19,25%
17/09/2004	0,17260274	7600	495	3,46%	94,93%	8005,5	18,83%
17/09/2004	0,17260274	7800	343	3,46%	97,43%	8005,5	17,39%
17/09/2004	0,17260274	7900	285	3,46%	98,55%	8016,5	16,96%
17/09/2004	0,17260274	7900	162	3,46%	98,72%	8002,5	7,87%
17/09/2004	0,17260274	8000	238	3,46%	99,56%	8035,5	16,65%
17/09/2004	0,17260274	8000	202	3,46%	99,78%	8017,5	14,64%
17/09/2004	0,17260274	8000	216	3,46%	99,87%	8010,5	15,98%
17/09/2004	0,17260274	8000	194	3,46%	99,92%	8006,5	14,47%
17/09/2004	0,17260274	8000	197	3,46%	99,92%	8006,5	14,70%
17/09/2004	0,17260274	8000	202	3,46%	99,93%	8006	15,10%
17/09/2004	0,17260274	8000	197	3,46%	99,96%	8003,5	14,81%
17/09/2004	0,17260274	8000	198	3,46%	99,96%	8003	14,91%
17/09/2004	0,17260274	8000	202	3,46%	99,98%	8001,5	15,27%
17/09/2004	0,17260274	8100	175	3,46%	100,80%	8036	15,44%
17/09/2004	0,17260274	8100	175	3,46%	100,92%	8026,5	15,77%
17/09/2004	0,17260274	8100	170	3,46%	100,99%	8020,5	15,60%
17/09/2004	0,17260274	8100	165	3,46%	101,21%	8003,5	15,79%
17/09/2004	0,17260274	8200	135	3,46%	102,00%	8039,5	15,32%
17/09/2004	0,17260274	8300	87	3,46%	103,67%	8006,5	14,89%
17/09/2004	0,17260274	8400	60	3,46%	104,87%	8010	14,48%
17/09/2004	0,17260274	8400	60	3,46%	104,87%	8010	14,48%
17/09/2004	0,17260274	8400	56	3,46%	104,90%	8007,5	14,13%
17/09/2004	0,17260274	8400	59	3,46%	104,91%	8006,5	14,46%

17/09/2004	0,17260274	8400	59	3,46%	104,92%	8006	14,47%
17/09/2004	0,17260274	8400	59	3,46%	104,92%	8006	14,47%
17/09/2004	0,17260274	8500	47	3,46%	105,73%	8039,5	14,44%
17/09/2004	0,17260274	8500	39	3,46%	106,12%	8010	14,10%
17/09/2004	0,17260274	8500	38	3,46%	106,16%	8006,5	14,05%
17/09/2004	0,17260274	8500	39	3,46%	106,16%	8006,5	14,17%
17/09/2004	0,17260274	8600	27	3,46%	107,25%	8018,5	14,04%
17/09/2004	0,17260274	8600	29	3,46%	107,27%	8017,5	14,36%
17/09/2004	0,17260274	8600	27	3,46%	107,28%	8016,5	14,08%
17/09/2004	0,17260274	8600	26	3,46%	107,32%	8013,5	13,98%
17/09/2004	0,17260274	8600	26	3,46%	107,35%	8011,5	14,02%
17/09/2004	0,17260274	8600	26	3,46%	107,43%	8005	14,13%
17/09/2004	0,17260274	8700	19	3,46%	108,51%	8017,5	14,28%
17/09/2004	0,17260274	8700	15	3,46%	108,76%	7999,5	13,78%
17/12/2004	0,421917808	7500	700	3,46%	93,42%	8028,5	19,43%
17/12/2004	0,421917808	7900	430	3,46%	98,41%	8027,5	17,89%
17/12/2004	0,421917808	7900	424	3,46%	98,60%	8012,5	18,02%
17/12/2004	0,421917808	8000	347	3,46%	99,73%	8022	16,43%
17/12/2004	0,421917808	8000	370	3,46%	99,92%	8006,5	17,96%
17/12/2004	0,421917808	8000	360	3,46%	99,92%	8006,5	17,47%
17/12/2004	0,421917808	8000	370	3,46%	99,97%	8002,5	18,06%
17/12/2004	0,421917808	8100	319	3,46%	100,74%	8040,5	16,87%
17/12/2004	0,421917808	8100	315	3,46%	101,00%	8020	17,16%
17/12/2004	0,421917808	8100	395	3,46%	101,12%	8010	21,31%
17/12/2004	0,421917808	8100	315	3,46%	101,16%	8007,5	17,45%
17/12/2004	0,421917808	8100	305	3,46%	101,17%	8006	17,00%
17/12/2004	0,421917808	8500	148	3,46%	105,90%	8026,5	15,66%
17/12/2004	0,421917808	8500	142	3,46%	106,05%	8015	15,51%
17/12/2004	0,421917808	8700	90	3,46%	108,34%	8030	14,83%
17/12/2004	0,421917808	9000	34	3,46%	112,43%	8005	13,84%
17/12/2004	0,421917808	9200	21	3,46%	114,39%	8043	13,62%
17/12/2004	0,421917808	9500	10	3,46%	118,13%	8042	13,93%
17/12/2004	0,421917808	9500	8	3,46%	118,59%	8010,5	13,67%
18/03/2005	0,671232877	8000	473	3,46%	99,68%	8025,5	18,01%
18/03/2005	0,671232877	8000	473	3,46%	99,68%	8025,5	18,01%
18/03/2005	0,671232877	8000	473	3,46%	99,84%	8012,5	18,28%
18/03/2005	0,671232877	8000	459	3,46%	99,87%	8010,5	17,77%
18/03/2005	0,671232877	8000	464	3,46%	99,92%	8006,5	18,05%
18/03/2005	0,671232877	8200	358	3,46%	102,54%	7996,5	17,43%
18/03/2005	0,671232877	8200	358	3,46%	102,54%	7996,5	17,43%
18/03/2005	0,671232877	8500	237	3,46%	105,95%	8022,5	16,34%
18/03/2005	0,671232877	8700	176	3,46%	108,57%	8013,5	16,17%
18/03/2005	0,671232877	8800	140	3,46%	110,01%	7999,5	15,69%
18/03/2005	0,671232877	8900	115	3,46%	111,16%	8006,5	15,31%
18/03/2005	0,671232877	9500	32	3,46%	118,68%	8004,5	14,32%
18/03/2005	0,671232877	9500	32	3,46%	118,68%	8004,5	14,32%
18/03/2005	0,671232877	9900	13	3,46%	123,03%	8047	13,81%
18/03/2005	0,671232877	9900	12	3,46%	123,56%	8012	13,86%
18/03/2005	0,671232877	9900	12	3,46%	123,60%	8009,5	13,88%
18/03/2005	0,671232877	10000	10	3,46%	124,42%	8037,5	13,79%
18/03/2005	0,671232877	10000	1970	3,46%	124,82%	8011,5	101,90%
17/06/2005	0,920547945	8200	445	3,46%	102,42%	8006,5	17,78%
17/06/2005	0,920547945	8200	445	3,46%	102,42%	8006,5	17,78%
17/06/2005	0,920547945	10000	32	3,46%	124,42%	8037,5	14,70%

17/06/2005	0,920547945	10000	31	3,46%	124,73%	8017,5	14,73%
17/06/2005	0,920547945	10000	30	3,46%	124,80%	8012,5	14,66%
17/06/2005	0,920547945	10000	31	3,46%	124,80%	8012,5	14,77%
17/06/2005	0,920547945	10000	30	3,46%	124,82%	8011,5	14,67%
17/06/2005	0,920547945	10000	30	3,46%	124,82%	8011,5	14,67%
17/06/2005	0,920547945	10000	29	3,46%	124,84%	8010,5	14,57%
17/06/2005	0,920547945	10000	31	3,46%	124,85%	8009,5	14,79%
17/06/2005	0,920547945	10000	30	3,46%	124,91%	8006	14,71%

## 19. OBSERVACIONS 30/08/2004

**TAULA 3: Observació del 30 d'agost de 2004**

data de venciment	preu d'exercici	preu mercat	Temps a venciment	Interès	Moneyness	Preu Futur	Volatilitat implícita
17/09/2004	7400	525	0,049315068	3,46%	93,49%	7915,5	20,36%
17/09/2004	7400	525	0,049315068	3,46%	93,49%	7915,5	20,36%
17/09/2004	7400	520	0,049315068	3,46%	93,55%	7910	20,42%
17/09/2004	7400	515	0,049315068	3,46%	93,56%	7909,5	18,18%
17/09/2004	7400	517	0,049315068	3,46%	93,58%	7907,5	20,12%
17/09/2004	7400	496	0,049315068	3,46%	93,81%	7888,5	18,63%
17/09/2004	7400	496	0,049315068	3,46%	93,81%	7888,5	18,63%
17/09/2004	7600	316	0,049315068	3,46%	96,25%	7896	16,18%
17/09/2004	7700	245	0,049315068	3,46%	97,29%	7914,5	15,20%
17/09/2004	7700	240	0,049315068	3,46%	97,33%	7911,5	14,67%
17/09/2004	7700	230	0,049315068	3,46%	97,49%	7898,5	14,74%
17/09/2004	7700	230	0,049315068	3,46%	97,49%	7898	14,81%
17/09/2004	7700	228	0,049315068	3,46%	97,50%	7897,5	14,50%
17/09/2004	7800	164	0,049315068	3,46%	98,58%	7912,5	14,07%
17/09/2004	7800	171	0,049315068	3,46%	98,58%	7912,5	15,18%
17/09/2004	7800	164	0,049315068	3,46%	98,59%	7911,5	14,18%
17/09/2004	7800	163	0,049315068	3,46%	98,60%	7911	14,07%
17/09/2004	7800	161	0,049315068	3,46%	98,66%	7906	14,29%
17/09/2004	7800	156	0,049315068	3,46%	98,83%	7892,5	14,89%
17/09/2004	7850	120	0,049315068	3,46%	99,36%	7900,5	13,30%
17/09/2004	7850	124	0,049315068	3,46%	99,39%	7898	14,10%
17/09/2004	7850	115	0,049315068	3,46%	99,49%	7890,5	13,42%
17/09/2004	7850	116	0,049315068	3,46%	99,52%	7888	13,77%
17/09/2004	7900	103	0,049315068	3,46%	99,80%	7915,5	13,59%
17/09/2004	7900	90	0,049315068	3,46%	99,82%	7914,5	11,81%
17/09/2004	7900	102	0,049315068	3,46%	99,84%	7913	13,64%
17/09/2004	7900	105	0,049315068	3,46%	99,84%	7913	14,07%
17/09/2004	7900	101	0,049315068	3,46%	99,84%	7912,5	13,53%
17/09/2004	7900	102	0,049315068	3,46%	99,84%	7912,5	13,68%
17/09/2004	7900	92	0,049315068	3,46%	99,84%	7912,5	12,24%
17/09/2004	7900	90	0,049315068	3,46%	99,84%	7912,5	11,96%
17/09/2004	7900	90	0,049315068	3,46%	99,84%	7912,5	11,96%
17/09/2004	7900	101	0,049315068	3,46%	99,85%	7912	13,57%
17/09/2004	7900	102	0,049315068	3,46%	99,85%	7911,5	13,75%
17/09/2004	7900	102	0,049315068	3,46%	99,85%	7911,5	13,75%
17/09/2004	7900	104	0,049315068	3,46%	99,85%	7911,5	14,04%
17/09/2004	7900	93	0,049315068	3,46%	99,85%	7911,5	12,46%



17/09/2004	7900	105	0,049315068	3,46%	99,89%	7908,5	14,41%
17/09/2004	7900	92	0,049315068	3,46%	99,90%	7908	12,58%
17/09/2004	7900	105	0,049315068	3,46%	99,91%	7907,5	14,48%
17/09/2004	7900	96	0,049315068	3,46%	99,91%	7907,5	13,19%
17/09/2004	7900	92	0,049315068	3,46%	99,91%	7907,5	12,62%
17/09/2004	7900	98	0,049315068	3,46%	99,92%	7906,5	13,55%
17/09/2004	7900	99	0,049315068	3,46%	99,92%	7906	13,73%
17/09/2004	7900	98	0,049315068	3,46%	99,93%	7905,5	13,63%
17/09/2004	7900	97	0,049315068	3,46%	99,93%	7905,5	13,48%
17/09/2004	7900	100	0,049315068	3,46%	99,94%	7905	13,95%
17/09/2004	7900	97	0,049315068	3,46%	99,94%	7905	13,52%
17/09/2004	7900	100	0,049315068	3,46%	99,94%	7905	13,95%
17/09/2004	7900	96	0,049315068	3,46%	99,94%	7904,5	13,41%
17/09/2004	7900	100	0,049315068	3,46%	99,97%	7902,5	14,13%
17/09/2004	7900	98	0,049315068	3,46%	99,97%	7902,5	13,85%
17/09/2004	7900	91	0,049315068	3,46%	100,00%	7900	13,02%
17/09/2004	7900	95	0,049315068	3,46%	100,01%	7899,5	13,63%
17/09/2004	7900	95	0,049315068	3,46%	100,02%	7898,5	13,71%
17/09/2004	7900	95	0,049315068	3,46%	100,04%	7897	13,81%
17/09/2004	7900	94	0,049315068	3,46%	100,07%	7894,5	13,85%
17/09/2004	7900	97	0,049315068	3,46%	100,07%	7894,5	14,28%
17/09/2004	7900	88	0,049315068	3,46%	100,11%	7891,5	13,20%
17/09/2004	7900	90	0,049315068	3,46%	100,15%	7888,5	13,70%
17/09/2004	7950	77	0,049315068	3,46%	100,45%	7914,5	13,35%
17/09/2004	7950	75	0,049315068	3,46%	100,49%	7911,5	13,25%
17/09/2004	7950	78	0,049315068	3,46%	100,49%	7911	13,72%
17/09/2004	7950	74	0,049315068	3,46%	100,54%	7907,5	13,36%
17/09/2004	7950	70	0,049315068	3,46%	100,59%	7903,5	13,03%
17/09/2004	7950	67	0,049315068	3,46%	100,74%	7891,5	13,32%
17/09/2004	7950	67	0,049315068	3,46%	100,75%	7891	13,35%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,12%	7911,5	13,15%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,12%	7911,5	13,15%
17/09/2004	8000	54	0,049315068	3,46%	101,12%	7911,5	13,00%
17/09/2004	8000	54	0,049315068	3,46%	101,12%	7911,5	13,00%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,16%	7908	13,34%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,16%	7908	13,34%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,17%	7907,5	13,37%
17/09/2004	8000	56	0,049315068	3,46%	101,18%	7907	13,55%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,18%	7907	13,40%
17/09/2004	8000	53	0,049315068	3,46%	101,20%	7905	13,20%
17/09/2004	8000	56	0,049315068	3,46%	101,21%	7904,5	13,69%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,21%	7904,5	13,53%
17/09/2004	8000	54	0,049315068	3,46%	101,26%	7900,5	13,59%
17/09/2004	8000	55	0,049315068	3,46%	101,27%	7900	13,77%
17/09/2004	8000	52	0,049315068	3,46%	101,27%	7899,5	13,33%
17/09/2004	8000	52	0,049315068	3,46%	101,34%	7894,5	13,60%
17/09/2004	8000	50	0,049315068	3,46%	101,38%	7891	13,47%
17/09/2004	8000	50	0,049315068	3,46%	101,41%	7888,5	13,60%
17/09/2004	8000	48	0,049315068	3,46%	101,43%	7887,5	13,33%
17/09/2004	8000	48	0,049315068	3,46%	101,45%	7886	13,41%
17/09/2004	8000	48	0,049315068	3,46%	101,48%	7883,5	13,53%
17/09/2004	8050	37	0,049315068	3,46%	101,76%	7911	12,73%
17/09/2004	8050	37	0,049315068	3,46%	101,79%	7908,5	12,85%
17/09/2004	8050	40	0,049315068	3,46%	101,82%	7906	13,48%
17/09/2004	8050	35	0,049315068	3,46%	101,91%	7899,5	12,91%
17/09/2004	8050	35	0,049315068	3,46%	101,91%	7899,5	12,91%

17/09/2004	8050	38	0,049315068	3,46%	101,92%	7898	13,51%
17/09/2004	8050	38	0,049315068	3,46%	101,96%	7895,5	13,62%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,32%	7916	12,82%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,32%	7916	12,82%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,34%	7914,5	12,88%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,34%	7914,5	12,88%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,34%	7914,5	12,88%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,34%	7914,5	12,88%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,34%	7914,5	12,88%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,38%	7912	12,98%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,44%	7907	13,19%
17/09/2004	8100	27	0,049315068	3,46%	102,44%	7907	13,19%
17/09/2004	8100	25	0,049315068	3,46%	102,49%	7903,5	12,93%
17/09/2004	8100	26	0,049315068	3,46%	102,53%	7900,5	13,26%
17/09/2004	8100	25	0,049315068	3,46%	102,60%	7894,5	13,30%
17/09/2004	8150	17	0,049315068	3,46%	102,98%	7914,5	12,59%
17/09/2004	8150	17	0,049315068	3,46%	102,98%	7914,5	12,59%
17/09/2004	8150	20	0,049315068	3,46%	103,02%	7911	13,43%
17/09/2004	8150	15	0,049315068	3,46%	103,33%	7887,5	13,05%
17/09/2004	8200	10	0,049315068	3,46%	103,65%	7911	12,39%
17/09/2004	8200	10	0,049315068	3,46%	103,65%	7911	12,39%
17/09/2004	8200	12	0,049315068	3,46%	103,66%	7910,5	13,04%
17/09/2004	8200	12	0,049315068	3,46%	103,67%	7909,5	13,07%
17/09/2004	8200	10	0,049315068	3,46%	103,81%	7899	12,78%
17/09/2004	8300	4	0,049315068	3,46%	104,98%	7906	12,74%
15/10/2004	7500	472	0,126027397	3,46%	94,86%	7906,5	19,40%
15/10/2004	7700	286	0,126027397	3,46%	97,47%	7899,5	15,31%
15/10/2004	7700	302	0,126027397	3,46%	97,49%	7898,5	16,99%
15/10/2004	7700	286	0,126027397	3,46%	97,49%	7898	15,42%
15/10/2004	7700	302	0,126027397	3,46%	97,51%	7897	17,09%
15/10/2004	7800	223	0,126027397	3,46%	98,73%	7900,5	15,20%
15/10/2004	7800	225	0,126027397	3,46%	98,84%	7891,5	15,88%
15/10/2004	7850	200	0,126027397	3,46%	99,27%	7908	15,26%
15/10/2004	7900	159	0,126027397	3,46%	99,84%	7912,5	13,70%
15/10/2004	7900	170	0,126027397	3,46%	99,85%	7912	14,71%
15/10/2004	7900	160	0,126027397	3,46%	99,88%	7909,5	13,93%
15/10/2004	7900	165	0,126027397	3,46%	99,97%	7902,5	14,70%
15/10/2004	7900	160	0,126027397	3,46%	100,16%	7887,5	14,93%
15/10/2004	7950	142	0,126027397	3,46%	100,45%	7914	14,24%
15/10/2004	7950	138	0,126027397	3,46%	100,59%	7903,5	14,32%
15/10/2004	8000	120	0,126027397	3,46%	101,05%	7916,5	14,09%
15/10/2004	8000	117	0,126027397	3,46%	101,10%	7913	13,95%
15/10/2004	8000	120	0,126027397	3,46%	101,12%	7911,5	14,28%
15/10/2004	8000	117	0,126027397	3,46%	101,21%	7904,5	14,28%
15/10/2004	8000	112	0,126027397	3,46%	101,29%	7898,5	14,04%
15/10/2004	8050	97	0,126027397	3,46%	101,72%	7913,5	13,83%
15/10/2004	8050	98	0,126027397	3,46%	101,73%	7913	13,94%
15/10/2004	8050	96	0,126027397	3,46%	101,74%	7912	13,78%
15/10/2004	8050	96	0,126027397	3,46%	101,75%	7911,5	13,80%
15/10/2004	8050	91	0,126027397	3,46%	101,94%	7897	13,83%
15/10/2004	8050	92	0,126027397	3,46%	101,96%	7895,5	13,97%
15/10/2004	8100	78	0,126027397	3,46%	102,34%	7914,5	13,55%
15/10/2004	8100	79	0,126027397	3,46%	102,36%	7913	13,69%
15/10/2004	8100	73	0,126027397	3,46%	102,58%	7896,5	13,61%
15/10/2004	8100	72	0,126027397	3,46%	102,64%	7892	13,65%
15/10/2004	8150	60	0,126027397	3,46%	103,09%	7906	13,38%

15/10/2004	8150	58	0,126027397	3,46%	103,18%	7899	13,37%
15/10/2004	8150	58	0,126027397	3,46%	103,18%	7899	13,37%
15/10/2004	8150	58	0,126027397	3,46%	103,18%	7899	13,37%
15/10/2004	8200	47	0,126027397	3,46%	103,73%	7905,5	13,23%
15/10/2004	8250	37	0,126027397	3,46%	104,25%	7914	12,97%
15/10/2004	8250	36	0,126027397	3,46%	104,27%	7912	12,89%
15/10/2004	8250	35	0,126027397	3,46%	104,45%	7898,5	13,09%
15/10/2004	8300	28	0,126027397	3,46%	104,95%	7908,5	12,95%
15/10/2004	8300	28	0,126027397	3,46%	104,96%	7907,5	12,97%
15/10/2004	8300	29	0,126027397	3,46%	104,98%	7906,5	13,15%
15/10/2004	8400	18	0,126027397	3,46%	106,21%	7908,5	13,24%
15/10/2004	8400	16	0,126027397	3,46%	106,23%	7907	12,86%
15/10/2004	8400	16	0,126027397	3,46%	106,23%	7907	12,86%
19/11/2004	7900	238	0,221917808	3,46%	99,93%	7905,5	15,97%
19/11/2004	8000	170	0,221917808	3,46%	101,18%	7907	14,36%
19/11/2004	8100	125	0,221917808	3,46%	102,42%	7908,5	13,82%
19/11/2004	8100	125	0,221917808	3,46%	102,49%	7903,5	13,95%
19/11/2004	8200	87	0,221917808	3,46%	103,84%	7897	13,52%
19/11/2004	8300	65	0,221917808	3,46%	104,85%	7916	13,26%
19/11/2004	8300	65	0,221917808	3,46%	105,02%	7903,5	13,52%
19/11/2004	8500	27	0,221917808	3,46%	107,56%	7902,5	12,80%
19/11/2004	8500	27	0,221917808	3,46%	107,66%	7895,5	12,91%
19/11/2004	8500	26	0,221917808	3,46%	107,81%	7884	12,96%
17/12/2004	7500	530	0,298630137	3,46%	94,80%	7911,5	16,89%
17/12/2004	7600	465	0,298630137	3,46%	96,06%	7912	17,00%
17/12/2004	7600	465	0,298630137	3,46%	96,06%	7912	17,00%
17/12/2004	7600	465	0,298630137	3,46%	96,06%	7912	17,00%
17/12/2004	7600	465	0,298630137	3,46%	96,06%	7912	17,00%
17/12/2004	7900	283	0,298630137	3,46%	99,91%	7907	16,40%
17/12/2004	7900	287	0,298630137	3,46%	99,93%	7905,5	16,68%
17/12/2004	7900	289	0,298630137	3,46%	100,10%	7892,5	17,19%
17/12/2004	8000	221	0,298630137	3,46%	101,11%	7912	15,28%
17/12/2004	8000	220	0,298630137	3,46%	101,27%	7899,5	15,56%
17/12/2004	8000	218	0,298630137	3,46%	101,39%	7890	15,69%
17/12/2004	8100	177	0,298630137	3,46%	102,44%	7907	15,15%
17/12/2004	8200	140	0,298630137	3,46%	103,59%	7915,5	14,76%
17/12/2004	8300	106	0,298630137	3,46%	104,86%	7915	14,41%
17/12/2004	8300	106	0,298630137	3,46%	104,92%	7910,5	14,50%
17/12/2004	8300	105	0,298630137	3,46%	104,97%	7907	14,50%
17/12/2004	8300	104	0,298630137	3,46%	104,99%	7905,5	14,46%
17/12/2004	8300	102	0,298630137	3,46%	105,10%	7897	14,48%
17/12/2004	8300	99	0,298630137	3,46%	105,20%	7890	14,41%
17/12/2004	8400	82	0,298630137	3,46%	106,19%	7910,5	14,45%
17/12/2004	8400	78	0,298630137	3,46%	106,21%	7908,5	14,18%
17/12/2004	8400	75	0,298630137	3,46%	106,38%	7896	14,16%
17/12/2004	8400	75	0,298630137	3,46%	106,40%	7894,5	14,19%
17/12/2004	8500	55	0,298630137	3,46%	107,44%	7911,5	13,72%
17/12/2004	8500	55	0,298630137	3,46%	107,51%	7906,5	13,80%
17/12/2004	8500	57	0,298630137	3,46%	107,52%	7905,5	14,00%
17/12/2004	8600	38	0,298630137	3,46%	108,91%	7896,5	13,63%
17/12/2004	8700	26	0,298630137	3,46%	110,08%	7903,5	13,31%
17/12/2004	8700	26	0,298630137	3,46%	110,17%	7897	13,39%
17/12/2004	8800	17	0,298630137	3,46%	111,31%	7905,5	13,03%
17/12/2004	8900	10	0,298630137	3,46%	112,57%	7906,5	12,61%
17/12/2004	8900	12	0,298630137	3,46%	112,62%	7903	13,11%
17/12/2004	9100	4	0,298630137	3,46%	115,08%	7907,5	12,42%

18/03/2005	7900	408	0,547945205	3,46%	99,96%	7903,5	17,76%
18/03/2005	8000	340	0,547945205	3,46%	101,20%	7905,5	16,70%
18/03/2005	8000	466	0,547945205	3,46%	101,31%	7896,5	22,39%
18/03/2005	8000	337	0,547945205	3,46%	101,35%	7893,5	16,82%
18/03/2005	8000	334	0,547945205	3,46%	101,45%	7885,5	16,85%
18/03/2005	8400	178	0,547945205	3,46%	106,18%	7911	15,64%
18/03/2005	8500	138	0,547945205	3,46%	107,42%	7912,5	14,90%
18/03/2005	8500	133	0,547945205	3,46%	107,72%	7891	14,94%
18/03/2005	8500	133	0,547945205	3,46%	107,72%	7891	14,94%
18/03/2005	8600	110	0,547945205	3,46%	108,72%	7910	14,60%
17/06/2005	8500	222	0,797260274	3,46%	107,41%	7913,5	15,88%
17/06/2005	8500	221	0,797260274	3,46%	107,44%	7911,5	15,87%
17/06/2005	8500	217	0,797260274	3,46%	107,48%	7908,5	15,74%
17/06/2005	8500	218	0,797260274	3,46%	107,48%	7908,5	15,78%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,38%	7912,5	13,85%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,45%	7908,5	13,87%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,47%	7907	13,88%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,48%	7906,5	13,88%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,52%	7904	13,90%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,52%	7904	13,90%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,66%	7895	13,96%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,67%	7894,5	13,96%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,72%	7891,5	13,98%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,73%	7890,5	13,99%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,74%	7890	13,99%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,75%	7889,5	13,99%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,76%	7889	14,00%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,77%	7888,5	14,00%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,78%	7887,5	14,01%
17/06/2005	10000	12	0,797260274	3,46%	126,80%	7886,5	14,01%

## 20. CODI DEL PROGRAMA

### Option Explicit

---

```
Function impliedVolatility(ByVal kappa As Double, _
    ByVal F0 As Double, _
    ByVal r As Double, _
    ByVal C_B As Double, _
    ByVal t As Double) As Double
```

```
'On Error GoTo error_line
```

```
    impliedVolatility = impliedVol(kappa, F0, r, C_B, t)
    Exit Function
```

```
'error_line:
```

```
' impliedVolatility = -0.0000000001
```

```
End Function
```

---

```
Function d1(ByVal kappa As Double, ByVal sigma As Double, ByVal t As Double) As Double
```

```
    Dim aux As Double
```

```
    aux = ((-Log(kappa) + sigma * sigma * t * 0.5) / (sigma * (t ^ 0.5)))
```

```
    d1 = aux
```

```
End Function
```

---

```
Function d2(ByVal kappa As Double, ByVal sigma As Double, ByVal t As Double) As Double
```

```
    d2 = d1(kappa, sigma, t)
```

```
    d2 = d2 - (sigma * (t ^ 0.5))
```

```
End Function
```

---

```
Function Call_B(ByVal t As Double, ByVal F0 As Double, ByVal kappa As Double, ByVal sigma As Double, ByVal r As Double) As Double
```

```
    Dim auxd1 As Double
```

```
    Dim auxd2 As Double
```

```
    auxd1 = d1(kappa, sigma, t)
```

```
    auxd2 = d2(kappa, sigma, t)
```

```
    Call_B = ((Exp(-r * t) * F0) * (nc(auxd1) - nc(auxd2) * kappa))
```

```
End Function
```

---

```
' this extracts the implied volatility for a call option  
' for Black 76's formula using Newton-Raphson
```

```
Function impliedVol(ByVal kappa As Double, _  
    ByVal F0 As Double, _  
    ByVal r As Double, _  
    ByVal C_B As Double, _  
    ByVal t As Double) As Double
```

```
    Dim i As Integer
```

```
    Dim sigmai As Double
```

```
    Dim fsigmai As Double
```

```
    Dim sigmaiplus1 As Double
```

```
    Dim fsigmaiplus1 As Double
```

```
    Dim X As Double
```

```
    Dim fx As Double
```

```
    Dim MAX_ITERATIONS As Long
```

Dim ACCURACY As Double

MAX\_ITERATIONS = 10000

ACCURACY = 0.0000001

sigmai = 0.01

sigmaiplus1 = 99

fsigmai = Call\_B(t, F0, kappa, sigmai, r) - C\_B

fsigmaiplus1 = Call\_B(t, F0, kappa, sigmaiplus1, r) - C\_B

' Test condició inicial

If fsigmai \* fsigmaiplus1 > 0 Then

    impliedVol = -0.0000000001

    Exit Function

End If

' comença bissecció

For i = 0 To MAX\_ITERATIONS - 1

    If Not (fabs(fsigmaiplus1) > ACCURACY And \_  
        fabs(sigmaiplus1 - sigmai) > ACCURACY) Then

        Exit For

    End If

    X = sigmai \* 0.5 + sigmaiplus1 \* 0.5

    fx = Call\_B(t, F0, kappa, X, r) - C\_B

    If fx \* fsigmai < 0 Then

        sigmaiplus1 = X

        fsigmaiplus1 = fx

    Else

        sigmai = X

        fsigmai = fx

    End If

Next i

If (i = MAX\_ITERATIONS) Then

    impliedVol = -0.0000000001

    Exit Function

End If

impliedVol = sigmaiplus1

End Function

---

Function fabs(ByVal X As Double) As Double

    If X > 0 Then

        fabs = X

```
Else
  fabs = -X
End If
End Function
```

---

```
Function nc(ByVal X As Double) As Double
Dim a(1 To 5) As Double
If X < -7 Then
  nc = ndf(X) / Sqr(1 + X * X)
Elseif X > 7 Then
  nc = 1 - nc(-X)
Else
  nc = 0.2316419
  a(1) = 0.31938153
  a(2) = -0.356563782
  a(3) = 1.781477937
  a(4) = -1.821255978
  a(5) = 1.330274429
  nc = 1 / (1 + nc * Abs(X))
  nc = 1 - ndf(X) * (a(1) * nc + a(2) * nc ^ 2 + a(3) * nc ^ 3 + a(4) * nc ^ 4 + a(5) * nc ^
  5)
If (X <= 0) Then nc = 1 - nc
End If
End Function
```

---

```
Function ndf(X) As Double
  ndf = 0.398942280401433 * Exp(-X * X * 0.5) '0.398942280401433 =
  1/sqareroot(2*pi)
End Function
```