

Benedetto Manganelli¹
Pierluigi Morano²
Francesco Tajani³

La valutazione del rischio nell'analisi finanziaria di Ellwood per la stima indiretta di immobili urbani

¹ *Facoltà di Ingegneria, Università della Basilicata, Potenza*
E-mail: benedetto.manganelli@unibas.it

² *Facoltà di Architettura, Politecnico di Bari*
E-mail: p.morano@uniba.it

³ *Facoltà di Ingegneria, Università di Salerno*
E-mail: francescotajani@yahoo.it

Parole chiave: *capitalizzazione dei redditi, scelta del saggio, opzioni reali, stima di immobili*

To estimate the value of a real estate through the capitalization of the incomes, the determination of the suitable cap rate is generally made with the analogical process. This is usually inferred by a price-earnings ratio of similar investments. The analogy concerns the risk and the duration of the investment.

There is a wide range of methods to rationalize the indirect valuation of the cap rate. However, in all these methods the appraisal holds uncertainty.

In this paper a methodology which removes uncertainty in the valuation of the cap rate is proposed. In this method the uncertainty is transformed in risk. The aim is achieved by the combination of the formal logic of the Ellwood's model and the Real Options Analysis. Therefore, the algorithm defined has been implemented in a software for the real estate appraisal, described by an immediate and simple user interface.

1. Premessa e obiettivi

Quando la stima del valore di mercato di un immobile urbano è basata sulla capitalizzazione dei redditi, la scelta del saggio di capitalizzazione può essere effettuata con procedimento statistico o con procedimento analogico. Quest'ultimo, che nella pratica estimativa è il più utilizzato, ha di solito come dato di ragguglio un saggio di rendimento assunto da investimenti analoghi a quello che ha ad oggetto il bene immobile da stimare. L'analogia riguarda specificamente due aspetti: il rischio e la durata dell'investimento. Il saggio così definito va quindi corretto, in aumento o in diminuzione, per tener conto della differente rischiosità tra gli investimenti e della diversa funzione svolta dal saggio di rendimento rispetto alla funzione del saggio di capitalizzazione.

In letteratura vi è un'ampia trattazione di procedure che mirano a razionalizzare la stima per via analogica del saggio di capitalizzazione¹. In tutti i casi però rimane pur sempre un'aliquota di incertezza che condiziona significativamente il

¹ Interessanti riflessioni sull'applicazione del modello di Ellwood alla stima dei saggi di capitalizzazione si trovano in Chan S.H., Grissom T.V. e Wang K. (1990). Jud G.D. e Winkler D.T. (1995) impiegano il *costo medio ponderato del capitale* (WACC) e il *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) per lo sviluppo di un modello di stima dei saggi di capitalizzazione. Del Giudice V. (1995) opera una classificazione dei procedimenti di stima del saggio. Epley D.R. (1998) tratta del *Band of Investment*.

dato conclusivo della valutazione dell'immobile. Ciò a causa del rapporto inversamente proporzionale che lega il saggio al risultato della stima, tal che – com'è noto – a modeste variazioni, in aumento o in diminuzione, del saggio di capitalizzazione corrispondono rilevanti variazioni inverse del valore di stima.

Manganelli e Morano hanno proposto su "Aestimum" 46/2005, un procedimento di stima indiretta degli immobili urbani che, per la scelta del saggio di capitalizzazione, modifica la struttura dell'analisi finanziaria del modello di Ellwood. In esso, le ipotesi formulate e l'introduzione di moduli di calcolo iterativo e automatizzato permettono di eliminare, dai dati di input, una serie di variabili la cui definizione comporta forti amplificazioni del margine di incertezza del risultato finale.

La presente nota ritorna sul tema con l'obiettivo di ridurre l'incertezza residua che permane in quel modello, trasformandola in rischio. Questo obiettivo è perseguito combinando, per la stima del saggio di capitalizzazione, le logiche di base del modello di Ellwood e dell'Analisi delle Opzioni Reali (ROA), i cui riferimenti essenziali sono riportati nel paragrafo che segue, rinviando per ulteriori approfondimenti alla letteratura citata in bibliografia. Specificamente, lo schema di investimento immobiliare del modello di Ellwood, dato dalla sequenza dei ricavi e dei costi finanziari attinenti al definito periodo di disponibilità dell'immobile, è combinato con l'analisi del rischio della ROA, che consente di prefigurare l'evoluzione del valore dell'investimento fino all'anno nel quale risulta conveniente recuperare il capitale iniziale.

Nel nuovo lavoro sono riprodotte molte delle assunzioni e delle elaborazioni utilizzate nel modello del 2005. La definizione, invece, di alcune variabili sulle quali rimanevano delle aliquote di incertezza – in particolare il saggio di rivalutazione o di svalutazione immobiliare e il saggio di sconto dell'analisi finanziaria – è ora eseguita, in termini probabilistici, mediante analisi teoriche e osservazioni sperimentali.

Le scelte derivate dalle analisi svolte e la verifica dell'affidabilità del modello che si propone sono poi avvenute tramite l'applicazione del modello stesso alla stima del valore di mercato degli immobili che compongono un campione di studio e mediante la successiva misura dell'errore. L'esito è un saggio di capitalizzazione che ha valenza su un'ampia zona identificabile – ad esempio – con il centro o con la periferia di una città. Tale saggio, in conseguenza, deve essere corretto quando si dovranno portare in conto gli effetti di fattori puntuali di zona e i caratteri intrinseci del bene oggetto di stima².

² Osserva il Medici (1972), in ordine ai beni fondiari, che "il saggio è minore là dove i 'comodi' offerti dal fondo sono maggiori. Agiscono così la vicinanza ai grandi centri e alle linee di comunicazione, la salubrità e la bellezza del territorio, la felice ubicazione, la serena indole della popolazione, una solida concordia sociale. Concorrono a ridurre il saggio anche la modesta estensione del fondo, che rende accessibile l'acquisto a un maggior numero di persone, la presenza di una numerosa e benestante classe di piccoli proprietari coltivatori diretti o di piccoli affittuari o di mezzadri danarosi. Il saggio, invece, tende ad aumentare per effetto di cause opposte a quelle indicate. Saggi altissimi, per esempio del 7% e anche dell'8%, si riscontrano in zone malariche, scarsamente popolate, prive di comunicazioni. Il saggio tende pure ad aumentare, e cioè il valore fondiario a diminuire, dove esiste un irrequieto proletariato agricolo e dove è forte e agguerrita l'organizzazione sindacale dei salariati e dei coloni, dei piccoli affit-

Il modello è corredato di un software per la stima del valore di mercato di immobili urbani, che si avvale di un'interfaccia di immediato e semplice impiego per l'inserimento dei dati di input.

2. Cenni sul modello di Ellwood e sull'Analisi delle opzioni reali

Nella formulazione del modello di Ellwood, il saggio di capitalizzazione è ricercato a partire dall'equazione che somma finanziariamente le poste attive e quelle passive di un tipico investimento immobiliare³.

I *ricavi* sono rappresentati dai redditi netti percepibili da un ordinario operatore nel corso del periodo di disponibilità dell'immobile (*projection period*) e dal valore residuo dell'investimento, costituito dal prezzo di acquisto dell'immobile cui va aggiunta o sottratta la percentuale di rivalutazione o di svalutazione al termine del periodo di disponibilità dell'immobile. Il valore residuo è ovviamente recuperato nel momento in cui si avrà la dismissione dell'investimento.

I *costi*, a loro volta, sono dati dalle voci di spesa necessarie per l'avvio dell'investimento. Vi fanno parte il prezzo di acquisto dell'immobile, le spese di mediazione e le spese connesse al trasferimento della proprietà (imposte e spese notarili)⁴. Inoltre, poiché nella generalità dei casi, chi acquista un immobile⁵ non dispone dell'intera somma o, pur possedendola, può decidere di non investirla ma di ricorrere al finanziamento esterno (mutuo bancario), l'importo per l'acquisto – che in quest'ultimo caso differisce dal prezzo di acquisto – va calcolato come somma della quota di capitale proprio (autofinanziamento) e della quota di capitale di debito, la quale rientra nelle poste passive del bilancio finanziario sottoforma di rate di ammortamento del mutuo.

Nel modello di Ellwood le entrate e le uscite, in quanto imputabili a momenti differenti, sono rese finanziariamente omogenee mediante sconto degli importi delle singole voci all'anno zero con l'impiego del saggio di rendimento interno dell'investimento immobiliare.

Dall'analisi finanziaria, il saggio di capitalizzazione è infine ricavato come rapporto tra il reddito ordinario producibile dall'immobile e il valore di stima dell'immobile stesso.

L'Analisi delle opzioni reali è una tecnica di valutazione degli investimenti che può essere adoperata con successo per gestire l'incertezza correlata alle possibili

tuari; e ciò non solo in rapporto alla ridotta concorrenza fra i lavoratori, ma anche per effetto della creazione di nuove condizioni sociali nelle campagne, che tendono a ridurre quei vantaggi indiretti o comodi di cui tanto parlano gli scrittori di estimo rurale”.

³ Per un approfondimento si veda Ellwood L.W. (1970) e Simonotti M. (1983).

⁴ I costi di esercizio sono già computati nella determinazione del reddito netto, annuo, medio, ordinario e continuativo, corrispondente al canone meritato depurato delle spese di parte padronale.

⁵ Nel modello di Ellwood, l'acquirente è considerato un vero e proprio imprenditore dell'operazione finanziaria.

evoluzioni di scenario.

Rispetto all'approccio statico, detto "canonico", che considera l'attualizzazione dei flussi di cassa dell'investimento prevedibili per il più probabile scenario futuro, la ROA, allorché sia possibile trasformare l'incertezza in rischio, permette di svolgere l'analisi del rischio per differenti soluzioni di progetto, denominate *opzioni*⁶.

Le formulazioni analitiche della ROA sono molteplici. In questo lavoro è impiegato il paradigma *binomiale*⁷, che sviluppa le modifiche del valore iniziale dell'investimento attraverso stati probabilistici di tipo moltiplicativo, definiti dai coefficienti $u > 1$ e $d < 1$ i quali rappresentano, rispettivamente, l'evoluzione dello stato iniziale verso uno scenario favorevole o verso uno scenario sfavorevole.

La misura dei coefficienti u e d è il risultato dell'analisi del rischio dell'investimento, calcolato statisticamente mediante un indice di dispersione che, nel caso di distribuzione normale della variabile oggetto dell'analisi, coincide con la sua deviazione standard (σ).

Stimato il rischio, la definizione dei possibili stati di evoluzione avviene con le espressioni matematiche:

$$\begin{cases} u = e^{\sigma\sqrt{dt}} \\ d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} \end{cases} \quad (1)$$

dove:

e = numero di Nepero;

σ = deviazione standard, pure denominata – nella ROA – *volatilità*;

dt = intervallo temporale considerato tra le successive evoluzioni di scenario.

Con l'impiego dei coefficienti u e d il valore iniziale dell'investimento assume una tipica struttura ad albero (*albero degli scenari*), derivata dall'analisi reticolare⁸.

Segue, all'analisi del rischio, la costruzione dell'*albero delle decisioni*. Si tratta della fase in cui vengono identificate le opzioni fattibili e sono quantificati i corrispondenti *valori*⁹. L'albero delle decisioni consente di misurare l'impatto prodotto,

⁶ In Yavas A. e Sirmans C.F. (2005) si legge: "Lo studio delle opzioni reali è stato uno dei settori di ricerca più fruttuosi sul tema del mercato immobiliare. L'approccio alle opzioni reali assume che quando un soggetto economico si lancia in un investimento irreversibile, egli rinuncia alla possibilità di differire l'avvio del progetto al momento in cui ha acquisito nuove informazioni che potrebbero influenzare l'attrattività dell'investimento. Non riconoscere il valore dell'opzione conduce a decisioni di investimento non ottimali".

⁷ Si veda Cox J., Ross S. e Rubinstein M. (1979).

⁸ De Ambrogio W. (1977) e Zaderenko S. G. (1970).

⁹ La *valorizzazione* delle opzioni insite in un progetto consente di enucleare la "flessibilità/adattabilità manageriale" di cui può disporre il decisore. Secondo Micalizzi A. (1977) "I progetti di investimento incorporano delle opzioni reali, esercitabili dal management al momento più opportuno; tali opzioni hanno un valore nel momento stesso in cui se ne riconosce una potenziale esercitabilità al verificarsi di determinate condizioni; questo valore deve essere riflesso nella valutazione complessiva del progetto".

sull'analisi finanziaria, dalle possibili opzioni di sviluppo dell'investimento. La misura dell'impatto richiede la definizione preliminare di una *funzione di massimizzazione*, conformata alla particolare tipologia dell'opzione individuata. Con tale funzione, nell'anno in cui l'opzione è esercitata e per ogni possibile scenario di quell'anno, è svolto il confronto del valore attuale dell'investimento "con" e "senza" l'opzione.

L'operazione descritta, eseguita per tutti gli n scenari dell'anno di attuabilità dell'opzione, permette di determinare un *vettore dei maggiori*, di dimensione $nx1$, che è poi scontato all'attualità seguendo l'albero degli scenari da destra verso sinistra. Il calcolo è svolto ponderando gli elementi del vettore con i coefficienti di *probabilità neutrali rispetto al rischio* (p e $1-p$)¹⁰ e riportando all'attualità l'esito delle ponderazioni tramite un saggio di sconto (r_i). Il risultato rappresenta il *valore attuale esteso* dell'investimento, valore che include l'effetto dell'opzione o delle opzioni che possono essere esercitate.

3. Le ipotesi di base

Una delle ipotesi impiegate da Manganelli e Morano nel lavoro del 2005 è che l'acquisto dell'immobile avvenga interamente con capitale proprio. Questa ipotesi, posta a base del nuovo modello, consente di eliminare tre variabili dall'equazione risolutiva dell'analisi finanziaria del modello di Ellwood: l'aliquota di capitale eterofinanziata, il tasso di interesse per il recupero del prestito, la durata del periodo di ammortamento. L'ammissibilità della semplificazione è dovuta alla scarsa incidenza che le tre variabili esplicano sul risultato finale, soprattutto quando non si tratta di determinare il rendimento di un investimento immobiliare, ma di definire un saggio di capitalizzazione.

Un'altra ipotesi, adottata nel lavoro del 2005 e riproposta nel presente lavoro, ammette a sua volta che il periodo di disponibilità dell'immobile, in quanto deriva dalla costruzione e soluzione di una funzione di massimizzazione dei profitti generati dall'investimento, diventi una variabile endogena del modello. In effetti, la massimizzazione dei profitti è obiettivo primario di qualsiasi soggetto economico che decide di investire un capitale, e perciò anche di un ordinario investitore. Il

¹⁰ Le probabilità p e $1-p$, denominate *probabilità neutrali rispetto al rischio*, sono calcolate mediante la seguente espressione:

$$\begin{cases} p = \frac{(1+r_i)-d}{u-d} \\ 1-p = 1 - \frac{(1+r_i)-d}{u-d} \end{cases}$$

I due coefficienti, da utilizzare per la ponderazione dei valori dei vari scenari, sono tali per cui, ove non fosse conveniente esercitare alcuna opzione negli scenari del periodo di analisi, all'anno zero verrebbe restituito il valore iniziale dell'investimento.

nuovo modello, però, si differenzia da quello del 2005 perché la funzione di massimizzazione utilizzata implementa ora l'analisi del rischio dell'investimento.

In modo diverso è pure trattata nel nuovo modello la variabilità del reddito durante il periodo di disponibilità dell'immobile. Nel modello del 2005 era stato ammesso che la variazione del reddito in percentuale dovesse coincidere, al termine del periodo, con la misura del saggio di rivalutazione o svalutazione del capitale immobiliare. Questa ipotesi è ora sostituita con l'ipotesi più realistica della invariabilità del reddito¹¹. E infatti, come del resto è stato confermato dall'applicazione del nuovo modello a casi di studio, la durata dell'investimento risulta all'incirca uguale alla durata ordinaria dei contratti di locazione¹². Cosicché, non prevedendo tali contratti la variabilità del reddito pattuito, è da ritenere che, al termine del periodo di disponibilità dell'immobile, il canone reale (basato cioè sulla invariabilità dei prezzi) rimanga costante.

Tuttavia, ciò che maggiormente differenzia i due modelli è l'analisi del rischio dell'investimento, introdotta nel nuovo lavoro. Questa analisi migliora l'oggettività della stima del saggio di capitalizzazione, eliminando le residue incertezze insite nella definizione del saggio di rivalutazione del capitale immobiliare e del saggio di sconto dell'analisi finanziaria. L'assunzione è che la rischiosità dell'investimento immobiliare possa essere spiegata dalla volatilità della serie storica dei tassi annui di rivalutazione o svalutazione dei valori immobiliari. La serie storica dei tassi può essere costruita a partire dai valori immobiliari medi annui per città e per zone omogenee, forniti da banche-dati¹³ per periodi sufficientemente lunghi e quindi statisticamente significativi. L'impiego di test di verifica ha evidenziato che la distribuzione della serie storica dei tassi annui rispetta con buona approssimazione l'ipotesi di andamento normale, necessaria allo sviluppo successivo dell'analisi.

¹¹ "Considerando che l'operatore economico apprezza la situazione presente, prescindendo in pratica dalla variabilità che nel futuro può assumere la redditività di un immobile urbano, può senz'altro concludersi che le dirette rilevazioni offerte dal mercato sulla redditività lorda ordinaria di un immobile urbano sono elementi indicativi utili per la determinazione del reddito annuo, netto, futuro, ordinario, medio e continuativo". Forte C. (1968).

¹² Nell'attuale regime delle locazioni, i contratti "ordinari" (esclusi, quindi, i contratti agevolati) prevedono, per gli immobili a uso abitativo e per quelli a uso terziario, rispettivamente le formule del 4+4 (otto anni) e 6+6 (dodici anni). Durante detti periodi, la variazione del canone non è influenzata dagli andamenti del mercato, ed è previsto soltanto un adeguamento annuale pari al 75% della variazione degli indici dei prezzi al consumo pubblicata annualmente dall'ISTAT. Da uno studio condotto sugli effetti che fattori macroeconomici hanno generato sui cicli economici del mercato immobiliare residenziale di quattro città della California (Eldestein R.H. e Tsang D. 2007: 295-313) è risultato che i contratti di affitto complicano il meccanismo di trasmissione di eventuali "shocks" esogeni alla domanda (ad esempio una crescita inaspettata dell'occupazione) sui valori di locazione. I contratti determinano infatti, sul mercato delle locazioni, un impatto notevolmente "ritardato" rispetto all'effetto avvertito sulle compravendite immobiliari.

¹³ Tra le altre, l'OMI dell'Agenzia del Territorio, IlSole24ore, Nomisma, FIAIP degli agenti immobiliari professionisti.

In Tab. 1, a titolo esemplificativo, sono riportati alcuni risultati dei test effettuati sulle distribuzioni dei tassi di variazione biennale dei valori di immobili a destinazione residenziale di alcune città. I dati di base¹⁴ si riferiscono al periodo 1967-2005 (trentanove anni)¹⁵ e sono stati rilevati in cinquantasette città italiane, tutte capoluogo di provincia all'epoca dell'indagine, ognuna suddivisa in due zone omogenee, centro e periferia, per un totale quindi di 114 serie di dati. Gli indici calcolati sono molto prossimi ai limiti definiti per la verifica dell'ipotesi di normalità¹⁶.

Tabella 1. Risultati dei test di verifica della normalità della distribuzione dei tassi di variazione dei valori immobiliari.

Zona	Asimmetria	Curtosi	Test di Shapiro-Wilk (W)	Probabilità
Genova centro	0,38	2,46	0,97	0,6749
Bologna periferia	0,12	2,51	0,97	0,7105
Roma centro	0,44	3,14	0,97	0,7367
Napoli centro	0,66	3,58	0,96	0,5688
Bari centro	0,43	2,70	0,98	0,8843
Palermo periferia	0,39	3,54	0,97	0,6245

La volatilità della serie dei tassi di rivalutazione o svalutazione dei valori immobiliari, ovvero il rischio dell'investimento, può perciò essere rappresentata in misura efficace dalla sua deviazione standard (σ), calcolata in percentuale sul dato medio della serie.

¹⁴ Sono tratti da Tamborrino F. (2006).

¹⁵ I tassi di rivalutazione sono stati aggiornati al 2007 con l'impiego di coefficienti calcolati dall'ISTAT, reperibili sul sito <www.istat.it>.

¹⁶ La verifica è stata svolta con l'impiego del software *Analyse-it* il quale, oltre a produrre l'andamento grafico del campione dei dati inseriti, fornisce i seguenti parametri:

- l'asimmetria (*skewness*), che misura di quanto i dati sono addensati da un lato della distribuzione rispetto alla media aritmetica. Poiché una distribuzione normale è caratterizzata dalla simmetria dei dati, più il valore dell'asimmetria è prossimo allo zero, più la distribuzione si avvicina a quella di tipo normale;
- la curtosi (*kurtosis*), che misura il grado di appiattimento, cioè la concentrazione o la dispersione dei dati attorno al valore centrale ovvero alla media aritmetica. Quanto più una distribuzione si avvicina a quella di tipo normale, tanto più la curtosi è prossima al valore 3;
- il test di Shapiro-Wilk, che può assumere valore compreso tra 0 e 1. L'ipotesi di normalità della distribuzione è tanto più verificata quanto più il valore è prossimo all'unità;
- la probabilità, che ovviamente assume valori compresi tra 0 e 1. Più il suo valore è prossimo all'unità, minore è la probabilità di commettere un errore nell'accettare l'ipotesi di normalità della distribuzione.

4. Descrizione del modello

Nella sua articolazione formale e logica, il nuovo modello è definito dalle cinque equazioni riportate in Tab. 2.

Sulle ipotesi di base innanzi formulate, il bilancio finanziario di Ellwood per un investimento immobiliare può essere scritto con l'equazione (2) nella quale compaiono, al primo termine, i ricavi derivanti dall'investimento durante il periodo di disponibilità dell'immobile (m), formati dalla somma dei redditi annui costanti e posticipati (R) e aumentati del valore dell'immobile al termine del periodo di disponibilità (*projection period*), costituito dal prezzo di acquisto (P)¹⁷ rivalutato col coefficiente r_v . Tutte le voci del primo termine sono scontate all'attualità a un tasso (r_i). Il secondo termine è dato dai costi iniziali dell'investimento (K), composti dal prezzo di acquisto dell'immobile, dalle spese di mediazione immobiliare e dalle spese connesse al trasferimento della proprietà.

$$R \cdot \left[\frac{(1+r_i)^m - 1}{r_i \cdot (1+r_i)^m} \right] + \frac{P \cdot (1+r_v)^m}{(1+r_i)^m} = K \quad (2)$$

$$VA = R \cdot \left[\frac{(1+r_i)^m - 1}{r_i \cdot (1+r_i)^m} \right] + \frac{P \cdot (1+r_v)^m}{(1+r_i)^m} \quad (3)$$

Nel sistema *binomiale* adottato per l'Analisi delle opzioni reali, una volta stimati la deviazione standard (σ) e i parametri u e d , viene delineata l'evoluzione stocastica del valore attuale dell'investimento (VA)¹⁸. Come si vede in Tab. 2, tale evoluzione coincide con il primo membro dell'equazione (2) e può essere scritto con l'equazione (3).

Va rilevato che il prezzo di acquisto (P) dell'immobile – presente anche nell'equazione 2 – è una costante la cui esclusione dal computo non produce errori nell'analisi dell'evoluzione probabilistica dell'investimento schematizzabile mediante *l'albero degli scenari*, ma ne semplifica alcuni passaggi matematici. Per questo, nell'equazione [3], il valore attuale all'anno della stima (VA) è posto uguale alla somma finanziaria dei flussi di cassa reali (i redditi lordi generati dalla locazione dell'immobile) e dei flussi virtuali (le rivalutazioni o svalutazioni annuali del capitale). Flussi, questi ultimi, che sono così chiamati in quanto non sono incassati ogni anno, ma si cumulano progressivamente nel valore residuo che si ottiene all'anno m di smobilizzo dell'investimento.

¹⁷ Il prezzo di acquisto (P) altro non è che il *più probabile valore di mercato* dell'immobile, ricavato attraverso il giudizio di stima. Si è qui preferita la dizione *prezzo*, in luogo di *valore di mercato*, per non confonderlo con il "valore di recupero", dato dal prezzo di acquisto dell'immobile rivalutato all'anno m .

¹⁸ VA è pari al VAN dell'investimento immobiliare con esclusione dei costi iniziali (K).

Tabella 2. Equazioni che descrivono il modello

$$[1] \quad R \cdot \left[\frac{(1+r_i)^m - 1}{r_i \cdot (1+r_i)^m} \right] + \frac{P \cdot (1+r_v)^m}{(1+r_i)^m} = K$$

$$[2] \quad VA = R \cdot \left[\frac{(1+r_i)^m - 1}{r_i \cdot (1+r_i)^m} \right] + \frac{P \cdot (1+r_v)^m}{(1+r_i)^m}$$

$$[3] \quad VA' = R \cdot \left[\frac{(1+r_i)^m - 1}{r_i \cdot (1+r_i)^m} \right] + \frac{P \cdot [(1+r_v)^m - 1]}{(1+r_i)^m}$$

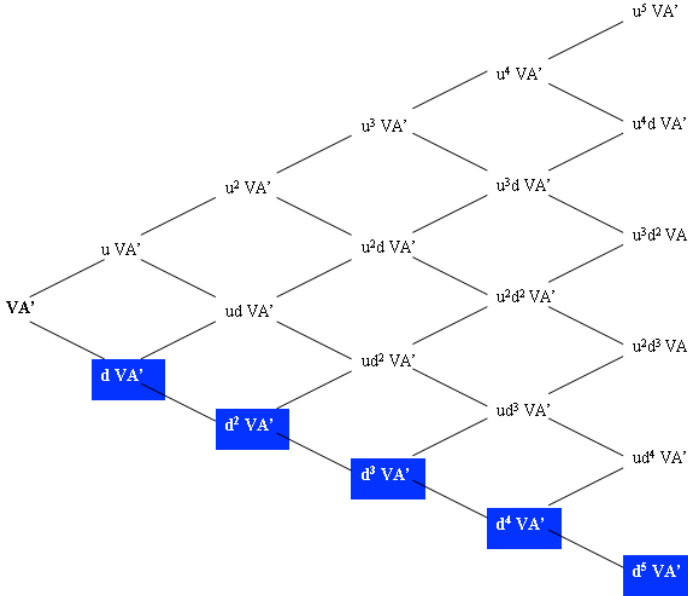
$$[4] \quad \left[P \cdot r_c \cdot (1 - c_{sfin} - 0,85 \cdot c_{redditi}) - P \cdot \frac{2}{3} \cdot (s_{gr} + s_{mas}) - V_{cat} \cdot c_{ICI} \right] \cdot \left[\frac{(1+r_i)^m - 1}{r_i \cdot (1+r_i)^m} \right] + \frac{P \cdot (1+r_v)^m}{(1+r_i)^m} =$$

$$= P \cdot (1 + s_{comm}) + V_{cat} \cdot (s_{trasf} + s_{not})$$

$$[5] \quad r_c = \frac{\left[(1 + s_{comm}) + \frac{V_{cat}}{P} \cdot (s_{trasf} + s_{not}) - \frac{(1+r_v)^m}{(1+r_i)^m} \right] \cdot \left[\frac{r_i \cdot (1+r_i)^m}{(1+r_i)^m - 1} \right] + \left[\frac{2}{3} \cdot (s_{gr} + s_{mas}) + \frac{V_{cat}}{P} \cdot c_{ICI} \right]}{(1 - c_{sfin} - 0,85 \cdot c_{redditi})}$$

Per la costruzione dell'*albero degli scenari* in base all'approccio binomiale, si ipotizza che siano noti tutti i parametri dell'equazione [3] a eccezione del periodo di disponibilità dell'immobile (m). Su questa condizione è possibile dimostrare che, stante l'opzione per la quale la vendita sarà esercitata nell'anno in cui l'opzione stessa risulterà economicamente più conveniente, esiste una relazione univoca tra il valore della volatilità dell'investimento (σ) e il periodo di disponibilità dell'immobile (m), tale da annullare l'aleatorietà connessa all'individuazione del *projection period*. La dimostrazione si ha calcolando il valore attuale dei flussi di cassa al primo anno, poi al secondo, poi al terzo e così via, assumendo che l'opzione di vendita dell'immobile si attui nella situazione più pessimistica, ovvero percorrendo il ramo dell'albero degli scenari che individua l'evoluzione peggiore dell'investimento immobiliare. Dal calcolo si ricava che, per un dato valore della volatilità, il valore $d^i VA'$ dell'investimento – ottenuto nello scenario più pessimistico, facendo variare m progressivamente in maniera crescente – ha un andamento che univocamente definisce un valore massimo. Nell'albero degli scenari di Fig. 1 sono evidenziati i valori $d^i VA'$. L'albero è costruito ipotizzando che, per un dato valore della volatilità (σ), il valore massimo dell'evoluzione più pessimistica si manifesti in corrispondenza di un periodo di disponibilità dell'immobile (m) pari a cinque anni.

Figura 1. Albero degli scenari con valore massimo dell'investimento, nella sua evoluzione più pessimistica, per $m=5$ anni.



In Fig. 2 è riportata la variazione del valore $d^i VA'$ per diversi valori della volatilità, assegnando i parametri dell'equazione [3] con riferimento a un caso esemplificativo. Mediante un semplice algoritmo che esprime la funzione di massimizzazione dei profitti conseguibili da quell'investimento, è individuato il massimo della funzione, ovvero il $d^i VA'$ massimo, e il corrispondente anno m di dismissione dell'immobile.

Costruita con gli stessi dati della Fig. 2, la Fig. 3 mostra che la relazione tra σ ed m è coerente con aspettative per cui, a un aumento di σ , e quindi della rischiosità dell'investimento, corrisponde una riduzione del periodo di disponibilità dell'immobile¹⁹.

Analizzando il percorso evolutivo descritto dal ramo dell'albero degli scenari immediatamente superiore a quello più pessimistico ($ud^{i-1} VA'$), si osserva che non è diverso l'anno nel quale l'esercizio dell'opzione di vendita dell'immobile permetterebbe la massimizzazione dei profitti. Analogamente, se sui rami dell'albero si analizzano i percorsi che descrivono evoluzioni di scenari via via più favorevoli ($u^2 d^{i-2} VA'$, $u^3 d^{i-3} VA'$, $u^4 d^{i-4} VA'$, ...), risulta che è sempre lo stesso anno m quello più conveniente per la dismissione dell'investimento. L'anno m rappresenta perciò il

¹⁹ Chu Y. e Sing T.F. (2007) hanno evidenziato che nel mercato immobiliare gli investitori sono contrari a esercitare opzioni di differimento in prospettiva di future possibilità di sviluppo, quando esistono concrete e attuali condizioni che minacciano i rendimenti attesi nel breve periodo.

Figura 2. Andamento del valore d i VA' al variare della volatilità (σ).

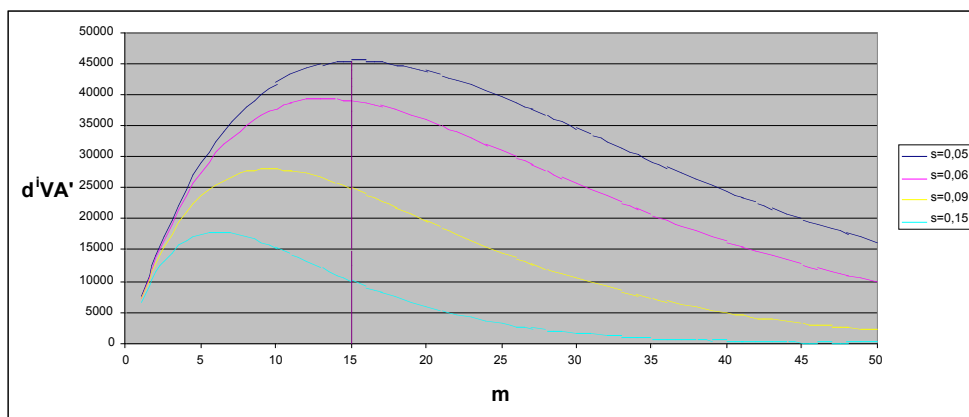
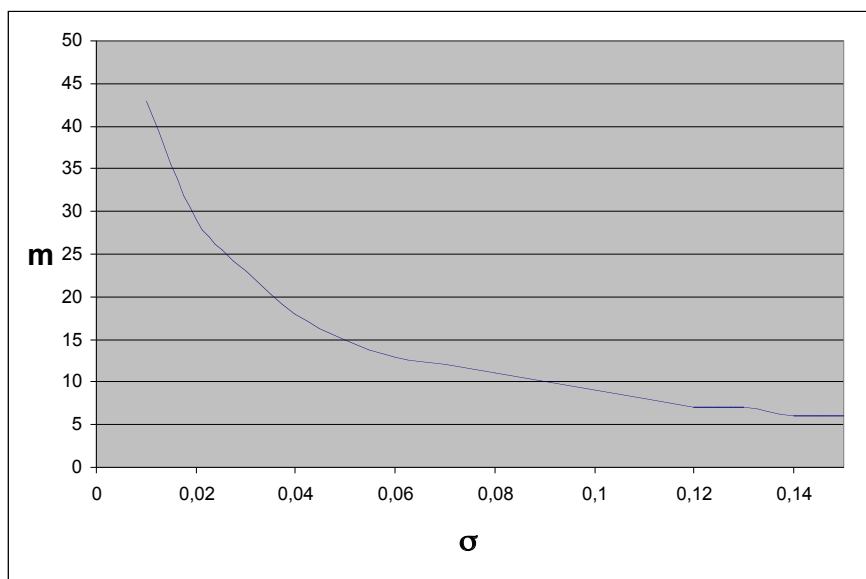


Figura 3. Relazione tra il periodo di disponibilità (m) e la volatilità (σ).



momento in cui, indipendentemente dallo scenario più o meno favorevole, conviene vendere l'immobile²⁰.

²⁰ A conferma della coerenza del paradigma binomiale, allo stesso risultato si perviene proseguendo nello sviluppo matematico dell'albero delle decisioni ponendo la vendita all'anno m come una

In ragione dei risultati descritti e avendo fissato la convenienza economica quale unico criterio per la definizione dell'anno di dismissione dell'investimento, la vendita può non essere trattata come un'opzione reale. Un'opzione infatti può essere definita come la *facoltà* del decisore di esercitare una scelta in determinate condizioni evolutive, scelta alla quale l'analisi delle opzioni reali è in grado di attribuire un valore. Nell'analisi svolta, invece, la vendita all'anno m non ha alternative più convenienti in nessuno scenario o ramo dell'albero. Pertanto è un *obbligo*, per il normale investitore, vendere in quell'anno. La qual cosa comporta il ritorno all'equazione [2] dopo aver determinato, nella maniera descritta, l'anno m .

Nell'equazione 1 si possono rendere esplicite le spese di parte padronale, per ricavare, dal canone di locazione, il reddito netto e i costi di investimento iniziali (K), che si propongono come già riportati nel modello del 2005.

Indicando con r_c il saggio di capitalizzazione lordo, espresso dal rapporto tra il canone di locazione (Ca) e il prezzo di acquisto dell'immobile (P), il bilancio finanziario dell'equazione [1] può essere riscritto con l'equazione [4], della quale le voci di imposta e di spesa sono elencate in Tab. 3²¹. La determinazione di tali voci non

opzione particolare. Questa opzione è caratterizzata da una funzione di massimizzazione che confronta il valore dei flussi VA' all'anno m , riscontrabili per tutti i possibili scenari ($m+1$), con lo stesso importo maggiorato del capitale iniziale (P). Capitale che si rende nuovamente disponibile al termine del *projection period* (m), anno univocamente individuato dalla volatilità dell'investimento. In effetti, è all'anno m che si consolida il valore attuale "totale" dell'investimento immobiliare, dato dalla somma finanziaria che ingloba i flussi di cassa e l'importo corrispondente al recupero del prezzo di acquisto, vale a dire al capitale investito. Ponderando i valori all'anno m con le probabilità p e $1-p$, modificati in funzione della vendita dell'immobile, ovvero dell'esercizio dell'*opzione particolare*, e scontando i valori ponderati all'attualità mediante il saggio r_i , il valore attuale dell'investimento all'anno zero (VA' esteso) risulta dall'equazione:

$$VA'_{esteso} = \frac{[p \cdot (u-d) + d]^m}{(1+r_i)^m} \cdot VA' + \frac{P}{(1+r_i)^m}$$

Operando a questo punto le opportune semplificazioni e tenuto conto che

$$\frac{[p \cdot (u-d) + d]^m}{(1+r_i)^m}$$

è pari all'unità, si ottiene che l'equazione ora riportata coincide con l'equazione 2 della Tabella 2. Evidentemente, alle condizioni date, il VA' esteso diventa uguale al valore attuale dell'investimento immobiliare quale risulta in caso di vendita dell'immobile all'anno m in assenza di opzioni.

²¹ Nella equazione [4], le voci di spesa relative alle quote di reintegrazione e alla manutenzione straordinaria, amministrazione e assicurazione sono calcolate come percentuali del costo di costruzione dell'immobile, stimato pari ai 2/3 del relativo valore di mercato. Il coefficiente 0,85 – associato all'aliquota percentuale $c_{redditi}$ – è fornito dalla regolamentazione tributaria, la quale prevede che le imposte sui redditi vanno applicate al canone annuo ridotto, per spese di parte padronale, di un importo forfetario del 15%. A sua volta, l'aliquota percentuale s_{trasf} è moltiplicata per V_{cat} in base a quanto stabilito dalla finanziaria del 2006 (legge 266/2005), per la quale le imposte di trasferimento tra privati, dovute a compravendite di immobili a uso abitativo, vanno calcolate sul valore catastale dell'immobile e non sul prezzo dichiarato.

comporta difficoltà poiché normalmente avviene mediante rilevazione dei dati e misurazione o calcolo delle grandezze in gioco.

Tabella 3. Voci di imposta e di spesa che compaiono nelle equazioni [4] e [5] della Tabella 2.

c_{fin}	percentuale delle eventuali perdite per sfritto e inesigibilità
c_{redditi}	percentuale dell'imposta diretta sui redditi (IRPEF)
s_{qr}	percentuale corrispondente alla quota di reintegrazione annuale per il rinnovo del capitale immobiliare al termine della sua vita utile ²²
s_{mas}	percentuale corrispondente alle spese di manutenzione straordinaria, amministrazione e assicurazione
V_{cat}	valore catastale dell'immobile
c_{ICI}	percentuale corrispondente all'imposta comunale sugli immobili (ICI)
s_{comm}	percentuale corrispondente alle spese di commercializzazione dell'immobile (commissione per attività di mediazione)
s_{trasf}	percentuale corrispondente alle imposte di trasferimento dell'immobile (registro, ipotecaria e catastale)
s_{not}	percentuale corrispondente alle spese notarili

Infine, l'equazione [4] è riscritta nella forma dell'equazione [5] dove il saggio di capitalizzazione è esplicitato quale incognita del modello.

Richiede particolare attenzione la stima dei saggi r_v e r_i . Il primo, ossia il saggio annuo di rivalutazione o svalutazione, in questo lavoro è determinato con una procedura che utilizza la serie storica dei valori immobiliari ottenibili da fonti di facile accesso. Il saggio è quindi definito pari alla media mobile ponderata²³ della serie, calcolata su un periodo corrispondente alla durata del ciclo economico

²² Al coefficiente per il calcolo della quota di reintegrazione si perviene, com'è noto, con la formula di accumulazione finale delle annualità costanti, posticipate e limitate. Una volta acquisito il dato sulla vita residua dell'immobile (v_r), il coefficiente è determinato in funzione del saggio di sconto (r_i) con la seguente relazione:

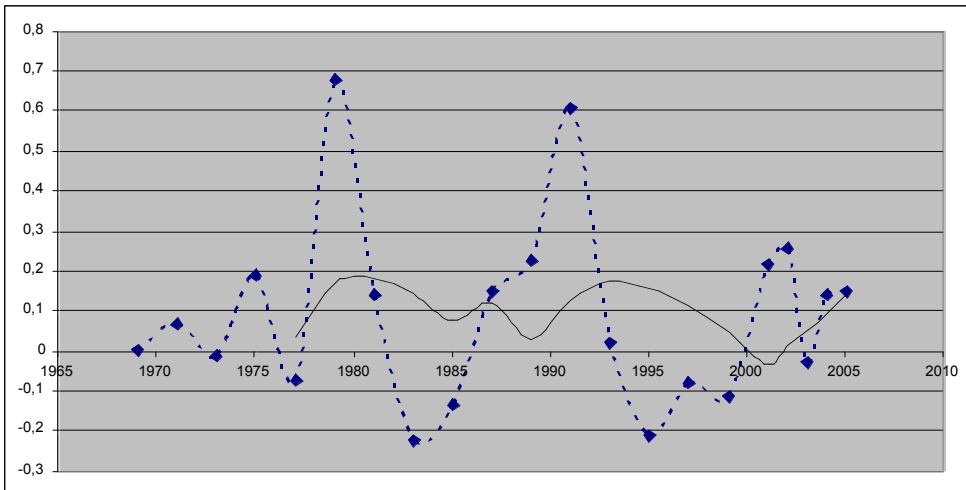
$$\frac{r_i}{(1+r_i)^{v_r} - 1}$$

²³ La media ponderata è calcolata sulle medie dei dati rilevati per periodi o intervalli successivi di T anni, variati con progressione di 1 anno. È detta "mobile" perché sono presi in considerazione solo gli ultimi periodi scartando continuamente i vecchi dati e rimpiazzandoli con i nuovi. È detta "ponderata" perché con essa è attribuito maggior peso ai periodi più recenti. Il metodo previsionale delle medie mobili è di solito impiegato nell'analisi tecnica delle serie di prezzi.

immobiliare²⁴, mediamente di cinque anni. La individuazione del saggio r_v in tal modo è resa oggettiva, differenziata per città e per zona omogenea, e tale da riflettere il trend evolutivo del fenomeno. La ponderazione della media mobile, mediante l'impiego di un fattore a crescita lineare, permette di assegnare maggiore peso alle informazioni di data più recente e prossima alla stima.

Nel grafico di figura 4 sono riportati, ad esempio, per la città di Milano e per il periodo 1967-2005, l'andamento del tasso r_v di rivalutazione o svalutazione immobiliare (spezzata) e l'evoluzione della media mobile calcolata su un intervallo di cinque anni (continua).

Figura 4. Andamento del tasso r_v e della media mobile per la città di Milano nel periodo considerato.



Il saggio di sconto (r_i) coincide, dal punto di vista finanziario, con il tasso di rendimento interno dell'investimento. Esso però, nel modello di Ellwood e in questo nuovo modello, non è ottenuto come risultato dell'analisi finanziaria, ma è introdotto dall'operatore come dato noto tra le variabili di input. Le incognite dell'equazione sono così ridotte a una soltanto, ovvero al saggio di capitalizzazione (r_c). La stima di r_i è in realtà eseguita col criterio del *costo opportunità*²⁵, assu-

²⁴ I fattori macroeconomici da cui dipendono i cicli immobiliari sono studiati da Eldestein R.H. e Tsang D. (2007)

²⁵ Il Misseri (1958) afferma che la capitalizzazione dei redditi rappresenta "una eccellente guida per chi cerca un impiego conveniente al proprio risparmio" e consente di "determinare la convenienza relativa di investire il proprio risparmio in un acquisto in confronto ad altri impieghi possibili". La distinzione tra "criterio" e "procedimento" nella stima per capitalizzazione

mendo a saggio di sconto il tasso di rendimento di un investimento alternativo a quello oggetto di analisi, analogo dal punto di vista del rischio e della durata.

Per gli investimenti immobiliari è prassi diffusa quella di scegliere, quale impiego alternativo del capitale, i titoli di Stato. Tuttavia, l'analogia tra il mercato immobiliare e quello obbligazionario pubblico è, nei fatti, un'approssimazione che comporta accurate correzioni al saggio di rendimento dei titoli di Stato per ricavare il saggio di sconto dell'investimento immobiliare. In condizione di stabilità economica si potrebbe affermare che, in via generale, l'ordinario soggetto economico che investe i propri capitali in immobili, rispetto all'omologo che acquista titoli di Stato normalmente considerati a rischio nullo, ha una maggiore propensione al rischio e qualche capacità manageriale per la gestione dell'immobile. È perciò evidente che continuando su questa logica si sarebbe pervenuti a un modello di valutazione non diverso da altri già noti, applicati alla stima indiretta del saggio di capitalizzazione. E questo, in contrasto con l'obiettivo del presente studio, di ridurre i margini di incertezza ancora presenti nel modello del 2005 e, per quanto possibile, dare oggettività alla stima.

Una tipologia di investimento alternativo, che ha maggiore somiglianza in termini di rischio e di durata con l'investimento in immobili, è quella dei fondi immobiliari chiusi²⁶. Il mercato, questa volta, è quello azionario nel quale si riscontra una molteplicità di prodotti finanziari associati a una variabilità dei rendimenti, tale da condurre a escludere l'adozione dei fondi immobiliari quale investimento alternativo.

Da quanto esposto deriva l'idea di utilizzare un saggio di sconto correlato a parametri noti e già definiti dal modello che si propone, passando per le seguenti condizioni:

dei redditi è pienamente valida laddove l'estimatore adotti correttamente, nel secondo caso, la teoria dell'ordinarietà.

²⁶ In genere, i fondi immobiliari costituiscono una tipologia di investimento finanziario sviluppatasi negli ultimi dieci anni, che si configura come "risparmio gestito" nel settore immobiliare. Un privato che decide di investire un capitale in un fondo diventa proprietario di una quota percentuale di un parco di immobili distribuito su tutto il territorio nazionale. Il rendimento dell'attività del fondo è generato dalla locazione degli immobili che rientrano nel fondo e dalla eventuale rivalutazione dagli stessi raggiunta alla scadenza del fondo. In particolare, i fondi immobiliari *chiusi tradizionali* prevedono dapprima la costituzione di un capitale finanziario iniziale, poi la compravendita degli immobili che formano il patrimonio comune del fondo. Invece, i fondi immobiliari *chiusi ad apporto* non acquistano immobili sul mercato, ma mettono a disposizione degli investitori immobili propri. La durata minima del fondo è di dieci anni, la massima di trenta. Alla scadenza, il patrimonio viene venduto e il ricavo è ripartito secondo le quote di possesso. L'attività di gestione del patrimonio immobiliare (rapporti con i locatari, manutenzione straordinaria degli stabili ecc.) è affidata a una apposita Società di Gestione del Risparmio (SGR). Il rendimento annuale per ciascun partecipante è già depurato dalle classiche voci di spesa correlate alla gestione immobiliare e varia per ciascun fondo: mediamente però è dell'ordine del 5%. In sostanza, i fondi immobiliari *chiusi* rappresentano uno strumento che permette di coniugare l'assoluta semplicità operativa data dall'acquisto e dalla detenzione della quota di un fondo, con l'andamento del mercato immobiliare e la tradizione di bene rifugio attribuita agli immobili, eliminando le molteplici complicazioni amministrative, fiscali e operative (dal sito <www.tradingsystems.it>).

- la scelta dell'investimento alternativo non può prescindere dal rendimento atteso per l'immobile oggetto della valutazione, per il quale il saggio di rivalutazione o svalutazione (r_v) è già definito;
- l'investimento alternativo deve essere trattato anche in relazione al rischio che caratterizza l'aspettativa del rendimento atteso²⁷ e che nel corso della implementazione del modello è analizzato ed espresso tramite il calcolo della volatilità (σ) dell'investimento.

Per le due condizioni richiamate, il calcolo del saggio di sconto r_i può essere svolto passando per la scelta di una combinazione lineare dei due parametri σ e r_v , in grado di rappresentare un limite estremo di rendimento e di rischio effettivo dell'investimento. Tenendo conto che la deviazione standard (σ), con riguardo a una distribuzione di tipo normale, permette di conoscere l'intervallo – centrato sulla media – attorno al quale cade un certo numero di osservazioni, e considerato che nell'intervallo $\pm 3 \sigma$ rientra il 99,73% delle misure osservate, consegue che il saggio di sconto ricercato può essere ricavato con la relazione:

$$r_i = r_v \cdot (1 + 3 \cdot \sigma).$$

Nella determinazione del saggio di capitalizzazione (r_c) ricorre infine un problema connesso alla presenza, nell'equazione 5, del prezzo di acquisto dell'immobile (P), che di fatto costituisce un'altra incognita della stima. Nel modello del 2005, per ridurre a una sola incognita l'equazione è stata seguita una procedura iterativa che è impiegata anche nel nuovo modello. Al prezzo P è assegnato un valore iniziale pari, ad esempio, al valore catastale dell'immobile. Questo valore è modificato con successive correzioni fino alla stabilizzazione del risultato r_c e perciò del valore dell'immobile

$$V = \frac{Ca}{r_c}$$

5. Applicazione del modello

Il modello delineato – si è detto – porta alla definizione di un saggio medio di capitalizzazione che ha valenza su un'ampia zona, identificabile con il centro o con la periferia di una città. Ne segue che il saggio di capitalizzazione ottenuto col nuovo modello, dovrà essere corretto quando si dovranno portare in conto – se ce

²⁷ "Un aumento del costo del danaro e la presenza sul mercato di altre forme di investimento con rendimenti di maggiore attrattività potrebbero influire negativamente sulla domanda immobiliare; i saggi di capitalizzazione potrebbero aumentare fortemente se gli investitori richiedessero un rendimento più alto dal mercato immobiliare per compensare la crescita dei tassi di interesse". In Conner P. e Youguo L. (2004).

ne saranno – gli effetti, sul valore finale, di fattori puntuali di zona e dei caratteri intrinseci del bene oggetto di stima.

Per sondarne l'affidabilità, il nuovo modello è stato applicato alla stima di un immobile *tipo* ubicato in zone di centro o in zone di periferia delle cinquantasette città italiane considerate nell'indagine riferita al precedente paragrafo 3. I valori ottenuti sono stati messi a confronto coi corrispondenti valori venali stimati sui dati dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI) dell'Agenzia delle Entrate e sono stati misurati gli scarti.

Ai fini della caratterizzazione fisica ed economica dell'immobile *tipo*, va precisato che:

1. alle voci di imposta e di spesa della Tab. 2 sono state assegnate aliquote percentuali medie e fisse;
2. quale prezzo osservato è stato assunto il valore medio dei dati rilevati dall'OMI nella zona di riferimento (centro o periferia), per un immobile *tipo* destinato a *residenza* e in condizioni *normali*;
3. il canone lordo è stato pure definito sui dati dell'OMI²⁸;
4. il valore catastale (V_{cat}) è stato stimato tenendo conto dello studio effettuato dall'Agenzia delle Entrate sul rapporto tra valore di mercato medio e valore catastale per Provincia italiana²⁹.

La rischiosità dell'investimento è stata definita determinando la deviazione standard (σ) in percentuale sulla media della serie storica del saggio r_v , serie costruita per il centro e per la periferia di ciascuna delle cinquantasette città prese in esame, a partire da un campione di valori immobiliari relativi alla destinazione residenziale³⁰. Il saggio r_v , impiegato nel bilancio finanziario, è stato calcolato come media mobile ponderata della stessa serie storica del saggio r_v .

I parametri determinati sono intervenuti nella stima del saggio di sconto (r_i) e nella definizione del periodo di disponibilità dell'immobile (m).

Si è quindi proceduto alla determinazione del saggio di capitalizzazione r_c , alla stima del valore dell'immobile *tipo* e al calcolo del residuo tra quest'ultimo valore e il prezzo del medesimo immobile *tipo* osservato sui dati dell'OMI.

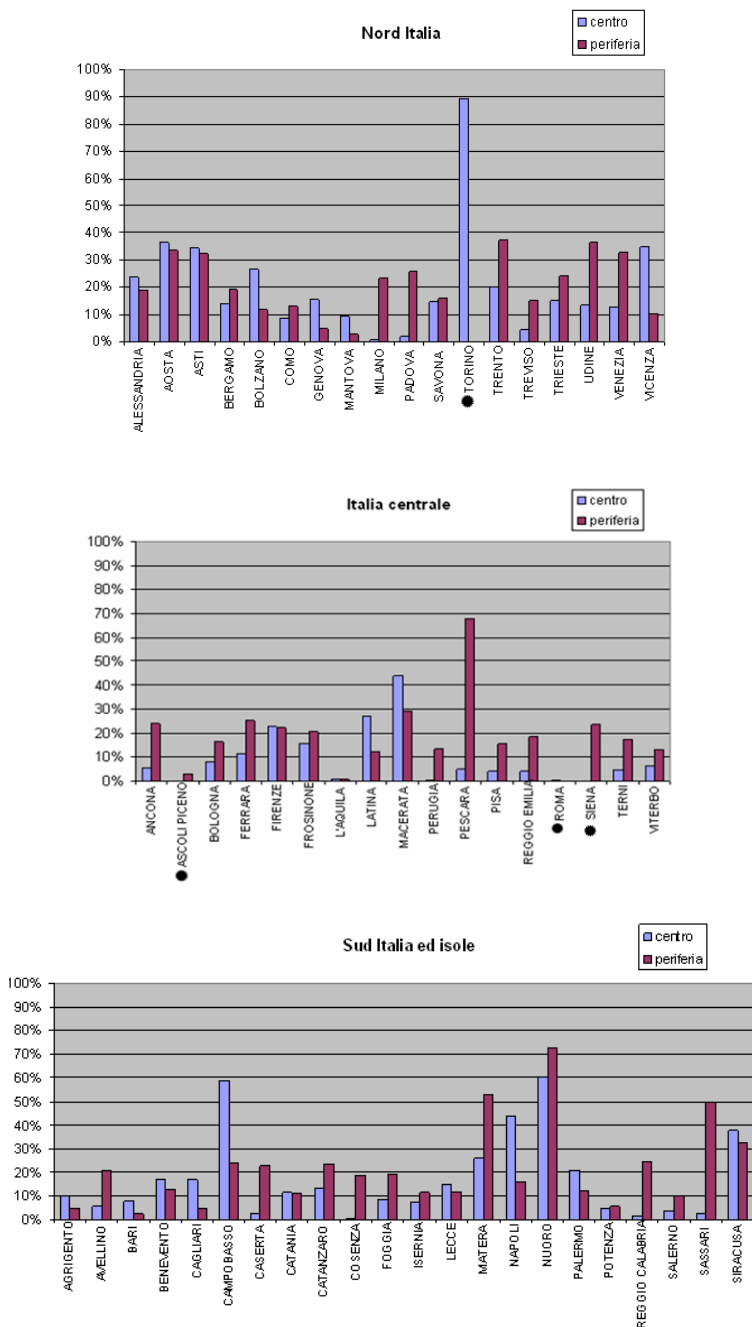
Nella Fig. 5 sono riportati i residui misurati per gli immobili *tipo* individuati nelle due zone, centro e periferia, delle città oggetto d'analisi, raggruppate per le tre aree geografiche: Nord Italia, Italia Centrale, Sud e isole. La media totale dei residui è 17,63%, mentre leggermente più bassa è per le zone di "centro" della città (16,01%); più alta è per le zone di "periferia" (19,25%). Questi valori evidenziano un'ottima affidabilità del nuovo modello.

²⁸ Ai fini della verifica del modello non è necessario che le quotazioni OMI abbiano una piena corrispondenza con i dati effettivi di mercato, punto sul quale si è più volte espressa qualche critica, ma è sufficiente che esista una relazione tra prezzo e canone (riportati dall'OMI) rappresentativa del saggio di capitalizzazione di mercato.

²⁹ Dal sito <www.agenziadelleentrate.it>.

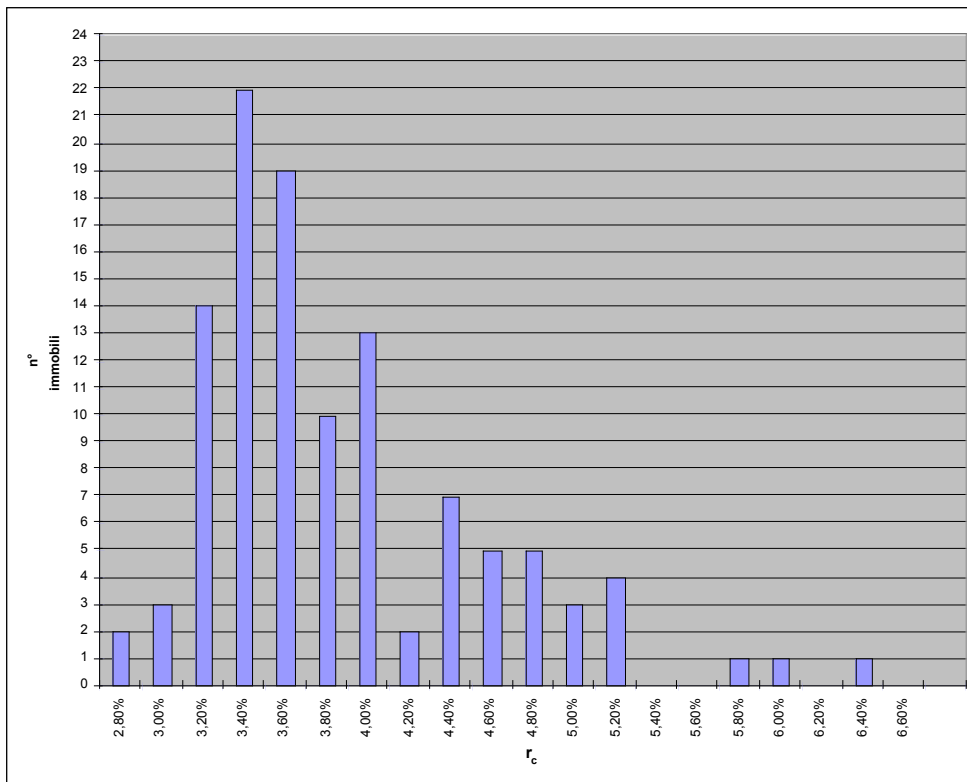
³⁰ La costruzione della serie è avvenuta "depurando" i valori riportati in Tamborrino F. (2006), della variazione dovuta all'inflazione.

Figura 5. Misura percentuale* dei residui tra valore stimato e valore OMI dell'immobile tipo nelle città considerate.



* È nulla la percentuale dei residui, nelle zone di centro o in quelle di periferia, per le città segnate con l'asterisco.

Figura 6. Saggi di capitalizzazione (r_c) nelle città considerate.



Gli istogrammi delle Figg. 6 e 7, a loro volta indicano la variabilità dei saggi di capitalizzazione (r_c) e la variabilità del periodo di disponibilità (m) dell'immobile *tipo* determinate sui dati aggregati delle 57 città considerate.

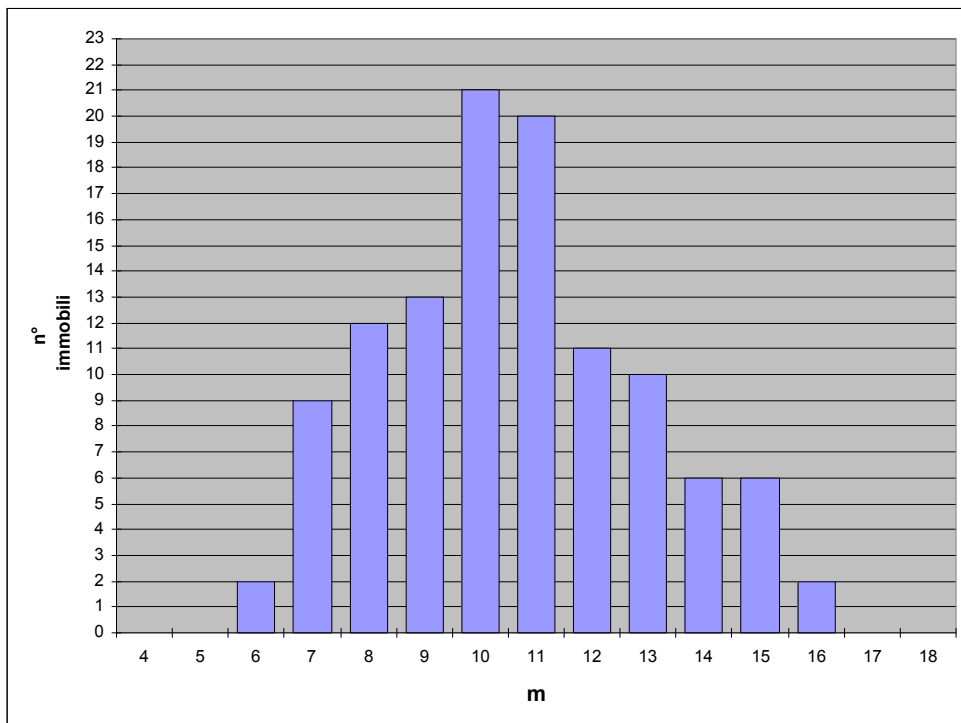
6. Conclusioni

La stima indiretta del valore di mercato di un immobile, attuata con la capitalizzazione dei redditi, ricorre a due ipotesi fondanti:

1. l'equivalenza del valore di mercato con il risultato del rapporto tra reddito ordinariamente ritraibile dal bene e saggio di capitalizzazione;
2. la presenza delle condizioni che consentono la previsione del reddito e del saggio.

Essenziale è inoltre che siano disponibili i dati e le informazioni per la determinazione dei saggi e dei redditi.

Nel caso in cui risulti concreta la possibilità di rilevare i prezzi d'uso (canoni di locazione) degli immobili analoghi a quello oggetto di stima, e quindi di determi-

Figura 7. Periodo di disponibilità (m) dell'immobile tipo nelle città oggetto di analisi.

nare il reddito da capitalizzare, il modello delineato nel presente lavoro – derivato dalla struttura dell’analisi finanziaria di Ellwood, così come in parte modificata nel lavoro di Manganelli e Morano del 2005 – permette di rendere oggettiva la scelta del saggio. In particolare, quando non è praticabile la stima diretta del saggio, ma è possibile la costruzione della serie storica dei tassi di variazione dei valori immobiliari, il modello fornisce un saggio di capitalizzazione di valenza generale per la zona di riferimento, da adeguare allorché si devono portare in conto gli effetti di fattori puntuali e i caratteri intrinseci del bene oggetto di stima.

L’oggettivazione della determinazione del saggio è ottenuta con la trasformazione, in rischio, dell’incertezza residua di alcune variabili esogene del bilancio finanziario dell’investimento immobiliare. L’operazione è svolta attraverso l’analisi di scenario delle opzioni reali e, nello specifico, il rischio è quello connesso alla previsione del tasso futuro di rivalutazione o svalutazione del capitale. L’analisi consente inoltre di definire in termini univoci la durata dell’investimento, corrispondente al periodo di disponibilità dell’immobile. Rimane all’estimatore l’assunzione dei parametri per la stima dei costi di avvio (spese notarili e imposte di trasferimento) e di gestione dell’investimento immobiliare.

Nell’analisi del rischio, l’impiego dell’approccio binomiale discreto per descrivere l’evoluzione nel tempo del valore dell’investimento, semplifica il proce-

dimento ed esonera dalle più complesse formalizzazioni del modello evolutivo continuo il quale, come è noto, restituisce gli infiniti stati che la variabile può assumere, in ciascuno scenario e all'interno del cono di variazione³¹, annullando i salti presenti in un modello di tipo discreto. Ma nel modello proposto col presente lavoro, non è stato necessario ricorrere all'approccio di tipo continuo in quanto la scelta (la più conveniente) dell'anno di disinvestimento del capitale è generata esclusivamente dall'osservazione degli stati più sfavorevoli di ciascuno scenario.

Il modello proposto è integrato da una componente dinamica che tiene conto di shock che possono verificarsi nel tempo. Ciò avviene attraverso la media mobile ponderata delle variazioni espresse dalle quotazioni che costituiscono la serie storica del mercato immobiliare di riferimento. Con l'inserimento infatti, nella serie, dei dati più recenti e con l'attribuzione di pesi maggiori ai dati prossimi al momento della stima, il modello si adatta alle diverse congiunture del mercato, rielaborando i dati di input e modificando in tal modo la volatilità.

Non v'è dubbio che il modello in questione porti con sé l'impianto di quello di Ellwood dal quale deriva, e perciò tiene conto del comportamento speculativo dell'investitore. Ne segue che in un mercato nel quale l'acquisto prevalente sia per uso personale, il modello dovrebbe essere – e potrà essere – applicato su una serie storica costruita solo sulle quotazioni di immobili acquistati per reddito. Soluzione che nel mercato immobiliare italiano può essenzialmente riguardare le unità residenziali e qualche altra categoria di immobili, e sempre che, nel mercato di una stessa categoria, i prezzi dell'uso personale e quelli dell'investimento a reddito non si influenzino tra loro. La logica, però, e l'osservazione empirica portano a escludere la differenziazione, nello stesso mercato, dei prezzi tra i due segmenti della medesima categoria.

Le formule del modello sono state implementate in un software con un'interfaccia di semplice impiego (Fig. 8), corredato di un database per la stima del rischio dell'investimento immobiliare. Nel database vi sono, tra l'altro, la media mobile ponderata, calcolata sulla serie dei tassi annui di rivalutazione (r_n), e la deviazione standard (σ) entrambe relative a 57 città italiane ciascuna suddivisa in centro e periferia. La coerenza – con i valori reali di mercato – dei risultati ottenuti dalla sperimentazione, prova l'affidabilità del modello nelle concrete applicazioni estimative.

Il modello e il software che lo implementa, oltre che alla stima di singoli immobili, potranno essere applicati, nell'ambito della riforma del Catasto, alla stima degli estimi urbani del *Catasto patrimoniale*³². Il modello consentirà allora, in modo rapido

³¹ Si è detto al paragrafo 2.2. che nel modello binomiale il valore di una variabile casuale evolve nel tempo secondo due soli stati, uno favorevole e uno sfavorevole. Nel modello proposto, l'evoluzione è funzione esclusivamente della volatilità dell'investimento immobiliare. La costruzione dei possibili scenari pertanto produce un cono di variazione della variabile VA nel tempo, il cui perimetro è definito dalle due condizioni: maggiormente favorevole e maggiormente sfavorevole. All'interno del cono il modello binomiale individua, per ciascuno degli n scenari, $n-1$ ulteriori possibili stati che la variabile può assumere.

³² Dopo la normativa per la riforma del Catasto (Dpr. 23/03/1998, n. 138), che ha disposto la revisione generale degli estimi "facendo riferimento ai valori e ai redditi medi espressi dal mercato immobiliare", l'articolo 4 del disegno di legge delega n. 1762 del 4/10/2006, promulgato dall'ul-

Figura 8. Interfaccia del software.

The screenshot shows a software window titled "CAP RATE" with a light beige background. It is divided into four main sections:

- Dati di Input (Left):** A grid of input fields for parameters:
 - c_{ICI} : 0,006
 - s_{Comm} : 0,03
 - $c_{Redditi}$: 0,3
 - s_{mas} : 0,01
 - V_{Cat} : 70000
 - v_r : 60
 - c_{sfin} : 0,03
 - s_{not} : 0,02
 - Ca : 7200
 - s_{trasf} : 0,1
- Dati di input (Right):** A section for location and other parameters:
 - Città: A dropdown menu showing "Selezionare un Comune".
 - Radio buttons for "Centro" and "Periferia".
 - r_v : 0,025
 - sigma: 0,09
 - r_i : 0,03175
- Calcola (Bottom Left):** A section with a "Scarto" input field set to 10 and a "Calcola" button.
- output (Bottom Right):** A section showing calculated results:
 - m: 9
 - rc: 0,043138344712552
 - Prezzo: 166904,874259232

e affidabile, di superare il maggior limite per un Catasto di valori, costituito dalle difficoltà dovute alla determinazione dei saggi di fruttuosità, disaggregati per microzona³³ e in rapporto alle caratteristiche fisiche dei singoli immobili, per giungere alle tariffe di estimo e ai redditi imponibili partendo dai valori immobiliari.

Bibliografia

Chan S.H., Grissom T.V. e Wang K. (1990). The Functional Relationship and Use of Going-in and Going-out Capitalization Rates, *The Journal of Real Estate Research*, 5 (2).

timo governo Prodi, ha stabilito la determinazione degli estimi catastali su base patrimoniale, e cioè la stima di valori da ricondurre a redditi imponibili attraverso l'applicazione di "saggi di redditività". Questo criterio di stima degli estimi catastali è stato abbandonato dall'attuale governo Berlusconi, orientato invece a rinnovare il Catasto reddituale partendo dalla revisione del classamento delle unità immobiliari.

³³ "Come si stima il saggio di fruttuosità unico per microzona senza ricorrere alla rilevazione dei fitti e dei prezzi? C'è un solo modo: da investimenti concorrenti e simili (per rischio e durata) rilevati sul mercato mobiliare (BOT, CCT ecc.) si ricavano i rendimenti ai quali va apporato

- Chu Y. e Sing T.F. (2007). Optimal Timing of Real Estate Investment under an Asymmetric Duopoly. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 34: 327-345.
- Conner P. e Youguo L. (2004). The complex interaction between real estate cap rates and interest rates. *Briefings in Real Estate Finance*, 4 (3): 185-197.
- Cox J., Ross S. e Rubinstein M. (1979). Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, 7.
- De Ambrogio W. (1977). *Programmazione reticolare*. Milano Etas Libri.
- Del Giudice V. (1992-1993). La ricerca del saggio di capitalizzazione attraverso i prezzi marginali impliciti, *Bollettino degli Interessi Sardi*.
- Del Giudice V. (1995). Stima econometrica del saggio di capitalizzazione. *Genio Rurale*, 7/8.
- Eldestein R.H. e Tsang D. (2007). Dynamic Residential Housing Cycles Analysis. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 35: 295-313.
- Ellwood L.W. (1970). *Ellwood Tables for Real Estate Appraising and Financing*. Chicago, Ballinger.
- Epley D.R. (1998). Reasons to Eliminate the Band-of-Investment Technique for Estimating the Overall Capitalization Rate. *Journal of Real Estate Practice and Education*, 1 (1).
- Forte C. (1968). *Elementi di Estimo Urbano*. Milano, Etass Kompass.
- Jud G.D. e Winkler D.T. (1995). The Capitalization Rate of Commercial Properties and Market Returns. *The Journal of Real Estate Research*, 10, (5).
- Lo Bianco G. (1948). Il metodo analitico e la stima dei fabbricati. *Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali*, 3.
- Manganelli B. e Morano P. (2005). Sull'analisi finanziaria di Ellwood, un modello che razionalizza la stima del saggio di capitalizzazione. *Aestimium*, 46.
- Medici G. (1972). *Principi di Estimo*. Bologna. Edizioni Calderini.
- Micalizzi A. (1997). *Opzioni reali. Logiche e casi di valutazione degli investimenti in contesti di incertezza*. Milano, Egea.
- Misseri S.C. (1958). *Sulla capitalizzazione del reddito quale "criterio" e quale "metodo"*. Portici, Arti Grafiche Della Torre.
- Simonotti M. (1983). L'analisi finanziaria del saggio di capitalizzazione. *Genio Rurale*, 12.
- Tamborrino F. (2006). *Annuario Immobiliare 2006*, 2 tomi. Milano, IlSole24Ore.
- Yavas A. e Sirmans C.F. (2005). Real Options: Experimental Evidence. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 31: 27-52.
- Zaderenko S.G. (1970). *Sistemi di programmazione reticolare*, Milano, Hoepli.

un primo adattamento per tenere conto che i rendimenti stessi non sono saggi di investimenti immobiliari. Al risultato, corrispondente al saggio nazionale, è necessario un secondo adattamento per spalarlo nelle diverse microzone locali, un saggio per microzona. Questo secondo adattamento è ancora più arbitrario del primo, e nessun analista finanziario oserebbe cimentarsi nell'indicare lo spread. Di conseguenza, i saggi di fruttuosità saranno fissati convenzionalmente a livello centrale, con possibilità di disaggregazione a livello locale entro un certo campo di variazione stabilito per legge. È del tutto evidente che gli adattamenti non possono mai raggiungere il livello di dettaglio e di esattezza dei redditi catastali determinati direttamente" (Rosselli R. e Simonotti M., dal sito <www.confedilizia.it>).