

- Toponomastica e numeri civici, utilizzati per la rappresentazione grafica dei dati georeferenziati.

L'attuale base cartografica verrà integrata dalla cartografia numerica che si renderà di volta in volta disponibile. Si ritiene in particolare interessante quella relativa al traffico e alla viabilità, oltre che alle attività commerciali.

#### **Rilevazione dei dati e data entry**

In questo passaggio si svolgono le attività di compilazione dei data base con i dati rilevati e le attività di controllo (verifica dell'attendibilità del dato, dell'adeguatezza strutturale delle banche dati in tutte le loro parti componenti, rispetto ai formati supportati dai software specifici).

#### **Predisposizione di banche dati sintetiche**

Contestualmente alle fasi precedenti, vengono misurate e individuate le variabili sintetiche (o fattori) in grado di rappresentare le caratteristiche dei fenomeni o dei beni oggetto di analisi. Tra le molte tecniche cui si può ricorrere in questo stadio, si richiama in particolare l'Analisi fattoriale, di cui si farà cenno in seguito.

#### **Elaborazione dei dati organizzati**

Le specifiche basi dati sono messe in relazione alle analisi che possono essere svolte, con finalità descrittive o previsive, ricorrendo alle tecniche di analisi statistica più ricorrentemente utilizzate.

### **ANALISI E TECNICHE STATISTICHE ASSOCIABILI AL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE**

Occorre premettere che il Sistema Informativo Territoriale e relativo applicativo GIS hanno una duplice importante funzione

rispetto al momento dell'elaborazione dei dati.

Innanzitutto possono intervenire nella definizione di campioni statistici stratificati e selezionati sul piano territoriale. In particolare, la possibilità di costituire campioni di beni anche circoscritti semplifica il momento della stima sia di singoli beni che di grosse quantità (mass appraisal). In secondo luogo, l'applicativo GIS consente di realizzare carte tematiche a partire dalla visualizzazione sulla cartografia delle variabili significative e di rappresentare territorialmente i risultati delle analisi statistiche (previa importazione dei data base interessati dal formato MDB al formato XLS).

Il contenuto informativo del Sistema Osservatorio immobiliare è tale da rendere molto ampio lo spettro delle elaborazioni possibili, delle procedure matematiche e statistiche da applicare e delle domande di conoscenza espresse dai diversi soggetti, pubblici e privati.

I settori di applicazione sono individuati a partire dalle basi dati riguardanti:

- le transazioni (il numero);
- i valori (prezzi di compravendita, redditi di locazione, saggi di rendimento, etc.);
- i caratteri dei beni scambiati, domandati e offerti;
- i dati anagrafici e socioeconomici della domanda;
- la struttura e composizione dell'offerta;
- la popolazione e le attività economiche della città;
- l'attività edilizia privata;
- i progetti e gli interventi pubblici programmati o in corso di realizzazione;
- 

Proprio a partire dalle funzioni del Sistema Informativo Territoriale si possono privilegiare per sinteticità due importanti e ben definiti filoni di analisi: l' "Appraisal" e le Analisi di mercato.

#### **"Appraisal" e "mass appraisal"**

L' "appraisal" costituisce un settore di analisi particolarmente importante, se si considerano le prospettive di revisione degli estimi.

In particolare, l'attenzione è rivolta al "*mass appraisal*", data la quantità di unità immobiliari urbane che dovranno essere stimate ai fini fiscali. Il Sistema Informativo Territoriale semplifica il momento della stima di grosse quantità di beni.

Se si dà per acquisita la suddivisione del territorio in Microzone comunali, si devono individuare gli eventuali sub segmenti edilizi dei beni da stimare, ricorrendo così alle tipiche operazioni di classificazione. Bisogna selezionare i campioni statistici stratificati territorialmente. Occorre individuare le procedure matematiche e statistiche e considerare, in particolare, quelle di tipo previsivo e probabilistico. Vanno definiti i modelli e verificata la loro validità.

Si deve poi procedere all'inferenza sulle unità immobiliari appartenenti a ciascuna microzona o suo segmento stimandone il valore.

Le analisi devono essere svolte sulle basi dati del Sistema informativo inerenti i valori di compravendita e le locazioni.

Il Sistema Informativo Territoriale, realizzato con l'ausilio di un GIS integrato ai software statistici, supporta tutte le operazioni di segmentazione delle microzone, di costituzione dei campioni statistici stratificati, di inferenza sulle unità immobiliari contenute negli archivi tecnici appartenenti ai diversi segmenti.

### **Analisi di mercato**

Questo filone riguarda tutte le analisi di mercato, a loro volta integrabili con quelle delle dinamiche della popolazione e delle attività economiche.

Le elaborazioni interessano, come vedremo nello specifico, la dinamicità/staticità del mercato, la domanda, l'offerta, i trend dei valori. Coinvolgono il momento della previsione, del marketing e del "*decision making*".

Intendono rispondere, in particolare, alle esigenze degli operatori privati e pubblici che manifestano sempre più l'esigenza di voler programmare le loro attività sulla base di un maggiore livello di conoscenza della realtà, che può essere di aiuto nelle decisioni di investimento.

L'instabilità del mercato immobiliare ha, infatti, di recente mostrato l'utilità di poter meglio orientare le scelte rispetto alle capacità effettive di assorbimento dei segmenti di mercato, territoriali e funzionali, su cui si opera.

Sono assunti ad oggetto d'analisi i temi della:

### *Dinamicità del mercato*

Spesso si sottovalutano i dati relativi al numero delle transazioni che si realizzano nei diversi segmenti territoriali del mercato e per le diverse dimensioni e tipologie di beni.

La dinamicità degli scambi può costituire uno degli elementi fondamentali per spiegare lo stesso sistema dei valori e il meccanismo di formazione dei prezzi. Può mettere in luce eventuali criticità del mercato dal lato della domanda e/o dell'offerta.

La base dati costituita dalle Note di trascrizione ricopre un'importanza particolare, in quanto individua le transazioni che, considerate in termini numerici, sono capaci di dare il grado di mercificazione a livello territoriale e per tipologie di beni.

E' così possibile stimare la domanda in termini quantitativi, riconoscere la capacità di assorbimento dei diversi segmenti territoriali del mercato, individuati dalle 40 Microzone comunali, e formulare previsioni sulle dinamiche del mercato stesso.

### *Domanda*

Se si associano i dati sui beni scambiati a quelli sugli acquirenti, si possono riconoscere le preferenze della domanda rispetto alle caratteristiche delle unità abitative e dei fabbricati, tra le quali assumono un certo interesse la dimensione, la tipologia, l'epoca di costruzione.

In particolare, le informazioni sulle condizioni professionali degli acquirenti consentono di mettere in relazione i segmenti tipologici e territoriali con le relative stratificazioni sociali.

Permettono di individuare, sia pure indirettamente, le capacità economiche della domanda e di rapportarle ai modelli abitativi, cogliendone la selettività, sia rispetto ai valori d'uso impliciti nei manufatti sia nei confronti dei valori posizionali, che sono molto spesso la conferma del luogo di residenza di origine.

Se la domanda può essere considerata più selettiva rispetto al passato, appare tuttavia ancora scarsamente attenta alle innovazioni di prodotto, caratteristica questa che l'accomuna con l'attuale offerta delle imprese e dei promotori immobiliari.

I dati sui beni permettono, inoltre, di cogliere il peso dei segmenti di mercato dell'usato e del nuovo che sta acquisendo una maggiore rilevanza rispetto al passato, dovuta alle opportunità offerte dal nuovo PRGC della città.

Occorre distinguere tra le elaborazioni rivolte a quantificare la domanda e quelle indirizzate a segmentarla e a riconoscere le preferenze dei potenziali acquirenti.

Oltre alle analisi basate sulla fonte delle Note di trascrizione integrate dai relativi Atti di compravendita, ricoprono una certa rilevanza le indagini dirette e le tecniche di segmentazione messe a disposizione dalla statistica multivariata e dal marketing ("*Conjoint Analysis*" e "*Discriminant Analysis*").

### *Offerta*

Le basi dati del Sistema Informativo Territoriale permettono di individuare i valori massimi inerenti l'offerta per Microzone nel segmento del nuovo e forniscono il quadro competitivo.

Sono fondamentali per individuare il livello di concentrazione dell'offerta e per prevedere eventuali criticità del mercato, sia riguardo ai prodotti che ai suoi segmenti territoriali e funzionali.

Possono, pertanto, aiutare le amministrazioni pubbliche nella programmazione degli interventi e le imprese private nel conoscere il quadro competitivo, nel definire le caratteristiche dei prodotti immobiliari da immettere nel mercato e, non ultimo, nel fare i prezzi.

Sono possibili elaborazioni sia mirate a supportare la pianificazione e l'attuazione dei progetti e programmi pubblici (per razionalizzarli e renderli più efficaci) sia rivolte a ridurre il rischio di mercato nelle sue componenti specifica e sistematica.

Le analisi si basano sulle banche dati costituite a partire dagli iter amministrativi delle pratiche edilizie automatizzate. Queste informazioni sono integrate dai sopralluoghi nei cantieri rivolti a rilevare i prezzi d'offerta e alcune caratteristiche tecnico-costruttive

degli interventi. Assumono una certa rilevanza i dati riportati sotto forma temporale.

### *Valori*

Le basi dati -prima menzionate- "Cantieri", "Atti di compravendita con almeno un soggetto costituito in forma societaria", "Annunci di Vendite Immobiliari Fallimentari" e "Offerte", integrate da eventuali fonti fiduciarie, consentono le analisi sui valori di tipo descrittivo e previsivo.

Ovviamente le analisi vengono svolte sulle singole fonti, tenendo conto dei limiti e delle potenzialità di ciascuna.

Oltre all'appraisal, cui si rimanda essendo già stato trattato, si richiama la necessità di prevedere le dinamiche dei valori e di aggiornare i dati relativi alle 40 Microzone comunali.

Tra le tecniche statistiche utilizzabili di tipo descrittivo si può citare l'analisi della varianza mentre tra quelle di tipo previsivo l'analisi di regressione multipla e i modelli di equazioni strutturali.

### **Le tecniche statistiche e le procedure di analisi**

Si menzionano le procedure matematiche e le tecniche di tipo statistico di più immediata applicazione, tenuto conto delle specifiche basi dati del sistema informativo, dei temi di analisi individuati e, non ultimo, delle domande espresse dai potenziali soggetti interessati (Figura 3).

Non si riporta una rassegna sistematica ma solamente una prima selezione delle procedure e tecniche più utilizzate messe a disposizione dai software statistici.

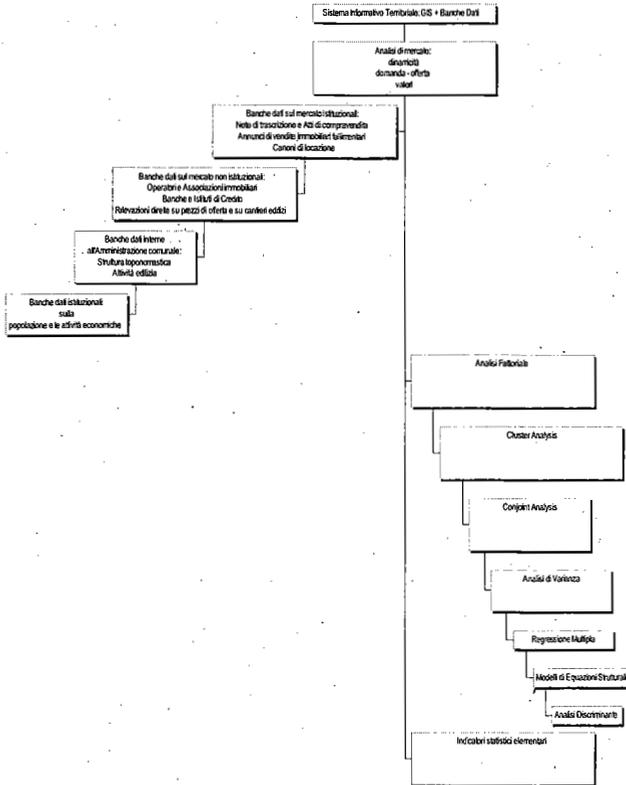
In premessa, sono elencati gli indicatori statistici da utilizzare per svolgere in modo corretto le analisi preliminari sui dati, avendo constatato che si è in presenza di una generalizzata scarsa considerazione e uso degli indicatori di variabilità statistica dei fenomeni osservati. Questi, se utilizzati su basi dati georeferite, possono comunque dare già di per se stessi trasparenza al mercato.

### *L'uso di semplici indicatori statistici*

Molto spesso le analisi sui prezzi utilizzano i soli valori medi delle osservazioni, quando invece la media (aritmetica o ponderata)

può dare informazioni parziali se non fuorvianti.

Figura.3 - SIT, banche dati, tecniche statistiche e procedure di analisi



E' infatti noto che di per se stessa non rappresenta un indicatore di tipo statistico. Le medie - dei prezzi come quelle dei tempi di vendita, per fare due esempi- esprimono la tendenza centrale, ma non dicono nulla sulla variabilità dei valori e dei tempi, così come del resto la moda e la mediana considerate separatamente<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Com'è noto, la media aritmetica semplice e quella ponderata, che tengono conto di tutti i valori della serie, sono tra le più usate tra le medie ferme; le più

Se rapportate tra loro, media, moda e mediana danno alcune prime indicazioni sulla distribuzione dei valori, che possono essere integrate dai quartili, i decili e i centili, indicatori descrittivi della dispersione, che suddividono i valori rispettivamente in quattro, in dieci e in cento parti uguali.

Le misure di tendenza centrale vanno sempre integrate con gli indicatori veri e propri di variabilità statistica per esprimere il livello di addensamento o di dispersione delle osservazioni intorno alla media. Tra questi:

- *Il campo di variazione* è la più elementare misura della variabilità. Esprimendo la differenza tra il valore più grande e quello più piccolo, può essere fortemente condizionato dalla presenza di valori eccezionali.
- *Lo scarto semplice* tiene conto di tutti i dati del campione osservato. E' calcolato rispetto alla media e definisce lo scarto dalla media di ciascun valore del campione o dell'universo dei dati. Essendo nulla la somma algebrica degli scarti dalla media, lo scarto semplice medio è dato dalla media aritmetica dei valori assoluti degli scarti.
- *La varianza* è data dalla "media dei quadrati degli scarti". Presenta il limite di essere espressa al quadrato (prezzi al quadrato).
- *La deviazione standard o lo scarto quadratico medio* ovvia all'inconveniente della varianza di cui ne rappresenta la radice quadrata presa con segno positivo. Rappresenta pertanto la radice quadrata della somma dei quadrati degli scarti dei singoli dati dalla loro media, divisa per il numero degli stessi.

---

conosciute tra le medie lasche sono: il valore centrale, dato dalla semisomma dei termini estremi della serie; la moda, valore che ricorre con la massima frequenza, cui è stata data rilevanza in campo estimativo, anche se spesso si possono riscontrare distribuzioni plurimodali; la mediana, che rappresenta il valore, nel nostro caso il prezzo, che divide in due parti uguali una serie di osservazioni e che in quanto tale risente meno della media dei valori erratici.

Costituisce la misura più usata della variabilità, il cui interesse è dovuto al fatto che utilizza la stessa unità di misura della media ed è, pertanto, confrontabile con questa. Lo s.q.m. associato al prezzo medio dà immediatamente l'ampiezza della variabilità dei prezzi, dei redditi, dei tempi di vendita, etc., la quale ovviamente è tanto più elevata quanto maggiore è lo s.q.m. rispetto al prezzo medio.

- *La devianza* è definita dalla somma degli scarti dalla media elevati al quadrato ossia è data dal numeratore della formula della varianza. Presenta la proprietà nell'analisi della varianza di essere scomposta in più parti (devianza totale, spiegata, non spiegata).
- *Il coefficiente di dispersione* è dato dal rapporto tra lo s.q.m. e la media moltiplicato per 100. Il rapporto tra questi due indicatori può ad esempio esprimere la dispersione dei prezzi in termini relativi. Essendo le altre misure di variabilità rappresentate in termini assoluti, ossia formulate nella stessa unità di misura dei dati, non consentono di effettuare confronti tra fenomeni espressi in diverse unità di misura (ad es., tra lo s.q.m. del numero di scambi e lo s.q.m. del prezzo). Tali confronti, invece, sono possibili usando le misure relative di variabilità che espresse in numeri puri, com'è appunto il coefficiente di variazione, sono indipendenti dalle unità di misura dei fenomeni. Gli indici relativi, essendo indipendenti dall'unità di misura, consentono di confrontare la variabilità di fenomeni espressi in unità di misura diversa o di fenomeni espressi nella stessa unità di misura ma con diversa media.

### *Analisi Fattoriale*

Può essere impiegata per riassumere un fenomeno con numero di variabili (fattori) inferiore al numero delle variabili osservate senza perdere di contenuto informativo. E' generalmente utilizzata preliminarmente all'applicazione di altre tecniche statistiche di tipo descrittivo e previsivo. Ad esempio nel mass appraisal può essere impiegata per misurare sotto forma di fattori le qualità territoriali al fine di individuarne i coefficienti marginali mediante la

successiva applicazione dell'analisi di regressione.

Può essere anche utilizzata - ed è questo il campo di applicazione di maggiore interesse - per misurare le variabili latenti, ossia variabili che, pur non essendo direttamente osservabili, esercitano la propria azione sulle variabili osservate.

Muove dalla matrice di varianze e covarianze delle variabili osservate e individua le relazioni di dipendenza tra le variabili osservate ed i fattori che ne determinano le covariazioni.

La covarianza individua la variabilità dovuta all'agire di fattori comuni, mentre la varianza coglie quella inerente ai fattori specifici.

Se applicata con il Metodo delle componenti principali le variabili inosservabili possono essere misurate (componenti principali) come una combinazione lineare delle variabili osservate con varianza massima. La sua applicazione presuppone la standardizzazione delle variabili poiché la varianza dipende dall'unità di misura utilizzata.

I Coefficienti fattoriali esprimono il peso che i fattori hanno nei confronti delle variabili osservate e, in particolare, rappresentano la covarianza tra il fattore e la variabile osservata.

I Punteggi fattoriali danno la "misura" delle variabili inosservabili ossia esprimono i punteggi assunti dai fattori comuni nei confronti delle osservazioni.

### *Cluster Analysis*

E' una tecnica classificatoria. Unita all'analisi fattoriale è stata impiegata per definire le 40 Microzone comunali di Torino. Si presta ad essere utilizzata per la segmentazione della domanda e delle caratteristiche edilizie.

Raggruppa in sotto-insiemi o classi, detti cluster, elementi appartenenti ad un campione o a una popolazione osservata.

I cluster vengono definiti in modo tale da essere il più possibile omogenei al loro interno e, al tempo stesso, il più possibile differenziati tra di loro. Se impiegata con il metodo scissorio procede considerando l'insieme delle osservazioni come un unico cluster mentre con quello aggregativo le osservazioni rappresentano i cluster iniziali, da cui si procede per fasi successive ad aggregarli.

I Metodi non gerarchici danno come output un'unica soluzione di cluster, avendone predefinito il numero che si vuole ottenere.

Quelli gerarchici, partono da un numero di cluster predefinito, ma producono come output una successione di soluzioni disposte appunto in modo gerarchico, da cui sono riconoscibili livelli diversi di omogeneità e il modo stesso di aggregarsi progressivamente in cluster.

Il Metodo gerarchico considera inizialmente tutte le osservazioni come cluster. Al primo step associa le due ritenute più simili, al secondo step aggiunge una terza al primo cluster, oppure ne crea un secondo associando due altre osservazioni. Il processo viene iterato, ossia gli altri casi sono o attribuiti ai cluster già esistenti oppure due cluster esistenti vengono uniti.

Questo metodo è detto agglomerativo: nel momento in cui un cluster si forma, non può più essere suddiviso, può solo essere associato ad un altro cluster.

### *Conjoint analysis*

Deriva dalle tecniche di conjoint measurement ed è generalmente utilizzata per cogliere le preferenze dei consumatori in relazione agli attributi e alle modalità dei prodotti di consumo.

Si presta ad essere applicata anche nel settore immobiliare, i cui prodotti possono essere rappresentati sotto forma di un vettore di attributi con le relative modalità (livelli), rispetto alle quali i consumatori manifestano le proprie preferenze sotto forma di funzioni di utilità.

Com'è noto, i prodotti immobiliari presentano uno scarso livello d'innovazione, nonostante il rapido sviluppo avutosi nel settore del high tech. Questa condizione trova peraltro rispondenza in una domanda che, anche se più selettiva rispetto al passato, appare piuttosto conservatrice nel suo modo di abitare.

La conjoint analysis si presta ad essere applicata per sperimentare la possibilità di introdurre valenze innovative nei prodotti immobiliari.

Nella fase preliminare del progetto si individuano gli attributi e i relativi livelli dell'edificio da realizzare, come ad esempio l'attributo impianti tecnologici, con il livello aria condizionata o meno, l'attributo high tech, con i livelli che colgono la presenza di particolari dotazioni tecnologiche, l'attributo tipologia edilizia (con i livelli a schiera, a torre, a corte, etc.), l'attributo dimensione degli

appartamenti (mq 50-70, mq 70-130, oltre), l'eventuale attributo prezzo e così via.

Dalla combinazione degli attributi e dei livelli derivano tutti i possibili profili di progetto alternativi che, considerato il loro numero elevato, dato dal prodotto del numero dei livelli di ciascun attributo, vengono ridotti ricorrendo ad una procedura semi probabilistica.

I profili di progetto così ottenuti, costituiti dalla combinazione di uno dei possibili livelli per ciascun attributo, sono sottoposti con metodi diversi alla valutazione dei potenziali consumatori rappresentativi del segmento di mercato di riferimento.

Le preferenze espresse in termini di punteggi assegnati sono poste come variabili dipendenti per stimare con una procedura di regressione i part-worths che definiscono l'utilità assegnata dai potenziali acquirenti a ciascun attributo e modalità (livello).

Il progetto può così essere definito combinando gli attributi e le modalità che hanno riscontrato il maggiore interesse tra gli intervistati costituenti il campione statistico dei potenziali acquirenti o fruitori.

#### *Analisi di varianza*

Si basa sul confronto di medie ed è generalmente applicata, con fini unicamente descrittivi, su disegni di tipo sperimentale. E' utilizzata quando le variabili esplicative siano variabili di comodo o qualitative non ordinabili. Il rapporto tra la varianza tra i campioni, posta a numeratore, e la media aritmetica semplice delle varianze entro i campioni, anche detta varianza comune, posta a denominatore, deve essere significativamente superiore a uno.

Si presta ad essere impiegata per spiegare il funzionamento del mercato immobiliare e l'azione esercitata dalle caratteristiche dei beni sulla variabilità dei valori.

Si pone come variabile dipendente il valore (prezzo di compravendita o canone di locazione) e come variabili esplicative i fattori che esprimono le qualità dei beni.

Oltre a spiegare la variabilità dei valori, sotto forma di varianza, in rapporto ai fattori cosiddetti principali, è in grado di cogliere anche gli effetti prodotti dall'azione congiunta delle variabili esplicative.

Questa sua capacità conferisce un certo interesse a tale tecnica, in quanto le caratteristiche dei beni, usate come variabili esplicative dei valori, sono nella realtà tra loro fortemente correlate e sono percepite dagli acquirenti in forma congiunta più che separatamente, al punto che la compresenza di qualità può produrre effetti moltiplicativi sui valori.

Applicata al mercato immobiliare, non con fini previsivi, ma unicamente per rappresentarne il meccanismo di formazione dei prezzi, può essere particolarmente utile, in quanto consente di studiare le interazioni tra le variabili esplicative, che invece nell'analisi di regressione sono postulate come tra loro indipendenti<sup>18</sup>.

#### *Multiple Regression Analysis*

Quando si vogliono prevedere la domanda o le dinamiche dei valori o, ancora, come nel caso del mass appraisal si voglia stimare il valore di un'enorme quantità di unità immobiliari sulla base delle loro caratteristiche, è necessario utilizzare strumenti statistici e matematici adeguati<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> M. Bravi; R. Curto; E. Fregonara, "Qualità stratificate e mercato a Torino: un'applicazione dell'analisi di varianza", in *Genio Rurale*, n. 3, marzo 1992.

<sup>19</sup> Come se non bastasse, i prezzi sono sempre più soggetti all'influenza di molte variabili riconducibili a caratteri di natura diversa: fisici, territoriali, sociali, economici, comportamentali. I beni immobiliari si presentano a loro volta con un livello estremamente elevato di differenziazione. Sui prezzi, inoltre, come nel caso della città di Torino, esercitano una particolare influenza le qualità architettoniche, funzionali, storiche, qualità difficili da misurare e da trattare nelle analisi. Oltre ai dati strutturali del mercato, va considerato il fatto che gli ultimi anni sono stati caratterizzati da una certa instabilità dei valori immobiliari.

Sul piano territoriale va segnalato che i valori manifestano non poche discontinuità. Questi si distribuiscono all'interno dell'area centrale per zone piuttosto circoscritte. Il centro storico non può infatti essere considerato alla guisa di un unico "segmento di mercato", nel quale stessi caratteri fisici, architettonici, funzionali, influiscono con le stesse modalità sulla formazione dei valori. Richiede invece di essere articolato in più "segmenti", all'interno dei quali i valori di ciascuno sono influenzati da fattori diversi. Ovvero nel momento in cui si volesse considerare il mercato come un unico modello non si può fare a meno di

Questi devono poter considerare le componenti stocastiche del fenomeno analizzato e devono poterle misurare sotto forma di errori stocastici.

Nelle analisi sul mercato immobiliare riveste un ruolo particolare l'approccio probabilistico. Le osservazioni, ossia i valori, non sono infatti il risultato di disegni sperimentali realizzati in laboratorio, quanto piuttosto l'esito di comportamenti. Pertanto, si distribuiscono secondo intervalli di cui dev'essere colta la variabilità statistica anche in termini probabilistici di errore.

L'Analisi di regressione multipla, nelle forma lineare e non lineare, rappresenta una delle tecniche statistiche di tipo previsivo più applicate per il "*Mass appraisal*".

E' forse la tecnica statistica più utilizzata per individuare in che misura le caratteristiche dei beni, espresse in forma numerica, incidono sulla formazione dei valori immobiliari.

I prezzi delle abitazioni o i redditi sono posti a variabili dipendenti, le caratteristiche intrinseche e posizionali sono invece poste a variabili indipendenti (esplicative).

Appartiene alla statistica inferenziale e, in quanto tale, presenta il vantaggio di poter essere applicata per scopi previsivi, quando agiscano simultaneamente più variabili esplicative.

Questa tecnica, data la sua natura probabilistica, è in grado di misurare l'errore dovuto alle possibili componenti stocastiche intrinseche al mercato che agiscono nella formazione dei prezzi e/o gli errori compiuti nel corso della definizione dei campioni, della trasformazione e misurazione delle variabili, della formulazione dei modelli.

La MRA scompone i prezzi totali (pagati dai consumatori in ragione delle caratteristiche valutate nel loro insieme) in prezzi marginali, ossia in prezzi pagati implicitamente sotto forma di coefficienti marginali per ciascuna caratteristica in funzione dell'utilità percepita dal compratore.

Stima pertanto l'entità monetaria (coefficienti marginali) con cui le diverse caratteristiche - edilizie, sociali e posizionali - espresse in termini quantitativi intervengono nella formazione del prezzo.

---

rappresentare le differenze territoriali che si esprimono sotto forma di qualità stratificate.

Sul piano del mass appraisal, nelle applicazioni della MRA le variabili principali possono essere espresse nei modelli attraverso le Microzone, opportunamente misurate sulla base dei loro prezzi minimi, medi e massimi adeguatamente standardizzati. La Multiple Regression Analysis può essere anche impiegata per definire i pesi marginali con cui all'interno di ciascuna microzona le caratteristiche relative al fabbricato, all'unità abitativa e all'immediato intorno agiscono nella formazione dei valori e dei redditi immobiliari.

### *Modelli di equazioni strutturali*

I Modelli di Equazioni Strutturali, nati e maturati all'interno dell'Econometria, possono essere utilizzati per fini analitico-estimativi<sup>20</sup>. Rappresentano la sintesi dei modelli di Analisi Fattoriale (della quale riprendono in particolare il concetto di variabile latente), dei modelli causali e della "Path Analysis". Nella pubblicistica di settore e in molte applicazioni empiriche, sono spesso considerati come alternativi alla Regressione Multipla, in quanto riproducono ed estendono l'applicabilità dei Minimi Quadrati Ordinari e degli stimatori condizionati.

I Modelli di Equazioni Strutturali superano, infatti, alcuni limiti della Regressione Multipla. In primo luogo, sono in grado di trattare le variabili qualitative o latenti<sup>21</sup>; in secondo luogo, anziché presupporre, come è previsto per la Regressione Multipla la condizione di indipendenza fra le variabili esplicative, considerano come centrale la definizione e la stima delle loro relazioni.

---

<sup>20</sup> Un esempio applicativo è rintracciabile in: M. Bravi; E. Fregonara, "Structural Equations in Real Estate Appraisal", contributo presentato alla V<sup>a</sup> Conferenza Annuale Internazionale dell'AREUEA - American Real Estate and Urban Economics Association, 23-25 maggio 1996, Orlando, Florida.

<sup>21</sup> E' utile precisare al proposito che -riprendendo le ipotesi di Marradi- le variabili qualitative o mutabili (ordinali) si distinguono in due tipi: mutabili ordinabili (riconducibili ad un ordine) o variabili sconnesse. Queste seconde sono più problematiche, non essendo riconducibili ad un ordine: la Varianza è in grado di trattarle, la Regressione Multipla unicamente con il metodo dei contrasti, i MES con il ricorso alle variabili latenti. Si veda A. Marradi (1981) "Misurazione e scale: qualche riflessione e una proposta", Quaderni di Sociologia, 24, 4, 595-639.

I MES, infatti, prevedono la messa a punto di modelli nei quali sono rappresentati i diversi tipi di legami causali fra le variabili stesse<sup>22</sup>. Ancora, i MES superano la Regressione assumendo il principio della falsificazione e ripuntualizzando gli aspetti della verifica del modello e della misurazione dell'errore.

Da un punto di vista procedurale, si propongono come modelli stocastici multi-equazionali, in grado di misurare l'errore associato alle variabili esplicative e dipendenti, in cui ogni equazione rappresenta una relazione causale piuttosto che una pura associazione.

La rappresentazione grafica del modello si avvale della "*Path Analysis*", secondo la quale i coefficienti di regressione sono espressi in termini di parametri strutturali; questa agevola la fase di costruzione del modello che, da un punto di vista formale, segue l'espressione dell'equazione di base ricorrendo alla distinzione fra

---

<sup>22</sup> Come emerge dalla letteratura il concetto di causalità non trova riconoscibilità in fasi applicative, ma rappresenta piuttosto un costrutto teorico. Afferma infatti Corbetta che non esiste una causalità "vera" tra variabili dipendenti ed indipendenti nella Regressione Multipla, ma piuttosto una "correlazione". In questo senso i MES costituiscono un passo avanti, essendo modelli causali (e come tali aderenti alla teoria economica). Sintetizzando le definizioni più rigorose, le relazioni causali si collocano all'interno delle relazioni di tipo spurio, che riproducono il caso classico di presenza di covariazione in assenza di causazione. Sono in particolare riconosciute le relazioni spurie causali dirette (in cui due variabili sono indicatori di uno stesso fenomeno mentre la variabile causa è latente, cioè non osservata) e relazioni spurie causali indirette, in cui il legame fra due variabili considerate è mediato da una terza variabile, detta "interveniente". Per completezza, menzioniamo anche la relazione condizionata -più complessa da trattare in termini di nessi causali in quanto rientra nel dominio delle relazioni non-lineari- che riproduce un fenomeno di interazione in cui il rapporto assume peso diverso a seconda del valore di una terza variabile. Si precisa infine che il concetto di causalità si differenzia dal concetto di covarianza: mentre la covariazione implica che un cambiamento nella prima variabile produca un cambiamento nella seconda, secondo i principi della direzionalità (o asimmetria dell'azione) e di legame (diretto, reciproco, spurio, indiretto, condizionato), la covariazione (correlazione, associazione) implica la variazione concomitante di due variabili (il classico esempio: superficie-prezzi). Si veda P. Corbetta (1992), "Metodi di analisi multivariata per le scienze sociali", Il Mulino, Bologna.

variabili osservate, non-osservate e fattori. Le prime sono distinte ancora in variabili endogene (indipendenti e dipendenti) e variabili esogene (indipendenti), fra effetti diretti e indiretti delle variabili esplicative. Le variabili latenti, essendo concetti teorici, sono libere da errore di misurazione.

E' da sottolineare il fatto che, come accennato in precedenza, i MES analizzano e scompongono l'errore nelle differenti componenti.

La stima dei parametri del modello avviene con il ricorso al Maximum Likelihood Method che, come è noto, si basa su una procedura iterativa finalizzata a minimizzare le distanze fra la matrice di covarianza teorica ed osservata (disponendo del modello teorico costruito con le modalità prima accennate e dei dati osservati).

Infine, il percorso metodologico prevede il ricorso a metodi statistici per valutare la validità del modello ed i parametri individuali (metodi basati sul Chi-quadro), con diverse finalità: per apportare modifiche al modello medesimo, o per operare l'analisi dei residui (analogamente all'Analisi di Regressione Multipla).

#### *Analisi discriminante*

Si tratta di una tecnica spesso usata con fini classificatori per prevedere il gruppo d'appartenenza, sulla base delle caratteristiche delle osservazioni campionarie.

Consiste nell'individuare una o più funzioni discriminanti, costituite dalle combinazioni lineari delle variabili esplicative, le quali danno la migliore separazione tra i gruppi. A partire dalle caratteristiche delle osservazioni permette di definire la probabilità di appartenenza al gruppo sulla base dei punteggi discriminanti.

E' possibile utilizzare il metodo stepwise e scegliere per rimuovere le variabili le statistiche lambda di Wilks, varianza non spiegata, distanza di Mehalanobis, rapporto F più piccolo e V di Rao.

Si presta ad essere applicata con finalità differenti al mercato immobiliare. Laddove il Catasto continuasse a basarsi sulle classi, ad esempio, potrebbe essere applicata per prevedere l'appartenenza alle diverse fasce di prezzo delle unità immobiliari sulla base delle loro caratteristiche intrinseche ed estrinseche. Quest'approccio

presuppone che si disponga di un campione di dati con i prezzi, tradotti in variabili di raggruppamento, e le caratteristiche delle unità immobiliari scambiate nel mercato.

Oppure potrebbe essere applicata per prevedere la probabilità di una o più unità immobiliari ad essere vendute. In questo caso, la variabile di raggruppamento assumerebbe la forma dicotomica venduto/invenduto e il campione statistico dovrebbe essere costituito da abitazioni poste in offerta vendute oppure ritirate dal mercato per mancanza di acquirenti.

Sulla base delle caratteristiche delle unità immobiliari, tra le quali può esserci anche il prezzo, a partire dalle funzioni discriminanti individuate, è possibile prevedere la probabilità di una o più unità immobiliari di essere vendute. Data la forma dicotomica della variabile dipendente, questa stessa analisi potrebbe essere svolta ricorrendo alla regressione logistica.<sup>23</sup>

## BIBLIOGRAFIA

A. Marradi (1981) "Misurazione e scale: qualche riflessione e una proposta", *Quaderni di Sociologia*, 24, 4, 595-639.

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

P. Corbetta (1992), "Metodi di analisi multivariata per le scienze sociali", Il Mulino, Bologna.

R. Curto, "La quantificazione e costruzione di variabili qualitative stratificate nella Multiple Regression Analysis (MRA) applicata ai mercati immobiliari", in *Aestimum*, Numero Speciale, 1994.

A. De Luca, "Le applicazioni dei metodi statistici alle analisi di mercato", Franco Angeli, Milano 1995.

---

<sup>23</sup> Il lavoro è stato discusso congiuntamente dai due autori in tutte le sue parti; tuttavia, Rocco Curto ha curato la stesura del secondo Paragrafo, mentre Elena Fregonara ha curato la stesura del primo Paragrafo.

M. Bravi; E. Fregonara, "Structural Equations in Real Estate Appraisal", contributo presentato alla V<sup>a</sup> Conferenza Annuale Internazionale dell'AREUEA - American Real Estate and Urban Economics Association, 23-25 maggio 1996, Orlando, Florida.

R. Curto (a cura di), L'osservatorio immobiliare della città di Torino, Litografia Geda, Nichelino 2000.

R. Curto; A. Margaria; E. Fregonara; S. Grella (2001), "L'osservatorio immobiliare della città di Torino", in Atti della 5<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA - "La qualità nell'informazione geografica", Rimini, 9-12 ottobre 2001.