

ALEA

Tech Reports

Rischio e incertezza in finanza:
classificazione e logiche di gestione

Luca Erzegovesi

Tech Report Nr. 6
Settembre 1999

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

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.

Luca Erzegovesi (*)

Rischio e incertezza in finanza: classificazione e logiche di gestione

Abstract

Il paper si propone di inquadrare i principali approcci elaborati dalla teoria e dalla prassi operativa per definire, misurare e controllare i fenomeni aleatori che interessano gli intermediari finanziari. Nella prima parte si propone uno schema di classificazione dei fenomeni aleatori, basata sulla contrapposizione tra rischio, prezzato secondo le teorie del CAPM e dell'arbitrage pricing, e aleatorietà endogena, o incertezza, affrontata secondo approcci e visioni più eclettiche quali l'analisi tecnico-grafica e la teoria dei sistemi complessi. Si sottolinea come l'aleatorietà endogena sia prodotta dall'interazione riflessiva tra variazioni dei prezzi, attese e intervento degli operatori sul mercato. A ciascuna tipologia di alea individuata si cerca infine di abbinare il corretto approccio gestionale. Il paper ripropone, con lievi modificazioni, un lavoro non pubblicato dell'autore del 1992.

(*) Professore ordinario di Gestione finanziaria e valutaria, Università di Trento.
Direttore di ALEA, Centro di ricerca sui rischi finanziari.

Indice

1 - Introduzione	1
2 - I principali modelli di analisi dei fenomeni aleatori	3
2.1 <i>L'analisi del rischio nella teoria della finanza</i>	4
2.2 <i>I modelli basati sulla massimizzazione dell'utilità attesa</i>	5
2.3 <i>I modelli basati su processi stocastici e logiche di arbitraggio.....</i>	9
2.3.1 <i>Gli strumenti derivati collegati al prezzo di un asset negoziabile</i>	12
2.3.2 <i>Gli strumenti collegati a fattori diversi da prezzi negoziabili.....</i>	18
2.4 <i>Limiti dei modelli "di portafoglio".....</i>	27
2.5 <i>I fattori endogeni di rischio. I limiti dell'ipotesi di random walk.....</i>	28
2.6 <i>La teoria della riflessività.....</i>	28
2.7 <i>L'analisi tecnica dei mercati finanziari</i>	31
2.8 <i>Un modello degli stati di mercato.....</i>	35
3 - Uno schema di classificazione dei fenomeni aleatori	41
3.1 <i>Il rischio idiosincratico non correlato.....</i>	42
3.2 <i>Il rischio idiosincratico correlato.....</i>	42
3.3 <i>Il rischio sistematico esogeno.....</i>	43
3.4 <i>Il rischio sistematico endogeno (o comportamentale).....</i>	45
3.5 <i>L'incertezza</i>	45
4 - Conclusioni.....	47
Bibliografia	49

1 - Introduzione¹

Nel corso degli anni ottanta, il modo di misurare e di controllare il rischio nell'attività di intermediazione finanziaria è cambiato radicalmente. Si è passati da una visione del problema *parziale*, in quanto centrata sui rischi di credito e di liquidità, e *semplice*, quanto a tecniche di misurazione, ad un'impostazione tendenzialmente *esaustiva* ed *analitica*, basata sulla rilevazione articolata e precisa delle principali componenti di rischio. Questo nuovo approccio si è diffuso di pari passo con i modelli di gestione integrata dell'attivo e del passivo e con l'affinamento dei dispositivi di Vigilanza prudenziale in materia di rischio di mercato².

L'obiettivo di questo studio è quello di razionalizzare e confrontare i principali approcci elaborati dalla teoria e dalla prassi operativa ai fini della rappresentazione concettuale, della misurazione, della gestione e del controllo dei fenomeni aleatori che incidono sui risultati degli intermediari finanziari. La trattazione si sviluppa secondo questi passi logici:

- nella prima parte si propone uno schema di classificazione dei fenomeni aleatori, basata sulla contrapposizione tra rischio, valutato secondo la teoria finanziaria classica fondata sul *CAPM* e sull'*arbitrage pricing*, e aleatorietà endogena, o incertezza, affrontata secondo approcci e visioni più eclettiche quali l'analisi tecnico-grafica e la teoria dei sistemi complessi; si sottolinea come l'aleatorietà endogena sia prodotta dall'interazione riflessiva tra variazioni dei prezzi, attese e intervento degli operatori sul mercato.
- nella seconda parte si collocano all'interno del suddetto schema i rischi tipici dell'intermediazione finanziaria, cercando di abbinare a ciascuna tipologia di rischio il corretto approccio gestionale.

L'analisi svolta è inoltre propedeutica rispetto all'esame di problematiche cruciali inerenti la gestione finanziaria degli intermediari, cui si accenna nelle conclusioni.

Sebbene l'analisi miri a costruire un modello di riferimento applicabile all'intero spettro delle forme di intermediazione finanziaria, la trattazione è incentrata su concetti e teorie che sono nati per interpretare e gestire l'operatività sui mercati di attività negoziabili. Di conseguenza, tra i rischi che interessano la gestione finanziaria la trattazione privilegia quelli che sono normalmente definiti "di mercato". Tuttavia, l'impianto concettuale proposto fornisce spunti significativi per analizzare l'attività di intermediazione creditizia.

¹ Il presente *paper* ripropone, con lievi modificazioni, un lavoro dell'autore del 1992 diffuso come manoscritto col titolo *Il trattamento del rischio nei modelli di governo dei risultati degli intermediari finanziari; uno schema concettuale*. Si è ritenuto di pubblicarlo in questa collana quale "manifesto" delle idee che sarebbero state sviluppate in seguito nell'attività di ricerca di ALEA. I contenuti e i riferimenti bibliografici rispecchiano lo stato delle conoscenze in materia di *risk management* che caratterizzava in Italia gli studi di economia degli intermediari finanziari all'inizio degli anni novanta. Un ringraziamento particolare va a Nicola Rovea che si è fatto carico del non facile lavoro di *editing* del documento originario. Resta comunque dell'autore la responsabilità di errori e inesattezze.

² Per una classificazione dei rischi che interessano l'attività di intermediazione creditizia si veda Gualandri (1991:36-57); Forestieri e Mottura (1990:144-160).

L'intento della trattazione è duplice. Da un lato, si dimostra che la scelta del modo appropriato di gestire il rischio è contingente a elementi di contesto, come le fasi evolutive dei cicli macrofinanziari, la filosofia d'intervento degli organi di controllo e le regole di comportamento dei mercati. Dall'altro, si propongono spunti utili al fine di elaborare criteri corretti di scelta tenendo conto dell'interdipendenza tra i diversi profili di rischio e tra questi e i risultati gestionali.

2 - I principali modelli di analisi dei fenomeni aleatori

La visione che i partecipanti al mercato si fanno dei fenomeni aleatori condiziona in modo determinante i loro comportamenti. La rappresentazione del rischio e dell'incertezza e le regole di condotta messe a punto per fronteggiarne la manifestazione prendono forma sotto l'influsso di svariati fattori. Tra questi ha sempre avuto un peso determinante l'esperienza operativa acquisita. Ad esempio, il gestore di un portafoglio obbligazionario dopo qualche anno di attività si fa un'idea della ricorrenza e dell'ordine di grandezza delle possibili variazioni dei tassi e dei prezzi. Le sue strategie di comportamento si affinano nel tempo in considerazione della capacità di prevedere i movimenti sfavorevoli del mercato, dell'agilità di manovra con cui sente di poter modificare la posizione gestita, dell'entità delle perdite possibili e di quelle massime sopportabili, in rapporto al rendimento medio sperato. Un gestore di consumata esperienza ha una percezione diversa dei rischi, e dei propri margini di manovra rispetto ad essi, a seconda del contesto di mercato, interpretando strategie diverse in una fase di rialzi euforici rispetto ad una situazione dominata da un sentimento pessimista con scambi rarefatti.

Fino alla prima metà degli anni settanta l'approccio operativo al rischio in finanza si basava su visioni del mondo modellate dall'intuito e dall'esperienza. Per contro, nell'ultimo ventennio la visione del problema è stata rivoluzionata in seguito alla diffusione, a livello operativo, di metodologie fondate sui modelli di equilibrio dei prezzi delle attività elaborati dagli economisti finanziari. Questo processo di apprendimento ha senz'altro contribuito alla crescita culturale del mercato, ed ha aperto la strada ad una serie di innovazioni di prodotto (si pensi al formidabile sviluppo dei mercati degli strumenti derivati) e di processo (come le tecniche quantitative per la gestione di portafogli mobiliari). Peraltro, l'applicazione meccanica e inconsapevole di tali metodologie ha prodotto effetti destabilizzanti sul mercato: le regole d'azione ricavate dai modelli, pur intese a governare i fattori di rischio giudicati dominanti, hanno dato origine a comportamenti che hanno trascurato altre cause di volatilità ignorate dagli schemi teorici³, contribuendo ad esasperarne gli effetti.

La rassegna teorica presentata nei paragrafi da 2.1 a 2.6 riprende i concetti fondamentali di rischio e incertezza e mette in luce i presupposti e la *ratio* dei modelli di determinazione dei prezzi di equilibrio in mercati mobiliari efficienti. Si richiamano i criteri canonici per misurare il rischio rilevante in finanza e per dargli un prezzo. Dalla trattazione si conclude che i modelli in questione sono idonei a rappresentare e a gestire soltanto una parte dei fenomeni aleatori che interessano la gestione degli intermediari, e soltanto in particolari condizioni di mercato.

³ Lo stesso concetto è espresso nelle note conclusive della *Teoria generale* di Keynes: "... le idee degli economisti e dei filosofi politici, così quelle giuste come quelle sbagliate, sono più potenti di quanto comunemente si ritenga. Gli uomini della pratica, i quali si credono affatto liberi da ogni influenza intellettuale, sono spesso gli schiavi di qualche economista defunto ... Sono le idee, non gli interessi costituiti, ad essere pericolose sia in bene che in male" Keynes (1936:554), citato in Minsky (1992:3), in un intervento sull'instabilità del sistema finanziario degli Stati Uniti nel corso degli anni ottanta.

2.1 L'analisi del rischio nella teoria della finanza

I concetti di rischio e di incertezza in finanza e, più in generale, nelle scienze sociali, si ricollegano alla possibilità di eventi non esattamente prevedibili, suscettibili di far variare in modo inatteso i risultati di un'unità economica.

Secondo la classica distinzione fra rischio e incertezza⁴, una situazione può essere definita di *rischio* quando le probabilità degli eventi futuri sono note e, in un'accezione più restrittiva del concetto, anche misurabili. Al rischio si contrappone l'*incertezza*, conseguente ad eventi non esattamente prevedibili ai quali non è attribuibile una distribuzione di probabilità⁵: l'evento incerto può verificarsi oppure no. Ciò che qualifica il rischio non è necessariamente la definizione *a priori* delle probabilità degli eventi (come nei giochi d'azzardo), né la ricorrenza degli eventi, che consente di approssimare le probabilità come limite della frequenza relativa misurata con una serie di campionamenti. Invece, le probabilità assegnate ai possibili stati del mondo possono essere di natura soggettiva, e riferirsi al grado di "fiducia" o di "credenza" nel verificarsi di un dato evento⁶. Pertanto, in finanza, il riconoscere un evento come rischioso, anziché incerto, più che constatazione di un dato di fatto è conseguenza di un modo di vedere le cose⁷.

Un fenomeno rilevante per la gestione finanziaria può essere trattato come rischioso soltanto se chi decide è in grado di specificarne la distribuzione di probabilità in un modo che approssimi, *a posteriori*, la distribuzione osservata. Le scelte prese per fronteggiare il rischio devono essere ricorrenti (ad esempio, la definizione con frequenza mensile della composizione di un portafoglio): in questo modo si ha la possibilità di compensare le perdite sostenute nei periodi più sfavorevoli con i guadagni ottenuti nei periodi di andamento positivo. Nella media delle "giocate" si ottiene un risultato medio controllabile e conforme alle attese. Quanto più definita e stazionaria nel tempo è tale distribuzione, tanto più risulta semplice gestire il fenomeno. Se la forma o i parametri della distribuzione (ad esempio la varianza) si modificano il fenomeno può divenire ingovernabile. Vi è poi il problema della sopportabilità dei singoli risultati avversi, che possono essere di entità tale da determinare la rovina del giocatore, quindi la sua uscita di scena e la conseguente impossibilità di compensare nel tempo guadagni e perdite. In entrambi i casi menzionati il modello probabilistico di gestione del rischio basato sulla legge dei grandi numeri non è applicabile praticamente.

Nei mercati finanziari, una variabile (ad esempio il prezzo di un *asset*) può essere governata nel modo appena descritto se la stessa dipende da un numero elevato di fattori, nessuno dei quali riveste un peso preponderante. Detti fattori devono essere fra loro indipendenti o debolmente correlati⁸.

Gli eventi incerti sono invece riconducibili alle percezioni, alle aspettative e alle scelte unilaterali dei partecipanti al mercato, specie quando queste interessano attori chiave, come soggetti in posizione di

⁴ Tale distinzione risale al fondamentale saggio di Knight (1921).

⁵ L'unica distribuzione ipotizzabile per gli eventi incerti è di tipo binario (si hanno soltanto due eventi possibili che si escludono a vicenda) con probabilità di ciascun evento indeterminate. Essendo gli eventi incerti ed anche, come si approfondisce in seguito, irripetibili, questo tipo di distribuzione può dar luogo ad errori di previsione incontrollabili.

⁶ In proposito si può operare una distinzione generale tra teoria "classica" e teoria "bayesiana" della probabilità. Nel primo caso la probabilità assume un connotato oggettivo (limite, all'infinito, della frequenza relativa di prove ripetute di uno stesso fenomeno). Nel secondo caso si intende, come affermato nel testo, il grado di "fiducia" nel verificarsi di un dato evento. In proposito si rinvia a Visco (1985:12-15).

⁷ Il concetto di probabilità soggettiva presenta analogie con quello di aspettativa in Popper, che esprime una visione, psicologicamente *a priori*, cui un soggetto aderisce quasi dogmaticamente per il potente bisogno di regolarità che induce l'uomo a progettarsi un mondo che si conformi alle proprie attese. Cfr. Popper (1972:45), citato in Visco (1985:12).

⁸ Tali dovrebbero essere i fattori che originano variazioni della domanda e dell'offerta, quindi delle quantità e dei prezzi di equilibrio, all'interno di mercati concorrenziali interessati da una serie casuale di shock esogeni, determinanti dall'afflusso di nuova informazione che non producono discontinuità strutturali. Per approfondimenti in proposito, si veda oltre il paragrafo 2.5.

oligopolio o monopolio, oppure organi politici⁹. Gli eventi incerti rappresentano dei punti di discontinuità nell'evoluzione dei mercati finanziari. La dinamica di un fenomeno rischioso risulta di solito strutturalmente alterata da eventi di questa natura nei suoi attributi (tipo di distribuzione statistica e relativi parametri). Possiamo quindi affermare che qualsiasi modello applicato a un fenomeno rischioso è un'ipotesi di lavoro soggetta a revisione al verificarsi di eventi incerti.

2.2 I modelli basati sulla massimizzazione dell'utilità attesa

I modelli classici di ottimizzazione delle scelte di portafoglio¹⁰ sono applicabili esclusivamente a situazioni rischiose. Il modello di equilibrio generale del mercato dei capitali che è stato messo a punto nell'ambito di tale filone di ricerca (il *Capital Asset Pricing Model* o *CAPM*)¹¹ ha fornito a generazioni di studenti e studiosi di finanza i canoni per misurare e per dare un prezzo al rischio rilevante nelle scelte di investimento, nonché per valutare nel merito la *performance* dei portafogli. Tali modelli affondano le loro radici nella teoria delle decisioni razionali, della quale è utile riassumere i concetti cardine¹²:

- ogni soggetto decisionale persegue un obiettivo di massimizzazione dell'utilità attesa della sua ricchezza presente e prevista futura; questo presuppone che ogni soggetto abbia una funzione di utilità con la quale misura il gradimento di qualsiasi possibile sequenza di eventi futuri, quest'ultima tradotta in effetti sul valore monetario della ricchezza posseduta;
- il soggetto ha di fronte un definito gruppo di alternative fra cui effettuare le proprie scelte; queste alternative non sono necessariamente valutate su un orizzonte istantaneo o monopériodale, ma possono anche comportare sequenze di scelte da prendersi a date future, ciascuna dipendente dalle condizioni attese in quel preciso momento; nella pratica, le versioni più popolari dei modelli assumono orizzonti istantanei o monopériodali;
- il soggetto (secondo le premesse fissate in precedenza) definisce una distribuzione di probabilità congiunta per tutti i futuri gruppi di eventi, o scenari;
- il soggetto sceglie la strategia di alternative che massimizza il valore atteso dell'utilità associato al gruppo di eventi conseguenti alla strategia adottata; la distribuzione di probabilità degli scenari futuri, che si presuppone nota, viene usata per ponderare la relativa utilità.

Questa elegante costruzione concettuale presuppone la capacità di prevedere tutti i possibili stati del mondo futuri e le loro probabilità di verificarsi. Un simile sforzo supera le possibilità umane e trova raramente riscontro nell'approccio usato nel concreto dai decisori reali.

⁹ Si veda in proposito Loporati e Lotti (1986). Come esempi di eventi incerti di massima rilevanza per i mercati finanziari possiamo portare gli aumenti del prezzo del petrolio da parte del cartello dei paesi produttori nel 1974 e nel 1979, il cambiamento della linea politica monetaria negli Stati Uniti nel 1979 o la riforma fiscale introdotta dalla prima Amministrazione Reagan. Sugli accadimenti incerti che hanno interessato i mercati finanziari nel corso degli anni ottanta si veda OECD (1991:12).

¹⁰ Tale filone di ricerca, che ha avuto origine con il saggio di Markowitz (1952), ha prodotto una mole imponente di studi che non mette conto ricostruire analiticamente in questa sede. Per tutti si rinvia a Levy e Sarnat (1984). Per un'esauriente trattazione della materia in lingua italiana si veda Miglietta (1988).

¹¹ Per un'illustrazione più approfondita del *CAPM* si rinvia al nostro precedente lavoro Erzegovesi (1989:92-105) e alla bibliografia ivi citata.

¹² Si riprendono in proposito i concetti efficacemente compendati in Simon (1983:44).

La teoria in questione nulla dice circa l'origine dei valori che entrano nelle previsioni e nella funzione di utilità: si tratta di un problema lasciato a coloro che specificano modelli particolari. Nel caso, che qui ci interessa, dei modelli classici di portafoglio, questo problema viene risolto assumendo ipotesi molto semplici. Facendo riferimento alla versione "scolastica" del *CAPM*, si assume che:

- gli investitori possono comprare o vendere allo scoperto strumenti finanziari o altri investimenti rischiosi (la cui quantità è fissa), e inoltre dare o prendere a prestito fondi al tasso delle attività senza rischio (in quantità illimitata);
- per ogni coppia di attività rischiose è possibile conoscere, partendo dai prezzi correnti, la distribuzione di probabilità congiunta del rendimento di periodo sull'orizzonte di riferimento (unico per tutti gli investitori); in pratica si assume per ogni *asset* una distribuzione (di solito normale), della quale sono specificati il valore atteso, la varianza e il vettore dei coefficienti di correlazione rispetto ai rendimenti delle altre attività rischiose;
- gli investitori, avversi al rischio, massimizzano la loro utilità in base al criterio media/varianza, scegliendo i portafogli con più alto rendimento atteso a parità di varianza o con minima varianza a parità di rendimento atteso¹³.

I comportamenti posti in essere da operatori con aspettative uniformi in un mercato perfettamente concorrenziale fanno tendere la struttura dei prezzi verso una situazione di equilibrio nella quale tutti i portafogli, per la componente di attività rischiose, tendono ad assumere una composizione uniforme che risulta ottimale in quanto massimizza il valore atteso dell'*excess return*¹⁴ per unità di rischio (misurato dalla deviazione standard del rendimento previsto per tale portafoglio). Il raggiungimento di tale composizione ottimale è contestuale alla determinazione dei prezzi e dei rendimenti attesi di equilibrio delle attività rischiose. Il portafoglio così individuato, definito *portafoglio di mercato*, risulta ottimale perché:

- è superiore per rendimento atteso a qualsiasi altro possibile portafoglio con uguale rischio contenente solo attività rischiose (è un portafoglio dominante costruito secondo il modello di Markowitz, esso cioè sfrutta completamente le possibilità di aumento del rendimento a parità di rischio offerte dalla diversificazione razionale, con la quale si sfrutta la possibilità di combinare titoli con correlazione dei rendimenti bassa o negativa);
- presenta il valore massimo del rapporto tra *excess return* e deviazione standard del rendimento (che definisce il prezzo unitario del rischio);
- combinando in proporzioni appropriate tale portafoglio con crediti o debiti al tasso senza rischio è possibile costruire investimenti con rendimento atteso superiore rispetto a quello di portafogli con uguale rischio.

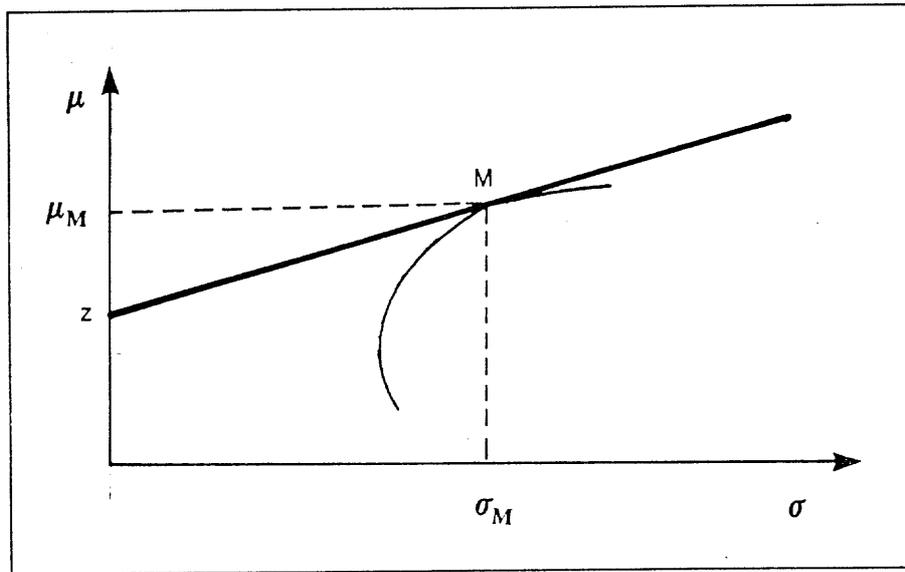
La figura seguente mostra l'individuazione del portafoglio di mercato (*M*) sulla frontiera efficiente¹⁵ dei portafogli rischiosi, dato il livello del tasso privo di rischio (*z*). Il portafoglio di mercato è individuato dal punto di tangenza tra la frontiera e una retta con intercetta pari a *z*, definita *Capital Market Line*.

¹³ La regola di selezione basata sul principio media/varianza è coerente con la massimizzazione dell'utilità attesa a condizione che la distribuzione delle probabilità dei rendimenti della ricchezza sia di tipo normale.

¹⁴ Per *excess return* di un'attività rischiosa si intende la differenza tra il rendimento atteso della stessa e il tasso di un investimento privo di rischio.

¹⁵ La frontiera efficiente è il luogo dei portafogli di attività rischiose caratterizzati dal massimo rendimento atteso ottenibile dato un valore della relativa varianza. Detta frontiera è rappresentata graficamente da una linea con inclinazione positiva e concava verso il basso (si veda la figura 2.1 nel testo). Matematicamente, i punti della frontiera efficiente si determinano partendo dal set di informazioni assunto nelle ipotesi mediante tecniche di programmazione quadratica.

Figura 2.1. Costruzione della "Capital Market Line" e individuazione del portafoglio di mercato



In formule, i portafogli efficienti secondo il criterio media/varianza presentano la seguente relazione lineare fra rendimento atteso e rischio:

$$\mu = z + \frac{\mu_M - z}{\sigma_M} \sigma$$

dove:

μ = rendimento atteso del portafoglio efficiente;

z = tasso sugli investimenti senza rischio;

μ_M = rendimento atteso del portafoglio di mercato;

σ_M = deviazione standard del rendimento del portafoglio di mercato;

σ = deviazione standard del rendimento del portafoglio efficiente.

In un mercato di questo tipo il prezzo di ogni *asset* è fatto tenendo conto del suo contributo al rapporto *excess return*/rischio del portafoglio di mercato, secondo la nota relazione che definisce la *Security Market Line*

$$\mu_i = z + (\mu_M - z) \beta_{iM}$$

dove:

μ_i = rendimento atteso dell'attività rischiosa *i*-esima;

$\beta_{iM} = \text{cov}(R_i, R_M) / \sigma_M^2 =$ coefficiente di regressione lineare dei rendimenti dell'attività i -esima rispetto a quelli del portafoglio di mercato.

Un mercato in equilibrio, pertanto, chiederà premi al rischio commisurati alla sola componente *non diversificabile*, o sistematica, del rischio del singolo titolo, quella cioè non compensata attraverso l'inserimento nel portafoglio efficiente di mercato. La seguente riesposizione della formula che definisce la *security market line* indica come il premio per unità di rischio sia commisurato a una frazione del "prezzo unitario del rischio" di mercato pari al coefficiente di correlazione fra i rendimenti previsti del titolo e del portafoglio di mercato (ρ_{iM}). Infatti, essendo $\beta_{iM} = \rho_{iM} \sigma_i / \sigma_M$, avremo:

$$\mu = z + \frac{(\mu_M - z)}{\sigma_M} \rho_{iM} \sigma_i$$

$$\frac{\mu_i - z}{\sigma_i} = \frac{\mu_M - z}{\sigma_M} \rho_{iM}$$

Gli utilizzi pratici del CAPM. Il *CAPM* è un modello economico positivo che definisce la struttura di equilibrio dei rendimenti attesi. Trattandosi di un modello che definisce una relazione di equilibrio tra aspettative, esso è impossibile da dimostrare o falsificare con prove empiriche e risulta inattaccabile sul piano della coerenza interna¹⁶. Con questo non si vuole affermare che tale modello, per la sua astrattezza, sia inutile ai fini della spiegazione dei comportamenti reali di mercato. È anzi del tutto plausibile che i partecipanti al mercato cerchino di migliorare i rendimenti dei portafogli e di contenere la relativa dispersione mediante lo studio delle correlazioni tra mercati, settori e titoli e scelte conseguenti di diversificazione razionale. Quello che si vuole mettere in discussione è che queste valutazioni siano l'unico, o il principale, fattore che muove i prezzi di mercato, e che tale approccio alle politiche di portafoglio definisca una *standard* di efficienza col quale confrontarsi per valutare *a posteriori* la qualità dei risultati conseguiti in qualsiasi condizione di mercato. La considerazione di tale aspetto è fondamentale per decidere se sia opportuno integrare il sistema di misurazione del rischio e della qualità delle *performance* del *CAPM* all'interno dei criteri decisionali e dei sistemi di controllo degli intermediari finanziari.

Nella pratica le applicazioni empiriche del *CAPM* si scontrano con le difficoltà di stima dei parametri di rischio. Dette stime di solito si basano sull'elaborazione di serie temporali di rendimenti realizzati e sull'utilizzo delle stesse come campioni delle distribuzioni sottostanti dei rendimenti futuri. Nelle applicazioni più semplici, dette distribuzioni sono considerate stazionarie. L'efficienza della gestione viene valutata misurando i rendimenti realizzati e la relativa dispersione all'interno della serie temporale. Rendimento medio e deviazione standard vengono confrontati con quelli di un portafoglio teorico di riferimento con uguale rischio, contenente in proporzioni appropriate un mix di attività rischiose che approssima il portafoglio di mercato (di solito un indice di Borsa). Nell'arco di un periodo di valutazione relativamente lungo, l'obiettivo prioritario della gestione è quello di ottenere un elevato rendimento medio, minimizzando, nel contempo, le oscillazioni dei rendimenti tra i sottoperiodi di cui si compone il periodo di riferimento. Si tratta di una regola di comportamento ragionevole, in quanto consente di ottenere un profilo di crescita più regolare del valore dell'investimento, e di ridurre il rischio di rendimenti realizzati insoddisfacenti in caso di liquidazione forzata dell'investimento¹⁷.

Questo approccio, per quanto ragionevole, non sempre è rilevante o praticabile per motivi collegati con i criteri di rilevazione e di apprezzamento dei risultati che sono seguiti nella pratica. Anche ammettendo

¹⁶ Si vedano in proposito le considerazioni del più noto fra gli ideatori del *CAPM* in Sharpe (1984).

¹⁷ Peraltro, i vantaggi di un profilo di performance regolare non sono apprezzati dagli investitori laddove questi, beneficiando di una solida posizione patrimoniale, sono in grado di controllare ed eventualmente differire nel tempo lo smobilizzo del portafoglio.

la stazionarietà della distribuzione dei rendimenti, difficilmente si troverebbero intermediari disposti a valutare le proprie *performance* con indicatori aggiustati per il rischio, la cui rilevazione richiederebbe, per motivi di significatività statistica della serie dei rendimenti realizzati, dati relativi ad un periodo di durata medio-lunga o comunque superiore a quella degli esercizi contabili¹⁸.

Nel caso degli intermediari creditizi, il *CAPM* è poco applicabile in quanto non spiega la formazione dei prezzi in mercati non concorrenziali e caratterizzati da frizioni, come sono quelli della raccolta e degli impieghi con clientela ordinaria¹⁹. Inoltre lo stesso modello è rivolto all'analisi del mercato azionario in un contesto di tassi stabili, e non esplicita la presenza e le implicazioni del rischio di interesse.

In conclusione, lo studio del *CAPM* rimane un passaggio fondamentale nel percorso logico e storico seguito dalla teoria finanziaria per chiarire le componenti rilevanti del rischio e la logica di *pricing* dello stesso in un mercato finanziario perfetto per grado di concorrenza, liquidità e diffusione delle informazioni. Si tratta peraltro di un modello astratto che non si presta ad un'immediata trasposizione operativa, specie nel caso degli intermediari che operano su strumenti collegati ai tassi di interesse. Come si osserva nel paragrafo seguente, negli sviluppi successivi della teoria di portafoglio, si è cercato di conservare l'elegante formulazione delle relazioni fra rendimento e rischio, rimuovendo, nel contempo, alcune ipotesi forti e poco realistiche.

2.3 I modelli basati su processi stocastici e logiche di arbitraggio

I modelli classici di portafoglio presuppongono l'aleatorietà dei rendimenti degli *asset*: nella precedente breve descrizione del *CAPM*, peraltro, non vi è stato bisogno di specificare quali fattori fossero all'origine di questa aleatorietà. La posizione di equilibrio (portafoglio di mercato) comprende un numero molto elevato di titoli e pertanto, per il teorema del limite centrale²⁰, evidenzia una distribuzione normale con data varianza e correlazione con i rendimenti degli *asset* componenti. È plausibile ritenere che l'evoluzione aleatoria del rendimento di questo portafoglio perfettamente diversificato rifletta fattori comuni alla generalità degli *asset* rischiosi. Possiamo vedere dietro l'andamento di R_M un fattore aleatorio, che definiamo "di mercato" in funzione del quale spiegare la dinamica dei rendimenti delle attività rischiose. In quest'ottica il rendimento di periodo di un *asset* i può essere scomposto in tre parti²¹:

$$\begin{aligned}\tilde{R} &= z_t + \beta_{iM} \left(\tilde{R}_{Mt} - z_t \right) + \tilde{\varepsilon}_{it} = \\ &= z_t + \rho_{iM} \frac{\tilde{R}_{Mt} - z_t}{\sigma_M} \sigma_i + \tilde{\varepsilon}_{it}\end{aligned}$$

¹⁸ Retrospectivamente, potremmo oggi (1999) affermare che, l'autore non è stato capace di prevedere l'esplosione di lì a pochi anni dell'interesse delle istituzioni finanziarie per i modelli di *Value at Risk* e di *risk adjusted performance* (basati sul RAROC), che non sono altro che la teoria classica di portafoglio in una nuova confezione. Molti dei problemi applicativi segnalati nel testo restano peraltro tuttora aperti.

¹⁹ Sui motivi che rendono poco applicabili i criteri di *pricing* del rischio della teoria di portafoglio al mercato dei prestiti bancari si vedano Forestieri (1982) e Mason (1979:6-7 e 73-86).

²⁰ Secondo il teorema del limite centrale aumentando la dimensione n di un campione di osservazioni, la distribuzione della media del campione estratto da qualsiasi popolazione si approssima alla distribuzione normale, con media pari alla media della popolazione e deviazione standard pari a quella della popolazione diviso radice quadrata di n . Per una dimostrazione di questo teorema si veda, tra gli altri, Hoel (1962:143-145). Una dimostrazione alternativa della normalità della distribuzione dei rendimenti delle attività rischiose espressi come tassi continui è fornita in Garbade (1982:89-90).

²¹ Il modello presentato è di tipo statico, in quanto descrive il livello aleatorio dei rendimenti su un unico orizzonte temporale. Nel prosieguo della trattazione, nei paragrafi dedicati alle teorie derivate dai modelli di *option pricing* si farà uso di processi stocastici nei quali le variabili aleatorie sono definite come funzione di variabili casuali e del tempo che trascorre.

dove:

il segno \sim denota variabili aleatorie;

R_{it} = rendimento conseguito sul titolo i -esimo nel periodo t ;

z_t = tasso su investimenti privi di rischio nel periodo t ;

R_{Mt} = rendimento conseguito sul portafoglio di mercato nel periodo t ;

ε_{it} = parte residuale del rendimento del titolo i -esimo non spiegato dalla correlazione con il portafoglio di mercato.

Commentiamo brevemente le tre componenti:

- a) la prima è data dal tasso che si sarebbe potuto ottenere da un investimento senza rischio;
- b) la seconda riflette il premio al rischio di mercato e il rischio sistematico del titolo;
- c) la terza è un residuo non spiegato dal modello fattoriale.

Se si riesce a costruire un modello in grado di isolare dei residui di rendimento che risultino non correlati:

- temporalmente nella serie dei rendimenti di uno stesso titolo,
- tra titoli,
- rispetto al livello del rendimento di mercato,

vi sono buone probabilità di ridurre questa componente residuale, e al limite azzerarla, all'interno di portafogli molto numerosi e diversificati. L'efficacia della diversificazione nell'annullamento del rischio residuale dipende dalla distribuzione dei residui: se tale distribuzione è di tipo normale con varianza costante tra i vari titoli, la tecnica è efficace. Se invece la distribuzione presenta una maggior incidenza di valori estremi (come ad esempio nel caso di una distribuzione di tipo uniforme o con elevata curtosi, ovvero "code" più spesse di una normale) si ottengono risultati efficaci solo con portafogli numerosissimi.

Questa semplice interpretazione della dinamica casuale del rendimento dei titoli è del tutto coerente con il *CAPM*, sebbene lo stesso *CAPM*, come accennato, sia compatibile anche con altri modelli fattoriali²².

Supponiamo quindi di poter definire analiticamente (con un'equazione in cui compaiono termini stocastici) i rendimenti in funzione di un numero limitato di fattori comuni più un residuo casuale diversificabile. In un contesto del genere, si può definire una regola di ottimizzazione dei portafogli meno impegnativa rispetto alla massimizzazione dell'utilità attesa, e da questa ricavare la relazione che definisce la struttura dei prezzi e dei rendimenti di equilibrio. Ad intuito questo approccio appare promettente ai fini che più ci interessano, cioè per la gestione del rischio di interesse in portafogli di debito, che è plausibilmente riconducibile a pochi fattori sistematici comuni a tutti gli *asset* considerati²³.

²² Si veda in proposito Sharpe (1984).

²³ Si veda in proposito il paragrafo 3.3. Nella prassi internazionale, i modelli incorporati negli strumenti informatici di supporto alla gestione di portafogli comprendenti obbligazioni e strumenti derivati legati ai tassi di interesse (*futures*, *interest rate swap*, opzioni su tassi) si basano su modelli fattoriali.

La regola di ottimizzazione "debole" cui si è accennato è basata sulla ricerca di opportunità profittevoli di arbitraggio senza rischio. Vediamo dapprima in termini discorsivi le fasi di un arbitraggio di questo tipo:

- l'operatore interessato individua un gruppo di *asset* sui quali effettuare arbitraggi; non si deve trattare necessariamente dell'universo degli strumenti finanziari in circolazione, ma di un sottoinsieme di essi i cui prezzi evolvono in modo correlato e che possono essere scambiati con costi di transazione minimi o nulli e senza vincoli all'effettuazione di vendite allo scoperto;
- per tale gruppo di *asset* vengono specificati uno o più fattori aleatori rilevanti e le relazioni tra le variazioni dei prezzi/rendimenti e tali fattori;
- l'operatore cercherà di realizzare profitti in assenza di rischio combinando, in un'operazione di arbitraggio, l'acquisto di uno o più *asset*, con la vendita di uno o più *asset* equivalenti per sensibilità alle variazioni dei fattori aleatori, cosicché eventuali effetti di queste ultime siano pressoché esattamente compensate; la costruzione dell'arbitraggio presuppone la corretta specificazione delle diverse sensibilità dei prezzi rispetto ai fattori aleatori. Ad esempio, se si suppone che il prezzo di un titolo obbligazionario A reagisca ad una variazione del tasso guida di mercato in misura doppia rispetto a quello di un titolo B, occorre acquistare una data quantità di A e vendere una quantità doppia di B, oppure, se conviene un arbitraggio di segno contrario, vendere una quantità di A pari alla metà della quantità acquistata di B. Per essere conveniente un arbitraggio siffatto dovrà produrre:
 - l'immediata realizzazione di un flusso di cassa netto positivo (ricavato della vendita superiore all'esborso per l'acquisto)
 - un miglioramento certo del rendimento sulla posizione acquistata rispetto a quello che si sarebbe avuto mantenendo le posizioni cedute.

Un soggetto che si comporta in questo modo persegue un obiettivo elementare: egli rinuncia a cimentarsi in valutazioni dell'utilità attesa su un orizzonte temporale illimitato (come invece fanno gli investitori secondo il *CAPM*), e si accontenta di sfruttare opportunità di utile immediato senza rischio. La sua funzione di utilità presuppone quindi soltanto avversione al rischio e "insaziabilità", per cui aumenti della ricchezza sono sempre considerati desiderabili. In aggiunta, affinché questo modo di operare possa rispecchiare fedelmente i comportamenti reali occorre che sia rispettata l'ipotesi di mercato concorrenziale e liquido, e che sia possibile specificare dei modelli fattoriali aderenti all'evoluzione reale dei prezzi. In effetti, le ipotesi fatte sono plausibili nel caso degli operatori guida (banche e intermediari mobiliari che svolgono attività di *market making* e di gestione di grossi patrimoni) che, in concorrenza fra loro fissano gli standard di prezzo sui mercati secondari più liquidi, come quelli dei titoli di Stato, delle azioni guida e dei *future* su obbligazioni, tassi di interesse e indici di Borsa. Questi stessi operatori, infatti, operano con bassi costi di transazione e una forte dotazione patrimoniale, cosa che facilita la costruzione di arbitraggi profittevoli senza limiti all'importo delle posizioni.

Accettando l'ipotesi secondo la quale gli interventi di arbitraggio sono la forza dominante nella formazione degli equilibri di mercato, si possono costruire modelli di equilibrio contingente o generale dei prezzi delle attività rischiose alternativi al *CAPM*.

Un approccio di questo tipo può essere applicato in due situazioni:

- il caso più semplice è quello del *pricing* di strumenti finanziari derivati (*forward*, *futures*, opzioni) il cui valore dipende dal prezzo di un singolo strumento finanziario (l'attività sottostante) *negoziabile* su un mercato secondario continuo;

- il caso più complesso, e generale, è quello del *pricing* di gruppi di *asset*, la quotazione dei quali sia collegata a uno o più fattori aleatori che non siano prezzi di strumenti negoziabili; questo è il caso delle obbligazioni e degli strumenti derivati legati a tassi di interesse o, più generalmente, di attività rischiose (comprendenti anche le azioni) per le quali sia definibile un modello fattoriale.

Nei punti che seguono si descrivono, con alcuni esempi, le due famiglie di modelli e le relative implicazioni ai fini della gestione dei rischi in essi individuati come rilevanti. Si è volutamente scelto di ridurre al minimo indispensabile l'impiego di formalizzazioni matematiche. Questo ha implicato la rinuncia a rappresentare la dinamica aleatoria dei prezzi nel tempo con lo strumento principe utilizzato dagli economisti finanziari dopo gli anni '70, vale a dire le equazioni differenziali descrittive di processi stocastici in tempo continuo²⁴. Peraltro, l'obiettivo prioritario di questo lavoro non è quello di approfondire le formalizzazioni matematiche, ma piuttosto quello di interpretarne il significato ed evidenziarne l'utilità operativa. Fortunatamente per questi scopi possono bastare concetti matematici e statistici elementari.

2.3.1 Gli strumenti derivati collegati al prezzo di un asset negoziabile

Affrontiamo dapprima il problema più semplice, vale a dire quello della determinazione del prezzo di equilibrio di uno strumento derivato *relativamente* al prezzo dell'*asset* sottostante quando questo è uno strumento negoziabile. È il caso, ad esempio, dei contratti a termine su titoli, che alla scadenza sono perfettamente fungibili rispetto a una compravendita a pronti e pertanto in equilibrio devono quotare, a tale data, un prezzo pari a quello corrente sul mercato a pronti. Un altro caso è quello delle opzioni *call*²⁵ su titoli, che alla scadenza hanno un valore di equilibrio pari alla differenza tra prezzo corrente del titolo e prezzo d'esercizio, se questo è positivo, altrimenti valore nullo. Vediamoli nell'ordine.

²⁴ Un processo stocastico è una variabile casuale il cui valore dipende da uno o più fattori aleatori e dal trascorrere del tempo. Nel filone di studi menzionato, si suppone che i prezzi delle attività finanziarie si formino in mercati continui, e che la loro evoluzione possa essere descritta con equazioni differenziali contenenti termini aleatori. Ad esempio, il modello di *option pricing* di Black e Scholes ipotizza che il prezzo di un'azione segua un processo così rappresentabile:

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

dove:

S = prezzo dell'azione;

t = tempo dalla data iniziale;

μ = tasso atteso di crescita del prezzo dell'azione;

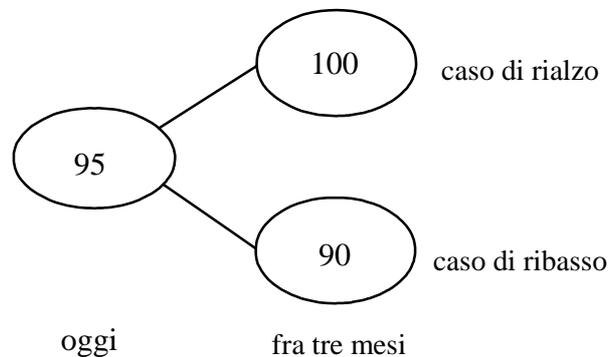
σ = volatilità del prezzo dell'azione;

z = variabile casuale che segue un processo di Wiener; dato un intervallo di tempo Δt , la variazione di z , Δz , è a sua volta un processo stocastico con media=0 e varianza pari a Δt .

La fortuna di tale impostazione metodologica inizia nel 1973 con la pubblicazione dello studio di Black e Scholes (1973) sui modelli di *pricing* delle opzioni. Per una trattazione accessibile della materia si veda Hull (1989:80-103). In Black (1989) si ricostruisce in maniera avvincente il percorso logico che ha portato alla costruzione dei modelli di *option pricing* secondo la logica degli arbitraggi in tempo continuo, dopo tentativi iniziali, e infruttuosi, basati sull'estensione agli strumenti derivati del *CAPM*.

²⁵ Un'opzione *call* attribuisce al detentore la facoltà di acquistare un'attività sottostante a un prezzo di esercizio (o *strike price*) determinato, a una certa scadenza (se europea) o entro una data scadenza (se americana).

Il caso dei contratti a termine - Ipotizziamo di avere un contratto a termine (detto anche *forward*) su un titolo senza cedola²⁶, con scadenza a tre mesi e prezzo contrattuale pari a 98. Alla data iniziale il titolo quota 95. Supponiamo che il mercato preveda alla scadenza due possibili valori del prezzo del titolo, secondo una distribuzione di tipo binomiale:



All'interno del mercato si assume, per semplicità, che tutti concordino su questa forbice di prezzi possibili. Eventuali differenze di aspettative si riflettono nelle probabilità assegnate ai due stati del mondo. Intendiamo ora dimostrare che, per determinare i prezzi di equilibrio del *forward* non abbiamo bisogno di calcolare valori attesi e parametri di dispersione, e pertanto non serve attribuire probabilità ai due scenari, coerentemente con le ipotesi "deboli" dei modelli di arbitraggio.

Il prezzo di equilibrio del contratto a termine si ricava in modo banale, e non richiede strettamente la specificazione dei prezzi finali, che invece risulterà indispensabile per il *pricing* delle opzioni, esaminato in seguito. Ipotizziamo che un operatore acquisti oggi il titolo a pronti finanziandosi prendendo a prestito fondi per tre mesi al tasso annuo semplice del 12%. Alla scadenza dei tre mesi egli avrà la disponibilità del titolo e sarà tenuto a restituire il montante del prestito ottenuto, pari a

$$95 \times \left(1 + 0,12 \times \frac{3}{12} \right) = 97,85$$

A fronte di questa posizione supponiamo che egli venda a termine lo stesso titolo a 98. Se la controparte non risulta inadempiente, egli pareggia la posizione titoli per consegna/ritiro a tre mesi ed è certo di realizzare un utile pari a

$$98 - 97,85 = 0,15$$

L'effettuazione dell'arbitraggio farà aumentare l'offerta di titoli a termine e la domanda a pronti, così come la domanda di indebitamento a breve. L'intervento degli arbitraggisti si esaurisce in corrispondenza di un nuovo livello di equilibrio del prezzo a termine tale da annullare la differenza tra lo stesso e il montante del prezzo a pronti. Plausibilmente l'equilibrio si realizzerà in corrispondenza di un prezzo a termine inferiore a 98, un prezzo a pronti superiore a 95 e un tasso a breve superiore al 12%. Supponendo, per semplicità, che l'offerta di titoli a pronti e di credito a breve sia infinitamente elastica, il prezzo *forward* di equilibrio sarà 97,85. Questa regola di *pricing* del contratto a termine prescinde dalle previsioni dei prezzi a pronti futuri. L'arbitraggista, essendo perfettamente coperto, consegue il proprio utile in qualsiasi ipotesi di distribuzione dei prezzi finali. Quest'ultima, tutt'al più, entra indirettamente nella valutazione in quanto influenza (secondo meccanismi che si chiariscono in seguito) il prezzo a pronti di oggi.

²⁶ Si sceglie di costruire gli esempi su titoli senza cedola quotati a prezzi *tel quel* comprensivi del rateo di interessi in maturazione in modo da evitare le complicazioni dovute allo scorporo del rateo e al pagamento periodico degli interessi che si avrebbero nel caso di obbligazioni con cedola.

Se il mercato è frequentato da operatori sempre pronti ad intervenire secondo questa logica, e soggetti a costi di transazione minimi, la relazione di *pricing* di non arbitraggio è necessariamente fatta rispettare. Ciò non esclude che nel mercato operino soggetti diversi per atteggiamento verso il rischio e strategie. Ad esempio, potremmo avere speculatori al rialzo che, nelle stesse condizioni iniziali, ritengono vantaggioso acquistare a termine il titolo a 98 poiché prevedono alla scadenza un valore atteso del prezzo a pronti superiore (ad esempio 98,5) e quindi contano di rivendere con profitto il titolo che oggi si impegnano a ritirare per tale data²⁷. Ne deriva una corrente di acquisto che fa salire il prezzo a termine. A questo punto entreranno in azione gli arbitraggisti vendendo il *forward* e comprando a pronti, fino a che sia rispettata la relazione:

$$\text{prezzo a termine} = \text{prezzo a pronti} + \text{interessi sul finanziamento della posizione}$$

L'intervento degli arbitraggisti si intreccia con le operazioni di investimento e speculazione "con rischio aperto". In proposito, è utile riepilogare le diversità di atteggiamento degli speculatori e degli arbitraggisti riguardo alla valutazione della distribuzione dei prezzi futuri.

Gli *speculatori*, basando le loro valutazioni sul prezzo previsto futuro (98,5 come prima ipotizzato) assegnano delle probabilità soggettive ai due scenari di rialzo e di ribasso. Nel caso specifico, definendo q la probabilità di rialzo e $(1-q)$ quella di ribasso, il valore atteso di 98,5 dovrà essere spiegato come media ponderata dei prezzi previsti per le probabilità soggettive. Ciò si ottiene per $q=0,85$ e $(1-q)=0,15$. Infatti:

$$E_q(P) = q \cdot 100 + (1 - q) \cdot 90 = 98,5$$

dove $E_q(\cdot)$ indica l'operatore valore atteso in base alle probabilità soggettive q e $(1-q)$.

Se lo speculatore in questione è disposto ad acquistare a termine a prezzi anche di pochissimo inferiori a quello medio atteso, egli risulta neutrale verso il rischio, vale a dire considera il valore atteso alla stregua di un equivalente certo, ed è disposto ad assumere posizioni esposte a rischio anche con margini attesi di guadagno minimi o al limite nulli.

Gli *arbitraggisti* sono indifferenti alla distribuzione dei prezzi futuri e, ciò nonostante, sono in grado di fissare e di far rispettare un valore di equilibrio del prezzo a termine, poiché si pongono in posizione coperta pareggiando la posizione a termine con un'operazione sintetica di segno opposto perfettamente equivalente. Poniamoci a questo punto un interrogativo: quali probabilità devono essere ipotizzate perché il prezzo di equilibrio di non arbitraggio (97,85 nel nostro esempio) possa essere considerato di equilibrio anche per uno speculatore neutrale al rischio? Tali probabilità (denominate π e $1-\pi$) si ricavano risolvendo la seguente equazione:

$$E_\pi(P) = \pi \cdot 100 + (1 - \pi) \cdot 90 = F = 97,85$$

dove $E_\pi(\cdot)$ indica l'operatore valore atteso in base alle probabilità assunte da un soggetto neutrale al rischio e F indica il prezzo *forward* di equilibrio. Determiniamo ora le probabilità *risk neutral*:

$$\pi = \frac{97,85 - 90}{100 - 90} = 0,785 \quad 1 - \pi = \frac{100 - 97,85}{100 - 90} = 0,215$$

Generalizzando:

²⁷ Se valgono i dati dell'esempio, gli speculatori in questione si dimostrano poco accorti, in quanto non si rendono conto del minor costo che potrebbero spuntare su un *forward* riprodotto sinteticamente; una giustificazione del loro comportamento si avrebbe qualora gli speculatori sopportassero tassi di finanziamento sensibilmente superiori al 12% oppure se avessero esaurito le linee di credito.

$$\pi = \frac{F - P_d}{P_u - P_d} \quad 1 - \pi = \frac{P_u - F}{P_u - P_d}$$

In modo che sia rispettata la condizione:

$$\pi P_u + (1 - \pi) P_d = F$$

dove:

F = prezzo a termine di equilibrio;

P_u = prezzo previsto nel caso di rialzo;

P_d = prezzo previsto nel caso di ribasso.

Nell'ultima formula il prezzo a termine di equilibrio di non arbitraggio è definito in modo analogo al valore atteso di una variabile aleatoria. Vi è però una differenza sottile tra le due logiche, e sta nel fatto che le probabilità o, più correttamente, le pseudoprobabilità che compaiono in tale formula si ricavano semplicemente confrontando la distribuzione dei possibili prezzi futuri con il prezzo a termine di equilibrio, a sua volta ricavato da dati certi²⁸. Pertanto, gli arbitraggisti giungono a determinare quotazioni di equilibrio uguali a quelle degli speculatori neutrali al rischio, soltanto che i primi, a differenza dei secondi, sono indifferenti al rischio non in virtù di un atteggiamento psicologico o per l'operare di pressioni concorrenziali che costringono ad accettare margini attesi di guadagno nulli: semplicemente, gli arbitraggisti mantengono sistematicamente posizioni coperte, e sono al riparo dagli effetti negativi del rischio.

Il caso delle opzioni - Una stessa tecnica di arbitraggio mediante costruzione di posizioni coperte può essere applicata al *pricing* delle opzioni. Poniamoci nell'ottica di chi debba quotare un premio per la vendita di un *call* a tre mesi sul titolo dell'esempio precedente con *strike*=97,85. Per coprire la vendita del *call* (scartando la comoda soluzione di una perfetta copertura mediante acquisto di un *call* con uguali caratteristiche) non si dà una possibilità banale di pareggiamento della posizione titoli a tre mesi, poiché questa dipende dall'andamento del prezzo: se sale a 100 la controparte esercita e ritira a un prezzo di 97,85 e il venditore, se non vi ha provveduto prima, deve procurarsi il quantitativo negoziato al prezzo superiore di 100. Se scende a 90 la controparte abbandona e il *market maker* deve disfarsi a prezzi in perdita dei titoli eventualmente detenuti a copertura. Se però si è certi della distribuzione dei prezzi a tre mesi è possibile coprire la vendita con una posizione equivalente che consiste nell'acquisto a termine di una quantità di titoli inferiore a quella venduta a premio. In questo modo si sosterranno delle perdite sia in caso di esercizio (sull'acquisto a 100 della quantità mancante da consegnare a 97,85) sia in caso di abbandono (sulla vendita a 90 della quantità inizialmente acquistata a copertura a 97,85). In contropartita, a fronte di questa perdita si ottiene un ricavo certo, il premio. Si cercherà di fissare il rapporto di copertura e il premio applicato in modo tale che queste perdite (sostenute alla scadenza del *call*) siano uguali sia in caso di rialzo sia in caso di ribasso, e che siano esattamente pari al premio incassato, più gli interessi percepiti investendone l'importo per tre mesi. Riesponiamo analiticamente le condizioni elencate poc'anzi. Si dovranno verificare, per 100 di nominale venduto a premio, le seguenti eguaglianze:

²⁸ Il valore di π e $(1-\pi)$ si ricollega all'asimmetria dei due prezzi previsti rispetto a quello a termine. La pseudoprobabilità di uno stato finale risulterà tanto più bassa quanto maggiore è la distanza del prezzo corrispondente dal quello a termine, in modo che il valore atteso, che è la media dei due valori ponderata per le pseudoprobabilità, sia "forzato" verso un livello pari a F .

perdite caso esercizio = perdite caso abbandono = premio + interessi

Se definiamo *Delta* la quantità di titoli acquistata inizialmente per una lira di nominale del titolo trattata a premio, possiamo scrivere, esprimendo le perdite del venditore con segno positivo, e usando un tasso del 12%:

$$(100-97,85) (1-Delta) = (97,85-90) Delta = Premio (1+0,12 \times 3/12)$$

Ricaviamo *Delta* dalla prima uguaglianza:

$$Delta = \frac{100-97,85}{100-90} = 0,215$$

Pertanto, il *market maker* dovrà acquistare a termine 21,5 per 100 di nominale di *call* venduti. Ricaviamo il premio di equilibrio sostituendo il valore calcolato di *Delta* nel secondo membro dell'equazione dalla quale siamo partiti (per costruzione, anche sostituendo nel primo otterremmo lo stesso risultato) e uguagliando al terzo:

$$Premio = \frac{0,215 \times (97,85 - 90)}{1 + 0,12 \times \frac{3}{12}} = 1,639$$

Questo procedimento evidenzia la relazione tra il premio di equilibrio e l'operazione di arbitraggio effettuata per coprirne la vendita. Se il *call* fosse vendibile a una quotazione maggiore (ad esempio 1,9), tenendo fermi i livelli iniziali e le previsioni dei prezzi il *market maker* potrebbe realizzare un utile senza rischio, sapendo che a fronte di un ricavo a scadenza di 1,9+interessi dovrà sostenere una "perdita", in entrambi gli scenari, sensibilmente inferiore (1,639+interessi).

È possibile esprimere il premio di equilibrio secondo la formula più generale del valore atteso, analoga a quella usata per il prezzo a termine di equilibrio. Il premio viene calcolato attualizzando²⁹ la media dei valori del *call* alla scadenza per il detentore (i cosiddetti *payoff*), ponderati per le pseudoprobabilità dei prezzi a scadenze definite come nel caso del *forward*. Si ottiene lo stesso risultato di prima:

$$C_u = \text{Max}(0, S_u - E) = 100 - 97,85 = 2,15$$

$$C_d = \text{Max}(0, S_d - E) = 0$$

$$Premio = \frac{\pi C_u + (1-\pi) C_d}{1+rt} = \frac{\frac{97,85-90}{100-90} \times 2,15 + \frac{100-97,85}{100-90} \times 0}{1 + 0,12 \times \frac{3}{12}} = 1,639$$

dove:

C_u = *payoff* del *call* alla scadenza in caso di rialzo;

C_d = *payoff* del *call* alla scadenza in caso di ribasso;

²⁹ L'attualizzazione serve per rendere confrontabile il valore atteso del *payoff*, monetizzabile alla scadenza dell'opzione, con l'entrata relativa all'incasso del premio, che si ipotizza regolata a pronti.

E = prezzo di esercizio;

t = durata dell'opzione.

Questa formula è applicabile a qualsiasi opzione europea, a differenza di quella utilizzata per l'esempio precedente, valida soltanto con *strike* uguale al prezzo a termine corrente³⁰.

Come si evince dalla formula, *strike* differenti portano a determinare premi differenti in quanto si modificano i *payoff* dell'opzione alla scadenza. Le pseudoprobabilità, invece, rimangono uguali al variare del prezzo di esercizio, poiché dipendono soltanto dallo *strike* e dai prezzi previsti alla scadenza.

Le coppie di prezzi futuri e i valori di π e $1-\pi$ definiscono una distribuzione di probabilità binomiale, dalla quale sono calcolabili, oltre al valore atteso, uguale a F per costruzione, la varianza e la deviazione standard. Nel nostro esempio avremo:

$$\sigma^2 = \pi S_u^2 + (1-\pi)S_d^2 - F^2 = 0,785 \times 100^2 + 0,215 \times 90^2 - 97,85^2 = 16,878$$

$$\sigma = \sqrt{16,878} = 4,108$$

Il valore di equilibrio del premio cambia al variare della dispersione del prezzo alla scadenza. Ad esempio, mantenendo il valore precedente di F , e ponendo $S_u=102,85$ e $S_d=92,85$, si otterrà:

$$\pi = \frac{97,85 - 92,85}{102,85 - 92,85} = 0,5 \quad 1 - \pi = 0,5$$

$$Premio = \frac{0,5 \times 5 + 0,5 \times 0}{1 + 0,12 \times \frac{3}{12}} = 2,575$$

$$\sigma^2 = 0,5 \times 102,85^2 + 0,5 \times 92,85^2 - 97,85^2 = 25$$

$$\sigma = \sqrt{25} = 5$$

L'aumento del premio consegue all'aumento del *payoff* previsto nel caso di rialzo, a fronte di un livello che si conferma nullo (nonostante la più accentuata diminuzione del prezzo) nel caso di ribasso. Ciò riflette i benefici del detentore dell'opzione, dati dalla possibilità di beneficiare dei rialzi trasferendo invece sul venditore la parte negativa della volatilità del prezzo. Pur nella sua essenzialità, il modello binomiale ad un periodo rispecchia la logica dei modelli di *option pricing* utilizzati come *standard* dagli operatori finanziari. Infatti, il più popolare modello di Black e Scholes conduce ad una formula che definisce, come nei casi esaminati, il premio di equilibrio come valore attuale del *payoff* atteso dal detentore alla scadenza dell'opzione, poste certe ipotesi sulla volatilità del tasso di variazione del prezzo

³⁰ La stessa formula del premio come valore atteso del *payoff* può essere ricavata da un'estensione delle equazioni che esprimono le condizioni di non arbitraggio. Generalizzando, avremo:

$$Delta = \frac{C_u - C_d}{S_u - S_d}$$

Ponendo il premio uguale alla perdita in caso di esercizio, possiamo scrivere:

$$C_u = \text{Max}(0, S_u - E) = 100 - 97,85 = 2,15$$

$$C_d = \text{Max}(0, S_d - E) = 0$$

e assumendo la distribuzione di probabilità di un soggetto neutrale verso il rischio³¹. Analogamente, i modelli più evoluti consentono di calcolare rapporti di copertura al fine di determinare la quantità di titoli da detenere a fronte della vendita di un *call*.

Prime conclusioni sui modelli di arbitraggio - I modelli di *pricing* da arbitraggio sottintendono una precisa "tecnologia" per costruire le posizioni suscettibili di generare utili in assenza di rischio. Ad esempio, i modelli di *option pricing* insegnano come ricostruire sinteticamente posizioni in titoli equivalenti ad opzioni, e quindi suggeriscono come fare mercato in assenza di rischio o utilizzare gli strumenti derivati per interventi di copertura.

Per il *pricing* delle opzioni è cruciale il giudizio consensuale del mercato sulla volatilità attesa dei prezzi. Se questa è stabile, l'unico fattore aleatorio rilevante rimane il prezzo del titolo sottostante, e le tecniche di *hedging* sono efficaci. Se invece la volatilità attesa è a sua volta volatile, essa viene a costituire un fattore aleatorio rilevante che occorre valutare e gestire attentamente. In entrambi i casi il modello è utile per cogliere i fattori di rischio e per misurarne l'impatto potenziale attraverso indicatori di sensibilità.

Va inoltre rimarcato che pur essendo attività rischiose (anzi, con prezzi molto volatili), *forward* e *option* hanno prezzi di equilibrio calcolabili senza scontare alcun tipo di premio al rischio (i valori futuri attesi *risk neutral* vengono scontati al tasso senza rischio). Questo semplifica molto i modelli di *pricing* degli strumenti derivati, il cui valore è contingente, cioè "si appoggia" sulla distribuzione dei prezzi dell'attività sottostante. Tale problema, peraltro, non è del tutto eliminato e anzi torna a porsi a monte quando si tratta di spiegare i prezzi correnti dei titoli sottostanti i contratti derivati.

Nella realtà i modelli di equilibrio teorico basati sulla logica di arbitraggio possono fornire spiegazioni non accurate dei prezzi di mercato a causa di fattori di disturbo che sono approfonditi oltre nel paragrafo 2.10³².

2.3.2 Gli strumenti collegati a fattori diversi da prezzi negoziabili

Con l'approccio prima illustrato si può fare mercato su strumenti collegati ad un unico *asset* mantenendo posizioni coperte. Gestire arbitraggi su portafogli diversificati costringe ad affrontare problemi più complessi, *in primis* quello della specificazione di un modello idoneo a collegare la dinamica dei prezzi degli *asset* di diverso tipo presenti nei portafogli con un numero limitato di fattori aleatori, a loro volta collegati con le variabili macroeconomiche che più generalmente incidono sulla convenienza, quindi sul prezzo, degli strumenti finanziari.

$$\begin{aligned} \text{Premio} &= C_u - (S_u - S_T) \text{Delta} = \\ &= C_u - (S_u - S_T) \frac{C_u - C_d}{S_u - S_d} = \\ &= C_u \frac{S_T - S_d}{S_u - S_d} + C_d \frac{S_u - S_T}{S_u - S_d} \end{aligned}$$

³¹ Il modello di Black e Scholes può essere ricavato partendo dalla semplice distribuzione binomiale utilizzata nei nostri esempi e suddividendo la durata dell'opzione in un numero di intervalli tendente ad infinito. In proposito si rinvia a Cox e Rubinstein (1985:196-201).

³² Per un commento dei motivi che possono portare a strutture dei premi sulle opzioni non coerenti con i modelli teorici si veda Figlewski (1989).

La sequenza logica applicata per sviluppare un modello di *pricing* che tenga conto di queste determinanti comuni può essere così articolata:

- a. si individuano pochi fattori aleatori che spiegano la parte preponderante delle variazioni dei prezzi degli *asset*³³; si modella il processo aleatorio di tali fattori;
- b. si ipotizza che nel mercato, operatori consapevoli del legame tra i prezzi dei vari *asset* e questi fattori comuni, quindi fra i prezzi tra di loro, cerchino di costruire, con tecniche *naïf*, arbitraggi senza rischio combinando con profitto posizioni lunghe e corte equivalenti per sensibilità ai fattori, o presunte tali;
- c. con un progressivo affinamento di questo processo si giunge a ricavare un modello esplicativo dei prezzi (nonché delle loro variazioni) che definisce in modo preciso le relazioni tra prezzi e fattori fondamentali, che nella fase (b) erano stimate in modo grezzo.

Per essere *internamente coerente* il modello deve portare a condizioni di mercato di equilibrio nelle quali siano esclusi arbitraggi profittevoli senza rischio (nell'ipotesi di *shock* conformi a quelli ipotizzati sub (a)).

Un ulteriore requisito da verificare è la *coerenza esterna* del modello. Quest'ultima è rispettata quando il modello, con parametri opportunamente tarati, spiega con accuratezza i prezzi osservati sul mercato delle diverse tipologie di *asset* cui viene applicato³⁴. Un approccio di questo tipo è complesso, ma è l'unico adeguato a supportare la gestione integrata dei rischi di mercato di portafogli diversificati.

Un semplice modello a fattore unico per spiegare la struttura dei tassi - Un problema classico di *pricing* di gruppi di strumenti con prezzi correlati, è affrontato nei modelli esplicativi della struttura dei tassi obbligazionari per scadenze o *term structure*. Le teorie classiche che interpretano la *term structure* ricavano la struttura dei tassi di equilibrio in funzione di diverse determinanti. Con un grosso sforzo di sintesi, queste possono essere ricondotte³⁵:

- alle *aspettative* sull'andamento futuro dei tassi a breve espresse dai partecipanti al mercato, per cui il tasso di un investimento a scadenza protratta risulta, in equilibrio, pari alla media dei tassi a breve attesi lungo l'arco temporale dell'investimento stesso, e questo per effetto di operazioni di arbitraggio tra scadenze³⁶ poste in essere da operatori neutrali verso il rischio;
- al grado di equilibrio tra domanda e offerta di fondi nelle varie fasce di scadenza³⁷, per cui i rendimenti risultano superiori a quelli desumibili dalle sole aspettative sui tassi nei comparti dove

³³ Come già precisato, può restare non spiegato un residuo a condizione che sia diversificabile, o quantomeno incida in misura trascurabile sui risultati.

³⁴ Sui concetti di coerenza interna ed esterna si veda Dattatreya e Fabozzi (1989:75-94).

³⁵ Per un richiamo delle teorie interpretative della struttura dei rendimenti per scadenze si rinvia ad alcuni lavori che presentano un chiaro compendio della materia ed evidenziano l'utilità operativa dei modelli concettuali: Garbade (1982:265-302); Latainer (1986); Fabrizi (1982:90-98).

³⁶ Tali arbitraggi sono impostati, dato un orizzonte temporale, acquistando il titolo con rendimento di periodo atteso più elevato e vendendo allo scoperto quello con rendimento di periodo atteso più basso. Sia l'investimento che la posizione scoperta possono essere di durata diversa dall'orizzonte di riferimento e, in questo caso, i rendimenti di periodo sono esposti al rischio di variabilità dei tassi (rischio di reinvestimento se la durata del titolo è inferiore all'orizzonte, rischio di prezzo finale nel caso opposto). Peraltro, nel mercato ipotizzato dalla teoria delle aspettative pure gli operatori considerano le loro attese sui tassi futuri equivalenti a certezza.

³⁷ In questo modo riconduciamo ad un unico schema concettuale le teorie della preferenza per la liquidità avanzata da Keynes e sistematizzata da Hicks e quella dell'*habitat* preferenziale di Modigliani e Sutch. Le eccedenze della domanda o

prevale la domanda di fondi per la necessità di riconoscere agli investitori dei *premi per la liquidità* al fine di incentivarli a investire in un *habitat* di mercato che non è loro congeniale; simmetricamente, laddove è eccedente l'offerta di fondi i rendimenti sono inferiori a quelli "da aspettative" per la presenza di premi al rischio negativi.

In questi modelli di prima generazione si tiene conto dell'evoluzione aleatoria dei tassi, ma quest'ultima non viene rappresentata analiticamente negli algoritmi di determinazione della *term structure* di equilibrio.

Nel corso degli anni settanta si sono diffusi modelli di seconda generazione, nei quali la struttura di equilibrio viene ricavata in base alla logica di arbitraggio partendo da ipotesi circa il processo aleatorio dei tassi. Queste teorie stanno a quelle classiche come l'*arbitrage pricing theory* al *CAPM*: come si avrà modo di osservare, esse arrivano a spiegare gli stessi fenomeni (la forma della curva dei rendimenti e la presenza di premi al rischio) avvalendosi di ipotesi meno forti sulle regole di comportamento del mercato e utilizzando una formulazione analitica che considera in modo esplicito le variabili aleatorie. Non è facile spiegare i modelli di cui si è detto con strumenti matematici semplici. Peraltro, riteniamo che una trattazione elementare della materia sia utile per evidenziare i concetti fondamentali. Infatti, in una trattazione rigorosamente formalizzata questi rischierebbero di confondersi nella complessità dell'impostazione matematico-statistica dei vari modelli.

Il problema cui si fa riferimento è quello della determinazione di una struttura dei rendimenti per scadenze di equilibrio per un gruppo di titoli senza cedola³⁸. Supponiamo che la curva abbia un'inclinazione positiva. Poniamoci nella posizione di un *market maker* che abbia la possibilità di comprare e vendere titoli allo scoperto senza limiti ai prezzi di mercato correnti. Il suo obiettivo è quello di costruire posizioni equivalenti per rischio a un'investimento a breve (durata Δt) che fruttino un rendimento superiore rispetto al tasso per tale durata. Fissiamo innanzitutto le ipotesi, semplificate, sull'andamento dei tassi, valide solo per lo specifico esempio che faremo tra breve. Nello scenario più probabile, il mercato prevede tra un periodo una curva esattamente identica a quella attuale, con possibilità di spostamenti aleatori che si ipotizzano uniformi per tutti i titoli, a prescindere dalla loro scadenza. Pertanto, tutti i tassi *spot*, quindi i prezzi, sono influenzati da un unico fattore di mercato, dato dallo *shock* uniforme. Possiamo configurare per tale *shock* un'ipotesi di distribuzione normale con media uguale a zero e una certa deviazione standard, che misura la volatilità attesa dei tassi. L'inclinazione crescente non riflette attese di rialzo dei tassi, bensì un premio al rischio di segno positivo, del quali ci si propone di precisare le determinanti.

Dato un titolo che, alla fine del periodo, abbia durata residua T , possiamo approssimare la sua *performance* uniperiodale con la formula di Babcock, che è utilizzata nella gestione di portafogli obbligazionari a tasso fisso per interpretare i rendimenti di periodo in funzione del rendimento effettivo a scadenza iniziale, della *duration* e della variazione del rendimento effettivo che si produce nel periodo³⁹. La formula, di cui tralasciamo la dimostrazione, nel caso di titoli senza cedola⁴⁰ è così configurata:

$$R_T \approx i_{T+\Delta t} - T(\Delta i_T + \lambda)$$

dell'offerta sono conseguenti a vincoli istituzionali (ad esempio, la normativa sulla composizione dei portafogli dei fondi pensione) oppure al profilo temporale dei flussi finanziari attesi e all'atteggiamento verso il rischio di liquidità e di trasformazione delle scadenze espresso dagli investitori, dai prenditori finali e dagli intermediari finanziari.

³⁸ Ci si riferisce ancora a titoli senza cedola per semplificare la trattazione analitica.

³⁹ La formula di Babcock fornisce una stima viziata da un errore di approssimazione crescente in funzione dello shock di tasso. Nel nostro esempio ipotizziamo che lo *shock* non sia tale da rendere rilevante detto errore di stima. Sulla formula di Babcock si veda Erzegovesi (1990:324-333).

⁴⁰ In questo caso la *duration* coincide con la scadenza.

dove:

R_T = rendimento di periodo;

$i_{T+\Delta t}$ = rendimento effettivo (o tasso *spot*) iniziale;

Δi_T = variazione attesa del tasso spot, spiegata dalla diminuzione della durata del titolo tra inizio e fine periodo;

λ = variazione inattesa dei rendimenti (uguale per tutti i titoli).

Nella formula si evidenzia come il rischio di variabilità della *performance* sia collegato all'eventualità di variazioni dei tassi (solo per la componente inattesa) e alla divergenza tra *duration* e durata del periodo di investimento. Il rischio in questione è nullo per investimenti che presentano una *duration* esattamente uguale alla durata del periodo⁴¹.

Possiamo riscrivere la formula precedente come:

$$R_T \approx \underbrace{i_{T+\Delta t} - T\Delta i_T}_{\text{valore atteso}} - \underbrace{T\lambda}_{\text{componente aleatoria}}$$

Il valore atteso della *performance* dipende dal tasso *spot* iniziale e inoltre risente (positivamente, nel caso ipotizzato) del passare del tempo. Infatti, l'accorciamento della vita residua giustifica l'aspettativa di una riduzione del tasso *spot* rispetto al livello iniziale in presenza di una curva inclinata positivamente.

Accettando l'approssimazione della formula di Babcock, è semplice costruire posizioni coperte su orizzonte uguale a Δt . Si evidenzia infatti come la durata residua del titolo T agisca da "moltiplicatore" degli effetti dello *shock* sui risultati. Essendo λ uniforme, a parità di importo negoziato⁴², la componente aleatoria della *performance* si differenzia da titolo a titolo in misura esattamente proporzionale alla rispettiva durata. Pertanto, a fronte dell'acquisto di un titolo con una certa durata residua, si potrà costruire una posizione di arbitraggio coperta vendendo titoli di durata differente e compensando le differenze di esposizione (di T) con differenze di importo. Ciò implica che si venda allo scoperto un minore importo di titoli con durata superiore, o un maggior importo di titoli con durata inferiore. In questo modo, l'effetto sulla *performance* della componente aleatoria viene annullato per compensazione. Ad esempio se compriamo per 200 un titolo con $T=4$ anni, possiamo compensare il rischio vendendo un titolo a otto anni per la metà del valore iniziale del primo. In questo modo effettuiamo un investimento netto pari a $200-100=100$. Assumiamo:

- un periodo di investimento mensile;
- tassi iniziali (mensili) dell'1% per il titolo a 4 anni e 1,1% per quello a 8 anni;
- diminuzione del tasso per l'effetto "tempo trascorso" (Δi_T) pari a -0,003% per il titolo a 4 anni e -0,002% per quello a 8 anni.

⁴¹ Nel caso dei titoli senza cedola questo implica il caso banale di acquisto di titoli con scadenza pari al termine dell'orizzonte di investimento.

⁴² Per importo intendiamo in questo caso il controvalore *tel quel*, non il valore nominale.

Ricordando che esprimiamo il tempo in mesi possiamo stimare la *performance* del portafoglio nel modo seguente⁴³:

$$R_{ARB} = \frac{200 \times R_4 - 100 \times R_8}{100} \approx$$

$$\approx \left[\underbrace{200 \times \bar{R}_4 - 100 \times \bar{R}_8}_{\text{valore atteso}} - \underbrace{(200 \times 48 \times \lambda - 100 \times 96 \times \lambda)}_{\text{componente aleatoria}} \right] / 100$$

$$\bar{R}_4 = 1\% + 48 \times 0,003\% = 1,144\%$$

$$\bar{R}_8 = 1,1\% + 96 \times 0,005\% = 1,292\%$$

dove:

il simbolo \bar{R} indica valore atteso del rendimento di periodo;

R_{ARB} = rendimento di periodo sull'investimento netto dell'arbitraggio;

R_4 = rendimento di periodo del titolo a 4 anni (48 mesi);

R_8 = rendimento di periodo del titolo a 8 anni (96 mesi).

La componente inattesa è azzerata. La *performance* sulla posizione netta è quindi pressoché certa e pari a:

$$R_{ARB} = \bar{R}_{ARB} \approx \frac{200 \times 1,144\% - 100 \times 1,292\%}{100} = 0,996\%$$

Se il *market maker* è convinto della validità del modello col quale egli spiega i valori attesi delle *performance* e il fattore aleatorio, troverà interessante questo arbitraggio se è in grado di finanziarlo a un tasso per scadenza a un mese inferiore allo 0,996% mensile. Se il tasso a un mese fosse 0,90%, l'arbitraggio converrebbe. La sua effettuazione farebbe scendere il rendimento del titolo a quattro anni, salire quello del titolo a otto anni fino a ristabilire una situazione di equilibrio in virtù dell'allargamento del differenziale negativo tra i rendimenti netti dei titoli comprato e venduto. Se il tasso a un mese fosse superiore a 0,996% converrebbe un arbitraggio di segno contrario, consistente nella vendita di 200 di titoli a quattro anni per acquistare, col ricavato, 100 di titoli a otto anni e 100 di titoli a un mese. Formalizziamo le relazioni tra rendimenti attesi e tassi senza rischio che devono sussistere in equilibrio per qualsiasi coppia di titoli *A* e *B*, aventi durate residue a fine periodo, rispettivamente, T_A e T_B . Per costruire una posizione coperta, a fronte di una lira investita nel titolo *A*, dovremo vendere T_A/T_B lire del titolo *B*, in modo che sia compensata la componente aleatoria:

$$T_A \lambda = \frac{T_A}{T_B} T_B \lambda$$

Nell'esempio precedente per una lira investita a quattro anni ne vendevamo $0,5=4/8$ di titoli a otto anni. Dato questo rapporto di copertura, che comporta un investimento netto per una lira di *A* pari a $1-T_A/T_B$, possiamo calcolare il rendimento atteso del portafoglio di arbitraggio nel modo seguente:

⁴³ Ovviamente la *performance* del titolo venduto allo scoperto (che si presume riacquistato ai prezzi di fine periodo) è una componente negativa dei risultati sull'arbitraggio.

$$R_{ARB} = \frac{\bar{R}_A - \frac{T_A}{T_B} \bar{R}_B}{1 - \frac{T_A}{T_B}} = \frac{T_B \bar{R}_A - T_A \bar{R}_B}{T_B - T_A}$$

In equilibrio R_{ARB} dovrà uguagliare il tasso senza rischio a un mese (z). Con qualche passaggio si arriva a dimostrare che tale condizione porta a verificare la seguente uguaglianza:

$$\frac{\bar{R}_A - z}{T_A} = \frac{\bar{R}_B - z}{T_B}$$

Considerando che la *performance* di un titolo A dipende in modo lineare dalla variabile aleatoria λ , con deviazione standard σ_λ , avremo:

$$\sigma_A = T_A \sigma_\lambda \quad \sigma_B = T_B \sigma_\lambda$$

e quindi, con un semplice passaggio:

$$\frac{\bar{R}_A - z}{\sigma_A} = \frac{\bar{R}_B - z}{\sigma_B}$$

Questa relazione, in equilibrio, dovrà valere per qualsiasi coppia di titoli. Essendo σ_λ ipotizzato uguale per tutti i titoli arriviamo a definire un premio per unità di rischio p , costante e anch'esso uguale per tutti i titoli, che definisce la struttura coerente dei rendimenti attesi in un mercato in equilibrio da assenza di arbitraggio:

$$p = \frac{\bar{R}_A - z}{\sigma_A} = \frac{\bar{R}_B - z}{\sigma_B} = \dots = \frac{\bar{R}_n - z}{\sigma_n}$$

La prima uguaglianza, riferita al rapporto tra *excess return* atteso a scadenza, vale soltanto per λ uniforme e quindi per σ proporzionale alla scadenza. L'ultima formula, riferita al rapporto tra *excess return* atteso e deviazione standard dei ritorni ha, invece, validità generale e risulta verificata partendo da qualsiasi ipotesi sul processo dei tassi, a condizione che lo stesso dipenda da un unico fattore aleatorio⁴⁴. Ogni modello condurrà ad una appropriata formulazione della relazione che lega la volatilità del rendimento di periodo dello specifico titolo a quella del fattore aleatorio comune: l'indicatore di volatilità non sarà più semplicemente la durata residua del titolo, ma formulazioni più complesse che vanno sotto il nome di *duration* stocastiche.

È bene rimarcare che i premi al rischio non sono direttamente osservabili dai prezzi di mercato, essendo definiti rispetto al rendimento *atteso* dei titoli, a sua volta dipendente da tasso *spot* corrente e da quello atteso alla fine dell'orizzonte di riferimento. Come si ha modo di precisare in seguito, questo fatto introduce elementi soggettivi nella stima empirica delle *term structure* secondo questi modelli.

Riepiloghiamo il percorso logico e i risultati ottenuti nel riquadro seguente.

⁴⁴ Per una rassegna dei principali modelli di pricing degli strumenti derivati basati su teorie della struttura per scadenze si veda Hull (1989:265-280).

IPOTESI

- valore atteso del tasso di un titolo con durata residua $T+\Delta t$ alla fine di un periodo di durata Δt uguale al valore desunto dalla struttura iniziale per scadenza corrispondente a T
- processo aleatorio della struttura dei tassi rispetto al valore atteso uguale ad uno shock uniforme (λ) con deviazione standard σ_λ

REGOLA DI ARBITRAGGIO

- Acquisto di titoli con durata a fine periodo T_A e vendita di una quantità di titoli con durata residua T_B per un rapporto di copertura T_A/T_B in modo da realizzare una *performance* certa superiore al tasso a breve. In concreto, ciò significa acquistare titoli con premio per unità di rischio più elevato e vendere quelli con premio più basso.

STRUTTURA DEI PREMI AL RISCHIO DI EQUILIBRIO

Caso particolare

- Il rapporto tra *excess return* atteso (differenza tra *performance* attesa e tasso a breve) e durata a fine periodo deve essere uguale per tutti i titoli

Generalizzazione

- Il rapporto tra *excess return* atteso e deviazione standard della *performance* deve essere uguale per tutti i titoli (prezzo del rischio di tasso). Nel caso specifico la volatilità della *performance* è un multiplo (pari alla durata a fine periodo) della volatilità dei tassi σ_λ .
- La struttura dei tassi di equilibrio è definita dalle ipotesi sul valore atteso e sul processo stocastico dei tassi. Ad esempio, si sarebbe ottenuta una struttura dei premi completamente diversa se si fosse ipotizzato un valore atteso dei tassi *spot* futuri pari ai corrispondenti tassi *forward* impliciti nella struttura iniziale (come nella teoria delle aspettative) quindi *performance* attese uguali, per tutti i titoli, al tasso a breve per scadenza Δt . In questa ipotesi alternativa, si sarebbero assunti tassi *spot* attesi superiori, a parità di scadenza, a quelli iniziali e, come conseguenza, la pendenza positiva della curva sarebbe stata spiegata dalla crescita attesa dei tassi. Si sarebbero pertanto avute differenze nulle tra rendimenti attesi e z , con premi al rischio pari a zero⁴⁵.

Le conclusioni raggiunte approssimando la *performance* con la formula di Babcock sono esattamente identiche a quelle dei modelli elaborati in tempo continuo su orizzonti istantanei, ponendo un vincolo di rendimento istantaneo delle posizioni coperte pari al tasso istantaneo corrente.

Appare con evidenza la maggior complessità del procedimento di costruzione delle condizioni di equilibrio rispetto ai modelli di *pricing* delle opzioni. Il fatto di lavorare con un fattore non negoziabile e, in aggiunta, non direttamente osservabile (il fattore aleatorio che sposta la struttura dei tassi per scadenza) impedisce di definire in termini certi il rapporto di copertura in funzione del comportamento congiunto del prezzo dei due *asset* alla scadenza del periodo. Nel caso delle opzioni visto in precedenza, il prezzo di uno degli *asset* arbitrati (il titolo sottostante) coincide per contratto col fattore. Per l'altro (l'opzione) si può ricavare un valore alla scadenza, dato quello del primo, secondo una precisa formula matematica. Nel caso dei modelli della *term structure* occorre definire per entrambi i titoli (adottando ipotesi che rischiano di essere arbitrarie) la relazione tra prezzo e variazione del fattore con l'ulteriore complicazione del dover

⁴⁵ È importante notare che in un mercato che si comporti in conformità con la teoria delle aspettative si riducono le opportunità di arbitraggio. Infatti, queste ultime sorgono in presenza di incongruenze della struttura dei tassi. Nel caso considerato, dette incongruenze possono discendere solo da previsioni distorte dei tassi futuri implicite nella struttura iniziale e non anche da incongruenze nella struttura dei premi al rischio, che risulta del tutto irrilevante. In aggiunta, fatto più importante, gli arbitraggi tesi a sfruttare tali incongruenze non sono privi di rischio.

distinguere tra componente attesa e inattesa. Per sciogliere questo nodo, nell'esempio abbiamo ipotizzato un comportamento elementare di λ , escludendo la possibilità di variazioni differenziate dei tassi. Questa scelta è però criticabile per due motivi:

- in primo luogo, variazioni uniformi dei tassi contraddicono la coerenza interna del modello, in quanto un mercato che si comportasse così consentirebbe banali arbitraggi⁴⁶;
- in secondo luogo, le stesse ipotesi contrastano col requisito di coerenza esterna, poiché nella realtà si osservano variazioni dei tassi differenziate per scadenze.

Ancora più discutibile è l'assunzione dei tassi attesi stabili, che contraddice la visione normalmente fatta propria dai gestori di obbligazioni, che impostano le loro strategie su previsioni della direzione dei tassi.

Per superare questi limiti, sono stati elaborati modelli più affinati della *term structure* estensibili al *pricing* degli strumenti derivati legati ai tassi di interesse⁴⁷. Limitandoci a considerare i modelli a un fattore, possiamo individuare due principali filoni:

- modelli basati su ipotesi esogene circa il valore atteso dei tassi istantanei, che richiedono la specificazione del premio per unità di rischio; si possono ricordare in proposito i contributi di Vasicek (1977) e di Cox, Ingersoll e Ross (1985) basati su processi del tasso istantaneo convergente verso un livello medio-normale, caratterizzato da una volatilità dei tassi istantanei futuri decrescente nel tempo⁴⁸;
- modelli basati sulle ipotesi della teoria delle aspettative in forma locale, che prendono come data la *term structure* osservabile sul mercato e fanno coincidere i tassi attesi con i tassi *forward* ricavati da tale struttura; in tal modo viene meno la necessità di specificare il "prezzo" del rischio, che risulta zero per qualsiasi scadenza; il più popolare di tali modelli è quello di Ho e Lee (1986).

In questo lavoro ci si accontenta di far intuire la complessa ed elegante costruzione di questi modelli, che per essere adeguatamente spiegati richiederebbero una digressione lunga e non essenziale ai nostri fini. Essi documentano lo sforzo che gli studiosi di finanza hanno compiuto, a partire dai primi anni ottanta, per proporre una chiave di lettura coerente del comportamento di un mercato sempre più diversificato, come quello degli strumenti di debito e derivati. La struttura logica dei modelli è anche una *check list* dei requisiti di un efficace modello gestionale per la gestione integrata del rischio di tasso. Detti requisiti sono così elencabili:

⁴⁶ Tecnicamente, la posizione di arbitraggio dell'esempio precedente è composta da una coppia di posizioni equivalenti per *duration*. Le due posizioni possono differire per convessità, vale a dire per quegli attributi che portano a differenziare gli effetti secondari dello *shock* di tasso sulla performance. Tali effetti sono trascurati dal nostro modello, che assume in proposito una relazione lineare tra risultati e variazione dei tassi. Se λ fosse uniforme, sarebbe possibile ottenere utili da arbitraggio senza rischio costruendo un portafoglio pareggiato per *duration* (come nell'esempio) dato dall'investimento in una posizione lunga composta da titoli a lungo termine e attività senza rischio (che risulta più convessa) a fronte della vendita di titoli a medio termine. Per superare questa incoerenza, sono stati costruiti modelli di arbitraggio della *term structure* che assumono *shock* di tasso decrescenti al crescere della durata dei titoli. Cfr. Ho e Lee (1986). Sul concetto di convessità si veda Erzegovesi (1990:287-300).

⁴⁷ I modelli di equilibrio della *term structure* basati su processi stocastici consentono di definire in modo coerente la distribuzione di probabilità del prezzo dei titoli obbligazionari, calcolati con tassi di sconto desunti dalla stessa struttura, a qualsiasi data futura. Una volta costruita la distribuzione dei tassi *spot* e dei prezzi dei titoli, è possibile ricavare il valore di equilibrio di opzioni e strumenti derivati ad essi relativi con procedimenti in tutto simili a quelli esaminati nel punto precedente. Per un'esposizione accessibile dei più importanti modelli della *term structure* di seconda generazione si rinvia a Abken (1990).

⁴⁸ I due modelli citati si differenziano in quanto Cox, Ingersoll e Ross ricavano il premio unitario per il rischio da un modello di equilibrio generale dell'economia, basato su ipotesi precise circa la funzione di utilità degli investitori. Nel caso del modello di Vasicek, il premio al rischio è una variabile esogena che può essere stimata partendo dalla pendenza della *term structure* osservata sul mercato.

- riferimento a un numero il più possibile contenuto di fattori;
- possibilità di approssimare questi fattori con variabili osservabili sul mercato;
- possibilità di ottenere dal modello formule di *pricing* e indicatori di sensibilità dei risultati applicabili a portafogli diversificati⁴⁹;
- possibilità di tarare i parametri del modello in modo da ottenere una struttura dei prezzi di equilibrio che approssimino adeguatamente le quotazioni di mercato.

È confortante osservare come anche i modelli più sofisticati giungano a determinare condizioni di equilibrio in un formato molto semplice da utilizzare in pratica: il prezzo unitario del rischio, quando non è irrilevante, è un dato costante per tutti i titoli di un dato mercato. Per un singolo *asset* A vale la seguente relazione,

$$\bar{R}_A - z = p\sigma_A$$

Il premio incorporato nel suo rendimento atteso si ottiene banalmente moltiplicando il prezzo unitario del rischio per un'opportuna misura di volatilità. Peraltro, la stima dei premi al rischio rimane per molti aspetti arbitraria e soggettiva. I modelli stocastici, infatti, definiscono solo delle regole di coerenza interna tra i premi applicati su scadenze diverse, senza vincolarne il segno o il livello: ai fini del rispetto di questi requisiti, sono ammissibili situazioni con premi tanto positivi quanto negativi. Per spiegare i premi al rischio rimangono validi gli schemi interpretativi forniti dalle teorie "di prima generazione", che si basano principalmente sulle preferenze degli operatori in ordine alle scadenze dei titoli e al loro atteggiamento nei confronti del rischio di tasso.

Il punto debole di questi modelli sta invece nella restrittività delle ipotesi di comportamento dei partecipanti e nel fatto che si trascurano le imperfezioni del mercato, in particolare il grado di concorrenza, la diversità delle logiche di *performance*, la liquidità e i costi di transazione. Prima di basare le proprie scelte su questi modelli è bene apprezzare l'incidenza delle frizioni del mercato, che possono indebolirne la capacità interpretativa e previsiva, nonché l'affidabilità come guida nelle scelte di arbitraggio e di copertura. L'efficacia operativa dei modelli è comunque legata principalmente all'accoglienza che essi ricevono dal mercato. Sono quindi gli operatori a decretare, per convenzione riconosciuta, il successo di un modello, che si traduce nell'adozione dei suoi algoritmi come standard per il *pricing* e la misura del rischio di una determinata famiglia di strumenti. La scelta di adottare uno standard consente di focalizzare l'attenzione del mercato su pochi fattori rilevanti e di tradurre coerentemente le loro variazioni in effetti sulla struttura dei prezzi che quindi rimane ordinata. Ciò consente di definire regole standard per la valorizzazione delle posizioni scambiate tra operatori all'ingrosso, ed è essenziale per rendere gestibili "con i numeri", quindi con il supporto di tecnologie informatiche, i relativi portafogli. Naturalmente, come qualsiasi convenzione, anche gli standard fissati in materia dal mercato non necessariamente premiano i modelli più completi e coerenti dal punto di vista concettuale, anzi si può dire che risultano favorite le impostazioni meno complicate dal punto di vista analitico. Inoltre gli standard possono cambiare nel tempo per effetto di processi di apprendimento o per la dimostrazione, sul campo, dell'inefficacia e dei rischi dei criteri seguiti. Le istituzioni che ambiscono ad una posizione di *leadership* nel mercato devono essere in grado di cogliere tempestivamente questi segnali di cambiamento della cultura prevalente, in quanto ad essi si accompagnano, di solito, profonde revisioni della struttura dei prezzi.

⁴⁹ Questi modelli consentono infatti di ricavare parametri analoghi alla *duration* e alla convessità dei titoli obbligazionari, o ai coefficienti di sensibilità delle opzioni.

I modelli a più fattori (cenni) - Se l'evoluzione dei prezzi degli *asset* viene collegata a più di un fattore aleatorio comune, la struttura dei modelli si complica, ma non cambia l'articolazione logica. Un mercato dominato da più fattori rende più macchinosa la costruzione di posizioni coperte che deve mirare all'azzeramento di più indicatori di esposizione aggregata netta⁵⁰. Questo implica un aumento del numero minimo di titoli per posizioni di arbitraggio (pari al numero di fattori +1) e inoltre impone di precisare non solo i processi aleatori dei fattori distintamente considerati, ma anche la loro correlazione. Il caso più semplice è quello di fattori non correlati, lo stesso posto nell'*Arbitrage Pricing Theory*⁵¹ di Ross, nella quale si giunge a questa relazione esplicativa del rendimento atteso di un titolo:

$$\bar{R} = z + p_1\sigma_1 + p_2\sigma_2 + \dots + p_n\sigma_n$$

dove p_1, p_2, \dots, p_n sono i premi unitari per il rischio applicati al primo, secondo, ..., n-esimo fattore, mentre $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ sono le deviazioni standard della parte della *performance* del titolo spiegata dal rispettivo fattore⁵².

2.4 Limiti dei modelli "di portafoglio"

I modelli "di portafoglio" hanno fornito la struttura concettuale e gli strumenti di misura ai sistemi di analisi dei rischi di mercato messi a punto per fini di controllo interno o di Vigilanza⁵³. Il loro successo è legato alla crescita dell'attività in strumenti finanziari negoziabili utilizzati anche per gestire i rischi di posizioni non negoziabili e alla collegata diffusione della contabilità ai valori di mercato⁵⁴.

Vi sono peraltro tre limiti rilevanti di questa impostazione:

- presuppone che siano dati i parametri strutturali di *pricing* del rischio, non suggerisce regole di comportamento adatte per prevedere e fronteggiare le fasi di cambiamento di tali parametri ;
- non tiene conto dei costi di transazione e dei fattori attenuativi del grado di concorrenza, che possono rendere non profittevole e rischiosa l'attività di arbitraggio, o, al contrario, possono consentire agli operatori primari di trovare forme di operatività molto redditizie e poco rischiose (ad esempio, l'attività di collocamento di titoli presso la clientela privata o il *trading* direzionale), "distringendoli" dal loro ruolo di fautori degli equilibri di mercato.

⁵⁰ Ad esempio, nella gestione di una posizione in obbligazioni occorre controllare l'esposizione al rischio di variazione dei tassi a breve, da un lato, e a lungo termine, dall'altro lato.

⁵¹ Sull'*Arbitrage Pricing Theory* si veda Erzegevesi (1989:105-117).

⁵² Per un approfondimento dei modelli di arbitraggio a fattori multipli si veda Hull (1989:158-171).

⁵³ I modelli basati su logiche di arbitraggio hanno influenzato in maniera significativa la normativa di Vigilanza in materia di rischi di mercato degli intermediari creditizi e mobiliari. Un esempio in tal senso è dato dalla normativa sui coefficienti minimi di patrimonio prescritti per le Società di Intermediazione Mobiliare dal Regolamento generale emanato il 2.7.91 dalla Banca d'Italia in attuazione della Legge 2.1.91, n.1. (si vedano gli articoli 31-37 del suddetto regolamento). Sull'evoluzione della normativa di Vigilanza in materia di rischio di interesse si veda Gualandri (1991:67-89).

⁵⁴ La contabilità ai valori di mercato assimila la struttura di bilancio di un intermediario finanziario ad un portafoglio di attività e passività finanziarie tutte negoziabili in mercati nei quali si forma in ogni momento un prezzo di equilibrio. Si ipotizza che a tali prezzi sia possibile vendere (senza limiti di importo) le attività o estinguere le passività. Nel caso degli strumenti non negoziabili i prezzi di mercato sono sostituiti con prezzi teorici calcolati mediante modelli di pricing basati sull'attualizzazione dei flussi attesi ai tassi di mercato vigenti che risultano appropriati per scadenza e rischio agli strumenti in esame. L'obiettivo della gestione finanziaria è in tal caso il valore netto di mercato del portafoglio, dato dalla differenza tra i valori delle attività e delle passività. Pertanto, secondo tale approccio, le variazioni dei prezzi correnti (teorici o rilevati) concorrono senza eccezioni alla formazione del reddito di un esercizio contrariamente a quanto consente la contabilità tradizionale ai costi storici. Sulla contabilità ai valori di mercato si vedano Erzegevesi (1991); Drago (1991:127-190); Mondschean (1992).

Nei paragrafi che seguono si delinea una visione complementare delle determinanti del rischio che ben completa il messaggio dei modelli di portafoglio, e aiuta a capire meglio il suo opportuno ambito di applicazione.

2.5 I fattori endogeni di rischio. I limiti dell'ipotesi di *random walk*

La parzialità e la mancanza di aderenza alla realtà dei modelli visti in precedenza discende dall'ipotesi di efficienza dei mercati normalmente posta a loro fondamento. Detta ipotesi è scelta non solo per conformità ai modelli economici di equilibrio generale, ma anche per motivi pratici, poiché consente di adottare le ipotesi più semplici di distribuzione delle variabili aleatorie e di ignorare le imperfezioni del mercato.

Ricordiamo brevemente le condizioni richieste da un mercato finanziario efficiente in forma forte:

- diffusione immediata presso tutti i partecipanti al mercato delle informazioni rilevanti ai fini del *pricing*;
- immediato recepimento di queste informazioni nelle valutazioni di convenienza, nelle scelte di portafoglio e quindi nei prezzi, che riflettono gli equilibri correnti dettati dai "fondamentali".

Un mercato siffatto, nel quale tutti hanno pari accesso alle nuove informazioni e le incorporano subito nelle loro scelte, non lascia margini per prevedere i prezzi in base al loro comportamento passato: l'unica causa di variazione dei prezzi è l'afflusso casuale di nuove informazioni e il riflesso di queste sulle previsioni dei redditi futuri e sul rendimento richiesto, che sono le determinanti canoniche dei prezzi secondo l'analisi fondamentale. Non esistono operatori meglio o peggio informati, e non esiste quindi la figura dell'operatore *outsider* che opera imitando le scelte altrui: i tempi di risposta del mercato sono così stretti da non lasciare spazio a chi cerca di accodarsi ai *leader*. In un contesto di questo tipo l'attenzione dei decisori è rivolta a quanto accade fuori dal mercato. La loro azione imprime alle quotazioni impulsi secchi e non correlati fra di loro, che sono all'origine delle dinamiche aleatorie lineari di tipo *random walk*.

Esponiamo brevemente le critiche e le alternative a queste ipotesi.

2.6 La teoria della riflessività

In primo luogo, la volatilità di prezzo osservata sui mercati è spesso da giudicarsi eccessiva rispetto a quella ragionevolmente attribuibile ai fattori fondamentali⁵⁵. Da un lato questo può ricollegarsi alla manifestazione di eventi incerti (nell'accezione di Knight) che sconvolge le "normali" fluttuazioni aleatorie. Dall'altro lato un'osservazione realistica della popolazione dei partecipanti al mercato, attesta la presenza di operatori meno informati, i cosiddetti *Noise Traders* o coloro che seguono "modelli popolari"⁵⁶, che intervengono senza strategie consapevoli accodandosi alle tendenze della domanda e dell'offerta, esasperando l'entità e la durata delle tendenze stesse. La presenza di questi operatori non

⁵⁵ È questa la tesi sostenuta, con riferimento ai mercati speculativi, nei saggi raccolti nel volume di Shiller (1991).

⁵⁶ Secondo Shiller (1991:3) i modelli popolari sono descrizioni qualitative di cause e suggerimenti su ciò che può accadere, e di presunte correlazioni, cicli e altre semplici forme di variazione di variabili economiche e di mercato.

sempre è un sintomo di immaturità del mercato, ma piuttosto denuncia la precarietà e l'incompletezza delle regole di comportamento assunte dalla teoria di portafoglio in mercati nei quali mancano punti di riferimento precisi per inquadrare e governare gli *shock* inattesi. Questo modo di operare, meno cosciente, ma anche meno costoso in termini di informazioni e competenze necessarie, può contagiare gli stessi operatori primari, che pur dovrebbero essere garanti dei meccanismi di equilibrio basati sui fondamentali⁵⁷.

Un interessante modello concettuale proposto da Soros⁵⁸, la teoria della riflessività, evidenzia l'interazione dialettica tra fatti esterni, percezioni che di questi ha il mercato ed evoluzione dei prezzi. Soros⁵⁹ critica l'estensione meccanica alla finanza (in quanto scienza sociale) delle metodologie di ricerca valide nelle scienze fisiche e naturali⁶⁰. Erigendo sistemi teorici nei quali le decisioni dei partecipanti sono completamente determinate da vincoli esterni (l'informazione disponibile), gli economisti fanno propri gli schemi del metodo scientifico e in effetti sono giunti a costruire modelli interpretativi razionali. Questi ultimi, peraltro, mostrano limiti gravi quando si giunge alla loro verifica empirica. Lo studio dei meccanismi che collegano i prezzi all'informazione è ostacolata dalla non osservabilità delle percezioni e delle aspettative dei "soggetti pensanti" che operano sul mercato.

Secondo una visione più appropriata, il recepimento e l'elaborazione di nuove informazioni non è un processo neutrale e trasparente che ogni soggetto compie in solitudine, ma è un'attività svolta in un contesto sociale, nel quale il modo di percepire i fatti e di agire in risposta ad essi diviene esso stesso elemento rilevante ai fini dei giudizi, delle attese e dei comportamenti.

Di conseguenza, alla radice della comprensione imperfetta dei fenomeni di mercato non sta tanto l'inconoscibilità di un "motore aleatorio" esterno, quanto piuttosto il fatto che il pensiero dei partecipanti incide sulla situazione osservata.

Tenendo conto di questo fattore, l'evoluzione dei mercati può essere interpretata come la risultante di due forze:

- un *trend* fondamentale sottostante, osservabile attraverso la dinamica temporale dei fattori fondamentali che, secondo i modelli di valutazione finanziaria prevalenti, rilevano di più nel determinare le quotazioni⁶¹;
- l'inclinazione dei partecipanti (*participating bias*), che si esprime nella divergenza tra il *trend* fondamentale osservato e le attese e, più generalmente e indistintamente, nell'evoluzione reale del mercato⁶².

⁵⁷ Sempre in Shiller (1991:23-41) si presenta un modello, riferito al mercato azionario, teso a dimostrare che gli intermediari professionali più capaci, per la limitazione di risorse disponibili, non sono in grado di contrastare e "disciplinare" gli andamenti di mercato in situazioni nelle quali è forte la presenza di operatori che si comportano secondo modelli popolari.

⁵⁸ George Soros è il gestore del Quantum Fund, un fondo di investimento globale ad alto rischio. In Soros (1987), propone in modo brillante molti concetti che si ritrovano peraltro anche in molti studi recenti di finanza, oltre a riecheggiare le celebri pagine di Keynes (1936:cap.XII) sulla speculazione (metafora del concorso di bellezza). Si è scelto di seguire le riflessioni di Soros in quanto razionalizzano in modo lucido la cultura degli operatori primari presenti sui mercati finanziari internazionali, e quindi sono frutto di una sperimentazione sul campo della validità interpretativa dei modelli teorici.

⁵⁹ Cfr. Soros (1987:35-38).

⁶⁰ In effetti, i modelli di comportamento casuale delle variabili finanziarie (*in primis* l'utilizzo di processi stocastici legati a distribuzioni normali) riprendono ipotesi originariamente applicate in biologia (come il moto browniano) o in fisica.

⁶¹ Come esempi di questi fattori possiamo ricordare il livello dei tassi guida, i tassi di crescita degli aggregati monetari e gli utili aggregati delle società quotate in Borsa. Si noti come Soros sottolinei l'importanza, nell'analisi dei fondamentali, della forza delle tendenze in atto (*momentum*), e non solo del livello corrente, a constatazione del fatto che il secondo aspetto non viene mai concretamente apprezzato prescindendo dal primo.

La forza propulsiva tipica dei fenomeni sociali è la seconda, ed essa riveste un ruolo fondamentale nell'evoluzione dei mercati mobiliari. Il suo peso è determinante nell'accentuare gli andamenti ciclici (accelerazioni e inversioni di tendenza). Il continuo confronto tra i fatti di mercato e le attese precedentemente formulate, in caso di consonanza, genera un *feed-back* che rafforza la tendenza sottostante (di qui l'effetto di accelerazione che porta ad attribuire, in termini matematici, una dinamica *non lineare* ai fenomeni sociali).

In caso di divergenza tra attese e risultati la tendenza in atto si indebolisce e comincia ad essere messa in discussione. Se la maggioranza dei decisori abbandona la fiducia nel modello interpretativo preesistente, il *bias* si inverte e con esso la tendenza sottostante. Per il fatto stesso di basarsi su un insieme di informazioni incompleto, per di più filtrate attraverso le aspettative proprie e degli altri partecipanti, la visione del mercato e i comportamenti conseguenti non sono interpretabili come ricerca di equilibrio. Per operare in un contesto incerto il mercato non può fare a meno di basarsi su pregiudizi inevitabilmente parziali e quindi contingenti, destinati ad essere confermati o messi in discussione a seconda che gli andamenti riscontrati confermino, o smentiscano, le attese generate dal pregiudizio prevalente⁶³. Come viene lucidamente affermato da Nicolis e Prigogine, nel commentare le differenze tra i sistemi complessi nelle scienze naturali e nei sistemi umani, "la differenza tra il comportamento desiderato e quello effettivo agisce come vincolo di nuovo tipo che, insieme con l'ambiente, forma la dinamica"⁶⁴.

Un aspetto essenziale dell'applicazione di questo schema in finanza è la comprensione dell'effetto retroattivo che la dinamica del mercato esercita sugli stessi fattori fondamentali. Possiamo portare due esempi in proposito:

- nel mercato dei prestiti alle imprese, la concessione di crediti abbondante a livello di sistema, e la fiducia nella sua disponibilità futura, produce un effetto positivo sui volumi di attività e sul valore dei beni capitali, rafforzando gli indicatori di solvibilità dei prenditori (debiti/fatturato, debiti/valore cespiti) e mantenendo su livelli rassicuranti gli indici di copertura interna dei rischi (sofferenze/impieghi)⁶⁵; gli stessi indicatori peggiorano drammaticamente nelle fasi di contrazione dell'offerta di credito che si traducono in un circolo vizioso di insolvenze, vendite di cespiti e caduta del prezzo di questi ultimi;
- nel mercato azionario, nelle fasi di rialzo euforico è facilitato il collocamento di aumenti di capitale con elevati sovrapprezzi. Il semplice investimento finanziario del denaro così raccolto da parte delle società emittenti produce un incremento dei loro utili per azione che può valere a prolungare il *trend* fondamentale positivo all'origine del rialzo, dando al mercato ragioni (precarie) per confermare la sua inclinazione positiva.

⁶² L'inclinazione dei partecipanti è un concetto affine a quello di *sentiment*, che denota il grado di fiducia nei motivi sottostanti una data situazione di mercato, profondamente influenzato dai meccanismi di formazione del consenso. Questo atteggiamento è descritto in questo passo di Keynes (1936:Cap.XII), che riguarda in generale l'intraprendenza in campo economico: "La maggior parte, forse, delle nostre decisioni di fare qualcosa di positivo, le cui conseguenze di potranno valutare pienamente solo a distanza di parecchi giorni, si possono considerare soltanto come il risultato di tendenze dell'animo, di un stimolo spontaneo all'azione anziché all'inazione, e non come il risultato di una media ponderata di vantaggi quantitativi moltiplicati per probabilità quantitative ... Se quindi le tendenze dell'animo si offuscano, e se l'ottimismo spontaneo svanisce, lasciandoci dipendere soltanto da una speranza matematica, l'intraprendenza illanguidisce e muore; benché il timore di perdita può non avere una base più ragionevole di quella che la speranza di profitto aveva innanzi."

⁶³ Si possono ravvisare analogie con la distinzione di Treynor (1989) fra scelte basate su fatti e scelte basate su teorie, dove le seconde seguono criteri non ancora assimilati dall'opinione corrente.

⁶⁴ Cfr. Nicolis e Prigogine (1987:274).

⁶⁵ In Minsky (1975) si sottolinea l'effetto inflazionistico di un'abbondante offerta di credito per l'acquisto di cespiti da parte di operatori in posizione finanziaria che egli definisce speculativa, cioè caratterizzata da uscite per il servizio del debito superiori alle entrate sull'investimento. I potenziali effetti destabilizzanti dell'espansione del credito sono una delle principali motivazioni della funzione di controllo monetario esercitata dalle banche centrali. Cfr. Cotula e Pitaluga (1989:34).

Ai nostri fini il concetto di riflessività è utile, poiché pone in evidenza *fattori endogeni* di volatilità dei prezzi che svolgono un ruolo essenziale nel determinare i punti di svolta del mercato. La teoria della riflessività è imparentabile con il filone di studi sulle determinanti dei cicli di euforia o panico e sull'instabilità finanziaria⁶⁶. In sintonia con i più illustri studiosi che si sono occupati dell'argomento, Soros sottolinea l'importanza del credito come determinante dei fenomeni di espansione e di contrazione generalizzata dei mercati⁶⁷.

I fattori di volatilità di tipo endogeno, da sempre considerati dagli operatori, hanno guadagnato crescente considerazione anche presso gli economisti finanziari dopo il *crash* delle Borse mondiali del 1987 (ne è prova il fiorire di studi sulla microstruttura dei mercati finanziari e sul rischio sistemico⁶⁸).

Non si può dare un'adeguata rappresentazione della volatilità in presenza di tali fattori con le distribuzioni statistiche normalmente assunte nei modelli di portafoglio.

Nei punti che seguono vedremo, in primo luogo, l'impostazione seguita dall'analisi tecnico-grafica, che ha saputo dare con mezzi spesso empirici e rudimentali una descrizione realistica del modo di variare dei prezzi. Successivamente, si presenta un modello che ricomprende al suo interno l'ipotesi di mercato efficiente come caso particolare di una serie di possibili stati di mercato, ciascuno associato a una diversa struttura dei fattori di volatilità endogena ed esogena.

2.7 L'analisi tecnica dei mercati finanziari

Un paradosso che si oppone all'ipotesi di efficienza dei mercati è la crescente popolarità, presso le istituzioni finanziarie, delle metodologie di analisi tecnico-grafica per la previsione degli andamenti di mercato. Con l'aumento dei volumi e della volatilità e con l'affermazione dei mercati a termine di *asset* e di indici, l'analisi tecnica ha conquistato molti seguaci sia nei mercati per i quali è nata (azioni e *commodities*) sia in quelli tradizionalmente più ancorati a variabili economiche fondamentali (cambi, depositi interbancari e obbligazioni). Anche nel campo che più ci interessa (mercato del debito) capita di frequente di vedere applicate con maggior favore le tecniche di *trading* su posizioni aperte, guidate dall'analisi tecnica, piuttosto che le strategie di gestione del rischio e della *performance* basate sull'analisi fondamentale dei tassi, sebbene queste siano supportate da modelli teoricamente accreditati.

L'analisi tecnica comprende una famiglia vasta ed eterogenea di metodologie statistiche oppure empirico/euristiche finalizzate allo studio delle regolarità di comportamento dei mercati secondari organizzati e all'utilizzo di tali conoscenze per supportare l'attività degli operatori. L'oggetto d'indagine delle varie metodologie può essere articolato nei seguenti aspetti⁶⁹:

⁶⁶ Si veda, ad esempio, Minsky (1975).

⁶⁷ Lo stesso Soros ha corretto nel tempo il proprio schema di interpretazione che originariamente sottolineava l'importanza dei cicli di crescita/contrazione (*boom/bust*) caratterizzati da una fase finale di esplosione violenta dei fattori di instabilità accumulati nella fase di espansione. L'esperienza della seconda metà degli anni ottanta ha invece visto interventi delle Autorità di controllo (come le politiche monetarie espansive seguite al *crash* di Borsa dell'ottobre 1987) o forme di autoorganizzazione del mercato (come gli accordi consortili per la rinegoziazione del debito dei paesi in via di sviluppo) volti a scongiurare gli effetti drammatici di crisi destabilizzanti. Peraltro, tali interventi vengono attivati solo quando è netta la percezione di un rischio di disastro (l'immagine di Soros è quella di "ritrarsi sull'orlo del baratro").

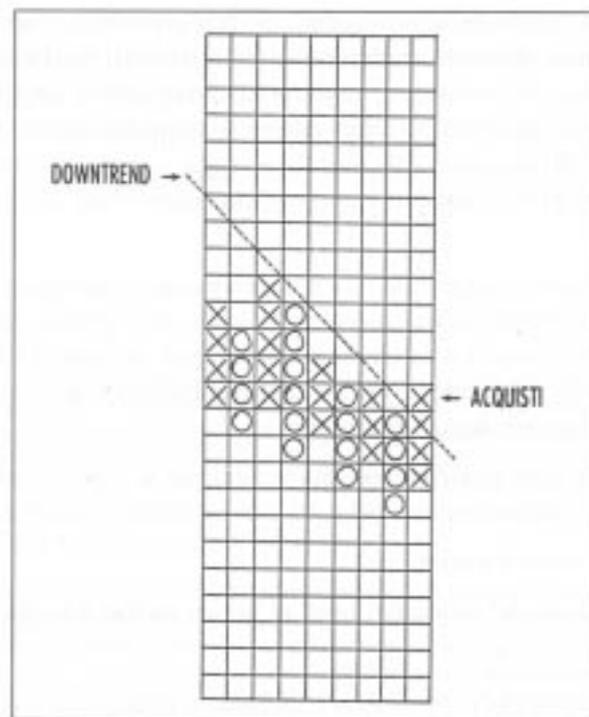
⁶⁸ Si veda in proposito OECD (1991), dove si sottolinea la rilevanza dei comportamenti imitativi nella determinazione di situazioni di volatilità esasperata.

⁶⁹ Per una rassegna esauriente in lingua italiana delle metodologie canoniche di analisi tecnica si veda Fornasini e Bertotti (1989).

- esame delle serie storiche delle quotazioni per la determinazione degli indici di volatilità, accelerazione, velocità, direzionalità, frequenzialità;
- analisi dei volumi trattati;
- individuazione dei cicli e dei *trend* di breve, medio e lungo periodo;
- identificazione degli obiettivi (attese) di futuro rialzo o ribasso dei prezzi;
- fissazione dei "prezzi di intervento" sui mercati in relazione a finalità diverse (inserimento su una tendenza rialzista, uscita da una tendenza ribassista).

Non si pretende in questa sede di descrivere le metodologie impiegate che, il più delle volte, sono semplici quanto alla rappresentazione dei fenomeni rilevanti, ma hanno molto di soggettivo, per non dire di esoterico, nell'interpretazione degli stessi. Ci preme piuttosto valorizzare gli insegnamenti che queste metodologie possono dare ai fini dell'analisi del rischio finanziario. In primo luogo, l'analisi tecnica non assume mercati perfettamente liquidi, e quindi non vede nei prezzi di chiusura un dato che sintetizza tutte le informazioni utili per capire la situazione di mercato in un dato momento. Infatti, i grafici comunemente utilizzati riprendono i dati utili per capire l'attività sul mercato in un determinato giorno: i prezzi di apertura e chiusura, minimo e massimo, ed inoltre i volumi di negoziazione.

Figura 2.1 - Determinazione di una linea di tendenza con il metodo "punto e figura"



tratto da: Fornasini e Bertotti (1989:112).

In secondo luogo, diverse metodologie sono intese a decodificare la sequenza di dati numerici raccolti sul mercato in un linguaggio più efficace ai fini dell'identificazione di variazioni significative e di regolarità. Un esempio di questo è il metodo "punto e figura" che è finalizzato ad individuare i cambiamenti di direzione del movimento dei prezzi su un grafico, a colonne affiancate, di segni. Le quotazioni di una data giornata danno luogo ad aggiornamenti del grafico solo se esprimono una variazione superiore ad una soglia minima significativa (\times per le colonne dei rialzi e \circ per le colonne dei ribassi)⁷⁰. A differenza dei grafici più usati, quelli "punto e figura" non tengono conto della dimensione temporale. E' come se i dati misurabili oggettivamente (quotazioni e tempi di rilevazione) venissero filtrati e depurati dei segnali non nuovi per poi essere tradotti in simboli rappresentativi di eventi (si veda la figura 2.1). Per questo il metodo può essere visto come un tentativo di rappresentare la dinamica di processi aleatori complessi che sono animati, al tempo stesso, da fluttuazioni casuali e da regolarità. Tale tentativo, che va nella stessa direzione seguita dai modelli scientifici di analisi della complessità, introduce nella rappresentazione del processo un livello di astrazione più alto rispetto ad un modello statistico, ed il processo viene espresso come articolazione di simboli che veicolano informazione⁷¹. La scelta della scala di conversione dei dati in simboli, e la lettura di questi ultimi, rimangono peraltro un esercizio di doti di esperienza e intuito personale e non garantisce una lettura sempre centrata dei fenomeni in atto.

In terzo luogo, le tecniche per la ricognizione di *trend* e per l'individuazione di scostamenti "anomali" da questi, suscettibili di essere seguiti da riallineamenti o, al contrario, da rotture della tendenza possono essere viste come modelli *naïf* descrittivi di processi stocastici di tipo *mean reverting*.

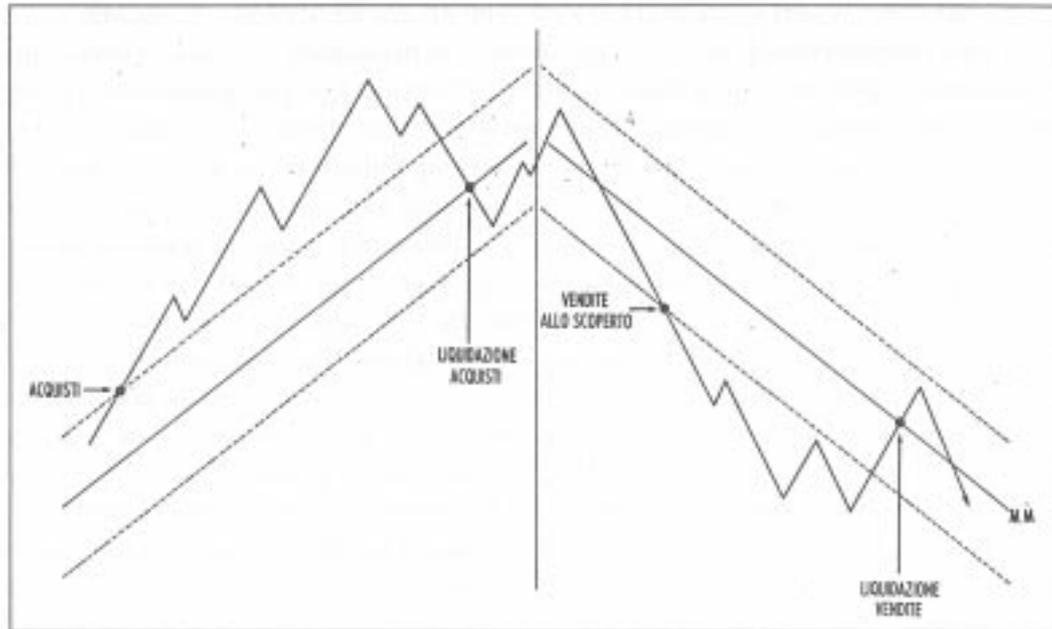
In effetti il tracciamento di linee che delimitano una banda di variabilità (esemplificato nella figura 2.2) è analogo all'individuazione di uno scostamento dal *trend* stimato al di sopra del quale si osservano valori non conciliabili con il *trend* stesso.

⁷⁰ I graficisti definiscono in proposito due soglie di variazione del prezzo:

- una più contenuta (*box size*) che fa scattare l'annotazione di una variazione di prezzo dello stesso segno dell'ultima registrata;
- una più ampia (*reversal size*) che fa scattare l'annotazione su una nuova colonna di una variazione di prezzo di segno opposto all'ultima registrata.

⁷¹ Cfr. Nicolis e Prigogine (1987:220-223).

Figura 2.2 - Tracciamento della banda di variabilità del prezzo di un'azione in funzione della media mobile (MM)



tratto da: Fornasini e Bertotti (1989:118).

Nel gergo dei processi stocastici ciò equivale a rilevare uno scostamento dalla linea del valore atteso tale da ridurre a percentuali trascurabili la probabilità di registrare scostamenti dello stesso segno ancora più pronunciati, e da rendere molto probabile un riavvicinamento alla linea di tendenza.

In effetti esistono modelli statistici di analisi delle serie storiche di tipo lineare, o non lineare che applicano procedimenti algoritmici per il tracciamento della linea di tendenza e del canale di probabile variazione attorno ad essa, secondo una logica del tutto analoga a quella delle tradizionali applicazioni dell'analisi grafica⁷².

Quello che invece rimane un di più delle metodologie grafiche, che nell'analisi statistica delle serie storiche è assente, o si ritrova soltanto in modelli avanzati, è lo studio delle fasi di transizione da un *trend* (processo) ad un altro caratterizzato da direzione, velocità e volatilità diverse, a fasi con tendenze indefinite. Un processo aleatorio visto come risultante di fattori esogeni e di meccanismi di formazione/revisione del consenso sulla sua validità, ha un ciclo di vita che può attraversare fasi di correzione, consolidamento, crisi e inversione. L'analisi tecnica cerca di ricondurre a figure ricorrenti le sequenze di fatti di mercato (prezzi/volumi) che si accompagnano a fasi di transizione⁷³. Le figure riproducono la dialettica dei comportamenti tipica di tali fasi (acquisti e vendite in tendenza e in controtendenza, e forza relativa dei gruppi di operatori a favore o contro una data visione del mercato)⁷⁴.

⁷² L'analisi statistica delle serie storiche applicata ai mercati finanziari si è molto sviluppata negli ultimi anni. Per un'applicazione al mercato dei cambi, contenente una rassegna delle metodologie più avanzate applicabili a serie con volatilità variabile, si veda Daddi e Tivegna (1992)

⁷³ Possiamo ricordare, tra i casi più conosciuti, per i modelli di consolidamento triangolo, cuneo, bandiera, e per quelli di inversione i *pattern* testa e spalle superiori e inferiori.

⁷⁴ Riprendendo l'analogia tra grafici e simboli, possiamo vedere nelle figure il resoconto del tipico svolgimento di un processo valutativo/decisionale di gruppo. Non è escluso che sia possibile e istruttivo decodificare questi simboli tenendo conto della popolazione dei partecipanti al mercato e dei loro differenti obiettivi e del peso relativo. Si tratterebbe di

Il patrimonio di conoscenze accumulate dai graficisti, una volta rimossa la crosta esoterica e arazionale che ha sinora giustificato la diffidenza di molti studiosi, può fornire spunti preziosissimi per indagare le ragioni dei cambiamenti di tendenza e volatilità collegati ai fattori endogeni. Nella pratica dei mercati, si devono all'analisi tecnica gli indicatori di *momentum* e di *sentiment*, che danno un'idea del grado di consenso sulle attese prevalenti.

Quest'attenzione valorizzatrice presuppone peraltro lo sforzo di chiarire le cause degli schemi di comportamento del mercato, in modo da non rendere l'analisi tecnica una collezione di precetti da applicare ciecamente, cosa che si tradurrebbe in un fattore di esasperazione dei movimenti di mercato capace anche di renderli artificiosamente prevedibili, a tutto vantaggio degli operatori più influenti ed abili.

2.8 Un modello degli stati di mercato

Per dare un'idea dei possibili sviluppi dell'analisi del rischio in finanza si propone un modello derivato dalla teoria dei sistemi dinamici non lineari⁷⁵. Tale filone di ricerca scientifica ha portato a una rivoluzione dei modelli interpretativi del mondo reale, proponendo nuovi paradigmi in grado di descrivere fenomeni apparentemente dominati dal caso, e in realtà spiegati da dinamiche non lineari, tali cioè da autorafforzarsi e di portare a punti di biforcazione, cioè di selezione fra due percorsi evolutivi ugualmente possibili che si escludono a vicenda.

I fattori aleatori, quando sono presenti, giocano un ruolo chiave nella selezione fra i percorsi possibili. In questa visione l'imprevedibilità di molti sistemi appare come una caratteristica intrinseca dei sistemi stessi e non più come una conseguenza dell'insufficienza delle nostre conoscenze e dei mezzi per dominare le numerose variabili in gioco, come invece ipotizzava la fisica classica.

La fortuna di questo nuovo approccio, che ha trovato applicazione nei campi più disparati, dalla fisica alla biologia, dalla scienza dei materiali agli studi sul comportamento animale, ha suscitato un notevole interesse anche nell'ambito delle scienze sociali e, nello specifico, in finanza. Le applicazioni finanziarie della teoria dei sistemi hanno privilegiato l'analisi del mercato azionario.

Il motore dell'interesse per i sistemi non lineari in finanza è la ricerca di paradigmi della casualità dei mercati più ricchi ed esaurienti rispetto all'ipotesi di *random walk*.

Un primo filone che traspone tali metodologie alla spiegazione dei mercati finanziari è quello che si ispira ai modelli di caos deterministico⁷⁶. Tali indagini ambiscono a dimostrare, contro l'ipotesi di efficienza dei mercati, che esistono delle tendenze nonché dei cicli di lungo periodo, cioè dei percorsi obbligati che il mercato segue obbedendo a regolarità predefinite. Queste ultime, pur essendo originate da fattori deterministici, hanno peraltro manifestazione disordinata (caotica appunto) e praticamente imprevedibile

attribuire i movimenti significativi di prezzo, quasi fossero le battute di un testo teatrale, a personaggi o gruppi di personaggi, sebbene l'identificazione di questi ultimi rimanga un problema formidabile. Sarebbe interessante esplorare l'analogia tra tali sequenze e le figure retoriche e le strategie negoziali utilizzate nell'arena politica e forense nel dibattito di tesi contrastanti.

⁷⁵ Sull'argomento si veda per tutti Nicolis e Prigogine (1987).

⁷⁶ Un sistema caratterizzato da una dinamica non lineare può evidenziare un andamento irregolare e impossibile da prevedere. Tale dinamica può apparire erroneamente aleatoria, mentre invece è deterministica in quanto dipende dalla situazione iniziale e da un sistema di equazioni descrittive della dinamica del sistema. In casi come questo è evidenziabile all'interno del sistema la tendenza ad assumere, non secondo periodicità regolare, stati ricorrenti ricompresi in un certo insieme limitato. Si parla in tal caso di *attrattori caotici*. Come esempio di applicazione di modelli di caos deterministico ai mercati finanziari si vedano Peters (1991) e Hsieh (1991).

nei suoi andamenti di breve periodo. I modelli di caos deterministico sarebbero pertanto più idonei a spiegare l'evoluzione dei prezzi azionari rispetto all'ipotesi di *random walk*, in quanto potrebbero conciliare l'imprevedibilità delle quotazioni (come nel *random walk*) con la presenza di cicli e tendenze, sia pur irregolari nella loro manifestazione.

Nella pratica le applicazioni ai mercati finanziari dei modelli di caos deterministico possono essere viste come una metodologia non convenzionale di analisi di fenomeni di autocorrelazione nelle serie storiche. Tale approccio è peraltro poco promettente, ai fini di una trasposizione operativa, dato che si fonda sull'ipotesi secondo cui il mercato è guidato da un meccanismo deterministico complesso, peraltro non chiaramente esplicabile e, per di più, quasi impossibile da capire e anticipare nella sua dinamica⁷⁷.

Appare più promettente, ai nostri fini, il filone rivolto allo studio dei sistemi dinamici interessati da fluttuazioni aleatorie, quindi più adatti a rappresentare sistemi con evoluzione non prevedibile, come quelli sociali e, nello specifico, i mercati finanziari⁷⁸.

La teoria alla quale facciamo riferimento è quella dell'Imitazione Sociale di Callen e Shapero⁷⁹ che applica il modello di Ising della polarizzazione magnetica di una barra di ferro ai fenomeni di polarizzazione dei comportamenti di gruppo nel mondo animale⁸⁰ o nelle società umane⁸¹. L'ipotesi di questa teoria è che, in una visione macroscopica, gli individui di un gruppo si comportino in modo simile alle molecole di una barra di ferro. In alcune condizioni, gli individui sono indipendenti gli uni dagli altri ed attuano comportamenti analoghi al movimento casuale delle molecole di una barra sottoposta a riscaldamento. Al raggiungimento di determinate condizioni critiche, tuttavia, le opinioni degli stessi individui possono polarizzarsi analogamente alle molecole della barra, quando questa viene raffreddata fino a una temperatura critica in corrispondenza della quale l'interazione magnetica tra molecole adiacenti tende a sovrastare le forze termiche molecolari⁸². Mentre nel primo caso abbiamo l'equivalente del pensiero razionale individuale, nel secondo possiamo vedere un'immagine dei comportamenti di gruppo imitativi. Queste situazioni sono originate da vincoli, o condizionamenti esterni che attivano nelle persone l'attitudine innata al comportamento "conformista" e, polarizzandola, la sospingono in una direzione definita 2.3.

L'interesse del modello sta nella sua attitudine a spiegare l'evoluzione della distribuzione di probabilità dei rendimenti dalle fasi dominate dall'interazione casuale fra scelte individuali indipendenti, a quelle in cui prevalgono i comportamenti di gruppo. Descriviamo brevemente i processi di transizione fra stati di mercato secondo il modello proposto da Vaga per il mercato azionario⁸³. Successivamente si valuterà una sua possibile estensione ai mercati obbligazionari e dei prestiti. I rendimenti di periodo del mercato azionario possono essere rappresentati dalla posizione di una sfera che rotola sul fondo di un incavo. Quest'ultimo può avere uno o due avvallamenti, come nella figura 2.3.

⁷⁷ Cfr Peters (1991:62).

⁷⁸ La versione che presentiamo riprende Vaga (1990).

⁷⁹ Cfr. Callen e Shapero (1974).

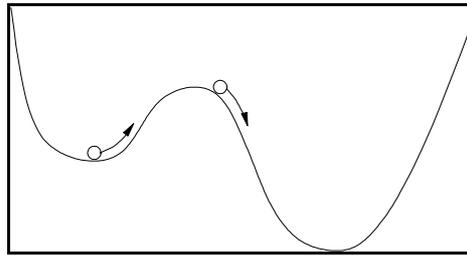
⁸⁰ Ad esempio, tale modello spiega i movimenti di branchi di pesci o di stormi di uccelli.

⁸¹ Un modello alternativo utilizzato in finanza è la teoria matematica delle epidemie. Cfr. Shiller (1991:15-16).

⁸² In simili condizioni, se un piccolo gruppo di molecole tende ad orientarsi magneticamente in una direzione, le molecole vicine si conformano e nella barra si formano dei *cluster*, con orientamento in alcuni casi positivo, in altri negativo, originando fluttuazioni nel campo magnetico a livello macroscopico.

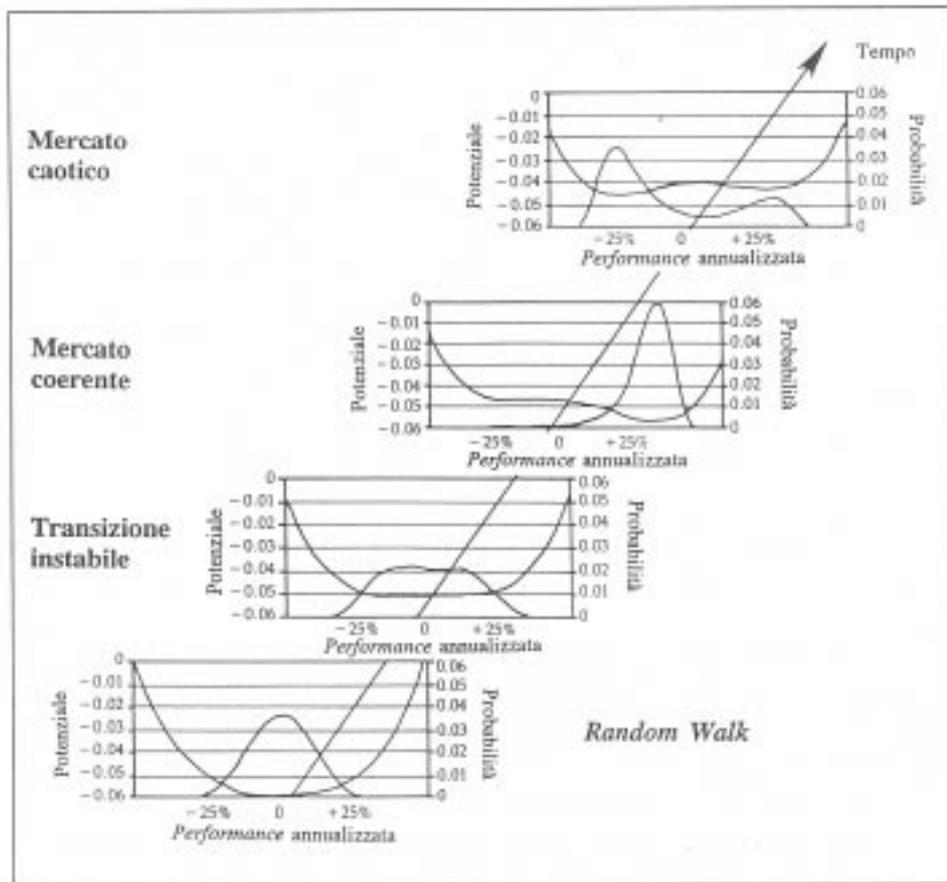
⁸³ Cfr. Vaga (1990).

Figura 2.3 - Rappresentazione dei rendimenti azionari attraverso i movimenti di una sfera che rotola sul fondo di un incavo



La sfera viene colpita da forze casuali con direzione ed energia variabili. La forma dell'incavo riflette quella della distribuzione di probabilità, e come questa è modellata dal sentimento prevalente degli investitori (la loro inclinazione al conformismo) e dai "fondamentali" di mercato (che possono denotare, col linguaggio di Soros, un *trend* fondamentale positivo o negativo).

Figura 2.4 - La transizione dal Random Walk al mercato caotico secondo il modello di Vaga



Tratta da: Vaga (1990:37).

Nella figura 2.4 i principali stati di mercato spiegati dalla teoria dell'imitazione sociale sono illustrati mediante distribuzioni di probabilità (a ciascuna delle quali è sovrapposto il profilo del corrispondente "incavo del potenziale").

Quando prevale l'individualismo nei comportamenti, è probabile che si affermi uno stato di *random walk*, analogo a quello spiegato dall'ipotesi di mercato efficiente, che quindi è ricompresa nel modello come caso speciale. La distribuzione dei rendimenti è normale. Il pozzo ha un unico avvallamento e pareti ripide. Le oscillazioni casuali rispetto alla media sono rapidamente smorzate. I periodi di *random walk* sono di solito caratterizzati da andamenti delle quotazioni poco brillanti, ed è poco probabile che i rendimenti azionari superino quelli di attività senza rischio.

La transizione dal *random walk* ai periodi di comportamento di gruppo è caratterizzata da instabilità. La distribuzione si appiattisce in una, più larga, di tipo uniforme. L'impatto delle informazioni casuali non è più scontato (smorzato) rapidamente. La direzione fondamentale del mercato non è definita e si producono fluttuazioni ampie, che pongono rischi eccezionalmente elevati agli investitori.

Questo disordine, nel quale le fluttuazioni sono pari o maggiori per ordine di grandezza al valore atteso, può essere visto come una fase esplorativa dei possibili percorsi accessibili nella successiva evoluzione del mercato⁸⁴. La scelta di un dato percorso dipende dai due fattori che modellano lo stato di mercato. Se il "sentimento" rimane individualista, si recede verso il caso di *random walk*. Se invece il mercato si polarizza attorno a un'opinione prevalente, si possono raggiungere, con maggior probabilità, due stati alternativi di:

- mercato coerente al rialzo, quando i fondamentali sono positivi
- mercato caotico, quando i fondamentali sono leggermente negativi⁸⁵.

Il mercato coerente al rialzo, caratterizzato da alti rendimenti e bassa dispersione, è la condizione più sicura e remunerativa. In questi casi è necessario mantenere una posizione pienamente investita in azioni per evitare il rischio di *performance* inferiori alla media di mercato. Per contro, il mercato caotico è un mercato pericoloso, nel quale le notizie sono scontate rapidamente, ma in modo distorto, e il sentimento può cambiare improvvisamente da rialzista a ribassista. Entrambi i casi di comportamento di gruppo sono rappresentati da distribuzioni bimodali (con due "gobbe" della funzione di densità), o da incavi con due valli. In queste condizioni, l'azione del mercato può essere descritta come quasi efficiente, o come *random walk* a inclinazione definita (*biased*). I nuovi eventi sono scontati rapidamente, ma gli investitori tenderanno a reagire alle buone notizie e a ignorare quelle cattive (o viceversa). In metafora, quando il mercato è polarizzato su un sentimento rialzista la palla rotola nella valle di destra (più profonda in mercati coerenti). Per produrre una netta inversione di tendenza, le notizie negative devono essere tanto importanti da produrre uno scavalco della barriera di potenziale, misurata dalla profondità della valle destra, fino a sospingere la palla nella valle di sinistra. Se invece il mercato è caotico le due valli hanno profondità simile e la barriera di potenziale da superare per invertire la tendenza è minore ed equivalente in un senso o nell'altro.

Nei periodi di comportamento di gruppo il mercato è molto sensibile ai cambiamenti del *trend* fondamentale, che modificano la grandezza relativa dei due lobi della distribuzione (o la profondità relativa delle due valli del pozzo corrispondente).

Il sentimento prevalente incide invece sulla polarizzazione dei due lobi attorno ai rispettivi valori modal. Sulla probabilità di polarizzazione incide il numero di elementi dei quali si compone il mercato, che nel modello di Vaga è approssimato dal numero di comparti settoriali, ma che in una rappresentazione più

⁸⁴ Si possono notare delle analogie con quanto affermato, per i sistemi fisici, in Nicolis e Prigogine (1987:169-174).

⁸⁵ Si può dare anche il caso di mercati coerenti al ribasso in caso di *sentiment* polarizzato e fondamentali marcatamente negativi. Si tratta peraltro di un'eventualità eccezionale che si verifica nelle crisi incontrollate (come quelle del 1929, o del 1973-74). È quasi da escludere che situazioni del genere si riproducano nel contesto attuale, caratterizzato da politiche monetarie attente a prevenire crisi strutturali del mercato dei capitali, come si è verificato nelle settimane successive al *crash* dell'ottobre 1987. Cfr. OECD (1991).

articolata potremmo associare al numero, e all'importanza relativa, di categorie di partecipanti al mercato, classificati in base a:

- logiche di risultato e vincoli di sopravvivenza;
- potere di mercato.

La probabilità di polarizzazione è più alta quando:

- il mercato è dominato da pochi operatori con alto potere di condizionamento;
- le logiche di *performance* sono poco differenziate e premiano comportamenti in linea con la media di mercato⁸⁶;
- un'ampia quota dell'operatività fa capo a operatori non professionali che si comportano ingenuamente.

Il massimo di polarizzazione coincide con una distribuzione di tipo binario, nella quale sono possibili due soli valori del rendimento. In concreto, questo caso può verificarsi quando la scelta di un soggetto con forte potere di condizionamento (un organo legislativo o amministrativo, o un gruppo di operatori primari) è in grado di forzare il *trend* fondamentale (e quindi le attese degli operatori) verso direzioni definite che si escludono a vicenda.

Il modello fornisce una rappresentazione statistica completa e attraente dei possibili stati di mercato, sebbene la misurazione dei parametri delle distribuzioni in una data fase rimanga un problema arduo, non essendoci la possibilità di osservare stati e transizioni ricorrenti, a differenza di quanto è consentito in un sistema fisico o biologico.

Lo stesso Vaga, ai fini dell'applicazione del modello alla previsione delle tendenze di mercato, suggerisce l'utilizzo di indicatori normalmente utilizzati sul mercato (e relativamente semplici) di tipo tecnico e fondamentale, idonei a segnalare il grado di uniformità delle tendenze (come il rapporto rialzi/ribassi) o la divergenza tra attese e realizzazioni⁸⁷.

Pertanto, allo stato attuale delle tecniche di misurazione del rischio, l'utilità del modello sta nella sua attitudine a fornire uno schema concettuale *qualitativo* nel quale trovano posto anche gli stati di mercato di *random walk* gestibili con le tecniche *quantitative* derivate dalla teoria della finanza. Ai fini pratici sarebbe già un grosso risultato il poter diagnosticare il tipo di fase di mercato e i probabili percorsi verso stati alternativi.

Ad esempio, a seconda che si identifichi la situazione in atto come mercato coerente, piuttosto che di *random walk*, o ancora di transizione, si daranno interpretazioni diverse a forti variazioni negative dei prezzi. Nel primo caso esse saranno collegate a un'inversione del sentimento prevalente scatenata da *shock* superiori a una soglia critica. Nel secondo caso la causa più probabile sarebbe uno *shock* esogeno di eccezionale entità. Nel terzo caso essa sarebbe frutto di una reazione scomposta ed esagerata a sollecitazioni esterne in sé non fortissime.

Più importante ancora è la possibilità di costruire, sulla falsariga del modello, una mappa di strategie di gestione del rischio appropriate nelle varie fasi di mercato. Ad esempio, le tecniche di arbitraggio e copertura suggerite dalla teoria finanziaria funzionano con uno stato di *random walk* con parametri di

⁸⁶ Ciò può verificarsi quando i gestori sono motivati al raggiungimento di obiettivi minimi di risultato pari al rendimento di portafogli di riferimento modellati su indici di Borsa.

⁸⁷ La logica seguita è simile a quella del metodo *Value Line* per la selezione dei titoli azionari. Si veda in proposito Erzegovesi (1989:125).

volatilità costanti. Le stesse tecniche funzionano anche in mercati coerenti con pronunciati *trend* fondamentali, la cui distribuzione di probabilità è una bimodale con un lobo sinistro di dimensioni trascurabili, quindi molto simile a una normale. Peraltro è probabile che in tal caso esse siano molto meno redditizie del semplice mantenimento di posizioni di investimento aperte, e che non siano interessanti operativamente. E' invece da escludere un'attività di arbitraggio strutturata quando si attraversano fasi di transizione o di mercato caotico, nelle quali è ingovernabile il rischio di variazioni della volatilità⁸⁸.

Quanto all'applicazione del modello al mercato obbligazionario, non paiono necessarie modifiche di rilievo. La probabilità di comportamenti coerenti dovrebbe, anzi, essere più elevata per il ridotto numero di fattori fondamentali rilevanti e per il peso determinante di vincoli esterni (andamento dei tassi esteri e dei cambi, intervento delle Autorità Monetarie) che sono il centro dell'attenzione di tutti i partecipanti al mercato.

Nel caso del mercato dei prestiti possiamo trovare dinamiche cicliche e comportamenti imitativi analoghi a quelli supposti dal modello. Il problema principale è la misurazione di indicatori alternativi in luogo delle *performance* di mercato e della relativa variabilità, non avendo senso la costruzione di serie di rendimenti periodali per attività non negoziabili.

⁸⁸ Il problema della varianza non costante è affrontato da modelli avanzati di *option pricing* che ipotizzano una "volatilità della volatilità". I profili assunti per proiettare l'evoluzione della volatilità (che possono essere deterministici o aleatori) sono peraltro semplificati e non idonei a rappresentare le modificazioni della distribuzione di probabilità ipotizzate da modelli dinamici come quello di Vaga. Sul problema della volatilità variabile nei modelli di *pricing* delle opzioni legate a tassi di interesse si veda Leong (1991).

3 - Uno schema di classificazione dei fenomeni aleatori

A conclusione dei principali modelli esplicativi dei comportamenti dei mercati finanziari in condizioni di rischio e incertezza, riepiloghiamo le principali tipologie di fenomeni aleatori suscettibili di incidere sui risultati delle istituzioni finanziarie. Nella tabella 3.1 si presenta il relativo quadro sinottico, che viene brevemente commentato nei punti successivi.

Tabella 3.1 Classificazione dei fenomeni aleatori

Fenomeno aleatorio	Attributi dei fattori originanti	Tipo di distribuzione	Correlazione tra eventi aleatori della specie nel portafoglio o nel tempo	Modalità di copertura e di governo dei risultati	
				Aziendali	Esterne
<i>Rischio idiosincratico incorrelato</i>	Molti, non identificati, specifici	Specificabile statisticamente, univariata	Nulla o trascurabile	- Selezione rischi - Frazionamento (logica assicurativa) - Margini adeguati	Cessione rischi (riassicurazione)
<i>Rischio idiosincratico correlato</i>	Molti, eventualmente identificabili, specifici	Specificabile statisticamente, multivariata	Positiva o negativa, misurabile	- Selezione rischi - Diversificazione razionale - Margini adeguati	Cessione rischi
<i>Rischio sistematico esogeno</i>	Pochi, identificati, comuni	Specificabile statisticamente, univariata (modelli singolo fattore) o multivariata	Perfetta, stimabile con coefficienti di correlazione o sensibilità	- Governo esposizione netta ai fattori e comuni (copertura come caso particolare) - Margini adeguati su posizioni esposte (analisi livello premi al rischio)	Politiche di stabilizzazione dei corsi
<i>Rischio sistematico endogeno</i>	Interazione tra fatti, percezioni, aspettative e comportamento (molti, non identificabili, effetti comuni)	Modellizzabile qualitativamente (distribuzione bimodale, con mercato coerente o caotico; distribuzione uniforme, con mercato di transizione)	- Autocorrelaz. temporale con <i>feedback</i> - Cicli espansione-contrazione	- <i>Timing</i> - <i>Trading</i> orizzonte brevissimo - Potere di mercato	- Autodisciplina - Convenzioni di comportamento - Interventi consortili in caso di crisi - Controlli prudenziali - Controlli congiunturali - Interventi pubblici in caso di crisi
<i>Incertezza</i>	Scelte arbitrarie di soggetti con potere di regolamentazione o monopolistico. Comportamenti di gruppo perfettamente polarizzati (es. crolli)	Binario	Eventi unici, con effetti non compensabili nel tempo o fra componenti del portafoglio	- Previsione tempestiva o <i>timing</i> - Rinuncia a stare sul mercato (eventi negativi)	- Interventi consortili o pubblici in caso di crisi.

3.1 Il rischio idiosin cratico non correlato

Quando la variabilità dei risultati dipende da numerosi eventi, non influenzabili dai comportamenti delle istituzioni finanziarie o della loro clientela, distribuiti secondo parametri statistici stimabili con accuratezza e stabili nel tempo, e fra loro statisticamente indipendenti, siamo nelle condizioni ideali per applicare il modello assicurativo di gestione dei rischi, che informa la gestione dei rami elementari (danni) delle compagnie di assicurazione.

In tal caso le politiche per la difesa di un risultato minimo si basano sul contenimento e sulla stabilizzazione dell'incidenza delle perdite derivanti da eventi aleatori. Questi intenti sono normalmente perseguiti attraverso la costruzione di portafogli contenenti posizioni di rischio sufficientemente numerose e frazionate, e cedendo mediante forme di riassicurazione o trasferimento ad altro titolo delle posizioni suscettibili di generare perdite unitarie eccessive rispetto ai redditi attesi. La dimensione media delle posizioni di rischio è una determinante essenziale delle dimensioni minime di portafoglio richieste per gestire questi rischi. In generale queste forme di intermediazione presentano grosse opportunità di conseguimento di economie di scala. I premi a copertura del rischio sono ragguagliati a una percentuale della perdita massima sostenibile pari alla probabilità degli eventi dannosi più un margine a copertura dei costi operativi e dell'utile desiderato. Nel *mark up* occorre inoltre una quota a copertura di perdite inattese, dovute alla non perfetta prevedibilità dei valori *ex-post* (errore campionario) o a errori nella stima della distribuzione. Le condizioni di *performance* possono essere ulteriormente migliorate con un'azione preventiva di selezione dei rischi, che porti a concentrarsi sui rami o sui segmenti di clientela con incidenza delle perdite più contenuta e stabile o con margini sulle perdite medie più interessanti.

Per la sua accattivante semplicità questo modello è applicato, impropriamente, alla gestione di posizioni, come i prestiti di minor importo unitario di una banca, che sono interessati da profili di rischio molteplici, fra i quali la componente idiosin cratica non correlata riveste un peso non sempre preponderante a fianco di componenti sistematiche o endogene⁸⁹. La numerosità di posizioni di una data categoria di strumenti finanziari rimane peraltro un attributo che, a parità di altre condizioni, incide positivamente sulla prevedibilità dei relativi risultati.

3.2 Il rischio idiosin cratico correlato

Si riscontra quando i risultati e le perdite di un portafoglio sono influenzati da numerosi fattori, specifici di ogni rapporto contrattuale, o di gruppi, o segmenti, di rapporti opportunamente configurati, e quando si è in grado di individuare e di specificare correlazioni stabili fra gli andamenti di coppie di segmenti. In condizioni di questo tipo sono efficaci le tecniche di diversificazione razionale, descritte nella parte dedicata ai modelli classici di portafoglio, che prescrivono *mix* di portafoglio comprendenti per percentuali elevate coppie di segmenti con correlazione bassa o negativa, compatibilmente con livelli medi accettabili di rendimento.

Queste tecniche sono applicabili, ad esempio:

- a un portafoglio di prestiti bancari per ridurre l'incidenza media delle perdite collegate a diversi andamenti a livello settoriale o aziendale⁹⁰;

⁸⁹ Sulle implicazioni della ripartizione e del frazionamento dei fidi si veda Forestieri e Rossignoli (1990:224-227).

⁹⁰ L'applicazione ai prestiti bancari del modello della diversificazione razionale dei portafogli finanziari è esaminato in Demattè (1974). Per un'analisi degli effetti della diversificazione settoriale si veda Forestieri e Rossignoli (1990:223-229).

- a un portafoglio di depositi, per stabilizzare i volumi⁹¹;
- a un portafoglio azionario, per stabilizzare il rendimento medio atteso;
- a un portafoglio assicurativo, per stabilizzare il reddito complessivo compensando andamenti contrastanti nei vari rami o segmenti.

Anche in questo secondo caso, giova una selezione consapevole dei rischi basata sulla valutazione di ogni singolo rapporto, come nella valutazione dei fidi bancari.

La logica di fissazione dei prezzi o dei premi è analoga alla precedente (*mark up* adeguato a coprire le perdite probabili, i costi operativi e la remunerazione dei fondi impiegati, più un margine per le perdite inattese).

3.3 Il rischio sistematico esogeno

E' quello originato da pochi fattori (di mercato o macroeconomici), comuni a tutte le categorie di strumenti, che pertanto non può essere contenuto mediante il frazionamento o la diversificazione razionale basata sulle correlazioni tra coppie di strumenti. La sua gestione presuppone un modello quantitativo o concettuale che consenta di stimare la sensibilità dei risultati rispetto a tutti i fattori individuati come rilevanti.

La gestione del rischio sistematico presuppone che sia ottimizzata parallelamente la gestione di quello idiosincratico (questa è di solito demandata a organi gerarchicamente inferiori rispetto a quelli che gestiscono il rischio sistematico) o che questa sia poco o per nulla rilevante (come di solito si ritiene nei comparti più liquidi del mercato obbligazionario).

Le chiavi per il governo di questa componente sono la misurazione trasparente e la modulazione dell'esposizione netta del portafoglio rispetto ai vari fattori. Come caso particolare si hanno le posizioni di copertura, o di arbitraggio senza rischio, caratterizzate da esposizione netta nulla a livello aggregato. Sono inoltre possibili strategie di gestione attiva dell'esposizione sistematica, ad esempio:

- arbitraggi a rischio limitato⁹²;
- assunzione di esposizione positiva rispetto ai fattori per cui si anticipa una forte crescita, o viceversa⁹³;
- investimento nei mercati che comportano esposizione a fattori remunerati da premi al rischio più elevati, e disinvestimento da quelli con premi non attraenti (*tactical asset allocation*⁹⁴);

⁹¹ Si veda in proposito Masini (1990:390-393).

⁹² Sono dati da posizioni coperte rispetto al fattore di rischio dominante, ma esposte rispetto a fattori secondari. Un esempio di questa formula operativa è dato dall'*intermarket spread* sul mercato dei *future* su titoli di Stato, consistente nell'acquisto di un contratto riferito a un mercato (ad esempio su BTp italiani) e nella vendita di un altro riferito ad un mercato correlato con il primo (ad esempio, su *Bund* tedeschi). In questo caso la posizione è coperta dal rischio di variazioni del livello dei tassi nel mercato di riferimento, ma risulta esposta alle variazioni del differenziale di tasso fra i due mercati.

⁹³ Si veda in proposito Roll e Ross (1984).

⁹⁴ La *tactical asset allocation* consiste nella modifica frequente della ripartizione di un portafoglio tra attività rischiose e a basso rischio al fine di trarre vantaggio dagli andamenti di breve periodo del mercato. Si veda in proposito Phillips e Lee (1989) e Chew (1992).

- copertura dei rischi di perdita oltre una soglia massima e mantenimento del potenziale di guadagno legati all'esposizione ad un fattore (immunizzazione contingente, ottenuta mediante l'acquisto di opzioni o strategie dinamiche equivalenti)⁹⁵.

La popolarità di questi approcci alla gestione dei rischi è cresciuta enormemente con lo sviluppo dei mercati degli strumenti derivati, che consentono di trasferire o modificare tali rischi senza modificare la posizione nei titoli sottostanti che li originano. Peraltro, una parte consistente, se non preponderante, dell'operatività sul mercato di tali strumenti si ricollega a finalità e logiche di comportamento di natura speculativa, che prescindono da modelli coerenti di analisi del valore e del rischio. Pertanto, la gestione dei rischi mediante i derivativi espone i portafogli al "rumore" speculativo tipico dei relativi mercati⁹⁶. I gestori che coprono portafogli di titoli con posizioni in *futures* e opzioni hanno l'illusione di neutralizzare i rischi sistematici esogeni, ma possono risultare inavvertitamente esposti alle fluttuazioni di brevissimo periodo che danno origine al cosiddetto "rischio base".

La remunerazione di questa componente di rischio è definita dallo stato di mercato prevalente in quel momento. In un mercato in equilibrio con dinamiche aleatorie stazionarie, devono essere rispettate relazioni di coerenza interna della struttura dei premi al rischio. Come arrivano a dimostrare i vari modelli economici di equilibrio del mercato, il premio per unità di rischio sistematico, incorporato nel rendimento atteso, associato a un fattore j tende a livellarsi per tutti i titoli. Pertanto la struttura dei rendimenti incorpora dei premi al rischio (di segno positivo o negativo) che si differenziano in funzione della sensibilità della *performance* del titolo alle variazioni del fattore. Come si è dimostrato negli esempi relativi alla struttura dei tassi per scadenze la misura di queste sensibilità dipende dal modello fattoriale adottato. In parte esso si basa su dati di oggettiva misurazione (come la durata residua o la *duration* dei titoli). In parte è richiesta la stima di parametri non precisamente osservabili, come la sensibilità del tasso *spot* del titolo rispetto al fattore comune⁹⁷.

Queste strategie di comportamento possono risultare inefficaci per varie cause che è bene ricordare:

- la non corretta specificazione del modello, che può trascurare fattori rilevanti o stimare in modo distorto l'impatto sui prezzi di mercato, così da rendere inaccurata la stima dell'esposizione netta effettiva;
- la presenza di fattori di volatilità endogena, di imperfezioni del mercato, *in primis* i costi di transazione, che determinano errori di stima e oneri;
- le modificazioni del quadro di riferimento di mercato, che può far variare i parametri del modello, o portare a situazioni disordinate nelle quali è impossibile costruire modelli in grado di dominare, con l'interpretazione, i comportamenti di mercato.

Il mercato dei titoli obbligazionari e degli strumenti derivati legati ai tassi di interesse e ai cambi rimane l'ambito di applicazione ideale per questo tipo di tecniche. Peraltro, esse sono diffuse anche nella gestione di portafogli azionari, sia pur con una strumentazione quantitativa meno accurata. Non è esclusa un'estensione dell'approccio alla gestione di attività non negoziabili, come i prestiti, a condizione che si applichino modelli di *performance* basati su una contabilità ai valori di mercato, a sua volta basata su modelli di *pricing* accurati.

⁹⁵ In proposito si veda Perold e Sharpe (1988).

⁹⁶ Si vedano in proposito le considerazioni di Tobin (1984), che si dichiara scettico sui vantaggi per il sistema economico della crescita del mercato di *futures* e opzioni, che a suo giudizio servono principalmente per consentire più ampi margini di operatività a breve termine a speculatori e arbitraggisti che a limitarne i rischi di perdita sostenuti da tali operatori.

⁹⁷ Si rinvia a quanto detto in precedenza al paragrafo 2.3.2.

3.4 Il rischio sistem atico endogeno (o comportamentale)

E' la componente più difficile da modellizzare e da gestire con strategie strutturate. I fattori che lo determinano non sono riconducibili a cause esterne. Detto rischio può essere visto come un effetto di amplificazione o smorzamento degli *shock* da fattori esogeni, che sono all'origine dei rischi trattati nei punti precedenti.

Tale componente di rischio può essere analizzata nell'ambito di modelli qualitativi, come quelli proposti dall'analisi tecnica o dalla teoria dei sistemi dinamici. Il mercato efficiente è uno dei possibili stati di mercato nel quale i fattori endogeni sono irrilevanti. Questi entrano in gioco quando i partecipanti al mercato tendono a polarizzare i loro comportamenti, con possibilità di forti oscillazioni quando il sentimento prevalente oscilla tra aspettative rialziste e ribassiste. E' in tale situazione di mercato che è possibile la formazione di *trend* e cicli. Questi ultimi sono suscettibili di ripetersi nel tempo secondo configurazioni stilizzabili. Quanto più rilevanti sono questi fattori, tanto maggiore è la correlazione fra titoli e comparti, a prescindere dall'esistenza di collegamenti razionali con fattori sistematici comuni.

La gestione di questo rischio è essenzialmente basata sulla diagnosi dello stato di mercato corrente e sull'anticipazione e lo sfruttamento della tendenza in atto con una scelta tempestiva dei tempi di entrata e di uscita dalle posizioni e un attivo *trading* intragiornaliero.

Non va esclusa la possibilità (per quanto illecita e deprecabile) di comportamenti volti a manipolare il mercato da parte dei soggetti con più forte potere⁹⁸.

L'effetto, di solito prociclico, di questi fattori può essere causa di volatilità esasperata, e i comportamenti speculativi indotti in tale contesto possono pregiudicare la stabilità patrimoniale degli operatori. Per contenere gli effetti destabilizzanti è essenziale un'azione di prevenzione e di disciplina dei comportamenti speculativi mediante forme di autoregolamentazione degli intermediari e dispositivi di controllo prudenziale⁹⁹. Per scoraggiare le strategie di comportamento imitative e arazionali, che alimentano il potenziale destabilizzante di questi fattori, gli Organi di Controllo possono effettuare interventi in controtendenza sui mercati secondari volti a spezzare la regolarità dei cicli ricorrenti al fine di rendere più cauti gli operatori che si conformano a tali strategie.

3.5 L'incertezza

Nel nostro schema di classificazione viene accolta anche la categoria dell'incertezza. Un evento incerto può essere visto come un fortissimo vincolo esterno, attivato dalla scelta discrezionale di un soggetto o dalle scelte, perfettamente polarizzate (coordinate), della quasi totalità degli agenti. Si tratta di eventi non ripetibili e suscettibili di influenzare tutto il mercato.

Si tratta di fenomeni aleatori non gestibili nell'ambito dell'economia di un'istituzione finanziaria se non anticipando il loro manifestarsi, con la conseguente scelta di abbandonare o di aggredire comunque, a prescindere dai prezzi correnti, il mercato interessato dall'evento incerto.

⁹⁸ Sulla possibilità di manipolazione dei prezzi da parte degli operatori in posizione di dominanza si veda Gastineau e Jarow (1991).

⁹⁹ Si veda in proposito OECD (1991). In tale studio si evidenzia la centralità dei controlli prudenziali sugli intermediari, in particolare i requisiti patrimoniali minimi, come difesa dal rischio di propagazione delle situazioni di crisi in mercati caratterizzati da una fitta trama di rapporti di finanziamento e di regolamento tra operatori. Al tempo stesso, si sottolinea la difficoltà di dosare appropriatamente i vincoli prudenziali in un contesto nel quale la volatilità del mercato, che determina l'entità delle perdite potenziali, va soggetta a forti escursioni.

Peraltro questi eventi, interessando tutto il mercato, cambiano la scala di riferimento usata per apprezzare le *performance* di tutti gli operatori (salvo poche eccezioni). Le difese esterne dalle conseguenze dannose di eventi incerti sono rappresentate da forme di intervento, pubbliche e consortili, in caso di crisi.

4 - Conclusioni

Con la trattazione precedente si è cercato di chiarire e schematizzare la natura dei fattori che fanno variare i risultati degli intermediari finanziari. Ciò ha consentito di delineare alcuni approcci da seguire per gestirne le conseguenze. I concetti presentati sono stati ripresi dalla letteratura e dalla prassi riguardanti i mercati degli strumenti finanziari negoziabili. Pertanto, le indicazioni operative che si sono desunte possono essere considerate appropriate per il controllo dei rischi di mercato e, in minor misura, dei rischi di credito, mentre necessitano di qualche integrazione per consentire un inquadramento esauriente di altri rischi, come quello di liquidità.

Le considerazioni presentate in questo studio forniscono spunti per l'individuazione di una serie di temi di ricerca da approfondire, così elencabili:

- esame comparato delle tecniche gestionali per il governo dei risultati in presenza di rischio; precisazione delle regole di *pricing* coerenti e individuazione delle tecniche appropriate per i principali business finanziari;
- esame comparato delle metodologie di misurazione e di correzione dei risultati in presenza di rischio applicate in contabilità generale, nei sistemi di pianificazione e controllo di gestione e nei sistemi di supporto alle scelte gestionali;
- analisi e valutazione dell'efficacia degli schemi di misurazione e controllo del rischio seguiti dalla normativa di Vigilanza in materia di adeguatezza del capitale.

Vi sono motivi validi per ritenere utile un approccio a questi problemi secondo l'impostazione metodologica che è tipica dell'economia d'azienda. L'esperienza degli anni ottanta ha dimostrato la natura parziale dei modelli microfinanziari, e ha fatto toccare con mano le conseguenze negative che possono derivare dalla loro trasposizione schematica nella prassi di mercato. È quindi più che mai sentito il bisogno di un lavoro di ricerca che parta dall'analisi dei comportamenti concreti degli operatori finanziari, inquadrati nel loro contesto istituzionale e organizzativo, e che sia animato dall'intento di far crescere la consapevolezza e l'efficacia di tali comportamenti mediante giudizi incisivi, indicazioni normative e soprattutto attraverso la formazione culturale di coloro che sono o saranno protagonisti dell'evoluzione del mercato¹⁰⁰.

¹⁰⁰ A conclusione di questa riedizione del nostro *paper* del 1992 segnaliamo altri lavori di questa stessa collana che riprendono e aggiornano i temi qui trattati: sull'*arbitrage pricing* Erzegovesi (1999); sull'analisi tecnico-grafica Beber (1999a) e Beber (1999b); sulla dinamica delle crisi finanziarie Degasperis (1999a); sul rischio sistematico endogeno spiegato con la teoria della complessità Degasperis e Erzegovesi (1999).

Bibliografia

- Abken, P.A. (1990), "Innovations in Modeling the Term Structure of Interest Rates", in *Federal Reserve Bank of Atlanta - Economic Review*, July-August.
- Beber, A. (1999a), *Introduzione all'analisi tecnica*, ALEA - Centro di ricerca sui rischi finanziari, Università di Trento, Tech Reports, Trento, Nr. 2, marzo.
- Beber, A. (1999b), *Il dibattito su dignità ed efficacia dell'analisi tecnica nell'economia finanziaria*, ALEA - Centro di ricerca sui rischi finanziari, Università di Trento, Tech Reports, Trento, Nr. 3, marzo.
- Black, F. (1989), "How We Came Up with the Option Formula", in *Journal of Portfolio Management*, Winter, pagg. 4-8.
- Black, F. e M. Scholes (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", in *Journal of Political Economy*, vol. 81, May-June, pagg. 637-654.
- Callen, E. e D. Shapero (1974), "A Theory of Social Imitation", in *Physics Today*, July, pagg. 23-28.
- Chew, L. (1992), "Tactical Advantage", in *Risk*, vol. 5, nr. 5, May, pagg. 39-42.
- Cotula, F. e G.B. Pittaluga (1989), "Funzioni e caratteristiche del sistema finanziario.", in Cotula, F. (1989), *La politica monetaria in Italia. Il sistema finanziario italiano e il contesto internazionale*, Il mulino, Bologna.
- Cox, J.C., J.E. Ingersoll e S.A. Ross (1985), "An Intertemporal General Equilibrium Model of Asset Prices", in *Econometrica*, vol. 53, pag. 363.
- Cox, J.C. e M. Rubinstein (1985), *Options Markets*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Daddi, P. e M. Tivegna (1992), "Fondamentali, random walk e volatilità nelle equazioni dei tassi di cambio", in Banca d'Italia (1992), *Ricerche applicate e modelli per la politica economica*, Banca d'Italia, Roma, 2a edizione..
- Dattatreya, R.E. e F.J. Fabozzi (1989), *Active Total Return Management of Fixed Income Portfolios*, Probus Publishing Company, Chicago.
- Degasperi, G. (1999), *La dinamica delle crisi finanziarie: i modelli di Minsky e Kindleberger*.
- Degasperi, G. e L. Erzegovesi (1999), *I mercati finanziari come sistemi complessi: il modello di Vaga*, ALEA - Centro di ricerca sui rischi finanziari, Università di Trento, Tech Reports, Trento, Nr. 5, agosto.
- Demattè, C. (1974), *La valutazione della capacità di credito nelle analisi di fido*, Vallardi, Milano.

- Drago, D. (1991), "La valutazione al mercato dei portafogli di attività e di passività finanziarie: concetti e misure elementari", in Fabrizi, P.L. (1991), *La gestione integrata dell'attivo e del passivo nelle aziende di credito*, Giuffrè, Milano.
- Erzegovesi, L. (1989), "Modelli di selezione degli investimenti azionari", in Basile, I. e L. Erzegovesi (1989), *L'analisi del rischio degli investimenti mobiliari*, EGEA, Milano, pagg. 92-105.
- Erzegovesi, L. (1991), "I modelli finanziari per la gestione integrata dell'attivo e del passivo delle aziende di credito", in Fabrizi, P.L. (a cura di), (1991), *La gestione integrata dell'attivo e del passivo nelle aziende di credito*, Giuffrè, Milano, pagg. 191-269.
- Erzegovesi, L. (1999), "Capire la volatilità con il modello binomiale", Alea - Centro di ricerca sui rischi finanziari, Università di Trento, Tech Reports, Trento, nr. 4, agosto.
- Fabrizi, P.L. (1982), *La politica degli investimenti in titoli nelle banche di deposito*, Giuffrè, Milano.
- Figlewski, S. (1989), "What Does an Option Pricing Model Tell Us About Option Prices?", in *Financial Analysts Journal*, September-October, pagg. 12-15.
- Forestieri, G. (1982), "Efficienza allocativa e criteri di valutazione dei fidi", in Autori vari (1982), *Finanza aziendale e mercato finanziario, Scritti in onore di G. Pivato*, Giuffrè, Milano.
- Forestieri, G. e P. Mottura (1990), "La banca di deposito: aspetti generali della gestione", in Ruozi, R. (1990), *La gestione della banca*, EGEA, Milano, 3a edizione.
- Forestieri, G. e C. Rossignoli (1990), "I prestiti", in Ruozi, R. (1990), *La gestione della banca*, EGEA, Milano, 3a edizione..
- Fornasini, A. e A. Bertotti (1989), *Analisi tecnica dei mercati finanziari*, Etas Libri, Milano.
- Garbade, K. (1982), *Securities Markets*, McGraw-Hill, New York, trad.it., *Teoria dei mercati finanziari* (1994), Il mulino, Bologna, 2a ed.
- Gastineau, G.L. e R.A. Jarrow (1991), "Large-Trader Impact and Market Regulation", in *Financial Analysts Journal*, July-August, pagg. 40-51.
- Gualandri, E. (1991), "Aziende di credito e rischio di interesse", in Fabrizi, P.L. (1991), *La gestione integrata dell'attivo e del passivo nelle aziende di credito*, Giuffrè, Milano.
- Hoel, P. (1962), *Introduction to Mathematical Statistics*, John Wiley & Sons, New York.
- Ho, T.S. e S. Lee (1986), "Term Structure Movements and Pricing Interest Rate Contingent Claims", in *Journal of Finance*, vol. 41, December, pagg. 1011-1028.
- Hsieh, D.A. (1991), "Chaos and Nonlinear Dynamics: Application to Financial Markets", in *Journal of Finance*, vol. XLVI, nr. 5, December, pagg. 1839-1877.
- Hull, J.C. (1989), *Options, Futures and Other Derivatives Securities*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Keynes, J.M. (1936), *The General Theory of Employment, Interest and Money*, MacMillan, London, 2a edizione, trad. it. *Teoria generale dell'occupazione, dell'interesse e della moneta* (1971), a cura di A.Campolongo, Torino, UTET.
- Knight, F.H. (1921), *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton Mifflin, New York, trad. it. *Rischio, incertezza e profitto* (1960), La Nuova Italia, Firenze.
- Latainer, G.D. (1986), "The Term Structure of Interest Rate", in Platt, R.B. (1986), *Controlling Interest Rate Risk*, John Wiley & Sons, New York.
- Leong, K. (1991), "Mean Streets", in *Risk*, vol. 4, nr. 5, May, pagg. 45-48.

- Leporati, G. e A. Lotti (1986), *La gestione finanziaria dell'impresa commerciale*, F. Angeli, Milano.
- Levy, H. e M. Sarnat (1984), *Portfolio and Investment Selection. Theory and Practice*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Markowitz, H. (1952), "Portfolio Selection", in *Journal of Finance*, vol. 7, March, pagg. 77-91.
- Masini, M. (1990), "La raccolta e il capitale proprio", in Ruozi, R. (1990), *La gestione della banca*, EGEA, Milano, 3a edizione.
- Mason, J.M. (1979), *Financial Management of Commercial Banks*, Gorham & Lamont, Boston.
- Miglietta, A. (1988), *Elementi e modelli per la valutazione dei valori mobiliari*, Giuffrè, Milano.
- Minsky, H.P. (1975a), "Financial Instability, the Current Dilemma and the Structure of Banking Finance", in *Compendium on Major Issue in Bank Regulation*, pp. 310-353, United State Senate, Committee on Banking, Housing and Urban Affairs, 94th Congress, 1st session, Washington, DC, US Government Printing Office, trad. it. L'instabilità finanziaria: l'attuale dilemma e la struttura del sistema bancario e finanziario (1979), in Cesarini, F. e M. Onado (1979), *Struttura e stabilità del sistema finanziario*, Il mulino, Bologna, pagg. 27-57.
- Minsky, H.P. (1992), "La ridefinizione della struttura finanziaria degli Stati Uniti: alcune questioni fondamentali", in *Banca Impresa Società*, nr. 1, pagg. 3-24.
- Mondschean, T. (1992), "Market Value Accounting for Commercial Banks", in *Economic Perspectives - Federal Reserve Bank of Chicago*, January-February.
- Nicolis, G. e I. Prigogine (1987), *Exploring Complexity. An Introduction*, R. Piper GmbH & Co. KG, Monaco, trad. it. *La complessità. Esplorazioni nei nuovi campi della scienza* (1991), Giulio Einaudi editore, Torino.
- OECD (1991), *Systemic Risks in Securities Markets*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Parigi.
- Perold, A.F. e W.F. Sharpe (1988), "Dynamic Strategies for Asset Allocation", in *Financial Analysts Journal*, January/February.
- Peters, E.E. (1991), "A Chaotic Attractor for the S&P 500", in *Financial Analysts Journal*, March-April, pagg. 55-81.
- Phillips, D. e J. Lee (1989), "Tactical Asset Allocation", in *Financial Analysts Journal*, March-April, pagg. 14-16.
- Popper, K. (1972), *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, Clarendon Press, Oxford, trad. it. *Conosceza oggettiva: un punto di vista evoluzionistico* (1983), Armando, Roma.
- Roll, R. e S.A. Ross (1984), "The Arbitrage Pricing Theory Approach to Strategic Portfolio Planning", in *Financial Analysts Journal*, May-June.
- Sharpe, W.F. (1984), "Factor Models, CAPMs, and the ABT", in *Journal of Portfolio Management*, Fall.
- Shiller, R.J. (1991), *Market Volatility*, The MIT Press, Cambridge (Mass).
- Simon, H. (1983), *Reason in Human Affairs*, Stanford University Press, Stanford, trad. it. *La ragione nelle vicende umane* (1984), Il Mulino, Bologna.
- Soros, G. (1987), *The Alchemy of Finance, Reading the Mind of the Market*, Simon & Schuster, New York.
- Tobin, J. (1984), "On the Efficiency of the Financial System", in *Lloyds Bank Review*, July.

Treynor, J.L. (1989), "Information-Based Investing", in *Financial Analysts Journal*, May-June, pagg. 6-7.

Vaga, T. (1990), "The Coherent Market Hypothesis", in *Financial Analysts Journal*, November-December, pagg. 36-49.

Vasicek, O.A. (1977), "An Equilibrium Characterization of The Term Structure", in *Journal of Financial Economics*, vol. 5, November, pagg. 177-188.

Visco, I. (a cura di), (1985), *Le aspettative nell'analisi economica*, Il mulino, Bologna.

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. Degasperi, *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