

# *ALEA*

## *Tech Reports*

---

Il model risk nella gestione  
dei rischi di mercato

Marco Filagrana

Tech Report Nr. 15  
Febbraio 2002

---

**Alea - Centro di ricerca sui rischi finanziari**  
Dipartimento di informatica e studi aziendali  
Università di Trento - Via Inama 5 - 38100 - Trento  
<http://www.aleaweb.org>

*ALEA, Centro di ricerca sui rischi finanziari è un centro di ricerca indipendente costituito presso il Dipartimento di informatica e studi aziendali dell'Università di Trento. Il centro si propone di elaborare conoscenze innovative in materia di risk management, e di favorirne la diffusione mediante pubblicazioni e programmi di formazione. Il centro è diretto dal prof. Luca Erzegovesi. Nella collana ALEA Tech Reports sono raccolti lavori di compendio e rassegna della letteratura e della prassi operativa su tematiche fondamentali di risk management.*

Marco Filagrana (\*)

# **IL *MODEL RISK* NELLA GESTIONE DEI RISCHI DI MERCATO**

## **Abstract**

La diffusione del VAR e l'utilizzo dei modelli interni a fini di vigilanza espongono la banca al *model risk*. Esso può essere circoscritto da un organico processo aziendale di governo del rischio, la cui definizione - a partire da un caso aziendale - viene proposta nel presente articolo.

Si ritiene che proprio la necessità di sviluppare un tale processo rappresenti gran parte del valore aggiunto derivante dall'utilizzo dei modelli interni. Ciò soprattutto per il sistema bancario italiano per il quale non appare stringente la necessità di ridurre l'assorbimento patrimoniale attraverso una più efficiente quantificazione dei rischi di mercato.

*(\*) Banca d'Italia, Filiale di Trento, Divisione di Vigilanza.*

Ringrazio sentitamente il Prof. Luca Erzegovesi per l'interesse prestato, per la sua disponibilità e per la revisione del *paper*. I giudizi e le opinioni espressi, così come gli eventuali errori, sono imputabili unicamente all'autore e non impegnano in alcun modo la Banca d'Italia.

*"It's always a dilemma to release a (model)... If I do not release it, and tell people to contact me to price...options...people think I am holding back. When I tell people they should be very careful in choosing methods and parameters, they always say «I know, I know» and get a little impatient. I guess one just has to put some trust in those people who use them" - in Derman (1996).*

# INDICE

<b>IL CONTESTO TECNICO-NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
1. INTRODUZIONE.....	6
2. IL VALUE AT RISK (VAR).....	9
2.1 <i>La definizione di VAR.</i> .....	9
2.2 <i>Il calcolo del VAR con il metodo lineare.</i> .....	9
2.3 <i>Il VAR basato sulle simulazioni Monte Carlo.</i> .....	10
2.4 <i>Il VAR basato sulla simulazione storica.</i> .....	10
3. IL VAR E LA NORMATIVA DI VIGILANZA.....	11
3.1 <i>Il rispetto dei requisiti qualitativi.</i> .....	11
3.2 <i>Il rispetto dei requisiti quantitativi.</i> .....	11
3.3 <i>La determinazione del VAR ai fini di Vigilanza.</i> .....	12
<b>UN CASO AZIENDALE DI MODEL RISK. ....</b>	<b>14</b>
4. DIFETTI NELLA CONCEZIONE DEL MODELLO. ....	15
4.1 <i>Il portafoglio di riferimento.</i> .....	15
4.2 <i>Il modello utilizzato e le stime dei VAR degli asset.</i> .....	15
4.2.1 <i>La componente obbligazionaria</i> .....	15
4.2.2 <i>La componente azionaria.</i> .....	16
4.2.3 <i>La componente in opzioni.</i> .....	17
4.2.4 <i>Il VAR complessivo di portafoglio calcolato dall'intermediario.</i> .....	17
4.3 <i>La revisione del modello utilizzato dall'intermediario.</i> .....	18
4.3.1 <i>Affinamenti nella componente obbligazionaria e il liquidity risk adjusted VAR.</i> .....	18
4.3.2 <i>Affinamenti nella componente azionaria.</i> .....	20
4.3.3 <i>Affinamenti nella componente in opzioni (posizioni lunghe e corte).</i> .....	21
4.3.4 <i>Stima del VAR complessivo di portafoglio con gli affinamenti proposti.</i> ... 23	
5. IPOTESI ALTERNATIVE ALLA BASE DEL MODELLO. ....	26
5.1 <i>Calcolo del VAR della componente obbligazionaria con il metodo del cash flow mapping.</i> .....	26
5.2 <i>Calcolo del VAR della componente azionaria mediante il metodo delle simulazioni storiche.</i> .....	28
5.3 <i>Calcolo del VAR della componente in opzioni mediante il metodo Monte Carlo.</i> .....	28
5.4 <i>Stima del VAR complessivo del portafoglio ottenuto mediante le ipotesi alternative.</i> .....	29
APPENDICE AL CAPITOLO 5.....	31
<b>MODEL RISK: DAL NUMERO AL PROCESSO .....</b>	<b>32</b>
6. LA DEFINIZIONE DI UN PROCESSO PER IL GOVERNO DEL RISCHIO. ....	32
7. CONCLUSIONI.....	37
BIBLIOGRAFIA. ....	39

# Il contesto tecnico-normativo di riferimento.

## 1. Introduzione

In tema di collaborazione internazionale nella vigilanza bancaria, il primo accordo del Comitato di Basilea del 1988 ha individuato - limitatamente al rischio di credito - il rispetto di requisiti patrimoniali minimali a carico degli intermediari bancari<sup>1</sup>. Il successivo sviluppo dei mercati finanziari, la maggior complessità dei prodotti trattati, congiuntamente alla crescente operatività degli intermediari in tale comparto hanno spinto il Comitato a rivedere successivamente l'accordo in parola al fine di contemplare una dotazione minima di patrimonio anche per i rischi derivanti dal mercato.

L'"Emendamento dell'Accordo sui requisiti patrimoniali per incorporarvi i rischi di mercato" emanato nel gennaio del 1996, ha previsto due modi alternativi per il calcolo della dotazione: un metodo *standard* e un metodo basato su modelli interni che, fondato su procedure statistiche, conduce al calcolo del "valore a rischio" (VAR).

Nello specifico, l'opzione *standard* si basa sul cosiddetto *building-block approach*, secondo il quale per il portafoglio non immobilizzato si identificano requisiti di capitale separati per i diversi tipi di rischio (di posizione, di regolamento, di controparte, di concentrazione e di cambio)<sup>2</sup>. In alternativa alla metodologia standardizzata, le banche possono calcolare i requisiti patrimoniali sulla base dei propri modelli interni, purché questi soddisfino talune condizioni e siano esplicitamente riconosciuti dall'Autorità di vigilanza nazionale. La Banca d'Italia ha introdotto nel nostro ordinamento quest'ultima possibilità con la pubblicazione nel febbraio 2000 del 13° aggiornamento delle "Istruzioni di vigilanza per le banche"<sup>3</sup>.

In tale contesto, con la progressiva diffusione anche in Italia<sup>4</sup> delle tecniche previste dal secondo metodo, molto spesso anche a soli fini gestionali e non di Vigilanza<sup>5</sup>, assume particolare rilievo il fenomeno del *model risk*. Con tale termine si fa riferimento *a)* all'insieme dei difetti nella concezione e nell'implementazione dei modelli interni (tali per cui si potrebbe pervenire ad una sottostima dei rischi effettivamente sopportati dalla banca e conseguentemente ad una minore dotazione di capitale a presidio del rischio) ovvero *b)* all'incapacità degli utilizzatori, dell'unità di controllo del rischio e, in ultima istanza, del *management* di comprendere le assunzioni e le limitazioni sottese al modello adottato<sup>6</sup>.

Del resto, pur senza una menzione specifica, tale forma di rischio è contemplata dalle citate Istruzioni di Vigilanza, laddove per contrastarlo è previsto che "la Banca d'Italia si

<sup>1</sup> Comitato di Basilea per la Vigilanza Bancaria (1988).

<sup>2</sup> Cfr. Banca d'Italia (2000).

<sup>3</sup> Cfr. Banca d'Italia (2000).

<sup>4</sup> "Nell'ambito degli interventi di vigilanza è emerso che tra i primi 20 gruppi solo 6, che rappresentano oltre il 40 per cento della quota di mercato della raccolta, dispongono di un sistema di limiti basato sul concetto di massima perdita probabile [...]. La quasi totalità dei restanti gruppi ha provveduto a effettuare investimenti, soprattutto informatici, per l'introduzione di metodologie avanzate per la misurazione dei rischi di mercato" (Banca d'Italia, 2001, pag. 340).

<sup>5</sup> "Tale misura è utilizzata dall'alta direzione a supporto delle decisioni sull'esposizione al rischio e per l'analisi della redditività delle unità operative" (Banca d'Italia, 2001, pag. 340).

<sup>6</sup> Alternativamente, "Model risk is the risk that faulty pricing models will result in inaccurate valuations of holdings, which results in trading losses to the institution. Model risk can result from inadequate development or applications used in running a model, or the specific mathematical algorithms on which a model is based" (Fed, 1998).

attende che la metodologia VAR sia integrata con altre forme di misurazione e controllo dei rischi [...] e che il vertice della banca sia consapevole delle principali ipotesi e dei limiti impliciti nel modello"<sup>7</sup>.

Il caso della *National Westminster Bank* è significativo per illustrare il concetto di *model risk*. Nel 1997 la "NatWest Bank" annunciò al mercato la perdita di circa 77 milioni di sterline. Il risultato era da ricondursi:

- 1) ai modelli utilizzati da un *trader* - il signor K. Papouis - per il *pricing* di opzioni *out of the money* scritte su tassi di interesse, che ne sottostimavano la corretta volatilità;
- 2) all'eccessiva fiducia accordata allo stesso dal *management*. Quest'ultimo infatti non aveva provveduto ad un'adeguata valutazione dei modelli impiegati<sup>8</sup>.

Per quanto attiene al primo aspetto, che fa riferimento al punto *a)* sopra illustrato, il signor Popouis non considerava nella valutazione delle posizioni corte in opzioni *out of the money* l'effetto *smile* seguito dalla volatilità. Tale effetto - cosiddetto *smile* per la forma assunta dal grafico nel piano cartesiano avente per ascisse il prezzo di mercato del sottostante e per ordinate la volatilità implicita dell'opzione (grafico 1) - rappresenta l'esistenza di una maggiore volatilità per le opzioni che siano *in* ovvero *out of the money*<sup>9</sup>. L'utilizzo di modelli per il *pricing* di opzioni che fanno utilizzo della costanza della volatilità al variare del prezzo di mercato del sottostante producono quindi prezzi inferiori a quelli di mercato<sup>10</sup> e conseguente sottovalutazione delle perdite su posizioni corte.

In relazione poi alla responsabilità del *management* (punto *b)* sopra illustrato), il *Financial Times* scrisse assai significativamente che: "*the most frightening aspect of the case for many bankers is likely to be its very simplicity. There was no grand deception or hiding of traders in secret accounts. Nor has any collusion between Mr. Papouis and other traders being discovered. One of the bank's key traders appears simply to have blinded his managers with science and a volatility smile*". Inoltre: "*most traders tend to use more sophisticated models than the controllers who check their books. This phenomenon has become known as model risk*".

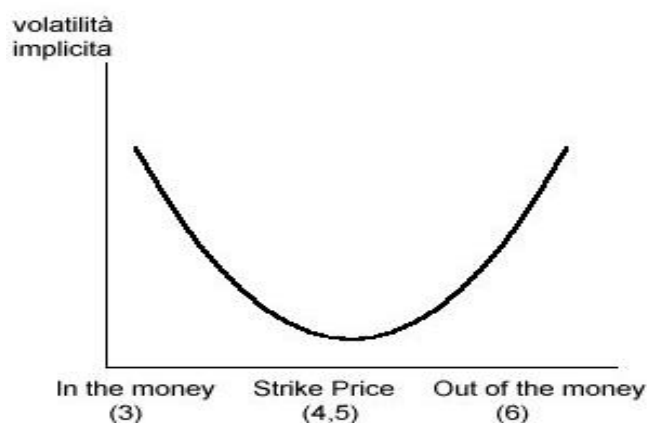


Grafico 1. Effetto *smile* per un'opzione put con strike pari a 4,5.

<sup>7</sup> Cfr. Banca d'Italia (2000), Titolo IV, Capitolo 3, Sezione I, Premessa.

<sup>8</sup> Cfr. Butler (1999).

<sup>9</sup> Per alcune possibili spiegazioni dell'effetto *smile*, cfr. Hull (1998).

<sup>10</sup> Uno dei metodi utilizzati dagli operatori per ovviare a tale lacuna consiste nell'applicazione di un certo *spread* alle stime dei premi derivanti dai modelli stessi.

Come si è fatto cenno poc'anzi si sottolinea che il *model risk* rappresenta un fenomeno che riguarda non solo gli intermediari che utilizzano i modelli interni per il calcolo dei requisiti patrimoniali, ma anche quelli che fanno ricorso agli stessi per la sola determinazione dei limiti di posizione delle politiche di *asset allocation* e per i sistemi di *reporting* agli organi amministrativi e alla direzione. Anzi, il *model risk* per tale categoria di operatori potrebbe presentarsi con intensità crescente, giacché l'utilizzo e l'implementazione del modello non è sottoposta alle procedure di analisi e convalida da parte dell'Organo di Vigilanza. Se per quest'ultima categoria di intermediari la stabilità microeconomica è comunque affidata al metodo *standard*, cionondimeno politiche di assunzione del rischio basate su sistemi inattendibili ne potrebbero minacciare la gestione prudente. Le considerazioni di seguito sviluppate, pertanto, faranno riferimento sia agli intermediari che utilizzano i modelli interni per assolvere gli obblighi di Vigilanza, sia agli utilizzatori degli stessi per finalità di gestione del rischio e di *reporting*<sup>11</sup>.

Limitatamente agli intermediari che utilizzano i modelli interni per il calcolo dei requisiti patrimoniali, tuttavia, il contenuto dell'azione di vigilanza risulta necessariamente ampliato, a beneficio del soggetto vigilato e della stessa autorità di controllo. Infatti, come si vedrà nel capitolo 6, la validazione del modello richiede un continuo e ampio dialogo con gli intermediari vigilati che avanzano istanza di riconoscimento e con la comunità finanziaria in generale. Ciò infatti appare fondamentale per l'apprendimento, l'aggiornamento ed il confronto sulle *best practice* che in tale campo si susseguono con un alto tasso di innovazione<sup>12</sup>.

Sul piano del metodo, il presente lavoro intende approfondire il concetto di *model risk* nelle due accezioni presentate, con riferimento ad un caso aziendale. In particolare, dopo una breve introduzione ai concetti statistici e alla normativa di riferimento (capitoli 2 e 3) - funzionale alla comprensione dei capitoli successivi - si illustrerà una situazione di difetto nella concezione del modello interno rispetto all'operatività di un intermediario e, una volta riformulato il modello, si discuterà su come metodi o ipotesi diverse alla base dello stesso conducano a stime di rischio tra loro difformi delle quali il *management* dovrebbe avere sufficiente consapevolezza (capitoli 4 e 5).

Si mostrerà quindi come la rappresentazione del rischio affidata ad un numero (il VAR) debba comportare in realtà, a monte, la definizione di un più ampio processo organizzativo del quale l'elaborazione numerica dovrebbe costituire solo lo *step* finale (capitolo 6). Si sostiene come proprio la necessità di definire tale processo spieghi il maggior valore aggiunto derivante dall'utilizzo dei modelli interni.

---

<sup>11</sup> Si accenna preliminarmente che la forma di *model risk* come rappresentata nella seconda accezione si presenta tipicamente presso gli operatori che fanno ricorso a modelli implementati da terzi, utilizzando spesso gli stessi come semplici *black box*.

<sup>12</sup> In tale e assai dinamico contesto si inserisce l'impegno della Banca d'Italia a proseguire "l'attività di realizzazione di strumenti per l'analisi, preispettiva e ispettiva, dei rischi di mercato, orientata a predisporre schemi che forniscono la composizione e l'esposizione al rischio dei portafogli titoli delle banche. Si è inoltre arricchita, in termini sia di dati sia di modelli, la procedura di ausilio alla verifica della valorizzazione di alcuni strumenti finanziari innovativi. Infine, è in fase avanzata una revisione della metodologia ispettiva dell'operatività in valori mobiliari" (Banca d'Italia, 2001, pag. 345).



## 2. Il Value at risk (VAR)

In tema di *Value at risk* si è diffusa una letteratura davvero vasta, il cui sviluppo risale a tempi antecedenti l'adozione di tale metodologia da parte del Comitato di Basilea nel 1996. È da attribuire alla banca *J.P. Morgan* una versione della modellistica che ha favorito l'ampia diffusione del VAR presso la comunità accademica e finanziaria. Per una sistematica trattazione analitica del modello, pertanto, si fa rinvio a J.P. Morgan e Reuters (1996) e al sito [www.riskmetrics.com](http://www.riskmetrics.com). Per un approccio più immediato e operativo al VAR si fa invece rinvio a Butler (1999), mentre il sito [www.gloriamundi.org](http://www.gloriamundi.org) rappresenta un'interessante selezione del materiale presente in Internet al riguardo. Nel prosieguo perciò saranno richiamate solo le nozioni fondamentali e strettamente funzionali alla comprensione delle pagine successive.

### 2.1 La definizione di VAR

Il VAR rappresenta un numero di sintesi che esprime il rischio cui è esposto una ovvero un portafoglio di attività finanziarie. Con il calcolo del VAR, infatti, l'intermediario confida di non perdere più di X, con una probabilità pari a K%, entro un periodo temporale pari a Y giorni (Hull, 1998). La variabile X è il VAR di portafoglio, K% è l'intervallo di confidenza, mentre Y è l'orizzonte temporale di riferimento (*holding period*).

### 2.2 Il calcolo del VAR con il metodo lineare

Si supponga di voler stimare la massima perdita associata al titolo A detenuto per 1 • entro un *holding period* di Y=10 giorni, con il 95% di probabilità. Si supponga pure che la volatilità giornaliera stimata per il titolo sia pari al 3%, in modo tale che la stessa su base di cinque giorni, in ipotesi di indipendenza seriale dei rendimenti, sia pari al 6,7% ( $=3\% \cdot \sqrt{5}$ ). Si supponga anche che i rendimenti giornalieri del titolo si distribuiscano secondo una normale e che il rendimento atteso giornaliero sia nullo  $E(\Delta A) = 0$ . Dalle note proprietà della normale ne discende che:

$$\Pr \left\{ z_{\alpha} \leq \frac{\Delta A - E(\Delta A)}{3\% \sqrt{5}} \right\} = 1 - \alpha \quad (1)$$

con  $z_{\alpha}$  l'inversa della normale standard cumulata che nel nostro caso, per  $\alpha=5\%$ , è pari a -1,64. La massima perdita potenziale sul titolo A dalla (1) risulta pertanto pari a • 0,11.

L'estensione di tale metodologia ad un portafoglio di più attività si basa sull'assunto per il quale se due variabili presentano deviazione standard pari a  $\sigma(1)$  e  $\sigma(2)$  e correlazione pari a  $\rho$ , la deviazione standard congiunta risulta pari a

$$\sigma_{1+2} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\rho\sigma_1\sigma_2} \quad (2)$$

Nella (2) si nota che  $\rho$  rappresenta il fattore cui è associato il beneficio di un'eventuale diversificazione del portafoglio. Se infatti i due titoli sono positivamente e perfettamente correlati ( $\rho=1$ ), la deviazione standard del portafoglio non è altro che la semplice somma delle due deviazioni. Se invece vi è correlazione inferiore a uno ( $\rho<1$ ), il portafoglio presenta una minore deviazione rispetto alla somma delle singole deviazioni.

Oltre che sull'ipotesi di normalità delle variabili aleatorie rappresentate dai rendimenti dei singoli titoli, l'affidabilità dell'approccio presentato si fonda sull'esistenza

di una relazione lineare tra variazione del valore dei singoli fattori di mercato e valore del portafoglio. In tal modo, poiché anche il rendimento del portafoglio è distribuito secondo una normale, è possibile pervenire al calcolo del VAR secondo la (1).

Quando la linearità non è un'approssimazione accettabile, come nel caso dei derivati o nel caso di *bond* ad elevata convessità, il modello sopra presentato risulta inadatto a prevedere i rischi insiti nel portafoglio. Per tale motivo, accanto all'approccio lineare - ovvero delle "varianze e covarianze" - si sono sviluppati in letteratura altri modelli, tra cui i più diffusi sono quelli basati sulle simulazioni Monte Carlo e quelli fondati sulla simulazione storica, di seguito brevemente presentati.

### 2.3 Il VAR basato sulle simulazioni Monte Carlo

Questo approccio consente di ricavare una stima della distribuzione di probabilità seguita dal rendimento del portafoglio. In sintesi, per un *holding period* pari a  $(t+1)$ , dato un portafoglio costituito da  $M$  titoli, si tratta di estrarre per  $N$  volte un campione dalla distribuzione normale  $M$ -variata dei rendimenti dei singoli titoli e di calcolare in base ad esso il valore del portafoglio in  $t+1$ . Il VAR di ogni singola estrazione è ottenuto dalla differenza tra il valore del portafoglio in  $t$  e quello in  $t+1$ . Ordinando in senso decrescente i VAR ottenuti dalle  $N$  estrazioni, la massima perdita potenziale del portafoglio è rappresentata dal percentile corrispondente al livello di probabilità prescelto. Se le estrazioni e le conseguenti rivalutazioni del portafoglio sono pari a  $N=10.000$ , il VAR al 95% è rappresentato dal 500° valore più alto delle perdite simulate.

### 2.4 Il VAR basato sulla simulazione storica

Il metodo è simile a quello illustrato nel punto precedente, ma anziché da variazioni estratte da una normale  $M$ -variata, la distribuzione del rendimento del portafoglio si ricava dalle variazioni periodiche dello stesso registrate nel passato, solitamente raccolte dall'intermediario in un *database* storico. Con i dati storici, il calcolo del VAR è del tutto simile a quanto esposto nel paragrafo 2.3 per il metodo basato sulle simulazioni Monte Carlo.

Un'analisi comparata dei tre metodi è contenuta in Manganelli, Engle (2001) e in Bazzana (2001).

### 3. Il VAR e la normativa di Vigilanza

Con il 3° aggiornamento delle "Istruzioni di Vigilanza per le banche" del febbraio 2000, anche gli intermediari nazionali possono ricorrere all'adozione dei modelli interni per il calcolo dei rischi di mercato. La Banca d'Italia ha subordinato tale possibilità al rispetto da parte del modello di una serie di requisiti qualitativi e quantitativi, che sono accertati non solo prima del riconoscimento, ma anche periodicamente.

#### 3.1 Il rispetto dei requisiti qualitativi.

Le linee guida che presiedono l'adozione dei modelli interni si possono riassumere

- 1) nell'*integrazione* dei modelli con i processi di controllo del rischio impiegati dalla banca;
- 2) nella *consapevolezza* del funzionamento e dei limiti dello stesso ai vari livelli di responsabilità, con un marcato coinvolgimento della direzione, del Consiglio di Amministrazione e dell'unità di controllo.
- 3) nella *documentazione* e nel *monitoraggio* periodico del funzionamento del modello.

Il punto 1) è conseguenza del principio, più volte ribadito nelle Istruzioni, secondo il quale il rispetto di requisiti statistici non è condizione sufficiente per una gestione prudente della condotta aziendale: le "Istruzioni" escludono pertanto che il VAR rivesta solo finalità di obblighi di vigilanza.

La consapevolezza del funzionamento e dei limiti insiti nel modello deve essere diffusa presso le strutture che assumono e gestiscono il rischio. Innanzitutto il consiglio di amministrazione e l'alta direzione della banca devono partecipare attivamente al processo di controllo dei rischi. La banca deve prevedere un'unità indipendente di controllo del rischio, responsabile della progettazione e della messa in atto dei relativi sistemi di gestione. È previsto inoltre che il personale operante in *front* o *back office*, ovvero che risulta impegnato in attività di revisione interna, debba essere specializzato nell'impiego dei modelli adottati.

La diffusione delle informazioni di cui al punto 2) è facilitata anche dall'adozione di una formale documentazione del funzionamento del modello e da una serie di procedure per la verifica del funzionamento dello stesso, prevedendo, per esempio, la redazione di un manuale di gestione del rischio.

Il modello, inoltre, deve assicurare adeguato funzionamento anche dopo l'approvazione dei requisiti quantitativi e qualitativi da parte dell'Organo di Vigilanza. A tale proposito, la banca deve porre in essere frequenti "prove di stress" e procedere almeno una volta all'anno al riesame dell'intero processo di gestione del rischio, garantendo l'adeguatezza dei sistemi informativi e delle basi dati.

#### 3.2 Il rispetto dei requisiti quantitativi

Il requisito patrimoniale da rispettare per le banche che utilizzano il VAR è rappresentato dal maggior valore assunto dalla massima perdita potenziale del giorno prima, ovvero dalla media del VAR dei 60 giorni operativi precedenti, "moltiplicata per un fattore non inferiore 3, eventualmente maggiorata sulla base dei risultati dei test retrospettivi". Inoltre per risultare idoneo al calcolo del requisito per il rischio specifico, il modello deve:

- a) spiegare la variazione storica dei prezzi nel portafoglio;

- b) riflettere la concentrazione del portafoglio;
- c) resistere ad una situazione sfavorevole;
- d) essere convalidato da test retrospettivi volti a verificare che il rischio specifico sia valutato in modo adeguato.

Se le banche non sono in grado di stimare un VAR comprensivo delle perdite derivanti da fattori di rischio specifico (rischio di evento e di inadempimento), il requisito patrimoniale richiesto ( $C_t$ ) dovrà includere una maggiorazione ( $\beta_t$ ), in modo tale che

$$C_t = \max(\text{VaR}_{t-1} + \beta_t \cdot \text{RSM}_{t-1}, \delta_t \cdot \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} \text{VaR}_{t-i} + \beta_t \cdot \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} \text{RSM}_{t-i}) \quad (3)$$

essendo  $\text{VaR}_{t-1}$  il valore a rischio calcolato secondo il modello interno,  $\delta_t$  il fattore moltiplicativo non inferiore a 3,  $\beta_t$  il fattore di maggiorazione pari a 0 o 1 (a seconda che la banca dimostri o meno di essere in grado di valutare adeguatamente il rischio specifico), ed infine  $\text{RSM}_{t-i}$  l'ammontare di capitale destinato alla copertura dei rischi specifici degli strumenti finanziari sul portafoglio detenuto il giorno  $t-i$ , calcolato secondo il modello interno<sup>13</sup>.

È da rilevare che il fattore  $\delta_t$  rappresenta un sistema incentivante per l'intermediario, volto al perfezionamento dei modelli impiegati. Infatti, pur in caso di riconoscimento del modello, la normativa consente all'Organo di Vigilanza di imporre un requisito patrimoniale aggiuntivo  $\omega_t$  - tale che  $\delta_t = 3 + \omega_t$  e  $\max(\omega_t) = 1$  - a carico dell'intermediario in funzione delle criticità rilevate<sup>14</sup>.

### 3.3 La determinazione del VAR ai fini di Vigilanza

Il calcolo del VAR deve essere effettuato su base giornaliera e deve prevedere un intervallo di confidenza unilaterale del 99 per cento e un periodo di detenzione pari a 10 giorni (cfr. paragrafo 2.1).

Nell'utilizzo del modello, le banche sono tenute a condurre quotidianamente dei test retrospettivi, al fine di verificare che le misure di rischio prodotte dal modello risultino superiori effettivamente al 99% dei risultati di negoziazione (tanto per le perdite che per gli utili espressi in valore assoluto). Tale condizione si ritiene raggiunta da un modello che, su un campione di 250 giorni lavorativi, produce al massimo quattro casi in cui i risultati effettivi di negoziazione non sono coperti dalla misura del rischio (cosiddetti "scostamenti"). La frequenza degli scostamenti determina la maggiorazione ( $\omega_t$ ) del coefficiente  $\delta_t$  da applicare in misura proporzionale al VAR della banca secondo la tabella di seguito riportata.

<sup>13</sup> Il calcolo di  $\text{RSM}_{t-1}$  avviene secondo due ipotesi alternative. Esso può essere considerato come la parte di rischio specifico della misura del VAR che dovrebbe essere isolata conformemente alla norme di vigilanza (Titolo IV, Capitolo 3, Parte Seconda, Sezione III, Paragrafo 2), ovvero le misure di VAR di subportafoglio di debito o di posizioni in titoli di capitale che contengono un rischio specifico.

<sup>14</sup>  $\omega_t$  è funzione degli scostamenti registrati dal modello sulla base di test retrospettivi secondo la scala riportata nella successiva Tabella 1.

NUMERO DI SCOSTAMENTI	FATTORE DI MAGGIORAZIONE
Meno di 5	0,00
5	0,40
6	0,50
7	0,65
8	0,75
9	0,85
10 o più	1,00

**Tabella 1. Fattori di maggiorazione (Fonte: "Istruzioni di vigilanza per le banche").**

L'intermediario deve notificare prontamente alla Banca d'Italia gli scostamenti rilevati dal programma di test retrospettivi che hanno determinato l'aumento del fattore di maggiorazione, conformemente alla Tabella 1. Ove gli scostamenti risultano numerosi, l'Organo di Vigilanza può imporre le misure necessarie per assicurare il tempestivo miglioramento del modello. Nel caso in cui, nonostante tali misure gli scostamenti persistano, la Banca d'Italia può revocare il riconoscimento del modello.

Per prevenire il manifestarsi di fenomeni associati al *model risk*, si rileva come il rispetto dei requisiti quantitativi si ponga in stretto rapporto di complementarità e interazione con il rispetto dei vincoli qualitativi, giacché alcuni aspetti di debolezza del modello possono trovare compensazione in un più articolato sviluppo dei sistemi interni di gestione e controllo del rischio. In occasione della prima richiesta presentata da una banca italiana di utilizzazione dei modelli interni, infatti, si è rilevato che “la valutazione di idoneità da parte della Vigilanza comprende un giudizio sulle caratteristiche statistiche del modello stesso, la verifica dell’effettivo utilizzo da parte delle strutture operative e di controllo dei risultati da esso generati nonché il vaglio dell’affidabilità dei sistemi informativi”<sup>15</sup>. Più significativamente: “in presenza di aspetti non completamente in linea con gli standard normativi, ma che non pregiudicano l’adeguatezza complessiva del modello interno, la Vigilanza richiede il rafforzamento dei presidi organizzativi e procedurali o l’applicazione di requisiti patrimoniali aggiuntivi”<sup>16</sup> (Banca d’Italia, 2001). Inoltre, “ai fini dell’applicazione di tali requisiti aggiuntivi, assumono particolare rilevanza la presenza di limiti all’assunzione dei rischi coerenti con l’operatività, la qualità dell’informativa resa all’alta direzione e la capacità di valutare gli effetti sul portafoglio di condizioni estremamente avverse di mercato (cosiddetto *stress testing*)”<sup>17</sup>.

Se da un lato l'impiego dei modelli interni arricchisce l'organizzazione aziendale di un più articolato processo del rischio, dall'altro l'azione di Vigilanza risulta connotata da una maggiore valenza informativa rispetto a quella conseguente all'adozione del metodo *standard*. L'approccio basato sui modelli interni richiede infatti un più intenso scambio informativo tra il soggetto vigilato e l'Organo di controllo, non circoscritto alle sole proprietà statistico-econometriche dei modelli adottati, ma esteso anche agli aspetti organizzativi e di controllo interno.

<sup>15</sup> Banca d’Italia, 2001, pag. 336.

<sup>16</sup> Cfr. *infra*, Paragrafo 3.3

<sup>17</sup> Banca d’Italia, 2001, pag. 336.

## Un caso aziendale di *model risk*

Richiamato in sintesi il concetto di *Value at risk* e la normativa di riferimento entro la quale le banche possono utilizzare tale misura di rischio ai fini di Vigilanza, nei capitoli seguenti si illustrerà un caso aziendale di esposizione al *model risk*. In particolare nel capitolo 4 si rappresenta il portafoglio di riferimento e il modello che l'intermediario XY ha adottato per la gestione del rischio, rilevandone i relativi difetti. I risultati prodotti dal modello adottato verranno confrontati con quelli derivanti dalla revisione proposta. Nel capitolo 5, invece, si evidenzia come ipotesi alternative rispetto a quelle del capitolo 4 comportino difformi stime del rischio; circostanza questa della quale l'intermediario dovrebbe sviluppare adeguata consapevolezza.

Preme sottolineare come lo scopo dei capitoli seguenti sia solamente l'individuazione di un esempio pratico di esposizione al *model risk* che sia realistico e, nel contempo, non troppo complesso. Nella presentazione del modello dell'intermediario e degli affinamenti dello stesso proposti dall'autore non c'è alcun giudizio di merito sulla superiorità di un metodo rispetto ad un altro. Tanto meno gli approcci quantitativi individuati costituiscono la soluzione unica ed ottimale ai problemi di gestione del rischio. Infatti, in relazione al primo aspetto le autorità di vigilanza internazionali lasciano ampia discrezionalità agli intermediari sulla scelta dei metodi da utilizzare<sup>18</sup>. Quanto al secondo aspetto, si è dell'avviso che per molti versi il *risk management* sia più un'arte, un mestiere artigianale che una scienza esatta, costituito, oltre che dalla statistica, anche di regole pratiche, trucchi del mestiere e buon senso<sup>19</sup>.

In entrambi i capitoli, allo scopo di semplificare il calcolo, si ipotizzerà che le variabili di rischio siano tra loro perfettamente e positivamente correlate, in modo tale che, senza perdere generalità, il VAR di portafoglio sia pari alla somma dei VAR dei singoli *asset*<sup>20</sup>. Tale semplificazione limita di fatto la verifica del modello VAR ai metodi di misurazione delle singole esposizioni, senza approfondire le problematiche inerenti la loro aggregazione, che comunque potrebbero originare fenomeni di *model risk* di entità ancora maggiore.

I calcoli infine sono stati svolti con il *software* FinancialCAD<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> Cfr. "Istruzioni di Vigilanza per le banche", Titolo IV, Parte seconda, Sezione III, paragrafo 2, ultimo capoverso. Inoltre, "Institutions can and will use different assumptions and modelling techniques when determining their VAR measures for internal risk-management purposes. These differences often reflect distinct business strategies and approaches to risk management. For example, an institution may calculate VAR using an internal model based on variance-covariance matrices, historical simulations, Monte Carlo simulations, or other statistical approaches. In all cases, however, the model must cover the institution's material risk" (Fed, 2001).

<sup>19</sup> "We remind our readers that no amount of sophisticated analytics will replace experience and professional judgement in managing risk" (J.P. Morgan e Reurters, 1996)

<sup>20</sup> Si dimostra, infatti, che nel caso di un portafoglio composto da  $n$  attività finanziarie, con VAR pari rispettivamente a  $VAR(1), VAR(2), \dots, VAR(n)$ , il VAR complessivo di portafoglio -  $VAR(P)$  - è dato da:

$VAR(P) = \sqrt{\mathbf{x}^T R \mathbf{x}}$ , con  $\mathbf{x}$  il vettore colonna di dimensioni  $(1 \times n)$  con elementi i VAR delle  $n$  attività e  $R$  la matrice di varianze e covarianze dei rendimenti dei singoli *asset*.

<sup>21</sup> Cfr. [www.fincad.com](http://www.fincad.com)

## 4. Difetti nella concezione del modello

### 4.1 Il portafoglio di riferimento

Il portafoglio risulta composto come descritto nella tabella 2. Il valore nominale complessivo è pari a 1 •, ripartito come indicato nella colonna "peso". Il valore di mercato risulta invece pari a 1,26 •. Si ricorda brevemente che i titoli di tipo *Constant Maturity Bond* (CMB) sono obbligazioni con cedola indicizzata all'evoluzione di un determinato tasso *swap*; i *reverse convertible* sono invece titoli atipici che incorporano nella componente *zero coupon* un'opzione *put* emessa dal sottoscrittore a favore dell'emittente<sup>22</sup>. Infine, le opzioni che intervengono nel portafoglio sono tutte *plain vanilla* di tipo europeo; i titoli sono tutti denominati in euro.

Ad evidenza, il portafoglio in questione, pur poco numeroso, fornisce una rassegna significativa di strumenti finanziari complessi che hanno conosciuto una notevole diffusione in Italia, nonostante una non completa consapevolezza da parte di molti utilizzatori dei rischi ad essi sottesi.

TIPO TITOLO	DESCRIZIONE	SCADENZA	PESO
<i>Constant Maturity Bond</i>	Cedola annua indicizzata al 100% tasso swap a dieci anni.	Decennale	20%
Titoli azionari	Azione Z	//	20%
Titoli a tasso fisso	Cedola 3% semestrale	Triennale	10%
Titoli a tasso fisso	Cedola 5% semestrale	Quinquennale	10%
Titoli a tasso fisso	Cedola 7% semestrale	Decennale	10%
<i>Reverse convertible</i>	Sottostante azione K, cedola del 15% annua	Annuale	5%
Opzioni <i>call</i> acquistate	Sottostante azione Z	Semestrale	10%
Titoli a tasso variabile	Cedola semestrale pari all'Euribor6m	Quinquennale	15%

Tabella 2. Composizione del portafoglio dell'intermediario XY.

### 4.2 Il modello utilizzato e le stime dei VAR degli asset

#### 4.2.1 La componente obbligazionaria

Il modello per il calcolo del VAR della componente obbligazionaria si basa sul metodo lineare della *duration* modificata (Hull, 1998). Ipotizzando spostamenti paralleli di modesta entità nella curva dei rendimenti ( $\Delta i$ ), la variazione del valore del portafoglio obbligazionario ( $\Delta V$ ) è data da:

$$\Delta V = -DM \cdot V \cdot \Delta i \quad (4)$$

essendo DM la *duration* modificata del portafoglio e V il valore del portafoglio prima dello *shift* della curva. Indicata con  $\sigma(i)$  la volatilità su base giornaliera del tasso di rendimento sulla scadenza DM, la volatilità di portafoglio,  $\sigma(V)$ , - è data da:

$$\sigma(V) = DM \cdot V \cdot \sigma(i) \quad (5)$$

<sup>22</sup> Cfr. Filagrana (2000).

per cui dalla (5) e dalla (1) il VAR di portafoglio al 95% della componente obbligazionaria su un orizzonte temporale pari a  $t$  risulta da:

$$\text{VAR}(P) = \text{DM} \cdot V \cdot \sigma(i) \cdot 1,64 \cdot \sqrt{t}. \quad (6)$$

Con l'approccio sopra descritto si calcola ora il VAR per le singole componenti obbligazionarie e per il titolo *reverse convertible*, trattato come un semplice *zero coupon* dal modello dell'intermediario (non è quindi scomposta la componente in opzioni). Le volatilità giornaliere e le curve utilizzate per l'elaborazione del VAR sono riportate nell'appendice del capitolo 5.

Nella tabella 3, invece, vengono indicate le stime della massima perdita potenziale per la sezione obbligazionaria del portafoglio, in percentuale rispetto al valore di mercato dei singoli titoli.

TIPO TITOLO	DM	V	VAR
<i>Constant Maturity Bond</i>	1	0,2	2,55%
Tasso fisso triennale	2,89	0,1	10,31%
Tasso fisso quinquennale	5,1	0,1	17,62%
Tasso fisso decennale	11,13	0,1	26,65%
<i>Reverse convertible</i>	1	0,05	2,55%
Titoli a tasso variabile	0,5	0,15	0,84%
<b>TOTALE</b>	<b>3,20</b>	<b>0,70 •</b>	<b>8,89%</b>

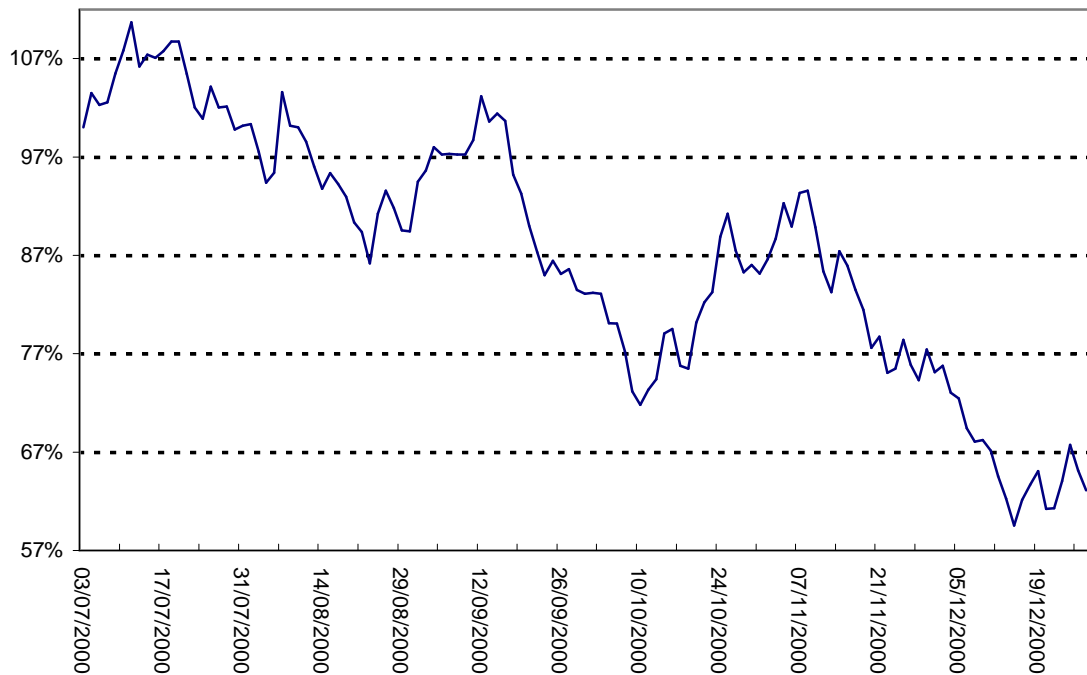
Tabella 3. Calcolo del VAR della componente obbligazionaria; V è il valore di mercato del singolo titolo, VAR la massima perdita potenziale espressa in percentuale rispetto allo stesso.

Con il metodo rappresentato, il VAR della componente obbligazionaria risulta pari all'8,89% del valore complessivo delle obbligazioni presenti in portafoglio.

#### 4.2.2 La componente azionaria

Il metodo utilizzato è quello lineare, per il quale si rimanda all'esempio del paragrafo 2.2. L'andamento dell'azione Z (espresso in numeri indice) nel corso degli ultimi sei mesi antecedenti il calcolo del VAR è indicato nel grafico 2. L'intermediario utilizza per il calcolo della volatilità l'approccio storico *standard* (Hull, 1998), il quale attribuisce uguale peso alle variazioni passate della serie storica. In tal modo la stima giornaliera di  $\sigma(Z)$  risulta pari al 3,02%. Per un *holding period* pari a dieci giorni e con probabilità pari al 95%, il VAR per la componente in esame risulta pari al 15,66% del relativo valore di mercato.





**Grafico 2. Andamento del titolo azionario Z nei sei mesi precedenti il calcolo del VAR.**

#### 4.2.3 La componente in opzioni

Il metodo utilizzato dalla banca per il calcolo del valore a rischio associato alle opzioni si basa sulla stima di una relazione lineare tra variazioni del sottostante e valore del premio. Il metodo fornisce un'approssimazione della variazione del valore dell'opzione tanto più accettabile quanto più piccoli sono i cambiamenti del prezzo del sottostante, giacché - come noto - la relazione che lega le due variabili non è di tipo lineare.

La stima utilizzata può essere formalizzata in:

$$\Delta C = \delta \cdot \Delta S \quad (7)$$

con C il premio dell'opzione, S il valore del sottostante e  $\delta$  il delta dell'opzione; indicata con  $\Delta y = \Delta S/S$  la variazione percentuale giornaliera del prezzo del sottostante (cfr. Hull, 1998), la (7) diventa:

$$\Delta C = \delta \cdot S \cdot \Delta y \quad (8)$$

Se  $\sigma(y)$  è la volatilità giornaliera di  $\Delta y$ , il VAR al 95% similmente alla (6) risulta da:

$$\text{VAR}(C) = \delta \cdot S \cdot \sigma(y) \cdot 1,64 \cdot \sqrt{t} \quad (9)$$

L'opzione è *in the money* ( $\delta=0,862$ ), giacché, al momento della valutazione, lo *strike* è pari al 30% in meno del valore di mercato dell'azione sottostante; il VAR stimato risulta pari al 40,1% del valore corrente del premio.

#### 4.2.4 Il VAR complessivo di portafoglio calcolato dall'intermediario

A questo punto si può procedere al calcolo complessivo del VAR di portafoglio, ricordando che si ipotizza una correlazione positiva perfetta tra tutti i rendimenti degli

*asset*; la massima perdita potenziale stimata è pari quindi al 13,48% del valore di mercato del portafoglio.

#### 4.3 La revisione del modello utilizzato dall'intermediario

##### 4.3.1 Affinamenti nella componente obbligazionaria e il *liquidity risk adjusted VAR*

Il primo affinamento del modello proposto riguarda il calcolo della *Duration* modificata dei titoli *Constant Maturity Bond* (CMB), trattati dalle procedure dell'intermediario come semplici titoli a tasso variabile ad indicizzazione perfetta. "In realtà, l'indicizzazione risulta imperfetta, poiché il tasso *swap* non coincide con il tasso di interesse a pronti di durata pari al periodo cedolare, né alla data di emissione del titolo, né nel corso della sua evoluzione. Gli effetti di tale distinzione non sono trascurabili dal punto di vista del contratto, perché il CMB non quota alla pari alle date di stacco cedola. Inoltre, la rischiosità, misurata nel linguaggio della *duration*, è sensibilmente maggiore di quella dei titoli ad indicizzazione perfetta, per i quali non supera mai la durata cedolare"<sup>23</sup>.

Più realisticamente del modello adottato dall'intermediario, pertanto, si calcola la *duration* modificata dei titoli in questione secondo l'approccio suggerito da Pacati (2000), sviluppato nell'ambito del modello di Cox, Ingersoll e Ross (1985) univariato, risolto con tecniche di simulazione Monte Carlo. La *duration* modificata per i titoli in esame si ragguaglia a 2,3 anni.

La seconda modifica apportata riguarda la scomposizione delle opzioni incorporate nel titolo *reverse convertible*, con il relativo calcolo della massima perdita potenziale. Ciò determina un incremento del valore complessivo nominale del portafoglio che risulta ora pari a 1,05 •; il calcolo derivante dalla scomposizione viene affrontato nel paragrafo 4.3.3.

Il terzo intervento tiene conto del fatto che i *Constant Maturity Bond* e i *Reverse convertible* vengono negoziati solo sul circuito elettronico di un noto *information provider* con un accentuato *spread* tra quotazioni denaro e lettera, registrando quindi un prezzo di vendita significativamente diverso dal *fair value* calcolato dai modelli interni dell'intermediario. Tale circostanza genera un *liquidity risk* non incorporato nelle procedure della banca. In via generale, tale forma di rischio, difficilmente quantificabile, si identifica con l'impossibilità di "*transact quickly at low cost a large size position*" (Le Saout, 2001), ovvero "*Market-liquidity risk refers to the risk of being unable to close out open positions quickly enough and in sufficient quantities at a reasonable price*" (Fed, 2001). Economicamente, esso si traduce nelle perdite che l'intermediario sopporta nel liquidare le proprie posizioni, a prescindere dall'andamento del mercato. Il principale effetto di questo rischio si riconduce sul mercato all'allargamento dello *spread* tra le quotazioni di acquisto e di vendita, sottendendo la presenza di poche controparti interessate allo scambio: "*In dealer markets, the size of the bid/ask spread of a particular instrument provides a general indication as to the depth of the market under normal circumstances*" (Fed, 2001).

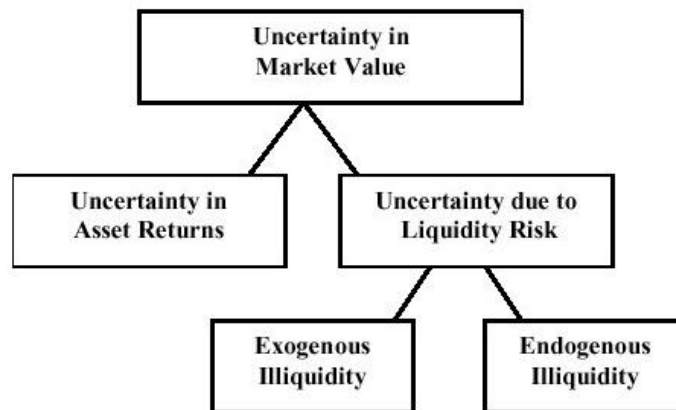
Ne consegue che il calcolo del VAR dovrebbe incorporare il rischio di liquidità delle posizioni, affinché le stesse siano effettivamente valutate al loro valore di realizzo. A parità di tutto il resto, nell'ipotesi che il VAR venga calcolato giornalmente per un *holding period* pari a un giorno, le posizioni liquide si possono alienare in qualsiasi momento senza costi. I titoli illiquidi, invece, incorporano perdite maggiori per l'assenza di acquirenti al *fair value*. Inoltre, quanto più è stringente la necessità di liquidare le

<sup>23</sup> Pacati (2000).

posizioni, tanto maggiori sono le perdite e viceversa quanto maggiore è il tempo a disposizione per l'intermediario per vendere i titoli, tanto minori sono i *liquidity cost*. Ma, mentre il venditore attende di liquidare la posizione, il mercato potrebbe evolversi in maniera sfavorevole, generando ulteriori perdite. Per tali premesse, pertanto, un titolo illiquido deve presentare un VAR maggiore rispetto ad uno che presenta maggiore liquidità.

Se da un lato si condivide la necessità di incorporare i *liquidity cost* nel VAR (pervenendo al calcolo del *liquidity risk adjusted VAR*, ovvero *LA-VAR*), dall'altro non sono univoche (e spesso condivisibili) le modalità a tal fine elaborate in letteratura<sup>24</sup>. Per una formalizzazione del problema, si fa generalmente riferimento alla distinzione tra liquidità esogena ed endogena del mercato. Precisamente la liquidità esogena è intrinseca alle caratteristiche del mercato stesso: riguarda tutti i partecipanti e la minor liquidità osservata in certi momenti non è attribuibile a nessuno in particolare: "*a market disruption may be all-encompassing, such as the stock market crash of October 1987 and the associated liquidity crisis*" (Fed, 2001). Per contro, la liquidità endogena è riconducibile ad un preciso partecipante: il *liquidity risk* è direttamente proporzionale alla sua posizione sul mercato. In altri termini: "*The decision of major market makers to enter or exit specific markets may also significantly affect market liquidity, resulting in the widening of bid/ask spreads. The liquidity of certain markets may depend significantly on the active presence of large institutional investors; if these investors pull out of the market or cease to trade actively, liquidity for other market participants can decline substantially*" (Fed, 2001).

Per quanto concerne direttamente il nostro lavoro, si precisa che il rischio di liquidità cui sono esposti i titoli in esame ricade nella prima specie; per trattare gli effetti sul portafoglio si sceglie la modellistica elaborata da Bangia, Diebold, Schuermann e Stroughair (1999). Gli autori stimano la massima perdita potenziale secondo i passaggi indicati in figura 1.



**Figura 1. Tassonomia dei rischi di mercato (Bangia, Diebold, Schuermann e Stroughair,1999).**

In altre parole si tratta di scomporre il rischio in due momenti: nella prima fase si rilevano le perdite associate al deprezzamento del titolo per i movimenti avversi del mercato, nella successiva si evidenziano le perdite associate ai costi connessi allo smobilizzo.

<sup>24</sup> Per un'interessante rassegna in proposito si fa rinvio al già citato Le Saout (2001).

Rinviando agli autori per la trattazione puntuale del modello, si accenna al fatto che l'aggiustamento del VAR che deriva dallo stesso è rappresentato da un quantile della distribuzione empirica del *bid-ask spread* diviso per due. Nella tabella 4 si riportano i calcoli dei *liquidity risk adjusted VAR* per i due titoli in rassegna.

		CMB	RC
1	VAR in valore assoluto (con duration ricalcolata)	1,64%	0,127%
2	Spread medio denaro lettera	5%	3,5%
3	Volatilità spread medio	0,02	0,015
4	Rischio di liquidità	0,49%	0,018%
5	LA-VAR (=1+4)	2,13%	0,145%
6	% di rischio di liquidità sul rischio di mercato (=4/1)	29,9%	14,2%

Tabella 4. *Liquidity risk adjusted VAR (LA-VAR)* per i titoli CMB e RC.

Per effetto della revisione del modello sopra descritta, il VAR riferito alla componente obbligazionaria risulta ora pari all'11,2% del controvalore della stessa (dall'8,89% calcolato dall'intermediario).

#### 4.3.2 Affinamenti nella componente azionaria

La semplice analisi grafica delle variazioni del titolo azionario Z nel corso del semestre di riferimento (grafico 3) induce a ritenere che un metodo di calcolo della volatilità che attribuisca uguale peso alle variazioni storiche del titolo potrebbe sottostimare il rischio, poiché queste nei due mesi antecedenti il calcolo del VAR subiscono un evidente incremento.

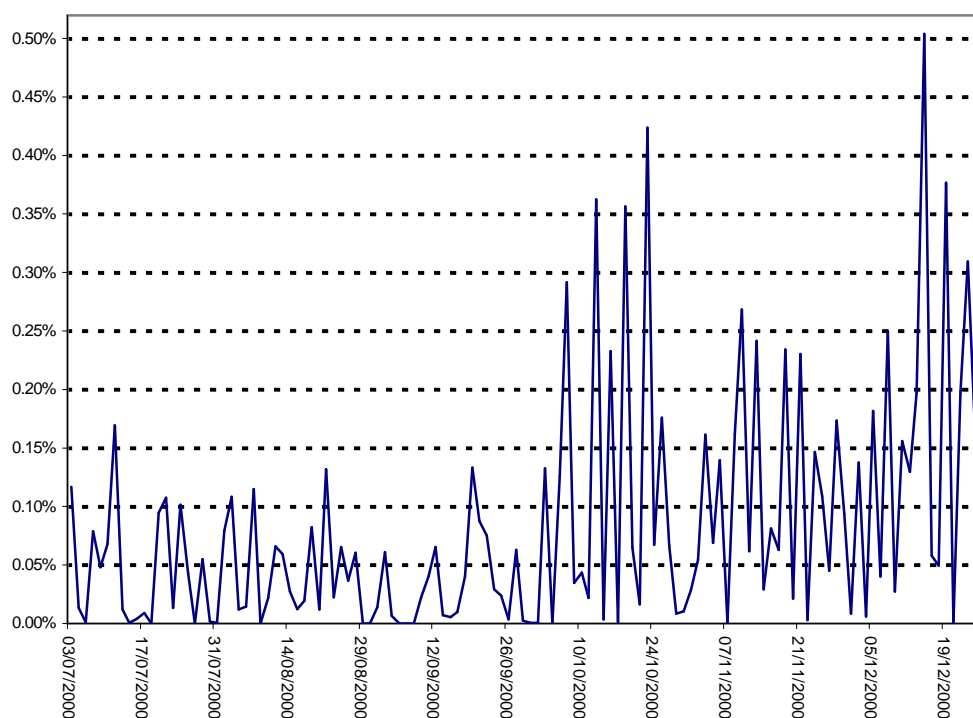


Grafico 3. La volatilità giornaliera dell'azione Z, calcolata come  $u_i^2 = ((Z_i - Z_{i-1}) / Z_{i-1})^2$

Il modello utilizzato dall'intermediario, pertanto, non consente di includere adeguatamente nella massima perdita potenziale le "innovazioni" sul titolo Z intervenute in tempi più recenti. Si propone perciò un approccio di calcolo basato su un sistema di media ponderata, che assegna pesi maggiori alle variazioni più vicine alla data di calcolo del VAR, ossia:

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^n k_i u_{n-i}^2 \quad (10)$$

$$\text{con } \sum_{i=1}^n k_i = 1 \quad \text{e } k_i < k_j \quad \text{se } j < i \quad (11)$$

Seguendo la tecnica EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*), sviluppata da J.P. Morgan (1995), la stima della volatilità giornaliera,  $\sigma(Z)$ , a partire dalla (10) e dalla (11) risulta dalla radice della seguente equazione<sup>25</sup>:

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^n (1-\lambda) \cdot \lambda^{i-1} \cdot u_{n-i}^2 \quad \text{con } \lambda=0,94. \quad (12)$$

da cui  $\sigma(Z) = 3,44\%$

Con il nuovo valore stimato della volatilità giornaliera, il VAR della componente azionaria risulta pari al 17,84% del valore di mercato del comparto (dal 15,16% stimato in precedenza).

#### 4.3.3 Affinamenti nella componente in opzioni (posizioni lunghe e corte).

La massima perdita potenziale calcolata dall'azienda per il subportafoglio in esame si basa sull'approssimazione lineare - come espressa dalla (7) - che lega la variazione del premio all'andamento del titolo sottostante. Tale ipotesi appare tuttavia debole in relazione alle oscillazioni del titolo Z registrate in prossimità del calcolo del VAR (cfr. grafico 3). Infatti, ampie oscillazioni positive (negative) del prezzo del titolo Z sottostimano (sovrastimano) la variazione positiva (negativa) del premio dell'opzione *call*. Similmente ampie variazioni positive (negative) del prezzo di Z sovrastimano (sottostimano) la variazione positiva (negativa) del premio dell'opzione put venduta implicitamente dall'intermediario nel *reverse convertible*. Infatti,  $\delta$  è funzione del livello di Z e pertanto l'ipotesi di linearità tra premio e sottostante (che equivale ad assumere un valore di  $\delta$  costante) è tanto più accettabile quanto più i movimenti di Z sono trascurabili. La figura 2 rappresenta il valore del premio dell'opzione *call* del portafoglio di riferimento in funzione del prezzo del sottostante (Z) nonché la relativa approssimazione lineare nel punto in cui  $Z=4,8$  (approssimazione espressa dalla linea retta con pendenza pari a  $\alpha$ , funzionalmente dipendente da  $\delta^{26}$ ); la tangente illustra chiaramente che per variazioni sensibili del prezzo di Z le variazioni del premio risultano distorte (l'approssimazione valida per la variazione del premio conseguente ad un movimento del sottostante da 4,8 a 5, per esempio, non è più accettabile per una variazione del sottostante da 4,8 a 6).

<sup>25</sup> L'eguaglianza  $k_i = (1-\lambda) \cdot \lambda^{i-1}$  deriva dall'assunzione secondo cui la varianza condizionale della serie storica segue un processo stocastico di tipo IGARCH(1,1): gli shock che raggiungono la varianza condizionale restano nella storia della volatilità e rimangono rilevanti per la previsione della varianza su un orizzonte infinito.

<sup>26</sup> Precisamente si ha che  $\delta = \text{tg}(\alpha)$ , ossia  $\delta$  rappresenta il coefficiente angolare della linea retta tangente la funzione nel punto in cui  $Z=4,8$ .

Lo stesso concetto si desume dalla figura 3 che rappresenta la variazione di  $\delta$  al variare del prezzo del sottostante, ossia la derivata prima della funzione della figura 2 rispetto al prezzo di  $Z$ . Dal raffronto con la figura 2, si può intendere che la pendenza della retta nel punto in cui  $Z=6$  è significativamente diversa rispetto al punto in cui  $Z=4,8$ .

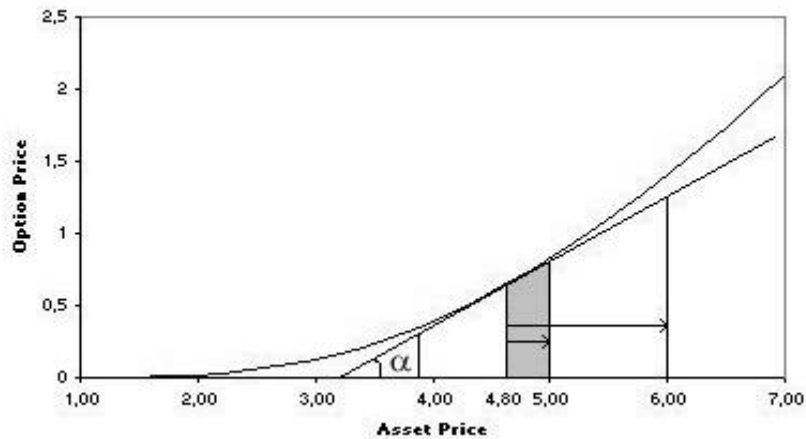


Figura 2. Andamento del premio della *call* in funzione del sottostante.

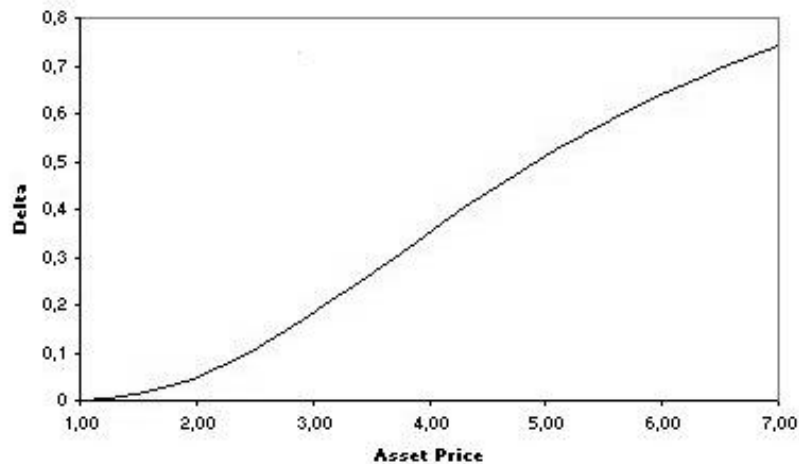
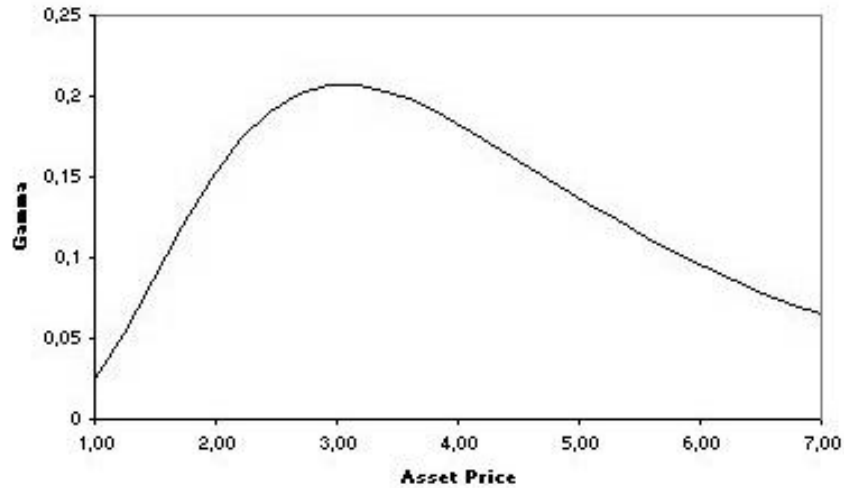


Figura 3. Andamento del  $\delta$  della *call* in funzione del sottostante.

Per tenere conto nella stima della variazione del premio della curvatura (ossia della non linearità) della funzione illustrata in figura 2, si ricorre all'espansione in serie di Taylor della funzione in figura 2 fino all'elemento di secondo grado, in modo tale che la stessa diventa:

$$\Delta C = \delta \cdot S \cdot \Delta y + \frac{1}{2} S^2 \gamma (\Delta y)^2 \quad (13)$$

essendo  $\gamma$  la derivata seconda della funzione in esame rispetto a  $Z$ . In altre parole,  $\gamma$  esprime la variazione di  $\delta$  al variare di  $Z$ , come riportato nella figura 4 sotto riportata.



**Figura 4. Andamento del  $\gamma$  della call in funzione del sottostante**

È evidente dalla (13) come, per le posizioni lunghe sulle *call* detenute dall'intermediario, la correzione  $\gamma > 0$  abbia l'effetto di ridurre il rischio in caso di variazioni negative dei prezzi ( $\Delta y < 0$ ). Viceversa, per le posizioni corte sulle *put* implicite nei *reverse convertible*,  $\gamma < 0$  ha l'effetto di incrementare il rischio se  $\Delta y < 0$  (e viceversa). Dall'assunzione secondo la quale i prezzi dell'azione *Z* seguono una distribuzione normale, ne deriva che la distribuzione di probabilità dei prezzi di una posizione lunga in opzioni *call* (corta in opzioni *put* implicite nei *reverse convertible*) sia caratterizzata da una distribuzione asimmetrica positiva (negativa). Pertanto se si trascura l'asimmetria, si rischia di sovrastimare il VAR della posizione lunga in opzioni *call* e di sottostimare il VAR della posizione corta in opzioni *put* detenute dall'intermediario.

La stima del VAR che tiene conto della convessità della componente in opzioni risulta da:

$$VAR(C) = S \cdot \left( \delta z_q \sigma - \frac{1}{2} \gamma \sigma^2 z_q^2 \right) \cdot \sqrt{t} \quad (14)$$

con  $z_q$  il q-esimo percentile della distribuzione seguita da  $\Delta C$ . Utilizzando un approccio à la Cornish-Fisher per stimare  $z_q$  (Hull, 1998), si ricava che l'effetto netto della nuova stima del VAR per la componente in opzioni - sia per le *call* che per le *put* implicite nel *reverse convertible* - risulta pari al 61,11% del comparto (dal 40,1% calcolato dall'intermediario).

Per non appesantire ulteriormente la trattazione, si tralascia per semplicità il *Vega risk*, ossia il rischio associato al portafoglio conseguente a variazioni della volatilità dei prezzi delle attività sottostanti le opzioni.

#### **4.3.4 Stima del VAR complessivo di portafoglio con gli affinamenti proposti**

Ricordando l'ipotesi di perfetta correlazione positiva tra i rendimenti di portafoglio, il calcolo del VAR complessivo risulta dalla somma dei VAR ricalcolati per le singole componenti del portafoglio. La massima perdita potenziale ricalcolata è pari al 17,3% del controvalore del portafoglio (dal 13,48% risultante dalla procedura aziendale).

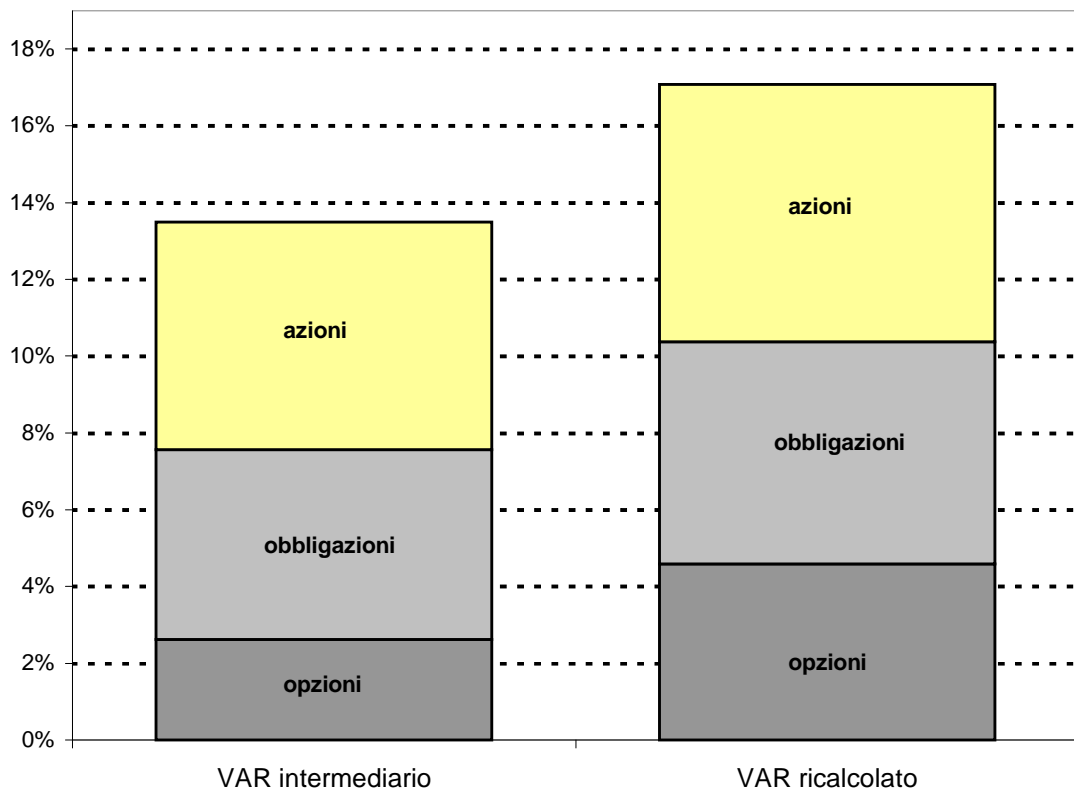
Il grafico 4 rappresenta un confronto quantitativo tra le due stime del VAR, indicando separatamente il contributo al rischio di ciascun comparto del portafoglio. In particolare, "VAR intermediario" rappresenta la massima perdita potenziale calcolata dal modello adottato dall'intermediario che incorpora dei difetti nella relativa concezione. Il "VAR ricalcolato" esprime la massima perdita aggiustata per tali errori. Come si può notare graficamente, nell'esempio presentato il *model risk* per la banca si traduce in una sottostima dei rischi di mercato del portafoglio per un ammontare pari al 4,02% del relativo valore di mercato.

Al di là dello specifico esempio numerico, è importante evidenziare che gli scostamenti quantitativi registrati tra i due VAR sottendono di fatto carenze nella struttura organizzativa dell'intermediario. Infatti, a titolo di esempio, le maggiori differenze di valore a rischio nella componente obbligazionaria e parte di quella della componente in opzioni si possono ricondurre alla decisione da parte dell'intermediario di operare in prodotti finanziari per i quali non è stata *a priori* valutata l'adeguatezza degli strumenti e delle professionalità a propria disposizione.

Similmente l'intermediario non ha formalizzato nel modello il *liquidity risk* per la mancata consapevolezza delle difficoltà riscontrabili nel liquidare posizioni in *reverse convertible* sul mercato secondario. Analogamente, poi, la sottostima del rischio derivante dalla non linearità dei prodotti derivati si riconduce alla mancanza di un'adeguata riflessione al proposito.

In tale contesto appaiono evidenti gli stretti rapporti di complementarità tra requisiti quantitativi del modello e presupposti organizzativi dell'intermediario, presentati nel capitolo 3 e approfonditi nel capitolo 6. A titolo di esempio, un articolato processo organizzativo avrebbe certamente contribuito a ridurre l'esposizione al *model risk*, scoraggiando l'operatività in strumenti al di fuori delle possibilità di controllo dell'intermediario stesso.





**Grafico 4. Confronto del VAR calcolato dall'intermediario con il VAR derivante dalle rettifiche proposte (VAR ricalcolato).**

## 5. Ipotesi alternative alla base del modello

Nel capitolo seguente si svilupperà la seconda accezione del concetto di *model risk* proposta in questo lavoro. Si fa riferimento alla possibilità che le strutture di gestione del rischio, gli utilizzatori del modello ed in ultima istanza il *management* della banca non siano consapevoli delle ipotesi e dei limiti sottesi ad ogni formalizzazione delle variabili aleatorie che generano il rischio stesso. Il caso ricorre frequentemente quando l'intermediario utilizza procedure di calcolo del VAR non sviluppate internamente, bensì acquistate sul mercato. In tali circostanze, infatti, accade che l'intermediario si disinteressa perlopiù alle ipotesi sottese al funzionamento del modello, focalizzandosi sull'*output* dello stesso. In altre parole, il sistema di elaborazione del VAR si configura come una semplice *black box*, le cui ipotesi di funzionamento e i cui risultati finali non vengono attentamente e continuamente vagliati da un necessario spirito critico in capo a chi, a vari livelli, utilizza le stesse per il controllo del rischio.

Rispetto alla concezione di *model risk* trattata nel precedente capitolo, l'accezione ora presentata presuppone che le ipotesi alla base del calcolo del VAR siano formalmente corrette. Esse costituiscono una descrizione plausibile dei fenomeni aleatori; ma come ipotesi, tuttavia, esse sono pur sempre delle rappresentazioni semplificate e quindi approssimate della realtà. Ne consegue che le unità responsabili del controllo del rischio in banca dovrebbero essere consapevoli delle conseguenze sul VAR derivanti dall'assunzione di rappresentazioni alternative della realtà.

In riferimento al portafoglio della tabella 2, si presenteranno delle modalità di calcolo della massima perdita potenziale che partono da ipotesi diverse rispetto a quelle individuate dall'intermediario. In particolare, per la componente obbligazionaria si farà riferimento al metodo del *cash flow mapping*, per l'azionaria si adotterà il metodo delle simulazioni storiche, mentre per le opzioni si seguirà l'approccio alla Monte Carlo.

Ciò che preme rappresentare non è la bontà di un metodo rispetto all'altro, bensì i diversi risultati che si ottengono nel calcolo del VAR, a partire da ipotesi sottostanti ai modelli fra loro alternative. Si vuole porre in luce la necessità della consapevolezza da parte delle strutture di gestione del rischio di eventuali divergenze che si possono riscontrare nei risultati forniti da modelli fra loro diversi.

Per quanto esposto, anche alla luce dell'esempio riportato, ne consegue che la scelta delle ipotesi alla base del calcolo del VAR dovrebbe rappresentare un momento fondamentale nel processo di monitoraggio e controllo dei rischi, ad ogni livello della struttura aziendale a tale fine preposto.

### 5.1 Calcolo del VAR della componente obbligazionaria con il metodo del *cash flow mapping*

Il VAR calcolato nel capitolo precedente per la componente obbligazionaria si basava sul metodo della *Duration* modificata, ossia sull'ipotesi di spostamenti paralleli della curva dei tassi. L'ipotesi viene rimossa basando il calcolo del VAR sul metodo del *cash flow mapping* (J.P.Morgan, 1995). In breve si tratta di scomporre i flussi di cassa generati dai titoli obbligazionari in un portafoglio di titoli *zero coupon*, per creare successivamente - relativamente ad ogni titolo - delle posizioni equivalenti sulle

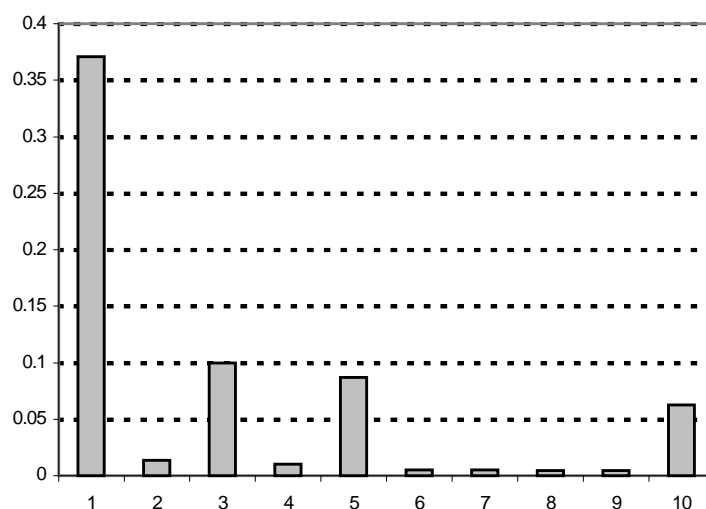
scadenze di tasso *standard* (uno, tre, sei, nove mesi,...) fornite da JP Morgan tramite canali telematici. I singoli flussi di cassa sono analizzati in maniera sequenziale: per ogni singolo flusso  $C(t,j)$  riferito al titolo  $j$  e alla scadenza  $t$ , vanno individuate le voci della struttura dei tassi standard contigue a  $t$ . Nel caso in cui  $t$  sia esattamente pari alla scadenza standard (esempio,  $t=$  un anno), il flusso di cassa viene interamente attribuito alla scadenza corrispondente e preservato dal *mapping*. In caso contrario, il flusso viene scomposto in due flussi,  $C(t-1,j)$  e  $C(t+1,j)$ , sulle scadenze che fanno parte dei tassi standard più prossimi alla scadenza  $t$ .

Per mantenere l'equivalenza del flusso originario  $C(t,j)$  si assume di preservare:

- a) uguale segno dei flussi risultanti dalla scomposizione rispetto a  $C(t,j)$ ;
- b) uguale valore di mercato della somma dei due flussi rispetto a  $C(t,j)$ ;
- c) uguale rischio di mercato, in termini di sensibilità della somma dei due flussi rispetto a  $C(t,j)$ .

La terza condizione è soddisfatta tramite il *Metodo Fisher-Weil* (per il quale i due flussi sono determinati in modo tale che la loro somma abbia *duration* modificata pari a quella del flusso originario), ovvero tramite il *Metodo RiskMetrics™*, adottato in queste pagine, secondo il quale deve essere preservata la volatilità di  $C(t,j)$ .

La scomposizione del valore attuale dei flussi derivanti dal subportafoglio obbligazionario è riportata nel grafico 5; in ascisse si trovano le scadenze *standard* adottate da JP Morgan<sup>27</sup>, nelle ordinate il valore attuale dei nuovi flussi.



**Grafico 5. Scomposizione dei flussi di cassa attualizzati derivanti dal subportafoglio obbligazionario**

Utilizzando i parametri riportati nell'appendice del capitolo e supponendo una correlazione unitaria tra le varie scadenze, si perviene ad un valore del VAR per tale

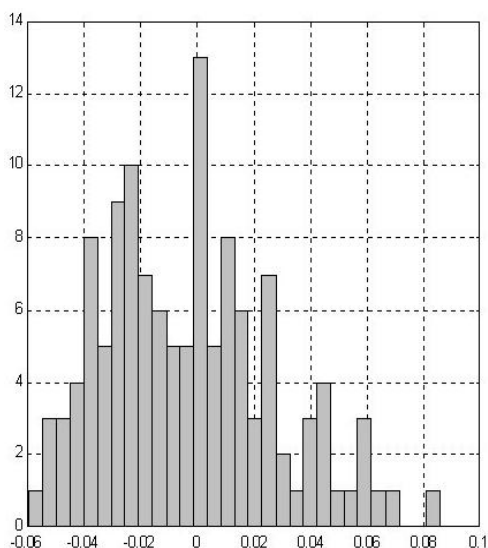
<sup>27</sup> Il significativo flusso sulla scadenza ad un anno deriva dai titoli a tasso variabile, la cui cedola può essere scomposta in due flussi di uguale grandezza, pari al valore nominale del capitale, di segno opposto l'uno rispetto all'altro, collocati il primo all'inizio del periodo di godimento della cedola ed il secondo alla scadenza (Cherubini - Della Lunga, 2000).

componente pari al 14,49% del relativo valore di mercato (dall'8,89% sotteso alle ipotesi adottate dall'intermediario). Si evidenzia che nel metodo del *cash flow mapping* non si tiene conto del *liquidity risk* cui sono esposti i CMB<sup>28</sup> e i RC. Di tale circostanza, all'interno del processo di gestione del rischio più volte accennato, è opportuno che il *management* sia consapevole al momento dell'adozione di tale metodologia.

## 5.2 Calcolo del VAR della componente azionaria mediante il metodo delle simulazioni storiche

Si rimuove l'ipotesi adottata dall'intermediario secondo la quale i rendimenti dell'azione Z si distribuiscono secondo una normale. In particolare, con il metodo delle simulazioni storiche si assume che la miglior stima della distribuzione dei rendimenti sia costituita dalla distribuzione empirica ottenuta dalle realizzazioni passate degli stessi.

Si ricorda che il metodo è descritto nel paragrafo 2.4; nel grafico 6 è riportata la distribuzione storica dei rendimenti dell'azione Z, registrati nel corso degli ultimi sei mesi. Il VAR risultante dalle elaborazioni effettuate risulta pari al 19,5% del totale del portafoglio azionario (dal 15,66% calcolato dalla banca).



**Grafico 6. Distribuzione storica dei rendimenti dell'azione Z**

## 5.3 Calcolo del VAR della componente in opzioni mediante il metodo Monte Carlo

Si rimuove l'ipotesi secondo la quale sussiste un legame funzionale tra la variazione del sottostante dell'opzione e il relativo premio come descritto dalla (13). La

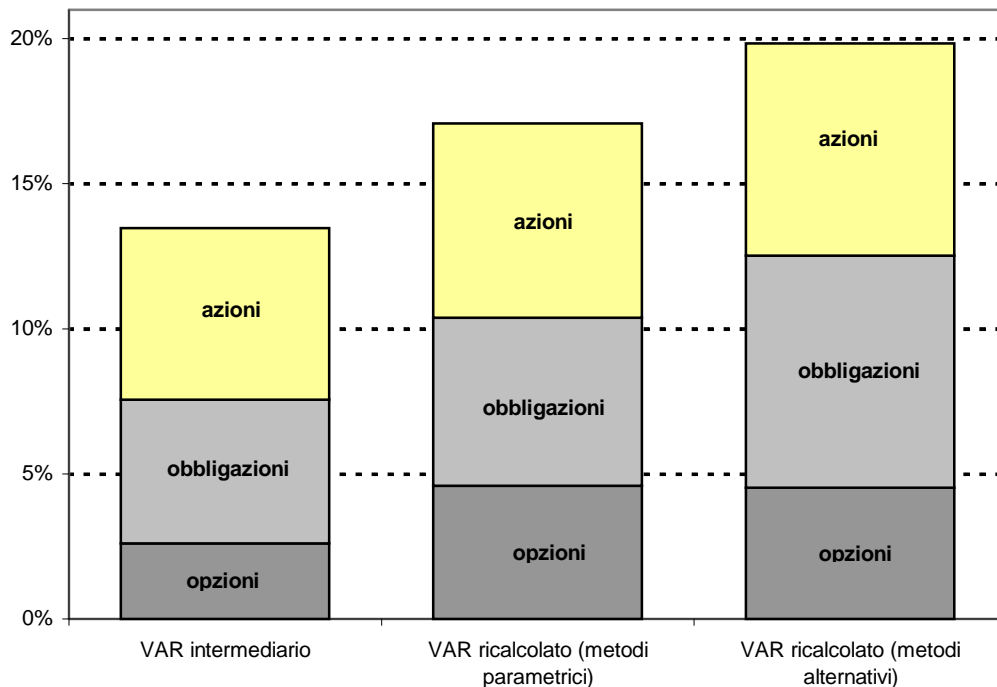
<sup>28</sup> Le modalità con cui sono trattati i CMB nel *mapping* sono indicate nella guida disponibile nel sito richiamato in nota 19, nel *download* della versione di prova. In sintesi, facendo rinvio a Hull (1998) per approfondimenti, in un mondo *forward risk neutral* rispetto a  $P(t,t+1)$  - prezzo di uno *zero coupon bond* che paga un'unità in  $t+1$  - il tasso *swap* atteso sulla scadenza  $t$  viene ricavato dal corrispondente tasso *swap forward* aggiustato dapprima da un fattore di convessità (per la non linearità della funzione che lega i *forward price* con i *forward yield*) e successivamente da un fattore di *timing* (per tenere conto del fatto che il tasso cedolare calcolato in  $t$  viene poi pagato in  $t+1$ ).

distribuzione della variazione del premio si stima mediante ripetute simulazioni della "traiettoria" seguita dal sottostante fino al termine dell' *holding period*. Si procede quindi al calcolo della massima perdita potenziale secondo quanto illustrato nel paragrafo 2.3. Per tale via, con la volatilità stimata nel paragrafo 4.3.2 si determina un VAR per il subportafoglio azionario che si attesta complessivamente al 61,77% del valore di mercato dei premi (dal 40,1% calcolato dal modello assunto dall'intermediario).

#### 5.4 Stima del VAR complessivo del portafoglio ottenuto mediante le ipotesi alternative

Ricordando che, al solito, si ipotizza perfetta correlazione positiva dei rendimenti delle attività finanziarie, si perviene ad un valore complessivo del VAR, con un intervallo di confidenza al 95% ed un *holding period* di dieci giorni, pari al 19,83% del totale del valore di mercato del portafoglio.

Il grafico 7 raffronta i tre diversi valori della massima perdita potenziale calcolati nei paragrafi precedenti; in particolare si ricorda che il "VAR intermediario" rappresenta la perdita potenziale elaborata dai modelli dell'intermediario, il "VAR ricalcolato (metodi parametrici)" tiene conto delle rettifiche apportate ai predetti modelli e il "VAR ricalcolato (metodi alternativi)" deriva dall'assunzione di ipotesi alternative a quelle sviluppate dall'intermediario.



**Grafico 7. Riepilogo e raffronto delle massime perdite potenziali calcolate nei capitoli 4 e 5**

Il *model risk* nella seconda accezione presentata si traduce per l'intermediario in ulteriori rischi di mercato gravanti sul portafoglio che assommano al 2,37% del valore dello stesso rispetto al VAR ricalcolato e al 6,35% rispetto ai risultati del proprio modello. È da rilevare che tra i tre scostamenti sussiste una differenza sostanziale. Infatti, tra il VAR dell'intermediario e il VAR revisionato la differenza sottende errori

del modello in cui l'intermediario è inconsapevolmente incorso. Invece, la differenza del valore a rischio tra VAR revisionato e VAR delle ipotesi alternative si riconduce a scelte tra modelli differenti, tra i quali l'intermediario deliberatamente e criticamente sceglie la propria procedura.

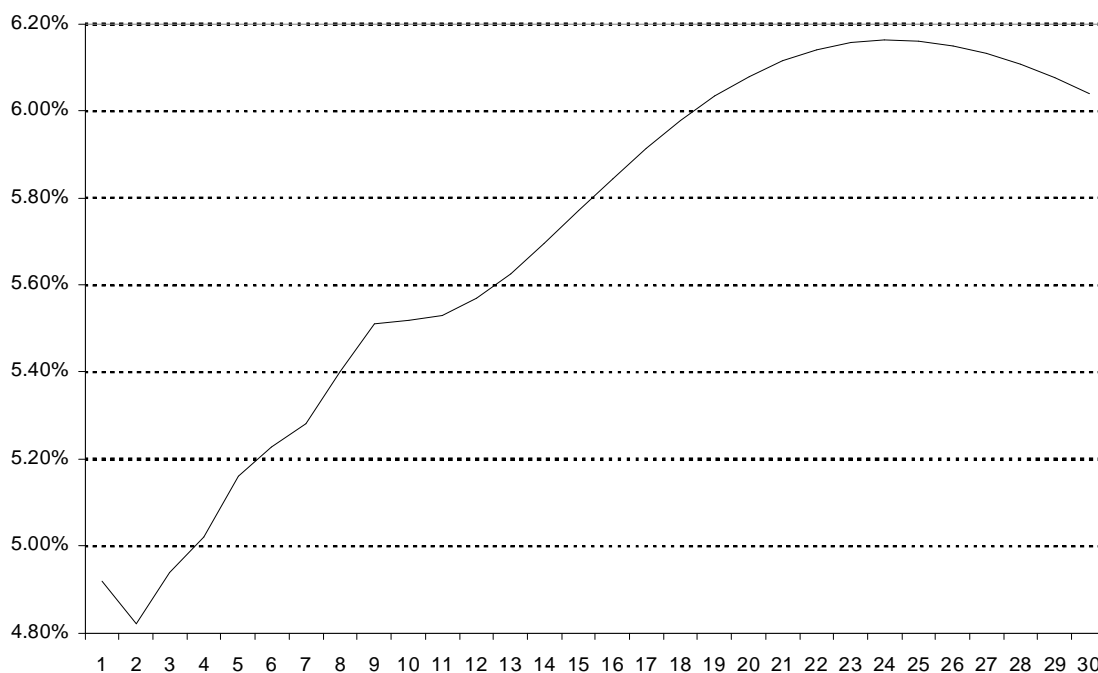
In entrambi i casi, comunque, al di là della semplice differenza numerica tra le tre stime del VAR, conseguenti allo specifico portafoglio presentato e alle ipotesi alternative adottate dall'autore, rileva l'impatto di scelte (ovvero di lacune) organizzative dell'intermediario sulla determinazione del valore a rischio.

Ne emerge ancora il chiaro legame tra requisiti qualitativi e quantitativi connesso all'utilizzo dei modelli interni.

## Appendice al capitolo 5

SCADENZA	VOL. PREZZO	VOL. TASSO
<i>un mese</i>	0.0018%	0.45%
<i>tre mesi</i>	0.0032%	0.26%
<i>sei mesi</i>	0.0079%	0.32%
<i>un anno</i>	0.0232%	0.49%
<i>due anni</i>	0.0695%	0.75%
<i>tre anni</i>	0.0968%	0.69%
<i>quattro anni</i>	0.1357%	0.71%
<i>cinque anni</i>	0.1603%	0.67%
<i>sette anni</i>	0.2015%	0.58%
<i>nove anni</i>	0.2171%	0.47%
<i>dieci anni</i>	0.2363%	0.46%
<i>quindici anni</i>	0.3369%	0.43%
<i>venti anni</i>	0.4619%	0.42%
<i>trenta anni</i>	0.8981%	0.50%

**Tabella 4.** Volatilità di prezzo e di tasso utilizzate nei capitoli 4 e 5.



**Grafico 8.** Tassi zero coupon per le scadenze riportate in ascisse.

## **Model risk: dal numero al processo**

### **6. La definizione di un processo per il governo del rischio**

Si è visto nelle pagine precedenti, segnatamente nel caso aziendale, come errori nella concezione del modello ovvero scelte inconsapevoli delle ipotesi alla base dello stesso possono esporre l'intermediario a rischi inattesi: la dotazione patrimoniale calcolata potrebbe essere inferiore a quella necessaria a fronteggiare i rischi, il *management* potrebbe essere indotto potenzialmente ad assumere decisioni allocative distorte, non orientate alla prudente gestione.

Il numero che rappresenta la massima perdita potenziale, come scaturisce dagli algoritmi sviluppati dall'intermediario, non è quindi da solo condizione sufficiente per fronteggiare i rischi di mercato. Per contro, appare ormai indubbio il vantaggio informativo di sintesi derivante dal VAR non solo a fini di Vigilanza, ma anche gestionali (in termini, per esempio, di *reporting* all'alta Direzione e agli organi amministrativi e di controllo).

Per conciliare le contrapposte esigenze, conferendo quindi utilità al modello statistico, appare necessario che l'utilizzo dello stesso si configuri come l'anello finale di una catena formata dai vari *step* di un definito processo di assunzione e gestione del rischio all'interno dell'azienda. In ciò si ritiene che risieda il maggior vantaggio dell'utilizzo di modelli statistici per il controllo del rischio di mercato.

La definizione di un tale processo dovrebbe scaturire dall'illustrazione del caso aziendale, dove l'adozione del VAR, tra l'altro, non era accompagnata da una consapevolezza critica del *management*.

Nel proporre una possibile articolazione del processo in esame, si ricorda preliminarmente come, in via generale, l'adozione dei modelli interni debba inserirsi entro i canoni dettati dalla normativa di Vigilanza, la quale (*cf.* capitolo 3) prevede, tra l'altro, l'integrazione con le strutture aziendali, la consapevolezza del *management* e la documentabilità formale delle procedure.

Nello specifico, poi, si ritiene che tale processo debba articolarsi su due definiti livelli. Innanzitutto si ritiene che vadano assunte necessarie formalizzazioni procedurali per minimizzare le debolezze statistico-quantitative dei modelli. Il secondo livello, invece, dovrebbe consentire agli organi aziendali di acquisire massima consapevolezza del funzionamento dei modelli interni, dotandosi degli strumenti necessari a tale fine. Ciò per acquisire conoscenza delle limitazioni ad essi sottese, per essere in grado di interpretare i *report* prodotti dalle unità a ciò deputate e per assumere le conseguenti azioni di governo del rischio.

I vari *step* del processo organizzativo proposto scaturiscono da riflessioni dell'autore, da un'esperienza operativa (Derman, 1996), dalla lettura delle "Istruzioni di Vigilanza per le banche" (Banca d'Italia, 2000), da alcune *guide line* predisposte dalla Fed (2001) e da interessanti considerazioni espresse al proposito dalla Oesterreichische Nationalbank (1999,3).



- a) Si ritiene che preliminarmente vada condotta un'analisi "statica" o classificatoria del portafoglio titoli, con attenzione particolare ai profili di *pricing* e ai fattori di rischio che gravano sugli stessi. Poiché l'innovazione finanziaria rappresenta un tratto caratteristico dei mercati finanziari e delle operazioni di *trading*, è fondamentale l'analisi prospettica dei nuovi mercati, ovvero dei nuovi prodotti verso i quali l'intermediario intende rivolgersi, valutando l'adeguatezza degli strumenti e la preparazione tecnica delle risorse umane a propria disposizione. Con riferimento ai singoli strumenti finanziari andranno accuratamente analizzati gli eventuali effetti moltiplicativi della rischiosità indotti dalla presenza di *leverage* finanziario. L'analisi del portafoglio titoli potrà essere utilmente corredata da una relazione circa l'attività svolta prevalentemente dall'intermediario sui mercati domestici ed esteri per cogliere le specializzazioni operative su cui maggiormente prestare attenzione.
- b) Dall'analisi della propria operatività va accertato dall'intermediario che tutti i flussi finanziari derivanti dalla totalità delle transazioni siano integralmente e tempestivamente ricondotti entro il modello statistico (soprattutto in relazione ai contratti derivati).
- c) Verificata la completezza dei dati andranno elaborate le forme funzionali del modello con le relative procedure di risoluzione delle relazioni in esso contenute. È opportuno che l'analisi sia focalizzata sugli elementi di maggiore rilievo: andranno esplicitate le ragioni alla base della scelta di un metodo piuttosto che di un altro, le modalità con cui viene effettuato il *cash flow mapping*<sup>29</sup>, i metodi con cui si tiene in considerazione il *liquidity risk* per alcune posizioni, gli effetti della sensibilità per le opzioni esotiche che presentano un *payoff* non monotono, le modalità di gestione di prodotti finanziari innovativi, le serie storiche di riferimento e la relativa lunghezza, le modalità e la frequenza temporale di aggiornamento delle stesse (se superiore ai vincoli normativi). È necessaria poi un'adeguata riflessione sull'opportunità di adottare modelli di *pricing* innovativi sensibilmente discosti dagli standard utilizzati dal mercato.
- d) In relazione alla definizione matematica del modello sopra ricercata, si dovrà prospettare un *set* di alternative per la scelta definitiva da parte del *management*. Ogni alternativa dovrà essere caratterizzata da un diverso *trade off* tra complessità del modello ed intelligibilità dello stesso da parte degli organi e delle unità operative aziendali. L'intelligibilità e quindi la semplificazione dello stesso andranno ricondotte alla possibilità di elaborare il modello in tempi non eccessivamente lunghi ed onerosi.
- e) Andranno definite accuratamente le procedure per la valorizzazione delle variabili indipendenti rispetto ai dati di mercato, soprattutto per quelle il cui valore non è direttamente osservabile sul mercato: un'attenzione particolare dovrà essere riservata ai metodi utilizzati per il calcolo della volatilità di ciascun fattore di rischio, esplicitando chiaramente il metodo utilizzato per la volatilità storica (ad esempio, il metodo *unweighted* oppure *exponential weighted*<sup>30</sup>). Per ogni approccio vanno esplicitate la robustezza ovvero i punti di debolezza dello stesso, al fine di consentire al *management* di scegliere con consapevolezza tra i

---

<sup>29</sup> Cfr. paragrafo 5.1

<sup>30</sup> Cfr. paragrafo 4.3.2.

vari metodi. Particolare cura dovrà essere riservata alla *yield curve* che entra nel VAR due volte: come sorgente di fattore di rischio sulle varie scadenze e come parametro per la valutazione degli *asset*. Saranno documentate le modalità di scelta della stessa, di estrapolazione e del calcolo dei *credit spread* per tener conto del rischio afferente ad emittenti diversi.

- f) Formalizzato il modello e definiti i dati di *input*, è opportuna la verifica della completezza e della correttezza dei dati che alimentano gli algoritmi. È necessario definire nel dettaglio le modalità di acquisizione dei dati con riferimento al grado di automaticità ovvero manualità. Si individueranno le strutture deputate alla fornitura dei dati (*back, front* ovvero *middle office*) e gli eventuali *information provider* verso i quali tali strutture si rivolgono. Andrà inoltre formalizzato come si affrontano i casi di dati mancanti nelle serie storiche (soprattutto per i titoli illiquidi).
- g) L'implementazione del modello delle procedure informatiche dovrà avvenire nella più ampia integrazione con le altre procedure aziendali (per esempio, con le procedure della negoziazione, della funzione di *Internal Auditing*, ovvero con il *reporting system* alla direzione e agli organi aziendali). Appare utile che l'attività dei programmatori, ovvero nel caso di *software* di terze parti degli amministratori del sistema, avvenga con la stretta collaborazione degli analisti finanziari, ovvero con l'unità di *risk controlling*, responsabile della definizione del modello.
- h) Lo stesso utilizzo del modello deve essere subordinato al *backtesting* e a prove di *stress* secondo gli schemi individuati dalla normativa di vigilanza<sup>31</sup>. In particolare il *backtesting* dovrà riguardare inizialmente i modelli di *pricing* alla base del VAR e quindi il modello statistico complessivamente considerato. Inoltre, è necessario che vengano formalizzate e documentate le procedure secondo le quali il *backtesting* viene condotto: a tale proposito andrà preliminarmente specificato se il VAR testato è quello indicato dalla normativa di Vigilanza ovvero un'altra misura individuata dal *management*. Le eccezioni risultanti dal *backtesting*<sup>32</sup> devono trovare una specifica modalità di trattazione da parte dell'intermediario, soprattutto per quanto concerne l'informativa agli organi aziendali.
- i) Il rilascio dei modelli agli utenti finali e agli addetti dell'*Internal Auditing* dovrà essere contestuale ad un'adeguata formazione, che potrà risultare dalla formalizzazione documentale richiesta dalla normativa.

Con riferimento agli organi di vertice aziendale, invece, appare opportuno che il processo in parola si sviluppi secondo i punti di seguito delineati.

- 1) In qualità di responsabile ultimo della gestione del rischio, il *management* dovrebbe curare che i punti sopra delineati vengano percorsi dall'unità di *risk control*, ovvero dagli analisti che li elaborano. È opportuno che siano formalizzate le responsabilità di ciascuno nel processo in esame, che siano

<sup>31</sup> Cfr. paragrafo 3.2

<sup>32</sup> Al riguardo, cfr. Oesterreichische Nationalbank (1999,5).

individuate gli ambiti operativi di chi sviluppa il modello e dell'unità che lo convalida. È necessario inoltre che gli organi di vertice si accertino dell'effettiva impossibilità per gli utilizzatori (tipicamente i *traders*) di manipolare i modelli, di alterare gli stessi per accomodare posizioni in perdita: la revisione del modello andrà pertanto puntualmente regolamentata.

- 2) Gli organi aziendali dovrebbero essere consapevoli del funzionamento complessivo del modello, dei relativi punti di forza e di debolezza, assicurando la scelta tra i *trade-off* illustrati alla lettera d). Più opportunamente, potrebbe a tal fine essere costituito un comitato cui partecipano solo alcuni elementi del vertice aziendale, in possesso del relativo *know-how*, supportati dalla Direzione e dall'unità di *risk control*. In molti casi può essere conveniente acquisire il giudizio di esperti esterni che, in forma di contraddittorio, si affianca alle valutazioni svolte dagli organi interni di convalida del modello.
- 3) Il *management* deve assicurarsi un esteso ed efficiente *reporting system* in base a predeterminate scadenze. È assai opportuno che venga chiaramente individuata l'origine aziendale dei *report*, possibilmente prodotti dall'unità di *Internal Auditing* e non dalle strutture di *trading* o di *front office*. La struttura della reportistica, inoltre, deve essere chiara per l'assunzione di tempestive decisioni. Risultano utili incontri periodici predefiniti, anche a livello di comitato, per l'analisi nel tempo del funzionamento del modello. Con la stessa periodicità, inoltre, può essere utile la rivasitazione periodica delle ipotesi alla base dei modelli con l'analisi degli scostamenti in termini di VAR tra un sistema di ipotesi e l'altro.
- 4) La fissazione dei limiti operativi per le unità di *trading* dovrebbe essere condotta dal *management* in sintonia con lo schema del VAR adottato; il rispetto dei limiti prefissati deve essere costantemente verificato tramite il ricorso all'*Internal Auditing*.
- 5) È opportuno, infine, che il vertice aziendale acquisisca dall'unità organizzativa deputata ai controlli una dettagliata relazione informativa circa il funzionamento del modello all'avvio operativo dello stesso. Massima attenzione dovrà essere prestata alle opinioni e ai suggerimenti degli utilizzatori finali degli stessi che sono a più stretto contatto con il mercato.

Inoltre per gli intermediari che intendono avvalersi dei modelli interni per il calcolo dei requisiti di mercato, parallelamente alla definizione di un processo aziendale, si sviluppa anche il “processo della Vigilanza”. Con ciò si fa riferimento alle modalità con cui l'Autorità di controllo procede all'esame dell'istanza dell'intermediario e segue nel tempo il permanere dei requisiti statistici ed organizzativi del modello autorizzato. A tale proposito, con riferimento all'unica esperienza italiana, la Banca d'Italia rileva che “sul piano del metodo, gli incontri con i responsabili delle funzioni interessate (unità operative, controllo dei rischi, revisione interna, organizzazione e sistemi informativi) consentono di approfondire gli aspetti quantitativi ed organizzativi. È richiesto un forte coinvolgimento dei revisori interni nella valutazione della funzionalità complessiva dei controlli”<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> Banca d'Italia, 2001, pag. 336

Ad un'attenta lettura il breve ma significativo passo della Relazione del Governatore per l'anno 2000 individua come *step* di assoluto rilievo nel "processo della Vigilanza" il confronto critico con l'intermediario, da realizzarsi mediante incontri settoriali con le funzioni che intervengono nel "processo aziendale" sopra descritto. Tali incontri sono finalizzati non solo all'analisi statistico-quantitativa del modello, ma anche agli assetti organizzativi aziendali, con particolare riferimento all'affidabilità operativa offerta dell'unità di controllo.

Ne consegue che la validazione del modello statistico da parte della Vigilanza va oltre la verifica delle proprietà statistico-quantitative dei modelli. Nella verifica dei requisiti quantitativi, la validazione diventa implicitamente anche validazione del processo organizzativo aziendale.

Con intensità minore le considerazioni espresse valgono anche per le banche che si servono del VAR a fini gestionali, acquisendo il più delle volte il *software* da terzi: *"For institutions using an externally developed or out-sourced risk measurement model, the model may be used for risk-based capital purposes provided it complies with the requirements of the market-risk rules, management fully understands the model, the model is integrated into the institution's daily risk management, and the institution's overall risk-management process is sound"* (Fed, 2001).

In ultima analisi si ritiene che proprio nella necessità primaria di definire un dettagliato, puntuale ed efficiente processo organizzativo di gestione del rischio risieda il vero valore aggiunto dell' approccio basato sui modelli interni rispetto all' approccio standard. Processo che trova nel tempo continua verifica da parte dell' Autorità di Vigilanza deputata alla validazione (ovvero nell' unità di controllo aziendale se l' intermediario si affida al metodo *standard*).

Efficacemente afferma Jorion (1997): *"The main benefit of VAR is that it imposes a process on the firm: by computing VAR, the firm is forced to think about risk in ways that it was not doing before [...]. The greatest benefit of VAR lies in the imposition of a structured methodology for critically thinking about risk. Institutions that go through the process of computing their VAR are forced to confront their exposure to financial risks and to set up a proper risk management function"*.

La tesi espressa si adatta particolarmente al sistema bancario nazionale, per il quale non si ravvisa attualmente la stringente necessità di ridurre l' assorbimento patrimoniale mediante una più efficiente misurazione dei rischi di mercato<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup> Infatti nell'anno 2000: "i requisiti patrimoniali a fronte dei rischi di mercato calcolati su base individuale hanno rappresentato meno del 4 per cento del patrimonio di vigilanza [per confronto, i rischi di credito hanno rappresentato il 56,22% del patrimonio di vigilanza]; una quota crescente, prossima all'1 per cento, è coperta dai prestiti subordinati di terzo livello. I rischi riferiti ai titoli di debito sono in diminuzione (dal 2,2 all'1,9 per cento del patrimonio di vigilanza); in crescita invece quelli riferiti ai titoli di capitale (dallo 0,5 allo 0,9 per cento). L'incidenza delle altre tipologie di rischio [ossia di posizione, di regolamento, di controparte e di cambio], pari allo 0,8 per cento del patrimonio di vigilanza, appare modesta" (Banca d'Italia, 2001, pag. 324).

## 7. Conclusioni

Nel febbraio 2000 la Banca d'Italia ha introdotto anche nel nostro Paese la possibilità per gli intermediari di ricorrere ai modelli interni per il calcolo della dotazione patrimoniale necessaria a fronteggiare i rischi di mercato. Tale possibilità, alternativa al metodo *standard*, era contenuta nella modifica dell'Accordo di Basilea del 1996.

Sebbene allo stato attuale sia assai limitato il numero di intermediari che ricorrono ai modelli interni per il calcolo del requisito, cionondimeno la maggioranza degli stessi negli ultimi anni ha sostenuto investimenti per dotarsi dei modelli di tipo VAR, utilizzati a scopi gestionali e non strettamente di Vigilanza (capitolo 1).

L'utilizzo dei modelli in parola, sinteticamente descritti nel capitolo 2, può tuttavia originare fenomeni di *model risk*. Con ciò si fa riferimento all'insieme dei difetti (errori) nella concezione e nell'implementazione dei modelli statistici, ovvero all'incapacità degli organi aziendali di comprendere le assunzioni e le limitazioni sottese ad ogni modello utilizzato. Il *model risk* potrebbe condurre ad una dotazione patrimoniale inferiore a quella necessaria per i rischi effettivamente sopportati dalla banca, ovvero indurre scelte allocative non improntate ad una prudente gestione.

Al riguardo, per quanto non direttamente contemplato, la normativa di Vigilanza (capitolo 3) prevede requisiti quantitativi e qualitativi per fronteggiare tale forma di rischio, secondo un rapporto tra essi di stretta complementarità. In particolare, è consolidato il principio secondo il quale il mero rispetto di requisiti statistici non è condizione sufficiente per preservare la banca dai rischi di mercato.

Entro tale contesto, nei capitoli 4 e 5 si è illustrato un caso aziendale di esposizione al *model risk* relativo ad un intermediario che utilizza la modellistica VAR a fini gestionali. Nello specifico, nel capitolo 4, si sono presentati i difetti strutturali connessi allo sviluppo del modello (in termini di errata trattazione di alcuni strumenti finanziari, ovvero di errate ipotesi assunte a fondamento dei modelli). Nel capitolo 5 sono state invece evidenziate le differenze in termini di massima perdita potenziale derivanti da modelli alternativi a quelli adottati dallo stesso intermediario: circostanza non sufficientemente considerata dagli organi di governo aziendale.

Dall'analisi della normativa di Vigilanza e dal caso presentato emerge la necessità che, per minimizzare l'esposizione al *model risk*, l'utilizzo dei modelli statistici costituisca l'ultimo *step* di un predefinito processo aziendale di assunzione e gestione del rischio. Nel sesto e ultimo capitolo si è illustrato quindi un possibile percorso per strutturare il "processo del rischio". Segnatamente, lo stesso è stato articolato su due livelli. Il primo concerne le unità preposte alla definizione e all'implementazione dei modelli; il secondo invece attiene direttamente agli organi aziendali responsabili in ultima istanza dell'assunzione del rischio. Se l'intermediario utilizza i modelli interni a fini di Vigilanza, si sviluppa anche il "processo della Vigilanza", ossia la fase di validazione del modello, che richiede, oltre all'analisi delle proprietà quantitative del modello da parte dell'Organo di Vigilanza, anche la verifica dell'affidabilità organizzativa dell'intermediario stesso.

Si ritiene che proprio la necessità di associare un processo del rischio all'utilizzo dei modelli statistici sia il vero valore aggiunto dalla modellistica VAR ed uno dei

principali motivi per il quale le autorità di vigilanza a livello internazionale vedono con favore l'abbandono del metodo *standard* a vantaggio della diffusione dei modelli interni.

La tesi sostenuta si adatta particolarmente al sistema bancario nazionale, per il quale non appare stringente la necessità di ridurre l'assorbimento patrimoniale mediante una più efficiente misurazione dei rischi di mercato.

## Bibliografia

- Banca d'Italia, Circolare n. 229 del 21 aprile 1999 (Fascicolo "Istruzioni di vigilanza per le banche") - 3° aggiornamento dell'11 febbraio 2000. Modifica della normativa sui requisiti patrimoniali di vigilanza, *Bollettino di Vigilanza*, 2.
- Banca d'Italia, *Relazione Annuale*, Roma, maggio 2001.
- Bangia, A., F.X. Diebold, T. Shuermann and J.D. Stroughair, "Modeling Liquidity Risk", *Risk* 12, January 1999.
- Bazzana F., "I modelli interni per la valutazione del rischio di mercato secondo l'approccio del *Value at Risk*", *Alea Tech Report* 11, Università degli Studi di Trento, Giugno 2001 (disponibile anche all'indirizzo <http://www.aleaweb.org/techalea.nsf>).
- Butler C., *Mastering Value at Risk*, ed. Financial Times Prentice Hall, 1999.
- Cherubini U., Della Lunga G., *Il rischio finanziario*, Mc Graw-Hill, 2000.
- Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria, *Amendment to the capital accord to incorporate market risks*, Basilea, gennaio 1996.
- Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria, *Overview of the amendment to the capital accord to incorporate market risks*, Basilea, gennaio 1996.
- Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria, *Supervisory framework fo the use of "backtesting" in conjunction with the internal models approach to market risk capital requirements*, Basilea, gennaio 1996.
- Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria, *Accordo internazionale sulla valutazione del patrimonio e sui coefficienti patrimoniali*, Basilea, luglio, 1998.
- Cosandey D., "Adjusting value-at-risk for market liquidity", *Risk* 10, ottobre 2001.
- Cox J.C., Ingersoll J.E. jr., Ross S.A., "A Theory of the Term Structure of Interest Rates", *Econometrica* 53, (1985).
- Cumming C., Hirtle B.J., "The Challenges of Risk Management in Diversified Financial Companies", *Federal Reserve Bank of New York Policy Review*, Marzo 2001.
- Derman E., "Model Risk", *Quantitative Strategies Research Notes*, Goldman Sachs, Aprile 1996.
- Dowd, K., *Beyond Value at Risk: the New Science of Risk Management*, ed. John Wiley & Son, 1998.
- Federal Reserve System (Fed), *Trading and Capital-Markets Activities Manual*, Supplement 5 e precedenti, Aprile 2001.
- Filagrana M., "Le obbligazioni strutturate nel mercato italiano: principali tipologie e problematiche di valutazioni e di rischio", *Alea Tech Report* 9, Università

- degli Studi di Trento, Marzo 2000 (disponibile anche all'indirizzo <http://www.aleaweb.org/techalea.nsf>).
- Hull J., *Options, Futures and other derivatives Securities*, 4<sup>th</sup> Edition, Prentice - Hall International Inc, 1998.
- J.P. Morgan e Reuters, *RiskMetrics™ - Technical documents*, IV ed. J.P. Morgan, New York 1996.
- J.P. Morgan, *RiskMetrics Technical Manual*, New York, J.P. Morgan Bank, 1995.
- Jorion P., "The Jorion-Taleb Debate", in <http://www.derivativesstrategy.com>. Aprile 1997.
- Le Saout E., "Incorporating Liquidity Risk in Var Models", *Université de Rennes*, Preliminary Version, Gennaio 2001.
- Manganelli S., Engle R., "Value at Risk Models in Finance", Banca Centrale Europea, *Working paper n. 75*, Agosto 2001.
- Oesterreichische Nationalbank, *Guidelines on Market Risk, Volume 3. Evaluation of Value at Risk Models*, Oesterreichische Nationalbank, Vienna 1999.
- Oesterreichische Nationalbank, *Guidelines on Market Risk, Volume 5. Stress testing*, Oesterreichische Nationalbank, Vienna 1999.
- Pacati C., "La valutazione dei constant maturity bond", *Quaderni n.310*, Università degli Studi di Siena, novembre 2000.
- Rahl L., Esseghaier Z., "Measuring Financial Risk in the 21st Century", *Bank Accounting and Finance*, primavera 2000.



## Collana ALEA Tech Reports

- Nr.1 F. Sguera, *Valutazione e copertura delle opzioni binarie e a barriera*, Marzo 1999.
- Nr.2 A. Beber, *Introduzione all'analisi tecnica*, Marzo 1999.
- Nr.3 A. Beber, *Il dibattito su dignità ed efficacia dell'analisi tecnica nell'economia finanziaria*, Marzo 1999.
- Nr. 4 L. Erzegovesi, *Capire la volatilità con il modello binomiale*, Luglio 1999.
- Nr. 5 G. Degasperì, *La dinamica delle crisi finanziarie: i modelli di Minsky e Kindleberger*, Agosto 1999
- Nr. 6 L. Erzegovesi, *Rischio e incertezza in finanza: classificazione e logiche di gestione*, Settembre 1999
- Nr. 7 G. Degasperì, L. Erzegovesi, *I mercati finanziari come sistemi complessi: il modello di Vaga*, Settembre 1999.
- Nr.8 A.Beber e L.Erzegovesi, *Distribuzioni di probabilità implicite nei prezzi delle opzioni*, dicembre 1999.
- Nr.9 M.Filagrana, *Le obbligazioni strutturate nel mercato italiano: principali tipologie e problematiche di valutazione e di rischio*, marzo 2000.
- Nr.10 A.Beber, *Determinants of the implied volatility function on the Italian Stock Market*, marzo 2001.
- Nr.11 F.Bazzana, *I modelli interni per la valutazione del rischio di mercato secondo l'approccio del Value at Risk*, giugno 2001.
- Nr.12 M.Bee, *Mixture models for VaR and stress testing*, giugno 2001.
- Nr.13 M.Bee, *Un modello per l'incorporazione del rischio specifico nel VaR*, gennaio 2002.
- Nr.14 L.Erzegovesi, *VaR and Liquidity risk. Impact on Market Behaviour and Measurement Issues*, febbraio 2002.
- Nr.15 M.Filagrana, *Il model risk nella gestione dei rischi di mercato*, febbraio 2002.

I Tech Reports possono essere scaricati gratuitamente dal sito di ALEA: <http://www.aleaweb.org>.