Le metodologie pluriparametriche nelle valutazioni immobiliari: un'applicazione al mercato genovese

Paolo Rosasco

Introduzione

I modelli pluriparametrici di stima nelle valutazioni immobiliari sono sempre più oggetto di studio e di ricerca in campo estimativo.

L'interesse verso queste metodologie nasce da diverse motivazioni: una prima ragione può essere rinvenuta nella consapevolezza che i tradizionali procedimenti estimativi, basati sul confronto diretto tra il bene oggetto di stima e altri beni riconosciuti come "simili" a questo, non sono più sufficienti a rappresentare le mutevoli preferenze ed aspettative della domanda, oggigiorno sempre più orientata e influenzata da molteplici caratteri qualitativi piuttosto che quantitativi (Curto, 1990).

Un altro motivo di interesse è legato all'attualità del tema e fa riferimento alla recente riforma dell'istituto catastale, varata con la Legge n. 662 del 23/12/1996, la quale ha stabilito che per la determinazione dell'imponibile ai fini fiscali venga fatto riferimento al reale valore e reddito che il mercato stabilisce per gli immobili, in funzione delle diverse caratteristiche estrinseche ed intrinseche possedute dagli stessi. Questo implica la definizione di modelli estimativi basati su criteri e parametri il più possibile oggettivi, uniformi, trasparenti, in grado di recepire con dinamicità le modifiche territoriali, urbanistiche e dei valori del patrimonio immobiliare italiano.

A queste motivazioni si aggiunge l'esigenza espressa da parte degli operatori del mercato immobiliare (professionisti, investitori pubblici e privati, gestori di patrimoni) di definire regole chiare con le quali confrontarsi e strumenti operativi efficaci e il più possibile scientifici, in realtà di mercato sempre più complesse, diversificate, con dinamiche caratterizzate da significative accelerazioni.

Il presente lavoro costituisce una prima esperienza applicativa di alcune forme di modelli di regressione multipla per la stima dei valori immobiliari. Lo studio è condotto all'interno della ricerca di dottorato che ha per oggetto l'applicazione dei modelli statistici-matematici al mercato immobiliare genovese; l'obiettivo è quello di verificare la

possibilità di predisporre uno strumento di valutazione che a diverse scale (da quella edilizia a quella urbana) e in funzione di un insieme di variabili (o componenti) immobiliari risulti: attendibile nei risultati previsivi, adattabile ai diversi segmenti di mercato, elastico alle dinamiche economiche, sociali, culturali che caratterizzano la domanda e l'offerta degli immobili nel tempo.

Il segmento di mercato sul quale si concentrerà la ricerca è quello degli immobili a destinazione residenziale.

Diversi sono i soggetti interessati alla messa a punto di uno strumento valutativo con tali caratteristiche: investitori, istituti di credito, società finanziarie, operatori immobiliari, imprese di costruzioni, liberi professionisti, nonché la pubblica amministrazione (nelle sue diverse competenze e articolazioni territoriali) ai fini della stima dell'imponibile per la fiscalità immobiliare e a supporto della pianificazione urbana.

1. I modelli pluriparametrici di stima

I procedimenti di stima pluriparametrici sono strumenti estimativi che esprimono sotto forma di una funzione la relazione che esiste tra una variabile dipendente (generalmente il prezzo di mercato) ed un insieme di variabili indipendenti (caratteristiche intrinseche ed estrinseche del bene), riconosciute significative nella formazione del prezzo. In Italia le prime trattazioni relative a questi modelli risalgono alla fine degli anni '60 e riprendono le esperienze applicative acquisite negli Stati Uniti sulla sperimentazione della regressione multipla all'analisi del mercato immobiliare (Grillenzoni, 1968). Questi modelli permettono non solo la previsione del prezzo di mercato, ma anche la misura dei prezzi marginali impliciti dei caratteri immobiliari considerati (prezzi edonici). La validità di questi strumenti è da ricercarsi nella adattabilità applicativa ai diversi contesti e finalità di studio, nella capacità di indagare l'apporto e il peso delle singole caratteristiche componenti il prezzo, nella possibilità di verificare l'attendibilità previsiva attraverso test statistici. Per contro, a differenza dei tradizionali metodi basati sulla comparazione diretta, questi modelli necessitano di campioni significativi di dati, raccolti in modo sistematico sul mercato immobiliare (Simonotti, 1998).

Diverse sono le forme algebriche che l'equazione di regressione può assumere in funzione del tipo di relazione che si presuppone esista tra le variabili: lineare, quando si presuppone che l'ammontare dei coefficienti delle variabili indipendenti (prezzi marginali) vari linearmente con l'ammontare delle stesse (la funzione risultante è in questo caso una retta); non lineare (nelle diverse forme: moltiplicativo, di potenza, esponenziale, logaritmico), quando invece si presuppone che i prezzi marginali varino al variare dell'ammontare della variabile stessa, ma in modo più che proporzionale o meno che proporzionale (la funzione in tal caso è una curva), ipotesi confermata da alcune recenti applicazioni in ambito immobiliare (Simonotti, 1991 e Bravi, 1994).

Ai fini estimativi, la scelta della forma del modello e la individuazione delle variabili significative avviene attraverso il preliminare riconoscimento dei fenomeni che caratterizzano la realtà urbana e il tipo di relazioni che sussistono tra loro.

Le numerose esperienze applicative in ambito nazionale ed internazionale reperibili in letteratura presentano diverse finalità estimative e di studio quali: la determinazione dei prezzi marginali delle caratteristiche possedute dal bene o di esternalità ritenute significative nella formazione del prezzo, l'esame di una teoria o ipotesi economica relativa a particolari aspetti della domanda (od offerta) immobiliare, la sperimentazione di particolari forme algebriche dei modelli (Tabelle 1 e 2).

La scelta delle variabili esplicative è fortemente condizionata dalle finalità della stima e dalla realtà economica, sociale, ambientale, urbanistica ed edilizia del contesto applicativo. Spesso la selezione avviene in funzione non tanto del riconoscimento a priori del loro peso nella formazione del prezzo, quanto da uno specifico interesse di esaminarne la reciproca interazione al mutare di determinate condizioni.

Diverse sono le tecniche che la statistica offre ai fini di migliorare l'attendibilità del risultato previsivo o per ridurre l'effetto di dati anomali presenti nel campione: le più utilizzate sono la *stepwise regression analysis* per l'eliminazione delle variabili poco significative ai fini della stima, la *ridge regression* per la riduzione dei fenomeni di multicollinearità tra le variabili, la *differenza in beta* o l'utilizzo dei modelli cosiddetti *"robusti"* per l'individuazione degli eventuali *"outliers"*, ossia di quei dati presenti all'interno del campione che presentano un basso grado di similarità rispetto agli altri.

Nel caso studio qui esposto, sono sperimentati modelli di regressione multipla lineare nelle due forme: con termine costante e passante per l'origine, schematizzabili nelle seguenti equazioni:

- $y_j = b_0 + b_1x_{j1} + b_2x_{j2} + ... + b_kx_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)
- $y_j = b_1x_{j1} + b_2x_{j2} + ... + b_kx_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)

La prima forma è significativa soprattutto per la misura econometrica dei prezzi impliciti delle caratteristiche, mentre la seconda per le misure estimative; in quest'ultimo caso, i coefficienti rappresentano allo stesso tempo i prezzi medi e i prezzi marginali delle singole caratteristiche degli immobili nonché i rapporti di complementarietà di ciascun componente al valore complessivo del bene (Curto e Simonotti, 1994).

1.1 La base informativa

Il mercato immobiliare, per le sue caratteristiche di unicità e atipicità dei beni scambiati, è un mercato non perfetto, caratterizzato da una forte interazione tra domanda e offerta (con prezzi soggetti all'influenza di molteplici variabili esogene ed endogene al mercato stesso), non trasparente (nella ricerca dei prezzi reali), differenziato in sottomercati (o segmenti), ciascuno caratterizzato da un proprio livello di prezzi e da propri caratteri della domanda e dell'offerta (Curto, 1990 e Mollica, 1994). Ai fini estimativi, l'individuazione dei segmenti di mercato immobiliare permette di scomporre e quindi semplificare l'articolazione dei caratteri e dei valori, facilitando la definizione e la scelta delle caratteristiche significative per la definizione del prezzo.

Questo però implica la raccolta di un significativo numero di dati immobiliari relativi ai prezzi di compravendita e alle caratteristiche quali-quantitative possedute dagli immobili; proprio la mancanza di una sistematica raccolta dei dati a livello nazionale costituisce uno dei maggiori ostacoli allo studio dei mercati immobiliari e allo sviluppo di queste metodologie estimative.

I diversi soggetti che raccolgono e pubblicano i dati immobiliari operano, infatti, con modalità (e talvolta con finalità) diverse tra loro; queste riguardano l'indicazione dei parametri dimensionali degli immobili (superfici nette, lorde, commerciali, convenzionali), i riferi-

menti spaziali nell'ambito urbano (centro, semicentro, periferia), lo stato dell'immobile (nuovo, restaurato, recente, obsoleto), la fonte del dato "prezzo" (Conservatoria dei Registri Immobiliari, perizie di stima per l'accensione di mutui, agenti immobiliari, società di costruzioni). Queste diversità operative e metodologiche rendono incerta l'attendibilità del prezzo stesso e inconfrontabili i dati tra loro.

Manca cioè quello che da molti studiosi viene indicato come lo "standard di rilevazione dei dati immobiliari" che permetta, a livello nazionale, una rilevazione omogenea e aggiornata dei dati relativi ai diversi segmenti di mercato (Simonotti, 1998).

La base informativa che la ricerca intende utilizzare per la definizione del modello di stima è la banca dati ASSIMIL (Associazione per lo Studio e l'Informazione dei Mercati Immobiliari Locali)[1], nata con lo scopo di rispondere alle esigenze informative espresse dalle diverse categorie di soggetti (pubblici e privati) che operano nel mercato immobiliare. I dati raccolti sono relativi ad immobili siti nel Comune di Genova ed in alcuni comuni della Provincia; essi sono forniti direttamente da un Panel di circa 40 Agenti Immobiliari che compilano (on-line) un'apposita scheda riportante una serie di informazioni relative all'immobile da loro trattato, in funzione delle diverse destinazione d'uso: residenziale, ufficio, commerciale, industriale. Dal 1997 (anno di avvio del progetto) ad oggi, sono stati raccolti circa 2.800 dati immobiliari relativi perlopiù ad immobili a destinazione residenziale ed uffici (circa il 95% dei dati).

Relativamente agli immobili residenziali, la scheda di rilevazione riporta, oltre ai dati identificativi dell'immobile (Comune, via, quartiere) e alle caratteristiche economiche (data di compravendita o locazione, prezzo o affitto reale, destinazione d'uso, stato di occupazione,

[1] Il progetto (indirizzo Internet: www.assimil.org.), inizialmente denominato SIMIL, è stato ideato e avviato dal Prof. Guido Dandri, Docente di Estimo alla Facoltà di Architettura di Genova.
Aderiscono all'Associazione: la Camera di Commercio di Genova, la Banca Carige, l'Assedil (Associazione dei Costruttori Edili della Provincia di Genova), il Credi Liguria (Coordinamento rilevazione dati immobiliari), l'Ascom (Associazione del Commercio del Turismo e dei Servizi della Provincia di Genova), la Confesercenti e la Confartigianato di Genova, la Cna (Confederazione Nazionale dell'Artigianato) della Liguria, l'Osservatorio Civis del Comune di Genova, l'APE (Associazione per la Proprietà Edilizia) di Genova, la FILSE S.p.A (Finanziaria Ligure per lo Sviluppo Economico), l'ARTE di Genova (ex IACP), riuniti in un comitato tecnico e sotto il coordinamento scientifico del Centro di Estimo del Dipartimento POLIS dell'Università di Genova.

dati catastali), l'indicazione di 31 variabili significative: 12 relative alle caratteristiche estrinseche dell'immobile (descrittive della localizzazione urbana e delle condizioni ambientali al contorno dell'edificio) e 19 relative alle caratteristiche intrinseche proprie dell'unità immobiliare (quali le superfici principali ed accessorie, la qualità delle finiture, la dotazione impiantistica, le condizioni di luminosità, di panoramicità, il livello di piano, i conforts, etc.).

L'individuazione dei segmenti di mercato sul territorio avviene attraverso l'analisi dei caratteri dell'offerta riportati nelle schede di rilevazione e dalle indicazioni che derivano dagli stessi operatori immobiliari; gli eventuali dati di incerta attribuzione vengono invece assegnati ai rispettivi segmenti attraverso l'analisi discriminante.

La selezione delle variabili da introdurre nei modelli è operata in funzione delle caratteristiche economiche e quali-quantitative dei segmenti di mercato individuati e in base alle indicazioni che derivano dall'applicazione dell'analisi di varianza al campione di dati; questa tecnica consente di verificare in che misura le caratteristiche degli immobili incidono sulle variazioni dei prezzi. In relazione alla consistenza e alla significatività statistica del campione di dati raccolti, vengono quindi definiti gli ambiti per lo studio e l'applicazione dei modelli oggetto della ricerca.

Tabella 1 - Modelli pluriparametrici e variabili utilizzate in alcuni casi studio americani (periodo 1971 – 1995)

Autori	Anno	Forma di modello sperimentato e numero di variabili indipendenti	Consistenza campione	Variabili indipendenti considerate nelle applicazioni: Localizzative-ambientali	Variabili indipendenti considerate nelle applicazioni: Economiche	Variabili indipendenti considerate nelle applicazioni: Tipologiche/edilizie
Smith T.R.	1971	Regressione lineare multipla passante per l'origine (11 variabili) forma: $y_j = b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	309 compravendite di immobili residenziali a Glendora (California)			Sup. immobile e lotto, qualità delle finiture, età dell'immobile, dotazioni impiantistiche, piscina
Emerson F.C.	1972	Modello di regressione moltiplicativo (24 variabili) forma: $y_j = b_0 \cdot x_{j1}^{b_1} \cdot x_{j2}^{b_2} \ldots\ldots x_{jk}^{b_k} \cdot e_j$	222 compravendite a Minneapolis (Minnesota)	Distanza da centri commerciali, da scuole, freeways, fermata autobus, aree verdi, presenza di popolazione di colore	Vantaggi fiscali al conduttore dell'immobile	Sup. immobile, stato di manutenzione, età, n° di piani, n° di bagni, rivestimenti in mattoni o piastre, stucchi, attrezzature, sup. garage, caminetti, degrado immobile
Trippi R.R.	1974	Regressione lineare multipla con termine costante (8 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$) Modello moltiplicativo (8 variabili) forma: $y_j = b_0 \cdot x_{j1}^{b_1} \cdot x_{j2}^{b_2} \ldots\ldots x_{jk}^{b_k} \cdot e_j$	191 casi di compravendite di immobili residenziali a S. Diego (California)		Tasso di interesse del finanziamento per l'acquisto, data di compravendita dell'immobile	Sup. lotto, sup. zona giorno, n° di camere da letto, di bagni, garage
W. Chudleigh	1979	Regressione lineare multipla passante per l'origine (10 variabili) forma: $y_j = b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	36 casi di compravendita di immobili a Cheshire (Connecticut)		Tasso di interesse del finanziamento per l'acquisto, data di compravendita immobile	Sup. immobile e lotto, qualità immobile, stile, anno di costruzione, n° stanze, n° di bagni, dotazioni impiantistiche
Epley D. Cronan T. Perry L.	1986	Regressione lineare multipla con termine costante (4 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	10 casi di compravendite di immobili residenziali		Valore area lotto	Sup. immobile, qualità immobile, anno di costruzione
Colclough W.	1986	Regressione lineare multipla con termine costante (21 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	2.023 casi di compravendite di immobili residenziali in La Crosse (Wisconsin)	Localizzazione regionale, vicinanza a mercati e centri commerciali	Trend del mercato immobiliare, data di compravendita immobile	Sup. lotto, età immobile, n° di camere da letto, n° di stanze al P.T., n° di zone giorno, garage, portico, caminetti, finiture particolari dell'immobile
Ferreira R. Simmons G.	1988	Regressione lineare multipla con termine costante (9 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	51 compravendite di residenze singole a Greenville (South Carolina)		N° di giorni di permanenza sul mercato, ammontare della rata del finanziamento per l'acquisto	N° camere da letto, n° bagni, basamento a vista, età dell'immobile, dotazioni impiantistiche, caminetti, garage
Gross D.	1988	Regressione logaritmica multipla (8 variabili) forma: $\ln y_j = \ln b_0 + b_1 \cdot \ln x_{j1} + b_2 \cdot \ln x_{j2} + \ldots + b_k \cdot \ln x_{jk}$	campione di immobili affittati a Bogotà (Venezuela) dal 1978 al 1998	Accessibilità al centro città	Fitto medio mensile, reddito medio del vicinato	Sup. immobile, n° di stanze, tipo di rivestimento del tetto, qualità dei pavimenti
Dubin R. Sung C.	1990	Regressione lineare multipla con termine costante (14 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	486 compravendite di immobili a Baltimora (Florida)	Distanza dal centro, appartenenza al distretto di Baltimora City, vicinanza a colleges, percentuale di popolazione di colore nel quartiere		Sup. interna, sup. lotto, numero di stanze, patio, piscina, età immobile, garage, caminetti, dotazioni impiantistiche
Michaels G. Smith K.	1990	Regressione logaritmica multipla (16 variabili) forma: $\ln y_j = \ln b_0 + b_1 \cdot \ln x_{j1} + b_2 \cdot \ln x_{j2} + \ldots + b_k \cdot \ln x_{jk}$	2.182 compravendite di immobili residenziali tra il 1977 e il 1981 a Boston (Massachusetts)	Distanza dal centro città, da fonti di inquinamento, percentuale di popolazione di colore	Livello di tassazione sull'immobile, trend annuale di crescita del mercato immobiliare dalla stima	Sup. lotto e zona giorno, qualità delle finiture, stato di manutenzione immobile, n° di caminetti, n° di servizi, stato di manutenzione impianti, piscina, parcheggio
Case B. Quigley J.M.	1991	Regressione multipla esponenziale (5 variabili) forma: $y_j = b_0 \cdot x_{j1}^{b_1} \cdot x_{j2}^{b_2} \ldots\ldots x_{jk}^{b_k} \cdot e^{(b_{k+1} \cdot x_{j(k+1)})}$	310 compravendite di immobili residenziali tra il 1980 e il 1987 a Honolulu (Hawai)		Tempo di permanenza dell'immobile sul mercato	Sup. del lotto, della zona giorno e dell'area coperta, età dell'immobile
Simons B.	1994	Regressione lineare multipla con termine costante (14 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 \cdot x_{j1} + b_2 \cdot x_{j2} + \ldots + b_k \cdot x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	12.100 compravendite di immobili residenziali a Cleveland (Ohio)	Localizzazione, distanza dal centro, razze presenti nel vicinato, tasso di criminalità	Reddito medio del vicinato, disinvestimenti nel quartiere, n° di immobili realizzati nelle vicinanze	Sup. immobile, caratteristiche costruttive, dotazioni impiantistiche, qualità delle finiture, età dell'immobile
M. Hoesli J. Clapp P. Favarger C. Giaccotto	1995	Modello esponenziale trasformato in logaritmico (10 variabili) forma: $y_j = ce^{(\alpha X_j + \Sigma \beta_i D_i + \Sigma \eta_i D_i)} \cdot \Sigma \delta_i T_i \cdot \varepsilon$ quindi: $\ln (P) = \alpha + \Sigma \beta_i X_i + \Sigma \eta_i D_i + \Sigma \delta_i T_i + \varepsilon$	304 compravendite di immobili residenziali tra il 1978 e il 1992 a Ginevra (Svizzera)	Qualità della localizzazione e del vicinato nel tempo	Numero di compravendite ed uso dell'immobile nel tempo	N° medio di garage, di bagni, uso dell'immobile, condizioni dell'immobile nel tempo

Nei modelli di regressione lineare multipla, logaritmica ed esponenziale:
y_j = prezzo di mercato (variabile dipendente) della unità immobiliare j-esima (con j = 1,2,...., n);
b_i = coefficiente della generica variabile indipendente x_{ji} (con i =1,2,..., k);
e_j = variabile stocastica che nella forma deterministica del modello viene posta uguale a zero;

Nota: i casi studio sopra riportati sono stati tratti dalle seguenti riviste: The Appraisal Journal, Journal of Urban Economics, Journal of Real Estate literature, Technometrics.

Tabella 2 - Modelli pluriparametrici e variabili utilizzate in alcuni casi studio nazionali (periodo 1991 – 2001)

				Variabili indipendenti considerate nelle applicazioni		
Autori	**Anno**	**Forma di modello sperimentato e numero di variabili indipendenti**	**Consistenza campione**	**Localizzative-ambientali**	**Economiche**	**Tipologiche/edilizie**
Simonotti M.	1991	Regressione lineare multipla con termine costante (7 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$) Regressione multipla esponenziale forma: $y_j = \exp(b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk})$	33 casi di compravendita di immobili residenziali comune di Aci E. Antonio		Data di compravendita dell'immobile	N° di vani e di servizi, sup. terrazzi, livello di piano, garage
Ferraioli P. Ferretti F.	1991	Regressione lineare multipla con termine costante (13 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	545 prezzi richiesti di immobili residenziali a Napoli	Localizzazione del fabbricato		Sup. immobile, n° di vani principali e accessori, ascensore, impianto di riscaldamento, epoca di costruzione, livello di piano, panoramicità, qualità del prospetto, posto auto, terrazzo, stato di conservazione
Curto R. Simonotti M.	1994	Regressione lineare multipla con termine costante e passante per l'origine (12 variabili poi ridotte a 7) forma: $y_j = b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	56 casi di compravendita di immobili residenziali a Torino (prezzi reali)	Caratteristiche ambientali e sociali della zona, pedonalizzazione della zona	Data di compravendita dell'immobile	Sup abitabile, sup. balconi, n° di servizi, livello di piano, particolari architettonici, affacci su strada e cortile, portineria, accesso alla scala, impianto di condizionamento
Curto R.	1994	Regressione lineare con termine costante (7 variabili poi ridotte a 6) forma: $y_j = b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	66 casi di compravendita di immobili residenziali in edifici riqualificati a Torino	Qualità microambientali e della zona, distanza dalla stazione ferroviaria	Data di compravendita dell'immobile	Sup. immobile, qualità dell'intervento di riqualificazione, qualità storica-architettonica
Bravi M.	1994	Regressione multipla esponenziale (6 variabili) forma: $y_j = \exp(b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j)$ (con $e_j = 0$)	85 compravendite di immobili residenziali a Torino	Distanza dal castello	Data di compravendita dell'immobile	Sup. immobile, dotazioni, livello di piano, vista sul castello, età dell'immobile
Del Giudice V.	1994	Regressione multipla di tipo moltiplicativo (7 variabili) forma: $y_j = b_0 \cdot x_{j1}^{b1} x_{j2}^{b2} \ldots\ldots x_{jk}^{bk} e_j$	63 casi di compravendita di immobili residenziali nel comune di Napoli	Distanza dalla stazione della funicolare	Situazione locativa	Sup. terrazza, n° di servizi, livello di piano, stato di conservazione e manutenzione, panoramicità
Coletta A.	1997	Reti neurali artificiali (7 variabili) forma funzione: $f[\Sigma_i(x_i w_i) - t_j]$*	33 casi di compravendita di immobili residenziali comune di Aci E. Antonio		Data di compravendita dell'immobile	N° di vani e di servizi, sup. terrazzi, livello di piano, garage
Micelli E.	1998	Regressione lineare multipla con termine costante (6 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	68 compravendite di immobili residenziali a Verona	Localizzazione in area storica, in zone senza restrizioni al traffico veicolare, vicinanza a luoghi di pregio storico-architettonico		Sup. immobile, garage, affacci su luoghi di pregio
Salvo F.	1995 1999	Regressione lineare multipla con termine costante (12 variabili) forma: $y_j = b_0 + b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	156 compravendite di appartamenti in 5 segmenti di mercato nella città di Cosenza	Localizzazione dell'immobile	Data di compravendita dell'immobile	Sup. interna ed accessorie, sup. esterna, livello di piano, n° affacci, n° di servizi, ascensore
Manganelli B.	2001	Sistema di equazioni strutturali (20 variabili) forma: $\eta_1 = \beta_{12}\eta_2 + \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{12}\xi_2 + \zeta_1$ $\eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi_1 + \gamma_{22}\xi_2 + \zeta_2$	Compravendite di immobili residenziali in 4 ambiti della città di Napoli (campioni di dati: da 82 a 75)	Raggiungibilità con mezzi pubblici, presenza di verde pubblico, dotazione di servizi al consumo		Sup. immobile e terrazze, n° di vani principali e accessori, n° di servizi, posti auto, cantine, giardino portiere, livello di piano, luminosità, stato di manutenzione del fabbricato e dell'immobile
Morano P.	2001	Regressione lineare multipla con minima mediana dei quadrati per l'individuazione degli outliers (7 variabili) forma: $y_j = b_1 x_{j1} + b_2 x_{j2} + \ldots + b_k x_{jk} + e_j$ (con $e_j = 0$)	67 casi di compravendite di immobili residenziali a Salerno		Situazione locativa	Sup. immobile, sup. terrazze, livello di piano, presenza di impianto di riscaldamento, panoramicità, n° di servizi, stato di conservazione e manutenzione immobile

Nei modelli di regressione lineare multipla, logaritmica ed esponenziale:
y_j = prezzo di mercato (variabile dipendente) della unità immobiliare j-esima (con j = 1,2,...., n);
b_i = coefficiente della generica variabile indipendente x_{ji} (con i =1,2,..., k);
e_j = variabile stocastica che nella forma deterministica del modello viene posta uguale a zero;

* il valore trasmesso dal neurone è ottenuto da una funzione di trasferimento = $f[\Sigma_i(x_i w_i) - t_j]$ dove:
$\Sigma_i(x_i w_i)$ = somma dei valori finali delle connessioni con i neuroni a monte
t_j = valore di soglia

** dove:
ξ e η = variabili latenti; β e γ = coefficienti strutturali; ζ = errore stocastico

Nota: i casi studio sopra riportati sono stati tratti dalle seguenti riviste e periodici: Aestimum, Estimo e territorio (già Genio Rurale).

2. Il caso applicativo

L'applicazione fa riferimento ad un campione di unità immobiliari residenziali (classificate R/1 dal nuovo regolamento) localizzate in tre microzone comprese nell'area del Centro Storico di Genova (contrassegnate nello stralcio di cartografia riportata in Figura 1 con i codici: 47 TS b, 48 TS a, 50 TS m) e definite dal Dipartimento del Territorio di Genova congiuntamente con il Comune di Genova, in applicazione della Legge 662/96 e del relativo Regolamento di attuazione (DPR n. 138/98).

Alle tre microzone corrispondono tre diversi livelli di qualità abitativa: alta per la microzona contraddistinta con il codice 48 TS (limitrofa a zone centrali della città e di pregio storico-architettonico), media per la 50 TS (corrispondente al quartiere del Molo e di Sarzano, oggetto di recenti interventi di recupero) e bassa per la microzona 47 TS (caratterizzata da realtà di degrado edilizio e sociale).

La metodologia seguita per la loro individuazione corrisponde a quanto stabilito dalla normativa (artt. 2, 8 ed allegato A del Regolamento n. 138/98): all'interno di ciascuna microzona i caratteri di omogeneità sono relativi agli aspetti ambientali, di destinazione urbanistica, tipologici, costruttivi ed economici. Per la determinazione dei valori degli immobili si è fatto riferimento all'Osservatorio dei valori immobiliari del Dipartimento del Territorio e ad indagini dirette sul territorio.

L'obiettivo di questa prima esperienza applicativa è quello di verificare:

- la significatività delle variabili individuate dal regolamento catastale in ambiti urbani caratterizzati da particolari realtà sociali ed ambientali, con immobili dotati di caratteristiche tipologiche, costruttive e di qualità storico-architettoniche non riscontrabili in altre parti della città;
- l'attendibilità nei risultati previsivi delle due diverse forme di modello e la loro capacità di cogliere le differenze di valore degli immobili all'interno delle microzone oggetto dell'indagine.

Il contesto è caratterizzato da un'edificazione di antico impianto stratificata nel tempo; per le sue caratteristiche urbanistiche, tipologiche e sociali, questa parte della città ha una sua immediata e facile identificazione all'interno del tessuto urbano genovese.

A scala urbana, la zona d'indagine presenta una omogeneità di caratteri: localizzazione centrale, accessibilità veicolare ridotta (per le esigue dimensioni dei vicoli d'accesso) e ampie zone pedonalizzate, alta concentrazione di attività commerciali e ricreazionali (cinema, teatri); realtà di degrado sociale e edilizio sono presenti in alcune aree della zona di Prè-Maddalena e si contrappongono ad interventi di recupero che hanno portato, negli ultimi anni, ad un significativo incremento del numero di residenti.

Alcune emergenze architettoniche di notevole pregio (edifici realizzati in epoca medioevale e nel XVI sec. per le antiche famiglie nobiliari genovesi) si alternano in un tessuto edilizio costituito prevalentemente da edilizia storica multipiano (sviluppata in altezza fino a 7-8 piani), realizzata con struttura portante di pietra e mattoni, solai lignei o a volta, scarsamente dotata di servizi ed impianti (quali riscaldamento, ascensore), con tagli dimensionali e stati di manutenzione alquanto differenziati.

L'offerta è costituita prevalentemente da singoli proprietari o da società di costruzione (od immobiliari) che vendono gli immobili dopo averli ristrutturati (e quindi valorizzati).

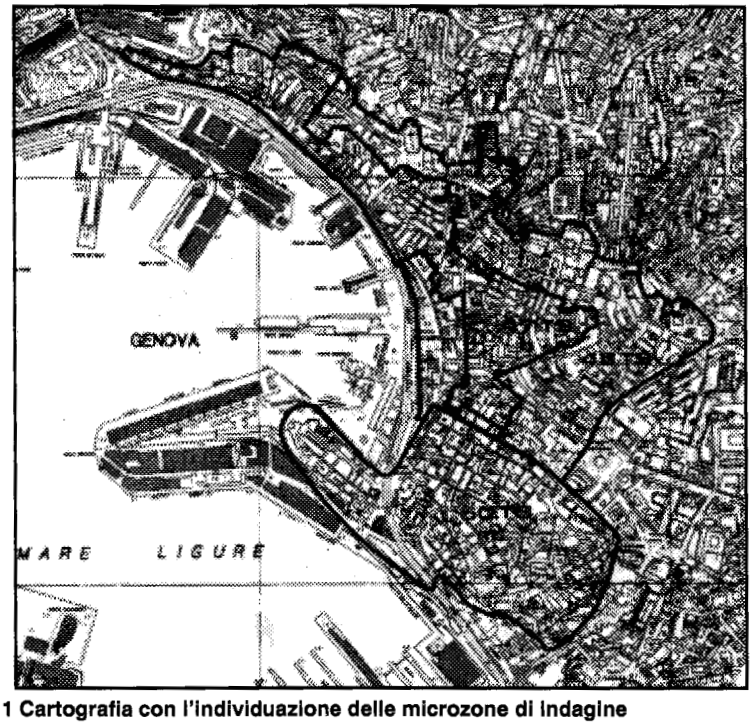

Fig. 1 Cartografia con l'individuazione delle microzone di indagine

La domanda si differenzia per i caratteri in relazione alle diverse zone: in quelle di maggior pregio è costituita prevalentemente da giovani che scelgono di risiedere nella zona storica per motivi "culturali" (quasi per uno stile di vita) o professionisti che vi localizzano lo studio professionale per la centralità o la particolarità degli immobili; in quelle di minor pregio la domanda è invece formata prevalentemente da cittadini stranieri che scelgono di risiedere nel centro storico per il livello medio-basso dei valori immobiliari.

2.1 Il campione di indagine

Dal database ASSIMIL sono stati estratti 126 dati relativi a compravendite di immobili a destinazione residenziale con caratteri di ordinarietà avvenute nella circoscrizione di Prè-Molo-Maddalena (che comprende le tre microzone in oggetto) tra il 1998 e il 2001.

Le indicazioni riportate nella scheda di rilevazione ASSIMIL relative alla circoscrizione, al quartiere e alla via di ogni singolo immobile, hanno reso possibile l'assegnazione alle rispettive microzone di un campione estimativo di dati immobiliari; nella fase di selezione, l'analisi delle informazioni qualitative, dimensionali ed economiche ha permesso l'individuazione, e quindi l'eliminazione dal campione, di quegli immobili che presentavano caratteri di non ordinarietà rispetto al segmento indagato. Queste riguardano: condizioni di degrado fisico-funzionale, tipologie edilizie (edifici di particolare valore storico-architettonico), tagli dimensionali (monolocali o bilocali).

La consistenza finale è risultata di 119 dati, così ripartiti (Tab. 3):
- microzona 47 TS b (Prè – Maddalena): 47 dati
- microzona 48 TS a (Via Garibaldi – San Lorenzo): 37 dati
- microzona 50 TS m (Molo – Sarzano): 35 dati

La scelta delle variabili da inserire nel modello è avvenuta in funzione delle informazioni riportate nelle schede ASSIMIL e secondo quanto indicato dalla normativa catastale relativamente alle caratteristiche che determinano il fattore "posizionale" e il fattore "edilizio" (art. 8 del Regolamento n. 138/98); a queste sono state aggiunte altre variabili ritenute significative ai fini estimativi, per un totale complessivo di 15 variabili indipendenti.

Tabella 3. Descrittive di alcune variabili nelle tre microzone (prezzi in Lire/milioni)

	MZ47		MZ48		MZ50		CAMPIONE	
	media	dev. stand.	media	dev. stand.	media	dev. stand.	media	dev. stand.
Prezzo	145,50	80,46	381,94	139,19	205,1	97,4	233,57	144,48
Prezzo/mq.	1,60	0,38	3,44	0,84	2,27	0,81	2,35	1,02
Superficie (mq.)	90,7	45,6	110,6	26,3	95,2	44,2	97,92	40,96
N° vani	5,7	1,5	6,6	1,1	6,0	1,7	6,0	1,5
N° servizi	1,1	0,36	1,4	0,55	1,2	0,37	1,2	0,44

Le variabili selezionate sono distinguibili in tre gruppi:

- localizzative-posizionali dell'edificio e dell'unità immobiliare:
  - la localizzazione dell'immobile MZ(.) in una delle tre microzone indagate ai fini estimativi: MZ47(0,0,0), MZ48(1,0,0), MZ50(0,1,0), assumendo la MZ47 come variabile di contrasto rispetto alla quale vengono determinati gli ammontari dei coefficienti relativi alle altre due microzone;
  - la caratteristica della zona ZOSOC, intesa come qualità del contesto ambientale (vicinanza a emergenze architettoniche o a luoghi rappresentativi) e sociale nell'intorno dell'edificio; la variabile è differenziata mediante la scala di valori: 2 = contesto buono, 1 = contesto discreto, 0 = contesto negativo;
  - il livello di piano PIA dell'unità immobiliare;
- tipologiche–edilizie dell'edificio e dell'unità immobiliare:
  - lo stato di manutenzione dell'edificio MANED, variabile qualitativa espressa secondo la scala di valori: 3 = ottimo stato, 2 = buono stato, 1 = stato sufficiente, 0 = stato mediocre o pessimo;
  - la presenza dell'ascensore ASC, espressa con variabile dicotomica (1 = presenza, 0 = assenza);
  - la presenza del portiere POR, espressa con variabile dicotomica (1 = presenza, 0 = assenza);
  - la superficie dell'immobile SUP, espressa in mq.;
  - il riscaldamento RIS, variabile espressa secondo la scala: 2 = impianto autonomo, 1 = impianto centralizzato, 0 = assenza di impianto di riscaldamento;
  - il numero di servizi SER di cui è dotato l'immobile;

- lo stato di manutenzione dell'immobile MANIM (comprendente le condizioni delle finiture e degli impianti), variabile qualitativa espressa secondo la stessa scala utilizzata per lo stato manutentivo dell'edificio;
- le finiture dell'immobile FIN, variabile qualitativa espressa secondo la scala di valori: 2 = ottime, 1 = discrete, 0 = scarse;
- la luminosità dell'immobile LUM, variabile qualitativa espressa secondo la scala di valori: 2 = ottima, 1 = discreta, 0 = scarsa;
- la panoramicità dell'immobile PAN, variabile qualitativa espressa secondo la scala di valori: 3 = vista mare, 2 = panoramica, 1 = discreta, 0 = scarsa;

• economiche:

- la data di compravendita DAT, espressa nel numero di anni contati retrospettivamente a partire dalla data della stima (fine 2001);
- il prezzo registrato nella compravendita PRZ (variabile dipendente), espresso in milioni di lire.

Relativamente alle variabili indicate dal Regolamento catastale (DPR n. 138/98), entrano nel modello:

- per il fattore posizionale: la localizzazione dell'immobile all'interno di una delle tre microzone (MZ(.)) e la qualità ambientale e sociale della stessa (ZOSOC);
- per il fattore edilizio: la superficie SUP (dimensione), il riscaldamento RIS e la presenza dell'ascensore ASC (come dotazione impiantistica), la manutenzione dell'immobile MANIM e dell'edificio MANED, le finiture FIN, la luminosità LUM e la panoramicità PAN (rappresentative della qualità e dello stato edilizio), il livello di piano PIA.

A quelle individuate dalla normativa catastale sono state quindi aggiunte: il numero di servizi SER, la presenza del portiere POR, la data di compravendita DAT. Altre variabili quali: la superficie di terrazzi o balconi pertinenti all'unità immobiliare, la vicinanza ad attività commerciali, lo stato di occupazione e l'epoca di costruzione non sono state introdotte nei modelli o per la non significatività delle rilevazioni all'interno del campione estratto o per l'omogeneità dei valori assunti all'interno delle tre microzone indagate.

Ai fini di una prima verifica sulla validità statistica-estimativa delle variabili selezionate, si è quindi proceduto alla costruzione di un modello di regressione lineare multipla con 15 variabili indipendenti, nelle due forme: con termine costante e passante per l'origine.

La presenza di numerose variabili qualitative impone una prima verifica, attraverso l'analisi della matrice di correlazione, circa la presenza di eventuali fenomeni di collinearità (Tabella 4 in allegato); i fenomeni più evidenti risultano tra lo stato manutenzione dell'immobile MANIM e le variabili finiture FIN (0,71) e riscaldamento RIS (0,59), tra la panoramicità PAN e la luminosità LUM (0,64), tra la luminosità LUM e il livello di piano PIA (0,61). L'effetto del fenomeno si manifesta anche in alcuni coefficienti dei parametri dell'equazione di regressione che divergono nel segno atteso, sia nel modello con termine costante (PAN, MANIM e DAT) che per quello passante per l'origine (MANED e MANIM), (Tabelle 5 e 6 in allegato).

Quest'ultimo presenta il migliore indice di determinazione corretto R^2c (0,94 contro lo 0,82 del modello con termine costante), accettabile ai fini della capacità predittiva del modello, ma un errore standard leggermente superiore (65 milioni di lire contro i 61 milioni del modello con termine costante) e ben 4 variabili (PIA, MANIM, SUP, SER) che presentano un FIV superiore al limite fissato (pari a 10) per l'insorgenza di fenomeni di collinearità. Entrambi i modelli non superano inoltre l'ammissibilità statistica dell'errore percentuale medio, con valori ben superiori al 10% indicato come limite accettabile (rispettivamente 26,04% e 27,98%) e che, di fatto, impedisce l'utilizzo dei modelli a scopi predittivi.

Al fine di migliorare l'attendibilità dei modelli, vengono quindi eliminate le variabili maggiormente correlate tra loro: la manutenzione dell'immobile MANIM (correlata alle finiture FIN), la panoramicità PAN (correlata al livello di piano PIA) e quelle risultate non significative ai fini statistici del test "t" ($t<1,660$): l'ascensore ASC, la manutenzione dell'edificio MANED, la data DAT, il livello di piano PIA; le variabili riscaldamento RIS e luminosità LUM sono invece mantenute nel modello perché ritenute significative ai fini estimativi.

La riformulazione dei modelli con un numero ridotto di variabili (da 15 a 9) ha dato indici di determinazione R^2c pressoché uguali a quelli ottenuti precedentemente, mentre gli errori percentuali (pari al 25,7% per il modello con termine costante e al 28,6% per quello passante per l'origine) rimangono sempre al di sopra del valore di ammissibilità statistica (Tabelle 7-8-9 in allegato). Nel modello passante per l'origine, inoltre, la non significatività delle variabili mantenute ai fini estimativi si manifesta nel segno negativo (non atteso) dei rispettivi coefficienti.

Prendendo a riferimento il modello con termine costante, che rispetto a quello passante per l'origine presenta coefficienti con segni attesi e verificati al test "t" (t>1,660) (ad eccezione delle variabili RIS e LUM), si ottengono i seguenti prezzi marginali delle caratteristiche immobiliari:

- per la localizzazione all'interno della microzona 48 (MZ48), il prezzo marginale è pari a 139,75 milioni di lire rispetto alla microzona 47 (MZ47);
- per la localizzazione all'interno della microzona 50 (MZ50), il prezzo marginale è pari a 45,57 milioni di lire rispetto alla microzona 47 (MZ47);
- per la variabile caratteristiche della zona (ZOSOC), il prezzo marginale è pari a 27,97 milioni di lire per ogni punto (da 1 a 2) espressivo della qualità dell'ambiente e delle condizioni sociali all'intorno dell'edificio, corrispondente al 12,0% del prezzo totale medio;
- per la variabile portineria (POR), il prezzo marginale è pari a 53,14 milioni di lire per la presenza della stessa, corrispondente al 22,8% del prezzo totale medio;
- per la variabile luminosità (LUM), il prezzo marginale è pari a 3,09 milioni di lire per ogni punto (da 1 a 2) espressivo della qualità della stessa, corrispondente all'1,3% del prezzo totale medio;
- per la variabile superficie (SUP.), il prezzo marginale è pari a 1,55 milioni di lire/mq., inferiore al valore medio unitario di compravendita pari a 2,35 milioni di lire/mq.;
- per la variabile finiture (FIN), il prezzo marginale è pari a 39,93 milioni di lire per ogni punto (da 1 a 2) espressivo della qualità delle stesse, corrispondente al 17,1% del prezzo totale medio;
- per la variabile riscaldamento (RIS), il prezzo marginale è pari a 3,34 milioni di lire per ogni punto (da 1 a 2) espressivo del tipo di impianto, corrispondente all'1,4% del prezzo totale medio;
- per la variabile servizi (SER), il prezzo marginale è pari a 50,53 milioni di lire per ogni servizio presente nell'immobile, corrispondente al 21,6% del prezzo totale medio.

Ai fini di migliorare la significatività statistica del modello col termine costante, a scapito della finalità estimativa, si è proceduto all'applicazione della *stepwise regression analysis* per introdurre soltanto le variabili statisticamente significative. Le variabili incluse si riducono di conseguenza a 7: MZ48, MZ50, ZOSOC, POR, FIN, SUP, SER, ma i risultati degli indici statistici (R^2c, F, errore standard e percentua-

le) e dei coefficienti delle variabili (prezzi marginali) non cambiano sostanzialmente rispetto a quelli ottenuti precedentemente (Tabella 10 in allegato).

I prezzi marginali delle variabili risultano in definitiva essere:

- per la localizzazione all'interno della microzona 48 (MZ48), 138,97 milioni di lire rispetto alla microzona 47 (MZ47);
- per la localizzazione all'interno della microzona 50 (MZ50), 46,42 milioni di lire rispetto alla microzona 47 (MZ47);
- per la variabile caratteristica della zona (ZOSOC), 29,78 milioni di lire per ogni punto (da 1 a 2) espressivo della qualità dell'ambiente e delle condizioni sociali all'intorno, corrispondente al 12,8% del prezzo totale medio;
- per la variabile portineria (POR), 54,64 milioni di lire per la presenza della stessa, corrispondente al 23,4% del prezzo totale medio;
- per la variabile finiture (FIN), 42,27 milioni di lire per ogni punto (da 1 a 2) espressivo della qualità delle stesse, corrispondente al 18,1% del prezzo totale medio;
- per la variabile superficie (SUP.), 1,53 milioni di lire/mq., inferiore al valore medio unitario di compravendita pari a 2,35 milioni di lire/mq.;
- per la variabile servizi (SER), 51,58 milioni di lire per servizio, corrispondente al 22,1% del prezzo totale medio.

Tutti i coefficienti hanno il segno atteso e presentano un valore del VIF abbondantemente inferiore al valore critico.

Il modello accetta quindi solo un limitato numero di variabili rispetto al set selezionato inizialmente (15); tra quelle stabilite dalla normativa catastale ai fini del classamento, risultano significative la localizzazione MZ(.) e le qualità sociali-ambientali della microzona (ZOSOC), che configurano il fattore posizionale, mentre la qualità delle finiture (FIN), la superficie (SUP), i servizi (SER) e la portineria (POR) rimangono a rappresentare e definire il fattore edilizio.

Dall'analisi dei prezzi marginali, la localizzazione risulta quindi una variabile fortemente discriminante nella formazione dei valori immobiliari del Centro Storico di Genova e l'individuazione delle tre microzone da parte del Dipartimento del Territorio risulta coerente con le indicazioni fornite dall'applicazione statistico-estimativa; le marcate differenze nei coefficienti delle variabili che identificano le microzone (MZ(.)) e la qualità dell'ambito (ZOSOC), traducono coerentemente tre diverse realtà localizzative, ambientali e sociali.

Vengono invece escluse dal modello variabili esplicative dello stato dell'edificio e dell'immobile (MANED e MANIM), del livello di piano (PIA), della panoramicità (PAN), della luminosità (LUM), delle dotazioni impiantistiche (ASC e RIS), che in altri segmenti di mercato hanno invece una loro consolidata valenza.

Attraverso una sorta di semplificazione, il modello accetta quindi solo due tipi di variabili qualitative: le finiture dell'immobile (FIN) e la presenza del portiere (POR), alla quale sembra affidare l'intero riconoscimento delle caratteristiche qualitative dell'edificio.

Così come a due sole variabili quantitative il modello attribuisce importanza economica e precisamente: alla superficie abitabile dell'immobile (SUP) e al numero di servizi (SER), che in questo segmento viene riconosciuta come una caratteristica particolarmente apprezzata dalla domanda.

Conclusioni

L'estrazione dei dati immobiliari dal database ASSIMIL e l'applicazione dei modelli di regressione lineare al centro storico di Genova permette di pervenire ad una serie di considerazioni.

La prima è legata all'attendibilità dei modelli utilizzati, che risulta inadeguata rispetto alle soglie minime di accettabilità statistica e che, di fatto, rende impossibile l'utilizzo degli stessi ai fini estimativi.

Questo è probabilmente riconducibile non tanto all'esiguità del campione di dati selezionato, quanto alla complessità ed eterogeneità edilizia ed architettonica che caratterizza il segmento di mercato considerato, del quale il modello lineare non sembra riuscire ad approssimare con sufficiente precisione la formazione dei valori.

Ai fini della stima dei prezzi marginali e per la selezione caratteristiche significative è stata applicata la *stepwise regression analysis* e ridotto il numero delle variabili da 15 a 7.

Solo il modello con termine costante presenta una, seppur minima, accettabilità nella spiegazione dei fenomeni e dei rapporti che portano alla formazione del prezzo.

In questi casi, la sperimentazione di altre forme algebriche può portare al miglioramento della *performance* dello strumento e a risolvere il problema della non linearità tra le variabili selezionate ed il prezzo, fenomeno peraltro ampiamente conosciuto proprio in ambito immobiliare.

Una seconda considerazione è legata al peso delle variabili e alla loro rilevanza economica nella formazione del prezzo.

La localizzazione è risultata la variabile statisticamente più stabile nei segni e negli ammontari e significativa in termini economici; localizzazione però intesa non secondo gli schemi classici di distanza dal centro, accessibilità o vicinanza a servizi pubblici, ma piuttosto come carattere distintivo della realtà sociale al contorno dell'edificio (percepita ed apprezzata anche in termini di sicurezza da parte dei residenti) o prossimità ad emergenze architettoniche ed urbane (piazze o edifici storici rappresentativi) che qualificano e distinguono la zona.

Nonostante la marcata varietà delle dotazioni impiantistiche, dello stato degli edifici e della qualità degli immobili (a livello di finiture, luminosità e panoramicità), il modello sintetizza in poche variabili questa complessità (delle 10 variabili edilizie di partenza risultano significative solo la presenza del portiere POR, la qualità delle finiture FIN, la superficie SUP e il numero di servizi SER), in contraddizione con quanto stabilito dall'esperienza applicativa, dalla disposizioni del Regolamento n. 139/98 e dalla conoscenza dei caratteri espressi dalla domanda.

Quello che emerge è la necessità di un'estrema cautela nell'identificare a priori le caratteristiche alle quali si delegano gusti, preferenze ed utilità dei consumatori, sopratutto quando queste si confrontano e combinano in realtà di mercato caratterizzate da forti esternalità architettoniche, ambientali e sociali.

Ai fini della determinazione dell'imponibile fiscale, la riforma catastale impone la definizione di strumenti estimativi applicabili a scala urbana, in funzione di variabili individuate dallo stesso legislatore. Le difficoltà legate al reperimento dei dati, la complessità della realtà urbana e l'estrema differenziazione del patrimonio immobiliare, pongono però problematiche valutative ancora oggi non risolte e richiede ulteriori ricerche e sperimentazioni volte a migliorare l'attendibilità predittiva dei modelli di stima, a garanzia di una maggiore equità contributiva della collettività.

Tab. 4 - Matrice di correlazione di Pearson

	PRZ	MZ48	MZ50	ZOSOC	DAT	MANED	ASC	POR	LUM	PAN	PIA	SUP	MANIM	FIN	RIS	SER
PRZ	1,000															
MZ48	,666**	1,000**														
MZ50	-,133	-,434**	1,000													
ZOSOC	,545**	,623**	-,087	1,000												
DAT	-,345**	-,262**	-,139	-,476**	1,000											
MANED	,274**	,151	,036	,427**	-,264**	1,000										
ASC	,316**	,249**	-,116	,283**	-,314**	,394**	1,000									
POR	,378**	,176	-,152	,222**	-,249**	,248**	,245**	1,000								
LUM	,113	,086	-,044	,173	-,109	,260**	,121	,152	1,000							
PAN	,159	,103	-,015	,216*	-,095	,205*	,142	,126	,639**	1,000						
PIA	,020	-,006	,027	,048	-,006	,152	,120	-,032	,614**	,548**	1,000					
SUP.	,633**	,200*	-,045	,029	-,101	-,104	,068	,218*	-,127	-,024	-,106	1,000				
MANIM	,207*	,087	,087	,356**	-,221*	,514**	,179	,046	,219*	,158	,187*	-,107	1,000			
FIN	,419**	,273**	-,113	,405**	-,319**	,546**	,365**	,212*	,333**	,308**	,262**	,013	,712**	1,000		
RIS	,236**	,138	-,096	,278**	-,287**	,395**	,170	,196*	,389**	,281**	,289**	-,020	,597**	,525**	1,000	
SER	,568**	,255**	-,099	,122	0,00	,103	,046	,232*	,051	,178	,079	,574**	,012	,112	,083	1,000

** la correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code)
* la correlazione è significativa al livello 0,05 (2-code)

Tab. 5 - Modello lineare con termine costante

variabili indipendenti: 15 - variabile dipendente: PRZ

Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardiz.	t	Sig.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Toll.	VIF
(Costante)	-116.381.461.4	28.139.199,9		-4,136	,000		
MZ48	136.711.046,1	19.232.201,5	,433	7,109	,000	,405	2,471
MZ50	47.107.590,2	15.051.687,3	,152	3,130	,002	,640	1,562
ZOSOC	27.433.301,9	12.993.712,3	,132	2,111	,035	,384	2,607
DAT	637.874,0	7.693.200,2	,004	,083	,934	,625	1,600
MANED	5.604.832,4	9.644.036,2	,031	,581	,562	,526	1,902
ASC	14.595.462,7	13.313.073,0	,050	1,096	,275	,713	1,403
POR	43.098.611,5	22.268.595,1	,087	1,935	,056	,747	1,339
LUM	11.646.246,7	11.137.094,0	,049	1,040	,402	,439	2,278
PAN	-5.121.443,3	8.122.893,2	-,034	-,753	,530	,508	1,968
PIA	-2.665.952,3	4.853.339,8	-,029	-,552	,584	,537	1,861
MANIM	-5.250.939,7	10.128.545,6	-,035	-,518	,605	,323	3,100
FIN	39.712.773,0	13.271.853,9	,198	2,883	,003	,342	2,927
SUP	1.527.636,1	180.897,4	,433	8,445	,000	,571	1,751
RIS	5.637.583,3	9.876.952,9	,031	,571	,569	,508	1,967
SER	53.668.486,0	16.834.065,0	,164	3,188	,002	,571	1,753

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato corretto	Errore std. della stima
1	,919[a]	,845	,823	60.814.577,50

a. Stimatori: (Costante), ZOSOC, SUP., MZ50, PIA, ASC, RIS, POR, DAT, PAN, MANED, SER, FIN, LUM, MZ48, MANIM

media PRZ: 233.567.000 Lit.
Errore percentuale 26,04%
F: 37,54 (valore critico: 1,750)
gradi di libertà: 103

Tab. 6 - Modello lineare passante per l'origine

variabili indipendenti: 15 - variabile dipendente: PRZ

Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardiz.	t	Sig.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Toll.	VIF
MZ48	141.082.322,5	20.636.369,9	,279	6,837	,000	,286	3,490
MZ50	34.566.542,3	15.843.607,4	,070	2,182	,031	,460	2,175
ZOSOC	13.813.444,0	13.572.875,4	,056	1,023	,309	,158	6,322
DAT	-14.056.211,8	7.333.066,9	-,070	-1,917	,058	,363	2,757
MANED	-1.275.261,9	10.208.581,9	-,005	-,125	,901	,123	8,125
ASC	9.059.340,4	14.234.340,6	,022	,636	,674	,405	2,467
POR	51.420.260,9	23.768.581,2	,060	2,264	,034	,687	1,466
LUM	3.884.511,6	11.883.460,8	,020	,327	,606	,129	7,771
PAN	1.080.462,9	8.579.203,2	,006	,126	,966	,234	4,274
PIA	-8.556.390,8	4.986.000,0	-,123	-1,716	,089	,093	10,745
MANIM	-5.665.433,6	10.884.066,8	-,037	-,521	,604	,095	10,484
FIN	38.868.763,0	14.260.856,9	,182	2,726	,008	,107	9,380
SUP	1.234.229,9	178.828,4	,477	6,902	,000	,100	10,024
RIS	2.070.401,9	10.573.680,5	,010	,196	,845	,184	5,445
SER	40.690.342,9	17.773.592,1	,193	2,289	,021	,067	14,910

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato corretto	Errore std. della stima
1	,975[b]	,950	,943	65.354.134,33

b. Stimatori: ZOSOC, DAT, POR, MZ50, ASC, PAN, RIS, MZ48, SUP., FIN, LUM, MANED, MANIM, PIA, SER

media PRZ:	233.567.000 Lit.
Errore percentuale	27,98%
F:	132,84 (valore critico: 1,750)
gradi di libertà:	103

Tab. 7 - Matrice di correlazione di Pearson

	PRZ	MZ48	MZ50	ZOSOC	POR	LUM	SUP	FIN	RIS	SER
PRZ	1,000									
MZ48	,666**	1,000								
MZ50	-,133	-,434**	1,000							
ZOSOC	,545**	,623**	-,087	1,000						
POR	,378**	,176	-,152	,267**	1,000					
LUM	,113	,086	-,044	,173	,152	1,000				
SUP.	,633**	,200**	-,045	,029	,218*	-,127	1,000			
FIN	,419**	,273**	-,113	,405**	,212*	,333**	,013	1,000		
RIS	,236**	,138	-,096	,259**	,196*	,389**	-,020	,525**	1,000	
SER	,568**	,255**	-,099	,122	,232*	,051	,574	,112	,083	1,000

** la correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code)
* la correlazione è significativa al livello 0,05 (2-code)

Tab. 8 - Modello lineare con termine costante

variabili indipendenti: 9 - variabile dipendente: PRZ

Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardiz.	t	Sig.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Toll.	VIF
(Costante)	-113.058.608,9	21.770.040,89		-5,193	,000		
MZ48	139.749.700,3	18.496.746,8	,442	7,539	,000	,426	2,348
MZ50	45.565.574,1	13.953.795,0	,147	3,265	,001	,725	1,379
ZOSOC	27.974.586,5	11.538.589,2	,135	2,424	,017	,473	2,112
POR	53.143.454,9	20.888.422,0	,107	2,544	,012	,826	1,210
LUM	3.089.092,6	8.166.018,1	,016	,378	,706	,795	1,259
SUP	1.553.024,2	172.007,3	,435	8,923	,000	,615	1,627
FIN	39.925.706,6	9.652.572,5	,199	4,136	,000	,629	1,591
RIS	3.336.296,64	8.526.679,8	,016	,391	,696	,664	1,507
SER	50.531.365,1	15.789.332,4	,154	3,200	,002	,631	1,584

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato corretto	Errore std. della stima
1	,917[a]	,841	,828	59.994.986,21

a. Stimatori: (Costante), ZOSOC, SUP., MZ50, LUM, POR, RIS, SER, FIN, MZ48

media PRZ: 233.567.000 Lit.
Errore percentuale 25,7%
F: 63,93 (valore critico: 1,975)
gradi di libertà 109

Tab. 9 – Modello lineare passante per l'origine

variabili indipendenti: 9 - variabile dipendente: PRZ

Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardiz.	t	Sig.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Toll.	VIF
MZ48	153.019.568,0	20.358.561,2	,303	7,516	,000	,307	3,260
MZ50	34.686.742,8	15.337.993,3	,071	2,261	,026	,511	1,956
ZOSOC	14.878.698,9	12.518.480,6	,060	1,189	,237	,192	5,213
POR	78.922.779,5	22.558.422,1	,087	3,499	,001	,795	1,258
LUM	-10.190.071, 0	8.622.404,7	-,052	-1,182	,240	,255	3,927
SUP	1.205.198,2	177.742,4	,466	6,781	,000	,105	9,507
FIN	34.120.958,2	10.695.520,3	,160	3,201	,002	,199	5,031
RIS	-618.945,9	9.442.056,1	,003	-,066	,948	,240	4,168
SER	18. 746.401,8	16.182.075,4	,089	1,158	,249	,084	11,889

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato corretto	Errore std. della stima
1	,972[b]	,945	,941	66.702.320,24

b. Stimatori: ZOSOC, MZ50, POR, RIS, SUP., MZ48, LUM, FIN, SER

media PRZ:	**233.567.000 Lit.**
Errore percentuale	**28,6%**
F:	**211,42 (valore critico: 1,975)**
gradi di libertà	**109**

Tab. 10 – Stepwise regression anlysis e risultati della regressione lineare con termine costante

variabili indipendenti: 7 - variabile dipendente: PRZ

Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardiz.	t	Sig.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Toll.	VIF
(Costante)	-111.633.457,8	20.311.848,8	0,438	-5,496	0,000		
MZ48	138.965.746,9	18.441.254,5	0,148	7,536	0,000	0,428	2,338
MZ50	46.418.912,7	13.918.777,5	0,143	3,335	0,001	0,728	1,374
ZOSOC	29.778.111,4	11.502.194,0	0,109	2,589	0,011	0,476	2,102
DAT	-	-	-	-	-	-	-
MANED	-	-	-	-	-	-	-
ASC	-	-	-	-	-	-	-
POR	54.640.028,6	20.721.275,1	0,210	2,637	0,010	0,839	1,193
LUM	-	-	-	-	-	-	-
PAN	-	-	-	-	-	-	-
PIA	-	-	-	-	-	-	-
MANIM	-	-	-	-	-	-	-
FIN	42.268.974,9	8.467.303,2	0,210	4,992	0,000	0,816	1,226
SUP	1.529.462,6	168.780,2	0,431	9,062	0,000	0,638	1,569
RIS	-	-	-	-	-	-	-
SER	51.583.273,8	15.686.816,9	0,156	3,288	0,001	0,639	1,566

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato corretto	Errore std. della stima
1	,916[a]	,840	,830	59.953.149,56

a. Stimatori: (Costante), ZOSOC, SUP., MZ50, POR, FIN, SER, MZ48

media PRZ:	233.567.000 Lit.
Errore percentuale	25,7%
F:	83,17 (valore critico: 2,09)
gradi di libertà:	111

Bibliografia

Acciani C., 1996, La regressione Lineare Multipla nelle valutazioni immobiliari, *Genio Rurale,* n. 12.

Anderson J., 1981, Ridge Estimation of house value determinants, *Journal of Urban Economics,* n. 9.

Bravi M., Lombardi P., 1994, *Tecniche di valutazione,* Celid, Torino.

Bravi M., Curto R., Fregonara E., 1992, Qualità stratificate e mercato a Torino: un'applicazione dell'analisi di varianza, *Genio Rurale,* n. 3.

Brown R., 1974, On the selection of the best predictive model in multiple regression analysis, *The Appraisal Journal,* October.

Chudleigh W., 1979, The application of correlation matrix analysis to real estate appraisal, *The Appraisal Journal,* October.

Coletta A., 1997, La valutazione a più parametri: un nuovo approccio operativo basato sull'impiego delle reti neurali artificiali, *Genio Rurale,* n. 2.

Curto R., 1990, Mercato delle abitazioni e valori: il caso di Torino, *Genio Rurale,* n. 5.

Curto R., Simonotti M., 1994, Una stima dei prezzi impliciti in un segmento del mercato immobiliare di Torino, *Genio Rurale,* n. 3.

Curto R., 1993, Le qualità della città storica: un'applicazione della multiple regression analysis, in Atti del *II Simposio Italo-Espanol,* Valencia – 15 Ottobre.

Dandri G., 1974, *Uno schema d'analisi del settore abitativo,* Guida Editori, Napoli.

Del Giudice V., 1994, Un Modello di stima del peso dei caratteri immobiliari nella formazione del prezzo degli immobili, *Genio Rurale,* n. 5.

Del Giudice V., 1996, Le analisi econometriche nelle stime immobiliari, *Seminario svolto nel Laboratorio sperimentale di laurea del Dipartimento di Analisi Economica e Sociale del Territorio* – Istituto Universitario di Architettura di Venezia – Ca' Tron.

Emerson F., 1972, Valuation of residential amenities: an econometric approach, *The Appraisal Journal,* April.

Ferraioli P., Ferretti F., 1993, "La valutazione della qualità nel mercato immobiliare: il caso del centro storico di Napoli", in Fusco Girard L. (a cura di), *Estimo ed economia ambientale: le nuove frontiere nel campo della valutazione,* Franco Angeli, Milano.

Lombardi P., Micelli E., 1999, *Le misure del piano,* F. Angeli, Milano.

Manganelli B., 2000, Un algoritmo per la riduzione dell'incertezza nella misura delle variabili qualitative, *Estimo e territorio,* n. 7-8.

Manganelli B., 2001, Un sistema di equazioni strutturali per la stima di masse di immobili, *Estimo e territorio,* n. 2.

Miccoli S., 2001, Mass appraisal: modelli sperimentali per il mercato immobiliare di Roma, *Valori e progetto,* n. 3.

Micelli E., 1998, Qualità urbana e valori immobiliari, *Genio Rurale,* n. 1.

Mollica E., 1994, L'analisi di mercato nella procedura di stima, *Genio Rurale,* n. 5.

Morano P., 2001, Un modello di regressione in presenza di outliers per l'analisi del mercato immobiliare, *Estimo e territorio,* n. 10.

Newell G., 1982, The application of Ridge Regression to Real Estate Appraisal, *The Appraisal Journal,* January.

Pena D., 1991, Measuring influence in Dynamic Regression Models, *Technometrics,* n. 2.

Perry G., Cronan T., Empley R., 1986, Ranking comparables properties prior to their use in regression on a large or small sample, *The Appraisal Journal,* January.

Piccolo D., Vitale C., 1981, *Metodi statistici per l'analisi economica,* Il Mulino, Bologna.

Roscelli R., Bellomo N., 1997, "Models and uncertainty measures in the theory of estimate ", in Brandon P.S., Lombardi P., Bentivegna v., (a cura di), *Evaluation of the Built Environment for Sustainability,* E&FN SPON, London.

Salvo F., 2001, L'analisi estimativa del mercato immobiliare urbano, *Estimo e territorio,* n. 2.

Simonotti M., 1988, L'analisi di regressione nelle valutazioni immobiliari, *Bollettino degli interessi sardi,* n. 3.

Simonotti M., 1991, Un'applicazione dell'analisi di regressione multipla nella stima di appartamenti, *Genio Rurale,* n. 2.

Simonotti M., 1997, *La stima immobiliare,* Utet, Torino.

Smith D., 1979, An appraiser looks at multiple regression, *The Appraisal Journal,* April.

Smith T., 1971, Multiple regression and the appraisal of single residential properties, *The Appraisal Journal,* April.

Trippi R., 1974, A comparison of linear and nonlinear models of residential real property value, *The Appraisal Journal,* October.