

\*Bor-Ming Hsieh

## Analisi della dipendenza spaziale dei prezzi delle abitazioni e dei sottomercati abitativi nella Tainan Metropolis, Taiwan

Traduzione in italiano a cura di *Ilene Steingut*

**Parole chiave:** prezzi delle case, dipendenza spaziale, sottomercati residenziali, *cluster analysis*, metodo di autocorrelazione spaziale.

**Abstract** All'interno di questo studio vengono utilizzate diverse metodologie, comprese alcune tecniche di analisi statistica e spaziale, sia per definire i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni che per esaminare la dipendenza spaziale dei prezzi delle abitazioni. I dati sono desunti dai prezzi delle transazioni relativi al 2009, riferite all'edilizia abitativa nella Tainan Metropolis. La Tainan Metropolis è una nuova metropoli formata dalla fusione dell'ex Tainan City e di Tainan County. In seguito alla fusione delle municipalità verranno adeguati i confini amministrativi e, nel frattempo, è opportuno individuare i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni nell'area metropolitana in relazione ai sottomercati relativi ai precedenti confini amministrativi. Si è constatato che i prezzi più alti delle abitazioni sono concentrati nella zona del centro della città, mentre i prezzi più bassi sono diffusi soprattutto nell'anello esterno al centro della città di Tainan Metropolis. Nella sperimentazione dell'autocorrelazione spaziale dei prezzi delle abitazioni, si è rilevato che si riscontrava una significativa dipendenza spaziale tra i prezzi delle case. I risultati della modellazione dei prezzi delle abitazioni mostrano che i sottomercati spaziali derivati da tecniche di autocorrelazione spaziale hanno impatti più forti e più significativi sui prezzi delle case, inoltre, rispetto ai due modelli alternativi, il modello ha una migliore *goodness-of-fit*. Le tecniche spaziali possono essere considerate metodi appropriati per classificare sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni soprattutto nelle aree metropolitane.

### INTRODUZIONE

I prezzi delle case variano a seconda della localizzazione e, pertanto, possono essere classificati all'interno di diversi sottomercati spaziali. In molti casi, i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni sono classificati sulla base delle caratteristiche fisiche delle abitazioni, delle aree geografiche, dei confini politici, oppure come aree di mercato, così come percepite dai professionisti del settore immobiliare (Goodman e Thibodeau, 1998; Bourassa *et al.* 2003). Tuttavia, studi precedenti hanno sostenuto che l'uso di confini geografici o politici predefiniti per i sottomercati, all'interno del metodo del prezzo edonico, non è in grado di determinare in modo ottimale l'impatto degli attributi spaziali sui prezzi degli immobili (Bourassa *et al.* 2003). Come risultato alcuni studi, per definire i sottomercati abitativi, hanno utilizzato metodi alternativi come l'analisi fattoriale, la Principal Component Analysis (PCA) e la *cluster Analysis* (Dale-Johnson, 1982; Hoesli e Macgregor, 1995; MacLennan e Tu, 1996; Bourassa *et al.* 2003). Altri studi suggeriscono che l'uso di tecniche spaziali nella stima del prezzo edonico può ridurre significativamente la dipendenza spaziale dei prezzi delle abitazioni e

\* Department of Land Management and Development, Chang Jung Christian University, 396 Section 1, Changrong Road, Gueiren, Tainan, Taiwan, bmhsieh@mail.cjcu.edu.tw

fornire una migliore precisione di stima (Basu e Thibodeau, 1997; Dubin *et al.* 1999; Case *et al.* 2004; Bourassa *et al.* 2007). Lo scopo di questo studio è quello di applicare metodi diversi, comprese le tecniche di analisi statistica e spaziale, per definire i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni e per analizzare la dipendenza spaziale dei prezzi delle abitazioni. I dati provengono dai prezzi, relativi al 2009, delle transazioni riferite all'edilizia abitativa, a Taiwan nella Tainan Metropolis, città che si trova nel sud di Taiwan, ed è una delle più antiche città di Taiwan ed è famosa nel campo della tutela del patrimonio culturale e storico. Attualmente è la seconda città più grande nel sud dell'isola di Taiwan. Nel giugno 2009, il governo centrale ha permesso la fusione della città di Tainan e di Tainan County nella Great Tainan City chiamata anche Tainan Metropolis. In seguito alla fusione delle municipalità verranno adeguati i confini amministrativi e, nel frattempo, è opportuno individuare i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni nell'area metropolitana, in relazione ai sottomercati relativi ai precedenti confini amministrativi. Il contributo è strutturato come segue. La sezione successiva prosegue con una revisione della letteratura concernente la materia dei sottomercati di edilizia residenziale e l'analisi spaziale del mercato immobiliare e del prezzo delle case. Nelle sezioni seguenti sono trattati i risultati empirici, i metodi, i dati e infine le conclusioni.

## RASSEGNA DELLA LETTERATURA

Negli ultimi tre decenni un gran numero di studi ha trattato la segmentazione del mercato immobiliare e l'individuazione di sottomercati. Studi precedenti hanno indicato che le caratteristiche strutturali di un'abitazione sono importanti nel determinare i sottomercati residenziali (Rapkin *et al.* 1953; Grigsby, 1963). D'altra parte, alcuni studi indicano che l'aspetto spaziale degli attributi relativi al vicinato e all'accessibilità di una casa sono più rilevanti della struttura fisica nel determinare sottomercati residenziali (Goodman, 1981; Michaels e Smith, 1990). Altri studi suggeriscono che i sottomercati residenziali sono generati da un processo complesso che dovrebbe tenere in conto sia le caratteristiche strutturali che spaziali di un'abitazione (Adair *et al.* 1996; Watkins, 2001).

Tradizionalmente, il modello edonico è stato ampiamente applicato per l'interpretazione dei sottomercati residenziali (Butler, 1980; Goodman, 1981; Allen *et al.* 1995). Inoltre, alcuni studi hanno tentato di utilizzare metodi statistici per delineare i sottomercati residenziali. Ad esempio, Dale-Johnson (1982) misura la dimensione della segmentazione del mercato immobiliare, utilizzando la Factor Analysis; Abraham *et al.* (1994) utilizza la *cluster analysis* per analizzare il mercato immobiliare metropolitano negli Stati Uniti, mentre anche Hoesli *et al.* (1997) impiega lo stesso metodo per indagare i mercati immobiliari locali nel Regno Unito. Alcuni studi, come Maclennan e Tu (1996) e Bourassa *et al.* (1999) utilizzano metodi compositi per definire i sottomercati residenziali. Questi studi hanno rilevato che alcuni sottomercati, classificati attraverso questi metodi statistici alternativi, forniscono, rispetto ai sottomercati spaziali definiti convenzionalmente, risultati migliori nella stima dei prezzi delle case. Inoltre, negli ultimi due decenni, una serie di studi hanno tentato di utilizzare tecniche statistiche spaziali per l'analisi dei mercati immobiliari e dei prezzi delle case. Can (1990) ha applicato il test di Moran e il moltiplicatore di Lagrange (LM) per esaminare l'autocorrelazione spaziale residuale dei prezzi delle abitazioni. I risultati mostrano che la dipendenza spaziale esiste nel termine d'errore dei prezzi delle abitazioni e che i modelli spaziali autoregressivi hanno capacità di interpretazione migliori rispetto ai modelli di regressione OLS. Can e Megbolugbe (1997) hanno fatto ulteriori indagini sui prezzi di transazione delle abitazioni a Miami, Stati Uniti, e hanno scoperto che i modelli spaziali di prezzo edonico sono dotati di un migliore *goodness-of-fit* e di una precisione di stima più elevata rispetto ai tradizionali modelli di prezzo edonico. Anche Pace e Gilley (1997) hanno trovato risultati simili che stimavano, nei modelli spaziali autoregressivi, errori ridotti del 44%, rispetto ai modelli OLS. Basu e Thibodeau (1998) e Dubin *et al.* (1999) utilizzano diversi metodi geostatistici per analizzare l'autocorrelazione spaziale che si manifesta nei prezzi di transazione di case di Dallas e hanno

scoperto che il modello di regressione spaziale fornisce una migliore *goodness-of-fit* nella stima del prezzo delle abitazioni. Anche Hsieh e Tzeng (2010) utilizzano i modelli spaziali autoregressivi per analizzare i cambiamenti nella distribuzione spaziale dei progetti di sviluppo residenziale a Tainan City, Taiwan e hanno scoperto che i modelli di *lag* spaziali hanno una maggiore precisione nella stima dei prezzi delle abitazioni rispetto ai modelli OLS. Tuttavia, Bourassa *et al.* (2007) indicano che i modelli di prezzo edonico con variabili *dummy* del sottomercato sono più facili da implementare dei modelli statistici spaziali. Anche alcuni studi, come Anselin (2002) e Lipscomb (2006), indicano che se i dati dei prezzi delle abitazioni contengono attributi di posizione significativi, allora i metodi statistici non-spaziali precedenti possono essere applicati all'interno dei modelli dei prezzi delle abitazioni per migliorare la precisione di stima del modello. Quando nei dati dei prezzi delle case vi è una carenza di attributi dettagliati di localizzazione, i metodi statistici spaziali sono sufficienti per migliorare la dipendenza spaziale dei prezzi delle case. Dagli studi di cui sopra abbiamo notato che c'è ancora molto dibattito sull'identificazione, attraverso l'utilizzo di diversi approcci, dei sottomercati dei prezzi delle abitazioni. Con il miglioramento delle tecniche GIS, abbiamo intravisto maggiori opportunità per utilizzare approcci statistici spaziali nei modelli dei prezzi delle case.

## METODOLOGIA

Per identificare i sottomercati abitativi sono stati ampiamente utilizzati i confini delle amministrazioni locali. In questo studio vengono inoltre impiegate una *cluster analysis* e un paio di tecniche spaziali per determinare i sottomercati di prezzo delle abitazioni. Per quanto riguarda le tecniche spaziali, l'indice di Moran viene utilizzato per verificare se esiste un'autocorrelazione significativa tra i prezzi delle case, e infine il "Local Indicators of Spatial Association (LISA)" viene utilizzato per classificare i sottomercati di prezzo delle abitazioni sulla base dei risultati dell'indice di Moran. Questi metodi sono trattati come segue.

### Cluster Analysis

Questo studio utilizza, per classificare i sottomercati di prezzo delle abitazioni, la *two-step cluster analysis*. Nel primo *step*, viene utilizzato un approccio *clustering* gerarchico per determinare il numero di *cluster*, per formare i quali viene utilizzato il metodo di Ward. Nel secondo *step* viene utilizzato il metodo "K means" per calcolare il *cluster*. La distanza euclidea viene selezionata come misura di similarità. Il metodo di Ward classifica i *cluster* attraverso la riduzione delle somme totali dei quadrati *within-cluster*. Le somme dei quadrati *within-cluster* sono note come le *error sums of squares*, presentate in equazione 1.

$$D_{ij} = n_i \cdot \|\bar{x}_i - \bar{x}\|^2 + n_j \cdot \|\bar{x}_j - \bar{x}\|^2 \quad (1)$$

Dove  $D_{ij}$  denota le *error sums of squares*,  $n_i$ ,  $n_j$  presentano, rispettivamente, il numero di osservazioni dei *cluster*  $i$  e  $j$ .

$\bar{x}_i$ ,  $\bar{x}_j$  denotano il centroide di  $i$  e  $j$ , rispettivamente, mentre  $\bar{x}$  presenta il centroide dei  $i, j$  *cluster*.

Le "somme dei quadrati degli errori" derivate dal metodo di Ward vengono poi utilizzate per essere centroidi dei *cluster* iniziali nel metodo "K means". La distanza euclidea viene impiegata per calcolare la distanza di ogni osservazione dal centroide, e finché nessuna delle osservazioni è riassegnata e la variazione nei centroidi dei *cluster* è zero. La distanza euclidea viene presentata nell'equazione (2).

$$D_{ij} = \left[ \sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

Dove  $D_{ij}$  è la distanza tra l'osservazione  $i$  e  $j$ ,  $X_{ij}$  è il valore  $k$ -esimo della variabile per il soggetto  $i$ -esimo,  $X_{jk}$  è il valore della variabile  $k$ -esima per il soggetto  $j$ , e  $p$  è il numero di variabili.

### Metodi di analisi spaziale

L'indice di Moran e il "Local Indicators of Spatial Association (LISA)" sono due metodi molto noti per esaminare l'autocorrelazione spaziale tra i prezzi delle case. Se l'indice di Moran mostra che esiste un'autocorrelazione spaziale significativa tra i prezzi delle case, a quel punto, per analizzare la concentrazione spaziale di prezzi più alti e dei prezzi più bassi sulla base dei risultati dell'indice di Moran, può essere applicata LISA. In un contesto spaziale, la concentrazione spaziale dei prezzi più alti e più bassi delle abitazioni può essere utilizzata per identificare i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni. Le loro forme funzionali vengono presentate rispettivamente come segue.

### L'indice di Moran

L'indice di Moran è stimato sulla base della covarianza. La forma della funzione dell'indice di Moran viene presentata nell'equazione (3) (Anselin, 1992).

$$I = \frac{N}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \mu) (x_j - \mu)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}, \text{ per } i \neq j \quad (3)$$

Dove la variabile osservata è il prezzo della casa,  $N$  indica la dimensione del campione;  $x_i$  rappresenta il prezzo delle abitazioni nell'unità spaziale di  $i$ ,  $x_j$  rappresenta gli altri prezzi delle case basati su  $i$  unità spaziali all'interno di un confine certo,  $\mu$  rappresenta il prezzo medio casa;  $w_{ij}$  denota la matrice di prossimità localizzativa e rappresenta anche i coefficienti di peso spaziali in unità spaziali.

Il valore dell'indice di Moran è tra  $-1$  e  $1$ . I prezzi delle case sono positivamente correlati, quando il valore dell'indice è superiore a  $0$ ; i prezzi delle case sono negativamente correlati, quando l'indice è minore di  $0$ . I valori dell'indice vengono avvicinati a  $1$  o  $-1$  indicando un grado più alto di correlazione spaziale positiva o negativa tra i prezzi delle case.

### Indicatori locali di Spatial Association (LISA)

Il metodo LISA rileva se esiste una dipendenza spaziale significativa dei prezzi delle abitazioni in un determinato confine calcolato dall'indice di Moran. Il metodo può anche analizzare la concentrazione spaziale dei prezzi più alti o più bassi delle abitazioni. In particolare, i risultati di LISA possono essere *clusterizzati* e sono utili per identificare i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni. La statistica LISA può essere effettuata per un Moran locale dove la forma della funzione viene presentata nell'equazione (4) (Anselin, 1995).

$$I_i = x_i \sum_j w_{ij} x_j \quad (4)$$

Come indicato nell'equazione (3),  $x_i$  rappresenta il prezzo delle abitazioni nell'unità spaziale di  $i$ ,  $x_j$  rappresenta gli altri prezzi delle case basati su  $i$  unità spaziali all'interno di un determinato confine.  $w_{ij}$  denota la matrice di localizzazione di prossimità, e rappresenta anche i coefficienti di peso spaziali nelle unità spaziali.

## I DATI E LE VARIABILI

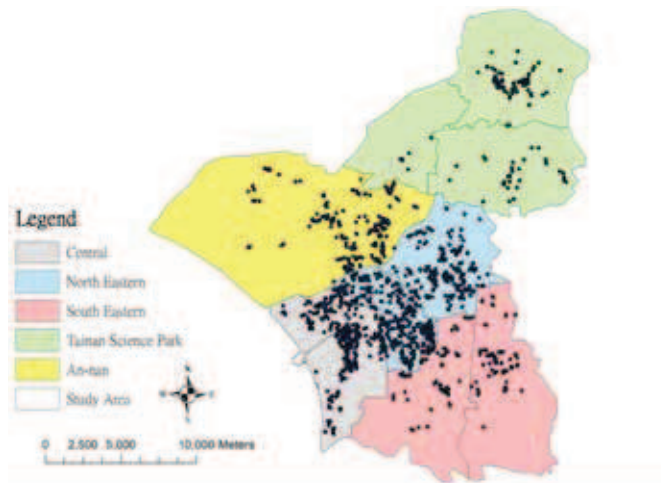
### I dati

I dati provengono dai prezzi di transazione delle abitazioni raccolti dal Ministero dell'Interno che pubblica, sin dal 1970, i dati trimestrali dei prezzi di transazione delle abitazioni in tutta l'area di Taiwan. Dal 1989 i dati trimestrali dei prezzi di transazione delle abitazioni si possono scaricare da internet. Nella Tainan Metropolis, i prezzi di transazione delle abitazioni sono distribuiti nell'area metropolitana in modo non uniforme. Nel 2009, circa tre quarti dei dati delle transazioni immobiliari risulta essere concentrato nella ex città di Tainan e nei quartieri adiacenti; tali aree possono essere viste come le principali aree di sviluppo residenziale di Tainan Metropolis. Questi 12 distretti sono stati scelti come area di studio (vedi Figura 1). Nel 2009 sono state raccolte nell'area di studio un totale di 1.385 osservazioni valide di prezzi di transazione di abitazioni. La distribuzione di queste osservazioni viene presentata nella Figura 2.

Figura 1 Le aree di studio



Figura 2 Distribuzione delle osservazioni dei prezzi di compravendita degli immobili residenziali



### Le variabili

La variabile dipendente è il prezzo della transazione immobiliare. Nello studio sono state selezionate quattordici variabili indipendenti che rappresentano gli attributi fisici, di quartiere, e di affitto dei prezzi delle abitazioni. Le statistiche descrittive di queste variabili vengono presentate nella Tabella 1.

Nell'area di studio, il prezzo medio di transazione immobiliare nel 2009 risulta essere di 5,22 milioni di NTD (circa 130.500 EUR). Per quanto riguarda gli attributi fisici, la superficie media del lotto è di 95,41 metri quadrati e la superficie media dell'edificio è di 177,05 metri quadrati. L'età media di un'abitazione è di circa 15 anni. Per quanto riguarda gli attributi di quartiere, la larghezza media della strada adiacente ai lotti è di circa 15 metri, e la distanza media dal centro città è di circa 5,6 chilometri <sup>1</sup>. Il 31 per cento del campione delle abitazioni è adiacente alla strada principale. Circa il 92 per cento delle abitazioni del campione si trova in zone residenziali. Per quanto riguarda le variabili di posizione, questo studio, riunisce alcuni distretti omogenei in cinque sottomercati: la zona centrale (compreso Anping, i distretti centro-occidentali e quelli sud), la zona nord-est (compresi i distretti nord, est e Yong Kang), la zona sud-est (compresi i distretti Rende e Gueiren), l'area del Tainan Science Park<sup>2</sup> e il distretto di An-nan. Le osservazioni del prezzo di transazione delle abitazioni sono essenzialmente concentrate nella zona centrale e in quella nord est, mentre l'area del Tainan Science Park dispone di un numero minore di osservazioni di prezzo delle abitazioni.

**Tabella 1** Statistiche descrittive delle variabili

VARIABILE (UNITÀ)	MEANS	S.D.
Prezzo dell'abitazione (migliaia NTD)	5,223.08	3,148.72
Area del lotto (m <sup>2</sup> )	95,41	34,68
Area dell'edificio (m <sup>2</sup> )	177,05	73,09
Età dell'edificio (anni)	14,97	13,37
Larghezza della strada prospiciente il lotto (m)	14,83	7,11
Distanza dal centro della città (m)	5,642.93	4,133.30
Il sito è adiacente alla strada principale (si =1)	0,31	0,46
Localizzazione: zona residenziale (si =1)	0,92	0,27
Localizzazione: zona commerciale (si =1)	0,03	0,16
Localizzazione: altre zone (si =1)	0,05	0,02
Localizzazione: Zona Centrale (si =1)	0,240	0,43
Localizzazione: Zona Nord-est (si =1)	0,407	0,49
Localizzazione: Zona Sud-est (si =1)	0,123	0,33
Localizzazione: Zona del Tainan Science Park (si =1)	0,077	0,27
Localizzazione: An-nan District (si =1)	0,153	0,36

Numero totale di osservazioni=1,385.

Il cambio da NTD a EURO è pari a circa 1,000 NTD a 40 EUR.

<sup>1</sup> Di solito il centro città può essere considerato come Central Business District (CBD). Questo studio prende a riferimento l'area con i prezzi di terreno più elevati come centro città. Nel 2009, i prezzi di terreno più elevati erano localizzati nella zona del distretto centro-occidentale nel centro della città di Tainan City.

<sup>2</sup> Il Tainan Science Park si trova nella zona del triangolo Shanhua, Anding e dei distretti Xinshi e, di conseguenza, questo studio utilizza l'area del Tainan Science Park in riferimento a questi tre distretti.

## ANALISI EMPIRICA

In questa sezione, vengono esaminati prima i sottomercati spaziali residenziali utilizzando tre differenti approcci, successivamente questi diversi sottomercati spaziali sono impiegati per stimare il loro impatto sui prezzi degli immobili e anche per confrontare l'accuratezza di stima di tre differenti modelli di prezzo delle abitazioni.

### Classificazione dei sottomercati spaziali residenziali

Questo studio, per classificare i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni nelle aree metropolitane di Tainan, utilizza tre diversi approcci: i confini delle amministrazioni locali, la *cluster Analysis* e le tecniche di autocorrelazione spaziale. I risultati vengono trattati di seguito.

### Determinazione dei sottomercati spaziali attraverso i confini delle amministrazioni locali

La distribuzione dei prezzi delle abitazioni nell'insieme dei cinque confini amministrativi locali è mostrata nella Figura 2, e le medie dei prezzi degli alloggi, divisi per cinque confini amministrativi locali, sono presentate nella Tabella 2. È da notare che i prezzi medi delle transazioni immobiliari nella zona centrale e in quella nord-est sono più elevati rispetto a quelli di altre aree. Queste aree sono situate nel centro città dove trovano sede fiorenti attività economiche e di conseguenza i prezzi di transazione delle abitazioni mantengono un livello più elevato. Al contrario, il distretto An-nan si trova nella zona del litorale costiero, con allevamenti di pesce e aree di protezione naturalistica, e la media dei prezzi di transazione immobiliare è la più bassa all'interno dell'area di studio

**Tabella 2** Statistiche descrittive dei prezzi delle abitazioni per confini amministrativi combinati

Zona	Osservazioni	%	Medie dei prezzi delle abitazioni (migliaia NTD)	S. D.
Zona centrale	333	24.0	5,727.12	3,801.12
Zona Nord-est	564	40.7	5,715.21	3,342.22
Zona Sud-est	170	12.3	4,624.71	2,354.91
Zona del Tainan Science Park	106	7.7	4,490.47	1,941.62
An-nan Dist.	212	15.3	3,968.26	1,727.76
<b>Totale</b>	<b>1,385</b>	<b>100</b>	<b>5,223.08</b>	<b>3,148.72</b>

### Determinazione dei sottomercati spaziali attraverso la *Clustering Analysis*

Nella *cluster Analysis*, vengono utilizzate cinque variabili che includono: la superficie del lotto, la superficie costruita, l'età dell'appartamento, la larghezza della strada per accedere al lotto, la distanza dal centro città, come variabili selezionate per raggruppare i prezzi di transazione delle abitazioni in sottomercati omogenei differenziati.

Queste cinque variabili hanno impatti significativi anche sui prezzi delle abitazioni nel metodo dei prezzi edonici. I prezzi delle abitazioni, come mostrato nella Figura 3, sono classificati in quattro *cluster*. Le statistiche descrittive dei prezzi delle abitazioni in questi quattro *cluster* sono presentate nella Tabella 3.

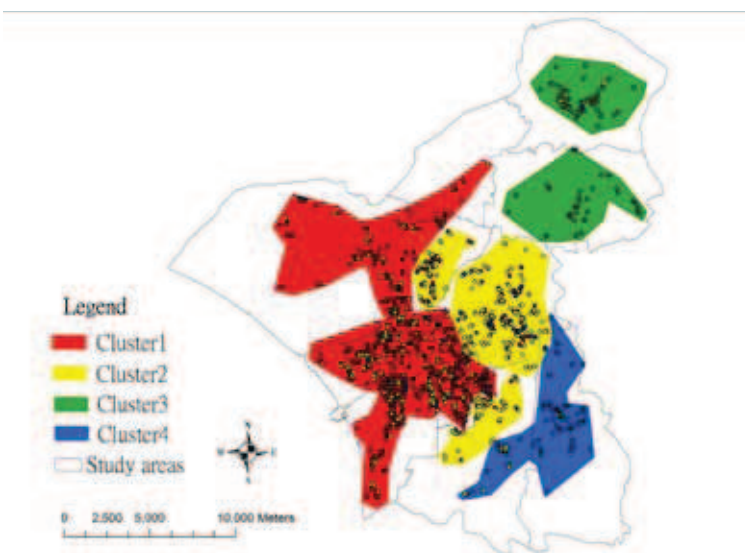
Il *cluster 1* comprende circa il 46% delle osservazioni totali di prezzo delle abitazioni e riguarda principalmente la zona centrale, il distretto di An-nan e una parte della zona nord-orientale.

Il *cluster 2* copre principalmente la zona nord-orientale e una piccola parte della zona sud-orientale. Questi due *cluster* sono situati nelle aree urbane centrali e, di conseguenza, il prezzo medio di tran-

sazione degli alloggi risulta essere di alto livello.

I *cluster* 3 e 4 sono situati principalmente nella zona di Tainan Science Park e nella zona sud-orientale che costituiscono l'anello esterno del centro città. I prezzi medi delle case in questi due settori *cluster* rimangono di basso livello.

**Figura 3** | *cluster* dei sottomercati dei prezzi delle abitazioni



**Tabella 3** Statistiche descrittive dei *cluster* dei sottomercati dei prezzi delle abitazioni

<i>cluster</i>	Osservazioni	%	Medie dei prezzi delle abitazioni (migliaia NTD)	SD
<i>cluster</i> 1	635	45,80	5.501,17	3.558,94
<i>cluster</i> 2	454	32,80	5.218,77	2.705,17
<i>cluster</i> 3	212	15,30	4.623,11	2.971,95
<i>cluster</i> 4	84	6,10	4.658,45	2.083,70
<b>Totale</b>	<b>1.385</b>	<b>100,00</b>	<b>5.223,08</b>	<b>3.148,72</b>

### Determinazione dei sottomercati classificati spazialmente attraverso tecniche di autocorrelazione spaziale

Questo studio utilizza l'indice di Moran come indicatore globale di autocorrelazione spaziale per esaminare se esiste una autocorrelazione spaziale significativa tra i prezzi delle case. Nella verifica dell'autocorrelazione spaziale, il primo passo è quello di stimare un limite minimo, qualora sia soddisfatta la condizione che ogni rilevazione dei prezzi sia correlata ad almeno una osservazione entro il raggio limite minimo. Il raggio limite minimo può quindi essere utilizzato per esaminare l'indicatore locale di autocorrelazione spaziale.



Gli indici di Moran dei prezzi delle abitazioni nella Tainan Metropolis sono elencati in Appendice. Nel 2009, il raggio minimo di distanza dal confine, calcolato dall'indice di Moran per esaminare l'autocorrelazione spaziale dei prezzi delle abitazioni, è stato di 2.200 metri.

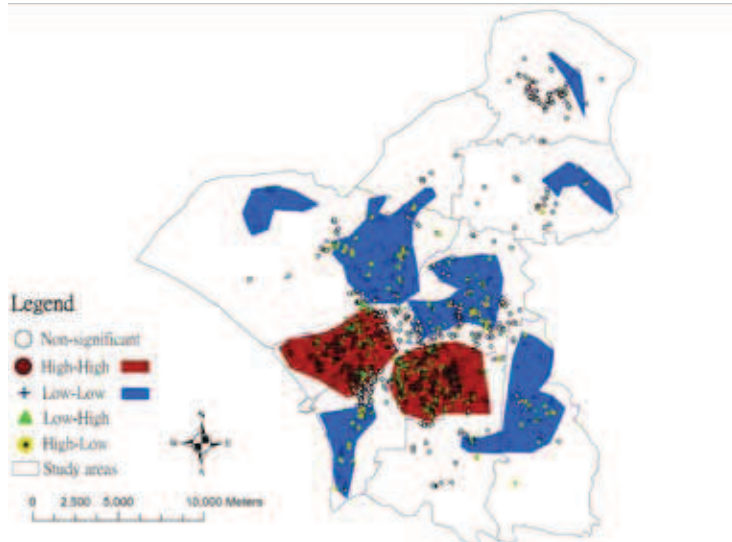
I risultati mostrano anche una autocorrelazione significativa dei prezzi delle abitazioni manifestatasi nelle aree metropolitane di Tainan. Sulla base di questo raggio minimo di distanza dal confine, l'Indicatore Locale di Spatial Association (LISA), viene poi applicato per definire i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni.

La concentrazione spaziale dei prezzi delle abitazioni in diverse classi di prezzo è presentata nella Figura 4. È chiaro che i prezzi delle abitazioni più elevati (prezzi elevati circondati da prezzi elevati, HH) sono concentrati principalmente nella zona centrale e nella zona nord-orientale dove si trovano, come segnalato prima, le attività economiche centrali. Nelle zone con prezzi più elevati, come illustrato nella Tabella 4, i prezzi medi delle case sono circa 8,4 milioni NTD (circa 210.000 EUR). Al contrario, i prezzi più bassi delle case (prezzi bassi circondati da prezzi bassi, LL) sono significativamente concentrati in alcune parti della zona nord-orientale e nel distretto di An-nan.

Nella zona sud-orientale e nella zona del Tainan Science Park si trovano alcune zone con prezzi delle abitazioni più bassi.

Queste aree sono l'anello esterno delle aree urbane centrali. I prezzi delle abitazioni nelle zone con i prezzi medi più bassi sono circa 3,6 milioni NTD (90.000 EUR). Esiste un divario significativo di prezzo tra le zone con prezzi più alti e più bassi.

**Figura 4** Concentrazioni spaziali dei prezzi delle abitazioni secondo il metodo LISA



**Tabella 4** Statistiche descrittive dei prezzi delle abitazioni secondo il metodo LISA

<i>cluster</i>	Osservazioni	%	Medie dei prezzi delle abitazioni (migliaia NTD)	SD
Alto-alto (High-High)	284	20,50	8.399,19	4.268,74
Basso-basso (Low-Low)	339	24,50	3.625,43	1.477,42
Basso-alto (Low-High)	218	15,70	4.066,10	1.733,05
Alto-basso (High-Low)	121	8,70	6.074,63	1.480,05
Non significativo	423	30,50	4.723,74	2.528,07
<b>Totale</b>	<b>1.385</b>	<b>100,00</b>	<b>5.223,08</b>	<b>3.148,72</b>

Risulta evidente dai risultati dei tre diversi approcci che i prezzi più alti delle case sono concentrati soprattutto nel Centro e nelle aree nord-orientali che si trovano nella zona centrale, mentre i prezzi più bassi sono diffusi nell'anello esterno delle aree centrali della Tainan Metropolis. Ciò indica che i prezzi delle abitazioni in alcune zone di Metropolis Tainan dovrebbero essere classificati, a causa di attributi di posizione simili, nello stesso sottomercato.

### Confronto

Questi tre tipi di sottomercati di prezzo delle abitazioni sono stati utilizzati per stimare il loro impatto sui prezzi delle case e anche per confrontare la precisione di stima del modello. I risultati vengono mostrati nella Tabella 5.

Il modello uno utilizza i confini amministrativi combinati come sottomercati classificati spazialmente mentre i modelli due e tre utilizzano la *cluster Analysis* e le tecniche spaziali rispettivamente per identificare sottomercati di prezzo delle abitazioni e per stimare il loro impatto sui prezzi delle case. La maggior parte delle variabili indipendenti hanno un'influenza significativa sui prezzi delle abitazioni. Per quanto riguarda i sottomercati classificati spazialmente, tre di quattro confini amministrativi combinati hanno un impatto significativo sui prezzi delle abitazioni nel modello uno.

Nel modello due, i *cluster 1* e *2* hanno effetti positivi significativi sui prezzi delle case indicando che i prezzi delle case in queste due aree *cluster* sono più elevati rispetto a quelli di altre aree.

Nel modello tre, i sottomercati classificati con tecniche di autocorrelazione spaziale hanno gli effetti positivi più importanti e significativi sui prezzi delle case, in particolare nelle zone con i prezzi più elevati.

**Tabella 5** Confronto dei modelli dei prezzi delle abitazioni utilizzando tre tipologie di sottomercati spaziali

Modello	Modello 1 - CLGB		Modello 2 - CA		Modello 3 - LISA	
	Coeff.	t value	Coeff.	t value	Coeff.	t value
Costante	-2035,11	-5,73***	-2981,81	-5,44***	-965,06	-2,95***
Area del lotto	54,44	10,47***	44,49	8,61***	50,80	10,60***
Area dell'edificio	82,32	26,40***	90,93	30,34***	76,65	26,46***
Età dell'edificio	-36,67	-8,08***	-28,99	-6,52***	-32,53	-7,67***
Larghezza strada	32,70	4,57***	35,95	5,02***	30,27	4,58***
Adiacenza ad una strada principale	984,64	8,37***	693,89	6,30***	543,43	5,40***
Distanza dal centro città	-0,088	-4,59***	-0,04	0,89	-0,05	-3,97***
Localizzazione: Zona residenziale	595,85	2,42**	802,58	3,39***	534,91	2,47**
Localizzazione: Zona commerciale	1688,34	4,53***	1907,68	5,04***	1178,24	3,40***
Localizzazione: Area centrale.	1000,56	4,79***				
Localizzazione: Area nord-est	1410,09	7,39***				
Localizzazione: Area T.S.P.	1105,91	3,93***				
Localizzazione: An-nan distr.	230,31	1,03				
<i>cluster 1</i>			1317,31	3,88***		
<i>cluster 2</i>			438,75	1,97**		
<i>cluster 3</i>			-447,47	-1,02		
Area Alto-alto					1701,05	12,40***
Area Basso-basso					-631,28	-5,23***
Area Basso-alto					424,63	2,93***
Area Alto-basso					-204,22	-1,17
R <sup>2</sup>	0,703		0,687		0,735	
R <sup>2</sup> agg.	0,701		0,685		0,732	
Valore F	271,096***		274,219***		316,572***	
Osservazioni	1.385		1.385		1.385	

Dal confronto, il modello tre risulta avere la precisione di stima più alta e anche quei sottomercati classificati spazialmente derivati da LISA hanno impatti importanti e significativi sui prezzi delle case, soprattutto nelle zone rispettivamente con i prezzi più elevati e con i prezzi più bassi. Ciò indica che l'uso di tecniche di autocorrelazione spaziale, quali l'Indice di Moran e LISA non solo consente di esplorare la dipendenza spaziale dei prezzi delle abitazioni, ma è anche in grado di classificare sottomercati spaziali che hanno una maggiore precisione nella stima dei prezzi delle abitazioni. Il modello uno ha la seconda precisione di stima più alta, e anche quei sottomercati basati sui confini amministrativi locali hanno effetti importanti e significativi sui prezzi delle case.

Ciò indica che l'uso di un insieme di variabili *dummy* di confini amministrativi che fungono da sottomercati ha anche notevoli ripercussioni sui prezzi delle case. I risultati confermano inoltre le conclusioni di Bourassa *et al.* (2007). I sottomercati raggruppati in base alle diverse caratteristiche abitative hanno minor effetto sui prezzi delle case, rispetto ad altri due metodi.

Ciò è probabilmente dovuto al fatto che questo studio utilizza solo cinque caratteristiche abitative per classificare i prezzi delle case. Per identificare i prezzi delle case in ulteriori ricerche potrebbero essere incluse caratteristiche abitative più dettagliate o dovrebbero essere impiegati metodi alternativi.

## CONCLUSIONI

I prezzi delle case sono diversificati rispetto alla localizzazione e, pertanto, possono essere classificati in diversi sottomercati spaziali. Il modo più comune per definire sottomercati di prezzo delle abitazioni è quello di utilizzare confini geografici e politici predefiniti. Tuttavia, l'uso di questi tipi di sottomercati non rappresenta adeguatamente gli attributi dovuti alla localizzazione dei prezzi delle abitazioni, soprattutto nelle aree metropolitane.

Questo studio utilizza l'approccio della *cluster Analysis* e le tecniche statistiche spaziali per classificare i sottomercati spaziali dei prezzi delle case e fa anche un confronto con i sottomercati riferiti ai confini amministrativi. I nostri risultati mostrano che i prezzi delle abitazioni più elevati sono concentrati nella zona più centrale della città, mentre i prezzi più bassi sono diffusi intorno all'anello esterno della zona centrale della Tainan Metropolis.

Ciò indica che i prezzi delle abitazioni in alcune zone della metropoli dovrebbero essere classificati nello stesso sottomercato a causa di attributi localizzativi simili. Inoltre sperimentando l'autocorrelazione spaziale dei prezzi delle abitazioni, si è riscontrata una dipendenza spaziale significativa tra i prezzi delle case. Nella modellazione dei prezzi delle abitazioni, i risultati mostrano che i sottomercati spaziali derivati da tecniche di autocorrelazione spaziale hanno impatti più rilevanti e più significativi sui prezzi delle case, e che anche il modello ha una migliore *goodness-of-fit* rispetto ai due modelli alternativi.

Come risultato, le tecniche spaziali possono essere metodi appropriati per classificare i sottomercati spaziali dei prezzi delle abitazioni, soprattutto nelle aree metropolitane.

## Ringraziamenti

L'autore ringrazia il National Science Council per il sostegno finanziario (NSC 99-2410-H-309-018).

**APPENDICE** L'indice di Moran dei prezzi delle abitazioni

Raggio di distanza dal confine (m)	Indice di Moran	Z(I)	Numero di campioni non adiacenti
100	0,471689	12,541177	511
200	0,378047	14,388436	211
300	0,306034	14,718104	100
400	0,284826	16,338309	55
500	0,254628	16,992329	35
600	0,235960	17,679231	24
700	0,228034	19,029141	20
800	0,217038	20,02823	14
900	0,207337	20,686336	12
1000	0,201242	21,646707	11
1100	0,192719	21,849072	6
1200	0,180368	21,730702	4
1300	0,173101	22,077339	4
1400	0,164608	22,069684	4
1500	0,154092	21,792865	2
1600	0,148592	22,156916	2
1700	0,143266	22,310364	2
1800	0,136614	22,146441	1
1900	0,132105	23,643573	1
2000	0,128711	24,266421	1
2100	0,122219	24,774416	1
2200	0,118471	25,042514	0
2300	0,114794	25,503793	0
2400	0,110346	25,922842	0
2500	0,108803	26,691022	0

**Bibliografia**

- Abraham, J., Goetzmann, W. e Watcher, S. (1994), *Homogeneous Groupings of Metropolitan Housing Markets*, *Journal of Housing Economics*, Vol. 3 No. 3, pp. 186-206.
- Adair, A., Berry, J. e McGreal, W. (1996), *Hedonic Modelling, Housing Submarkets and Residential Valuation*, *Journal of Property Research*, Vol. 13, pp. 67-83.
- Allen, M., Springer, T. e Waller, N. (1995), *Implicit Pricing Across Residential Submarkets*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 11, No. 2, pp. 137-151.
- Anselin, L. (1992), *Spatial Data Analysis with GIS: An Introduction to Application in the Social Sciences*, Working paper, Santa Barbara, US, National Center for Geographic Information and Analysis.
- Anselin, L. (1995), *Local Indicators of Spatial Association—LISA*, *Geographical Analysis*, Vol. 27 No. 2, pp. 93-115.
- Anselin, L. (2002), *Under the Hood Issues in the Specification and Interpretation of Spatial Regression Models*, *Agricultural Economics*, Vol. 27, pp. 247-267.
- Bourassa, S., Cantoni, E. e Hoesli, M. (2007), *Spatial Dependence, Housing Submarkets, and House Price Prediction*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 35, pp. 143-160.
- Bourassa, S., Hamelink, F., Hoesli, M. e MacGregor, B. (1999), *Defining Housing Submarkets*, *Journal of Housing Economics*, Vol. 8, pp. 160-183.
- Bourassa, S., Hoesli, M. e Peng, V. (2003), *Do Housing Submarkets Really Matter?* *Journal of Housing Economics*, Vol. 12, pp. 12-28.
- Basu, S. e Thibodeau, G. (1998), *Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 17 No. 1, pp. 61-85.
- Butler, R. (1980), *Cross-sectional Variation in the Hedonic Relationship for Urban Housing Markets*, *Journal of Regional Science*, Vol. 20 No. 4, pp. 439-453.
- Can, A. (1990), *The Measurement of Neighborhood Dynamics in Urban House Price*, *Economic Geography*, Vol. 66 No. 3, pp. 254-272.
- Can, A. e Megbolugbe, I. (1997), *Spatial Dependence and House Price Index Construction*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 14, pp. 230-222.
- Case, B., Clapp, J., Dubin, R. e Rodriguez, M. (2004), *Modeling Spatial and Temporal Housing Price Patterns: A Comparison of Four Models*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 29 No. 2, pp. 167-191.
- Dale-Johnson, D. (1982), *An Alternative Approach to Housing Market Segmentation Using Hedonic Price Data*, *Journal of Urban Economics*, Vol. 11, pp. 311-332.
- Dubin, R., Pace, R. e Thibodeau, T. (1999), *Spatial Autoregression Techniques for Real Estate Data*, *Journal of Real Estate Literature*, Vol. 7, pp. 79-95.
- Goodman, A. (1981), *Housing Submarkets within Urban Areas: Definitions and Evidence*, *Journal of Regional Science*, Vol. 21, pp. 175-185.
- Goodman, A. e Thibodeau, T. (1998), *Housing Market Segmentation*, *Journal of Housing Economics*, Vol. 7, pp. 121-143.
- Grigsby, W. (1963), *Housing Markets and Public Policy*, Philadelphia, US: University of Pennsylvania Press.
- Hoesli, M. e Macgregor, B. (1995), *The Classification of Local Property Markets in the UK Using Cluster Analysis*, in *The Cutting Edge: Proceedings of the RICS Property Research Conference 1995* Vol. 1, London: Royal Institution of Chartered Surveyors.
- Hoesli, M., Lizieri, C. e Macgregor, B. (1997), *The Spatial Dimensions of the Investment Performance of UK Commercial Property*, *Urban Studies*, Vol. 34 No. 9, pp. 1475-1494.
- Hsieh, B M. e Tzeng, G. S. (2010), *The Changes of Spatial Allocation of New Housing Development in Tainan City*, 15th Asian Real Estate Society Annual Conference paper, Kaohsiung, Taiwan July 2010.
- Lipscomb, C. (2006), *An Alternative Spatial Hedonic Estimation Approach*, *Journal of Housing Research*, Vol. 15 No. 2, pp. 143-160.
- MacLennan, D. e Tu, Y. (1996), *Economic Perspectives on the Structure of Local Housing Systems*, *Housing Studies*, Vol. 11 No.3, pp. 387-406.
- Michaels, R. e Smith, V. (1990), *Market Segmentation and Valuing Amenities with Hedonic Models: the Case of Hazardous Waste Sites*, *Journal of Urban Economics*, Vol. 28, pp. 223-242.
- Pace, R. e Gilley, O. (1997), *Using the Spatial Configuration of the Data to Improve Estimation*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 14 No. 3, pp.333-340.
- Rapin, C., Grigsby, W. e Blank, D. (1953), *Housing Market Analysis*, Washington, DC, US Housing and Home Finance Agency.
- Watkins, C. (2001), *The Definition and Identification of Housing Submarkets*, *Environment and Planning A*, Vol. 33, pp. 2235-2253.