

*Francesco Battaglia
 **Giuseppe Borruso
 ***Andrea Porceddu

Sistemi Informativi Territoriali e analisi spaziale per l'analisi dei valori immobiliari. Un caso applicato alla città di Swindon (UK)

Parole chiave: Valori immobiliari, Analisi spaziale, GIS, Stima di densità, Kriging, Swindon (UK).

Abstract¹ L'articolo riguarda l'analisi dei valori urbani e la loro distribuzione spaziale in un ambito urbano. Lo scopo del contributo è quello di combinare l'utilizzo di Sistemi Informativi Geografici con le tecniche di analisi spaziale per modellizzare i valori immobiliari nell'ambito di un'area urbana. Un test è stato condotto utilizzando valori immobiliari a livello di codici postali per la città di Swindon (UK).

INTRODUZIONE

Le città sono luoghi privilegiati per ospitare le attività umane e 'densi', per quanto riguarda funzioni, servizi, popolazione (Clarke, come riportato da Yeates e Gardner, 1976), infrastrutture (Alonso 1960), localizzate – o localizzabili - in una certa area. Inoltre tale densità di funzioni – e di valori urbani - (Knos 1962; Evans, 1985; Haggett 2001) diminuiscono a mano a mano che ci si allontana dal centro. Gli studiosi hanno dibattuto per decenni riguardo alla forma delle città e ai modelli che la riguardano, che vanno da quelli circolari concentrici a strutture più articolate, radiali o policentriche (Hoch e Waddel 1993; Waddel, Berry e Hoch 1993).

Oggi l'esistenza di un nucleo centrale che organizza il resto dello spazio urbano è messo in discussione dalla presenza di numerosi centri che si sviluppano a partire da azioni pianificate, piuttosto che dai diversi caratteri dei luoghi, che derivano dal comportamento della popolazione residente e lavorativa.

In questo articolo analizziamo la distribuzione spaziale e la struttura dei prezzi delle abitazioni, utilizzando i Geographical Information Systems (GIS) e applicando tecniche di analisi spaziale per evidenziare le aree ad elevato valore e le direzioni di espansione della città. Lo scenario si riferisce a un periodo pre-crisi, analizzando i valori immobiliari del 2007, sulla base dei prezzi di compravendita. L'analisi è volta a comprendere le forme e gli schemi organizzativi di un ambiente urbano.

Nei paragrafi successivi introduciamo l'area di Swindon con particolare attenzione ai piani di sviluppo e le azioni in corso che potrebbero influenzare il mercato immobiliare nel prossimo futuro.

Viene successivamente introdotto il mercato immobiliare dell'area, confrontato a quello nazionale del Regno Unito. L'analisi continua concentrandosi sulle tecniche GIS e di analisi spaziale quali stru-

*Studio Savino and partners **Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche Sezione di Geografia Economica Facoltà di Economia Università degli Studi di Trieste ***Università degli studi di Trento

¹ I paragrafi "Introduzione", "Point pattern analysis and valori urbani. Dati e metodi", "Risultati e commenti", e le "Conclusioni" sono stati realizzati da Giuseppe Borruso. Andrea Porceddu ha realizzato il paragrafo "L'area di studio. La città di Swindon (UK)" mentre Francesco Battaglia si è occupato del paragrafo "Il mercato immobiliare a Swindon". Dove non specificato diversamente, le elaborazioni geografiche sono state realizzate utilizzando il software Intergraph GeoMedia Professional e GeoMedia GRID 6.1 nell'ambito dell'accordo RRL tra Intergraph and e l'Università degli Studi di Trieste.

menti per la modellizzazione dei prezzi urbani e per comprenderne la forma urbana.

In particolare sono utilizzati strumenti di tipo geostatistico. L'articolo si chiude con la discussione dei risultati e le considerazioni conclusive.

L'AREA DI STUDIO. LA CITTÀ DI SWINDON (UK)

La città di Swindon si trova nel Borough di Swindon, nella Contea del Wiltshire County nella regione del Sudovest dell'Inghilterra, al centro di un rettangolo ideale i cui vertici sono rappresentati dalle città di Bristol, Gloucester, Winchester e Reading.

La città è collegata per mezzo di importanti infrastrutture di trasporto, come l'autostrada M4, le strade A419/A417 per Gloucester e la A420 per Oxford, così come dalla linea ferroviaria che collega Bristol e Londra. Il Borough di Swindon copre una superficie di 230 km² e ospita una popolazione di 201.800 persone (Stima 2010). Il centro principale è la città di Swindon, che si sviluppa su di un'area di quasi 60 km² con una popolazione attorno a 156.000 persone.

In passato la città di Swindon comparve come piccolo mercato specializzato nel baratto fino al diciannovesimo secolo quando la rivoluzione industriale investì la città. La costruzione di canali (Wilts e Berks nel 1810 e il North Wilts nel 1819) aumentò l'accessibilità e le opportunità di scambi commerciali, aumentando altresì la popolazione e cambiando la struttura urbana, ma è lo sviluppo del trasporto ferroviario a dare la spinta alla città, dato che nel 1842 viene scelta Swindon come nuova stazione sulla linea Great Western Railway, con la funzione di scambio dei flussi ferroviari da Londra verso una potenziale nuova connessione con Gloucester.

Si trattò di un'opportunità di sviluppare attività basate sulle ferrovie, e in particolare la costruzione e manutenzione del materiale rotabile caratterizzò l'economia di Swindon per più di un secolo fino agli anni '60 del ventesimo secolo - nel momento di apice, più di 14.500 persone erano attive a Swindon nelle ferrovie - seguito da un periodo di smantellamento del settore tra gli anni '70 del ventesimo secolo e il 1986. L'economia oggi è cambiata radicalmente, non più orientata all'industria bensì al settore dei servizi e dell'*hi-tech*. Il settore bancario e assicurativo domina per quanto riguarda la produzione di valore aggiunto, sebbene il settore manifatturiero sia tuttora importante. Oggi l'ambiente economico di Swindon si basa sul settore automobilistico (Honda, BMW e Renault hanno qui i loro impianti produttivi), sull'ICT e l'elettronica (Motorola, Dolby labs, Intel), assicurazioni, finanza e consulenza (Nationwide, Zurich), settore farmaceutico (Patheon, Catalent Pharma Solutions).

Tale conversione sta trasformando l'economia in un settore *knowledge intensive*, dove professionisti specializzati nei vari ruoli di punta dell'ingegneria, dell'informatica, delle biotecnologie e dell'industria farmaceutica sono, infatti, figure sempre più richieste. Anche l'*automotive* ha contribuito a creare un *cluster* ingegneristico, con fornitori e subcontraenti che lo supportano, creando inoltre domanda per spazi logistici, resi possibili anche dalla buona accessibilità dell'area.

La concentrazione dei servizi orientati alla logistica ha consentito un'ulteriore agglomerazione di numerose attività commerciali e orientate al tempo libero, che sono state altresì attratte dalla nuova ondata di piani di rigenerazione urbana finalizzata al riavvio della locale rete commerciale. Oltre al Bunel Centre - con 100 punti vendita - e molte altre aree commerciali come quelle nella *Old Town*, l'offerta commerciale è completata da due importanti centri commerciali (The Parade e Swindon Designer Outlet) e molti parchi commerciali periferici (es., Greenbridge, Orbital e West Swindon District Centre). I valori delle rendite commerciali nelle aree centrali si assestano attorno ai GBP 185 per piede quadrato, ma fuori dal *Central Business District* il valore medio scende sensibilmente, molto al di sotto dei GBP 100 per piede quadrato.

Nel periodo precedente alla Crisi, l'economia di Swindon aveva registrato buone prestazioni, crescendo del +3,1% all'anno nel periodo 2002 - 2007 (un valore più alto del resto del Regno Unito) e con un'occupazione crescente (+0,8% annuo) (Office for National Statistics).

Tali attività e caratteristiche stanno contribuendo a trasformare di nuovo l'economia di Swindon, richiamando abitanti con un conseguente aumento della popolazione, grazie anche ai prezzi più bassi degli immobili se confrontati con altre città del Regno Unito o dell'Inghilterra.

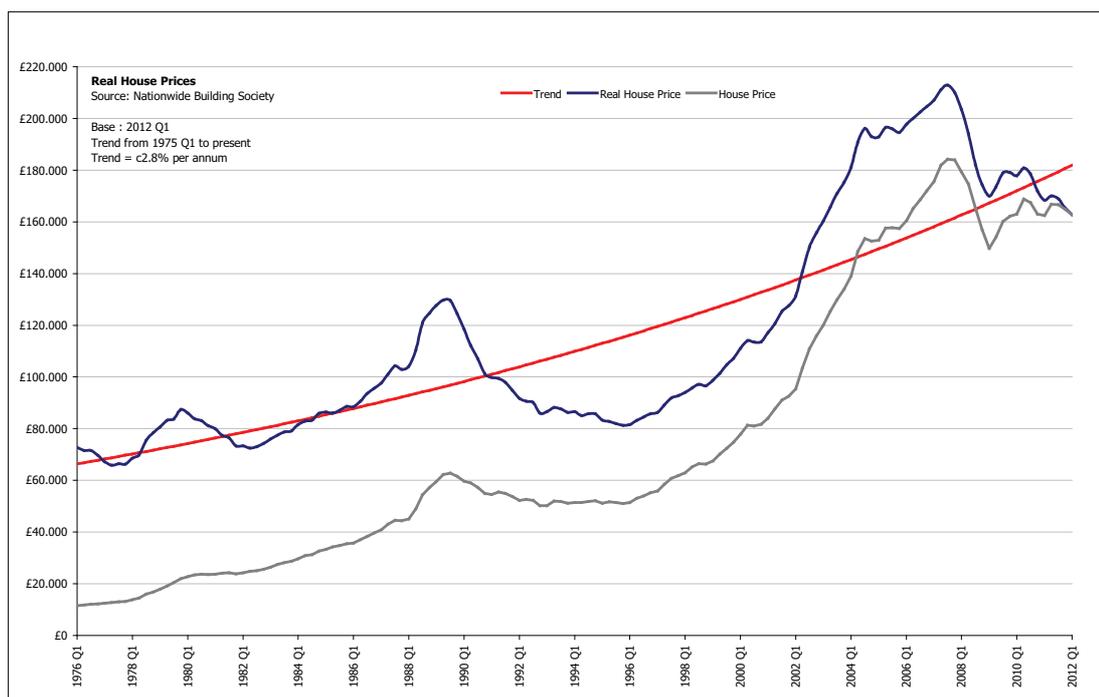
Per rispondere a tale incremento demografico è prevista una nuova espansione della città e un processo di rigenerazione che coinvolge il centro storico originario. Il *Regeneration Framework* per il centro della città è stato lanciato nel 2002, dando vita alla New Swindon Company (oggi "Forward Swindon"), incaricata di realizzarlo. Il piano prevede investimenti per un miliardo di sterline (GBP) per ottenere spazi da destinare a uffici (circa un milione di piedi quadrati), aree commerciali e tempo libero (più di un milione di piedi quadrati), abitazioni (3.000). Tali iniziative e la crescita della popolazione dovrebbero altresì favorire anche il settore delle costruzioni.

Per quanto riguarda le altre direzioni di espansione della città, secondo le ricerche dell'agenzia immobiliare Knight Frank, nel 2009 si ipotizzava che questa sarebbe avvenuta nella parte meridionale del *Borough of Swindon*, in un'area compresa tra la città e l'autostrada M4, sebbene la crisi economica stia rallentando tale processo (Swindon Borough Council, 2009).

IL MERCATO IMMOBILIARE A SWINDON.

Il mercato immobiliare nel Regno Unito risente degli effetti della crisi economica e finanziaria internazionale.

Grafico 1 Prezzi delle abitazioni nominali e reali e linea di tendenza dei prezzi reali in UK.



Fonte: Nationwide Building Society. I prezzi nominali delle abitazioni sono presi dalla serie "UK All Properties", senza aggiustamento stagionale; I prezzi aggiustati per l'inflazione utilizzano l'Indice dei prezzi al consumo (RPI - Retail Price Index) dell'Office for National Statistics per la conversione dei valori nominali ai prezzi correnti.

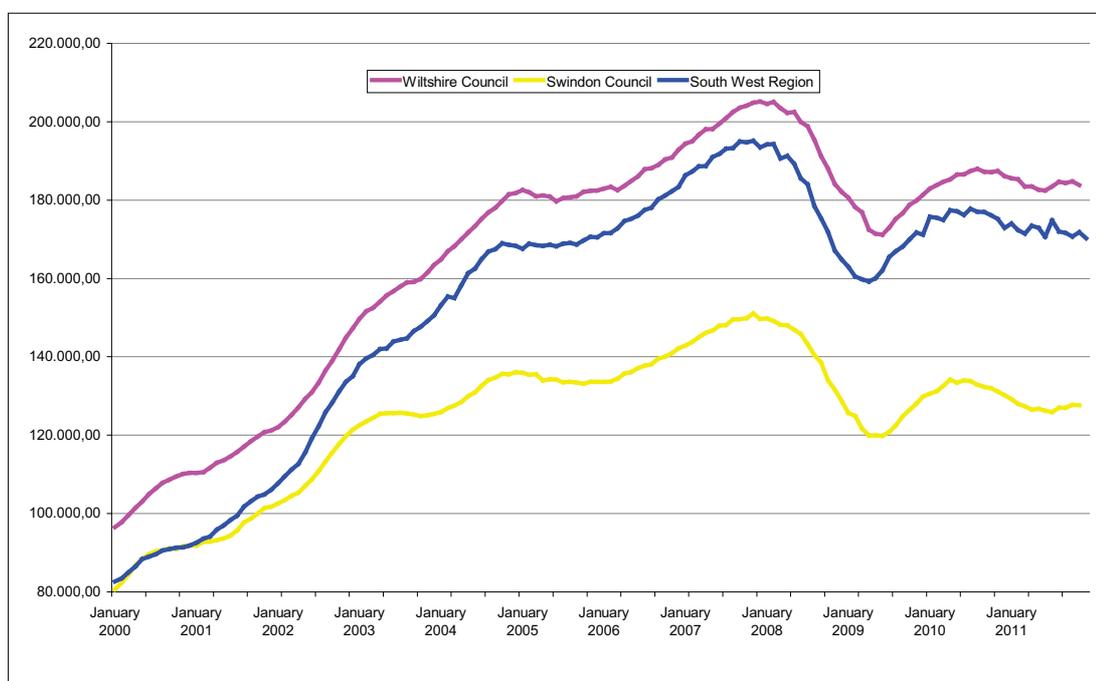
Dopo un periodo di crescita (1996 – 2007) il prezzo di vendita medio delle abitazioni è crollato, dal picco raggiunto nell'autunno 2007 (GBP 184.131,00 – prezzo medio nominale) al valore minimo del primo trimestre del 2009 (GBP 162.116) e, sebbene vi siano state numerose fluttuazioni nel 2010 e

nel 2011, i prezzi sembrano essersi stabilizzati alla fine del 2011 e nel corso del primo trimestre del 2012 (GBP 162.116). Una modesta crescita del +1,1 % si è registrata nel corso del 2011. A titolo di paragone, l'area londinese è stata quella con le dinamiche migliori con un incremento annuo del +5,4% (Nationwide Building Society).

Il Sud Ovest dell'Inghilterra – area in cui troviamo Swindon – mostra alcune differenze nei valori immobiliari. Il Sud Ovest ha registrato una crescita dello +0,6% nei valori immobiliari tra 2010 e 2011, mentre Swindon si assesta come la regione inglese più conveniente per quanto riguarda il rapporto tra prezzo di acquisto e rendimenti attesi.

Il Sud Ovest e il Wiltshire presentano valori più elevati rispetto al resto del paese, e sebbene la correlazione sull'andamento dei prezzi sia molto alta ($>0,99$), il prezzo medio in questa parte dell'Inghilterra è generalmente più alto (Nationwide Building Society).

Grafico 2 Confronto tra i prezzi reali di vendita degli immobili nel Regno Unito, nel Sud Ovest dell'Inghilterra, nel Wiltshire e a Swindon



Fonte: elaborazione da Nationwide Building Society

Se ci muoviamo a portare alcune considerazioni più approfondite sul caso di Swindon, e basandoci sui dati relativi alla situazione pre-crisi, utilizzati per testare i nostri modelli, questi offrono una panoramica interessante disaggregata per la realtà che stiamo esaminando, relativamente alla distribuzione spaziale dei prezzi e alla loro varietà.

Swindon non si discosta molto dalle caratteristiche generali del resto dell'Inghilterra, con le case della categoria *semidetached* e *terraced* che mostrano valori simili, sebbene le *detached houses* siano più costose e i prezzi degli appartamenti (*flats*) diverga di poco.

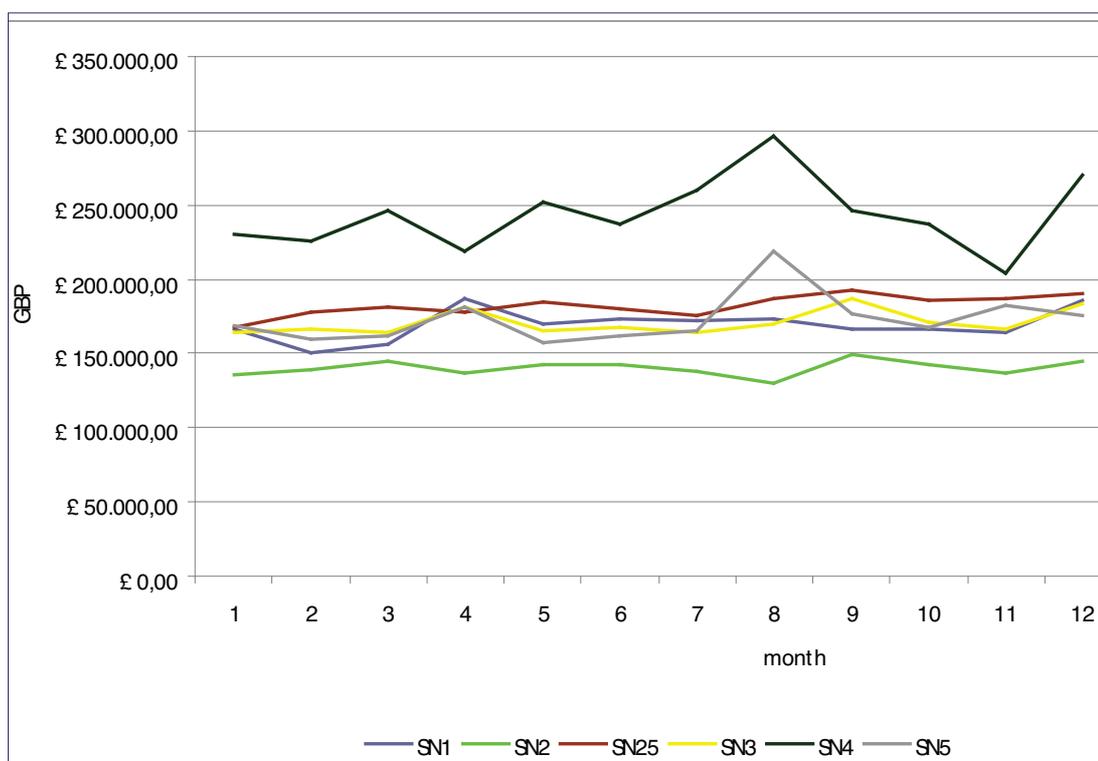
Tali differenze possono trovare giustificazione osservando il nostro campione di 4.744 abitazioni in vendita nel 2007, costituite da sole 781 *detached houses*, 936 appartamenti, 1.119 *semi-detached houses* e 1.913 *terraced*, mostrando un certo eccesso di offerta delle categorie *semi-detached* e *terraced houses* nell'area di Swindon.

Tabella 1 Prezzi medi di vendita per area postale nelle aree urbane e suburbane di Swindon per tipologia di abitazione (prezzi in GBP)

AREA POSTALE	TIPO DI ABITAZIONE				
	Accostata	Appartamento	Semiaccostata.	Terrazzata	Totale
SN1 Urbano	308.731,70	144.592,07	209.770,96	161.679,12	167.542,87
SN2 Urbano	199.072,13	125.398,86	150.981,46	133.352,02	140.867,48
SN25 Urbano	248.910,03	135.015,67	185.403,30	174.515,65	182.421,44
SN3 Periurbano	349.582,50	152.218,06	220.258,85	219.510,00	211.853,91
SN3 Urbano	270.430,13	108.948,32	176.914,94	142.954,84	166.859,37
SN4 Suburbano	346.763,02	107.550,00	206.218,97	177.259,67	233.034,67
SN5 Suburbano	334.987,39	89.333,33	210.730,00	176.615,38	262.180,22
SN5 Urbano	227.819,04	92.050,00	155.758,95	129.608,57	159.669,88
Totale	267.675,12	132.725,11	178.960,41	153.021,18	173.993,76

Fonte: Her Majesty's Land Registry 2007

Grafico 3 Confronto tra i prezzi mensili medi delle abitazioni a Swindon, riferito alle zone postali (2007)



Fonte: Her Majesty's Land Registry 2007 House prices (nominali, non destagionalizzati)

Osservando i dati come organizzati in Tabella 1, risulta che nonostante i progetti di sviluppo posti in essere per rivitalizzare il centro storico della città (corrispondente alle aree postali SN1 e SN2) – tuttora in corso – le vendite di abitazioni si concentrano soprattutto su nuove proprietà in terreni precedentemente non edificati (area postale SN25), e riguarda prevalentemente la categoria delle *detached houses* localizzate lontano dal centro cittadino e dalle circostanti industrie pesanti. Inoltre, i dati relativi al 2007 mostrano che le vendite immobiliari nel centro cittadino sono in fase di riduzione, dopo una partenza buona, mentre i sobborghi sembrano più reattivi nel soddisfare una domanda crescente.

POINT PATTERN ANALYSIS E VALORI URBANI. DATI E METODI

L'analisi si è svolta su diversi insiemi di dati, in particolare sulla distribuzione spaziale dei prezzi degli immobili. Ciò si è rivelato importante sia per quanto riguarda la localizzazione delle vendite nello spazio, per derivarne le aree a maggior concentrazione, sia per quanto riguarda i prezzi e il loro andamento nell'area urbana di Swindon. Tali elementi sono risultati interessanti per studiare come le azioni di rinnovamento urbano poste in essere dalle autorità locali e dalle agenzie di sviluppo regionale di Swindon stiano, di fatto, spingendo per la realizzazione di nuovi poli di attrazione per le persone dal punto di vista delle scelte residenziali. Sono stati utilizzati diversi metodi di stima, soprattutto basati sull'analisi dei *point pattern*, al fine di calcolare la densità del fenomeno osservato e misure locali e globali per esaminare l'andamento dei prezzi nell'intera area di studio.

Nel lavoro si sono utilizzati soprattutto dati di tipo puntuale, tuttavia per scopi di visualizzazione ci si è avvalsi di altri dati, quali le sezioni di censimento e le suddivisioni amministrative, nonché la rete stradale OSCAR (© Ordnance Survey Centreline for Roads).

A questi ultimi dati si sono aggiunti quelli derivati gratuitamente da OpenStreetMap per l'area del Borough of Swindon. Questi ultimi risultano molto aggiornati ma limitati per quanto riguarda la tipologia di qualità e quantità di attributi presenti, sebbene molto confrontabili con i dati ufficiali OSCAR per scopi di visualizzazione, dal punto di vista delle caratteristiche geometriche.

L'analisi sui valori degli immobili si è basata su un insieme di 4.744 casi riferiti all'anno 2007 e derivati dall'Her Majesty's Land Registry² e riferiti ai codici postali (per un totale di 1.984 codici postali sotto forma di punti), suddivise, quali abitazioni, in *Flat* (appartamenti), *Terraced* (terrazzate), *Detached* (accostate) e *Semidetached houses* (semiaccostate), con i prezzi espressi in GBP (lire Sterline britanniche), e contenenti altresì la data dell'annuncio di vendita e l'indirizzo.

I dati sono stati organizzati in un foglio di calcolo e georeferenziati per l'elaborazione all'interno di un programma GIS. È stata utilizzata una Kernel Density Estimation per modellare la densità e la distribuzione delle abitazioni vendute nel 2007 e i cosiddetti '*hot spot*' come aree a elevati livelli di concentrazione. La funzione Kernel è una funzione a 3 dimensioni che stima la densità degli eventi all'interno del suo raggio di ricerca o soglia (τ) che li pesa a seconda della loro distanza dal punto di stima (Gatrell e altri, 1996).

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s - s_i}{\tau}\right)$$

1

² Dati del Land Registry (UK), ottenuti dal sito web "This is House Prices" <http://www.thisishouseprices.co.uk/> nel dicembre 2008. In ogni caso, il sito web "thisishouseprice" non produce più tali dati con un simile livello di dettaglio. Le vendite immobiliari devono pertanto essere reperite in altro modo.

Dove $\hat{\lambda}(s)$ è l'intensità nel punto s , s_i è l'osservazione dell' i -esimo evento, e $k(\cdot)$ è la funzione Kernel, centrata nel punto *location* s , all'interno della quale sono contati e pesati gli eventi s_i (Gatrell, 1994). All'insieme dei dati contenenti i prezzi delle abitazioni è stata data attenzione al fine di modellizzare la distribuzione dei nuovi valori immobiliari sull'area di studio.

Considerando che i principali progetti di sviluppo urbano sono sul tappeto, le diverse analisi sviluppate possono rivelare schemi distributivi e tendenze nel mercato immobiliare dell'area, sebbene, come descritto precedentemente, i dati siano riferiti all'anno 2007. Si sono misurati i *trend* nei prezzi, con il valore in GBP come funzione della distanza dal centro cittadino.

Ciò si è reso possibile utilizzando dei diagrammi illustranti le diverse distribuzioni di frequenza per le categorie immobiliari a diverse classi di distanza dal centro (Grafico 4).

Sono state altresì sviluppate delle analisi locali per integrare questo tipo di esame, osservando dove avvengono i 'picchi' e gli 'avvallamenti' nella distribuzione dei prezzi degli immobili. Tecniche locali si focalizzano sulla variabilità locale del fenomeno osservato, ipotizzando l'esistenza di una correlazione locale che diminuisce all'aumentare della distanza dalla posizione stimata (Kelly, Atkinson 1999). La stima locale è stata ottenuta tramite un'interpolazione dei dati secondo il loro valore in GBP e la loro posizione sul territorio. Tramite l'algoritmo Inverse Distance Weighting (IDW) si è ottenuta una superficie continua a partire dall'iniziale schema distributivo di punti, costituito dai 1.984 codici postali unitari cui sono state attribuite le 4.744 abitazioni vendute. Non è stato possibile rapportare i prezzi delle abitazioni alle dimensioni delle stesse, non avendo i dati utilizzati questo tipo di dettaglio, quindi i dati al 2007 sono stati considerati quali valori campione per l'area di studio.

L'algoritmo IDW è stato spesso usato da geografi e analisti del territorio per esprimere il fattore di decrescita all'aumentare della distanza nei comportamenti di tipo spaziale e come metro di confronto per altre metodologie di interpolazione (Watson, 1992). L>IDW stima i valori nel punto z' a partire da un insieme di punti z_i a seconda della loro distanza e può essere espresso come:

$$z' = \frac{\sum_i (1/d_i)^p z_i}{\sum_i (1/d_i)^p}$$

2

Dove d_i è la distanza da z' (stimata) ai diversi punti z_i (insieme di punti) e p è il fattore di elevamento a potenza della distanza. L'algoritmo IDW si basa sull'assunto che i valori più vicini siano più simili gli uni agli altri rispetto a quelli più lontani, e quindi si assume di pesare maggiormente i primi nell'interpolazione dei dati. Nel lavoro qui affrontato per la stima dei valori si è utilizzato un valore di $p = 2$, accentuando quindi il peso di valori più vicini tra loro rispetto a quelli più lontani.

Sono in corso delle ricerche per limitare tali effetti utilizzando approcci geostatistici (Kelly, Atkinson, 1999) e saranno implementati in lavori futuri su questo argomento. In questo articolo una prima applicazione del Kriging ordinario viene testata su alcuni sottoinsiemi del *data set* contenente i prezzi dei valori immobiliari – in particolare appartamenti e case accostate – e confrontate con altre tecniche di interpolazione. Il Kriging può essere considerato simile all>IDW quando utilizzato per interpolare dati sparsi per una variabile singola, di solito con numerosità inferiore a 1.000 elementi. Vi è una differenza sostanziale tra i due metodi di interpolazione. Nel caso dell>IDW ci troviamo di fronte a un sistema di tipo deterministico, in cui i 'buchi' tra un punto e l'altro vengono riempiti sostanzialmente stimando il valore che vi potrebbe essere tra questi sulla base della loro distanza.

Al contrario il Kriging si basa su di un modello statistico: la funzione viene stimata a partire dal "comportamento" degli stessi dati, così da ottenere i valori più efficienti. La tecnica fornisce una stima non distorta (*unbiased*) dei valori come una media pesata delle osservazioni che circondano il punto di cui stimare il valore.

Il Kriging stima in modo ottimale facendo riferimento al variogramma, dove la varianza dei valori

campione viene legata al vettore di distanza e densità dei valori. Per adattarsi al variogramma, le osservazioni vicine alla stima ricevono il peso maggiore rispetto a quelle più lontane.

Alcune prime applicazioni del Kriging ordinario, utilizzando un variogramma lineare, sono state fatte utilizzando lo stesso insieme di dati. I risultati prodotti a questo punto, comunque, risultano alquanto simili a quelli ottenuti per mezzo dell'IDW.

RISULTATI E COMMENTI

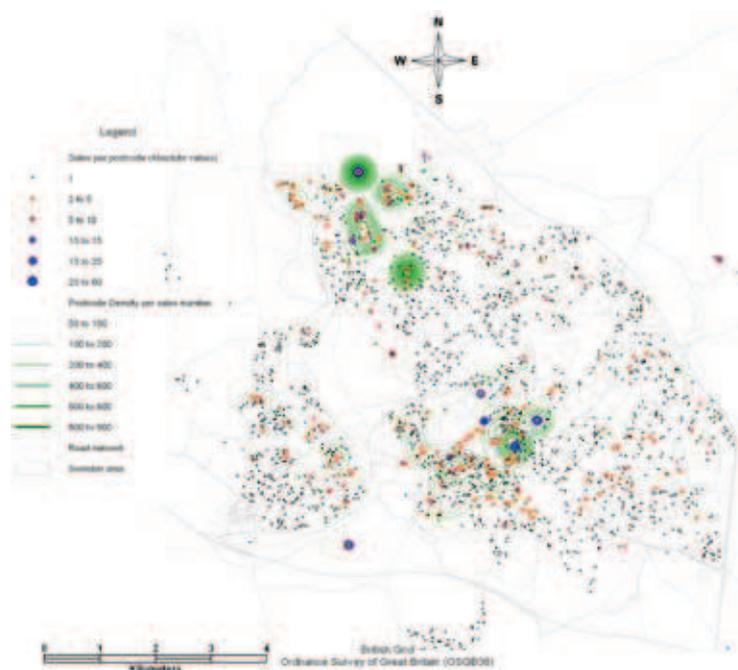
Analisi di densità

In analisi precedenti (Borruso, 2003; Battaglia, Borruso e Porceddu, 2010) si è osservata la configurazione della concentrazione spaziale delle infrastrutture di trasporto e della forma urbana per mezzo della distribuzione degli incroci stradali. In tali analisi si era applicata una funzione KDE quartica, la cui caratteristica è prevalentemente quella di pesare maggiormente gli elementi vicini al punto di stima e via via meno quelli lontani, fino al valore zero arrivati alla distanza soglia. Ne era apparsa un'area centrale quale *core* cittadino con una rete più densa di strade.

Le città britanniche generalmente presentano uno schema piuttosto tipico nelle aree residenziali, organizzate regolarmente secondo uno schema gerarchico della rete stradale. Risulta quindi facile notare una relazione tra l'uso del suolo urbano e lo schema della rete stradale.

Si è inoltre osservata (Battaglia, Borruso e Porceddu) una correlazione tra i picchi nella densità di popolazione vicino ad alti valori della densità di rete nel centro cittadino e anche nelle aree residenziali – sud-est e sud-ovest dell'area urbana.

Figura 3 Kernel density estimation sui prezzi degli immobili a livello di codice postale unitario (2007).

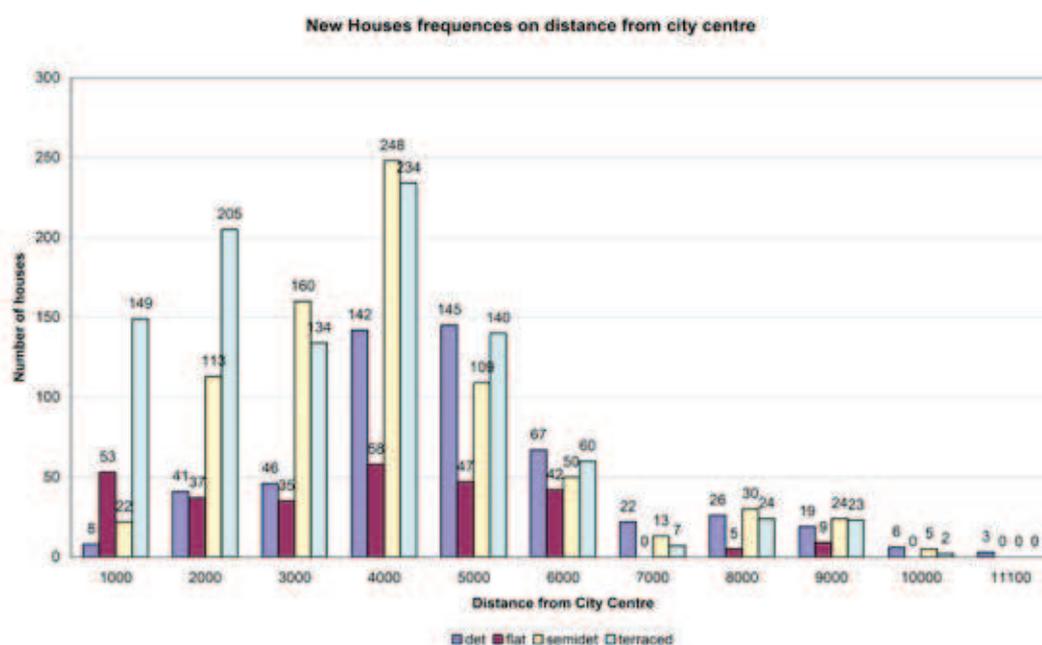


In questa sede abbiamo sviluppato un'analisi di densità quartica sulla distribuzione spaziale delle nuove vendite di abitazioni, utilizzando una distanza soglia di 500 m e una risoluzione di cella di 20 m, che ci ha consentito di visualizzare una serie di picchi prevalentemente in due aree della città di Swindon (Figura 3).

Si tratta della parte nord-occidentale della città, che corrisponde all'area postale SN25, dove si trova il valore più alto pari a 800 eventi (ovvero abitazioni in vendita) per km².

La concentrazione segue un orientamento nord-nordovest – sud-sudest. Una seconda area a elevata concentrazione si può notare a sud della linea ferroviaria e vicino all'area centrale della città, che corrisponde all'area postale SN1. Qui è visibile un altro picco sebbene di altezza meno pronunciata e con una stima della densità attorno ai 400 eventi per km², con una concentrazione di nuove abitazioni che seguono la linea nordest – sudovest.

Grafico 4 Prezzi delle abitazioni e distanza dal centro cittadino.



Analisi locali

L'analisi è continuata con l'esame della distribuzione delle nuove abitazioni e dei loro prezzi, differenziata per categoria e a seconda della distanza dal centro cittadino (Grafico 4). Come anticipato nell'analisi di densità, un centro 'ideale' della città è stato evidenziato per essere utilizzato per successive analisi basate sulla densità.

Ciò ha consentito di calcolare distanze euclidee per ogni valore immobiliare dal centro cittadino. Un primo insieme di analisi ha consentito di rappresentare graficamente la distribuzione spaziale delle nuove abitazioni a seconda delle classi di distanza.

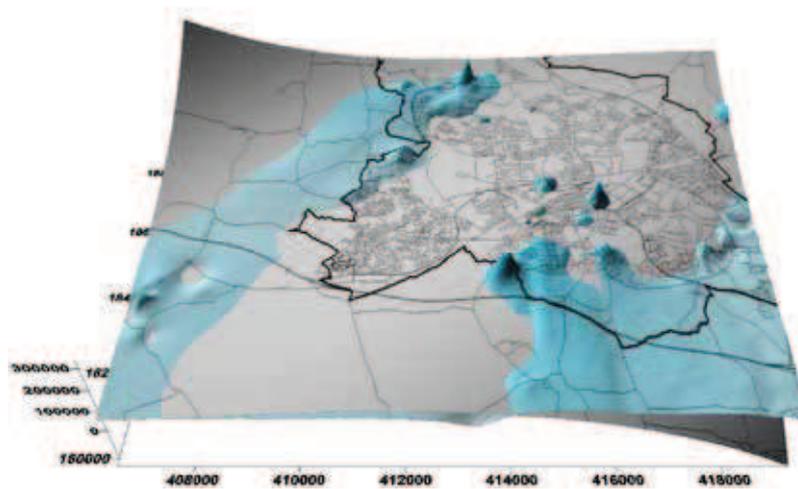
Sebbene le posizioni delle nuove abitazioni registrate si sviluppino dal centro cittadino fino a una distanza di circa 11 km, ovvero alla distanza cui si trovano alcuni villaggi satellite attorno a Swindon, la maggior parte delle abitazioni in vendita si trova entro 6 km dal centro cittadino, che corrisponde altresì alla distanza massima dal confine dell'area urbana, con numeri piuttosto limitati localizzati oltre tale soglia. Ciò vale soprattutto per le case terrazzate (95,3% entro 6 km), gli appartamenti (97%), mentre le case accostate e semiaccostate (87,82% e 91,77% rispettivamente) presentano una più ampia distribuzione sulla regione di studio.

Considerando l'analisi locale, l'IDW mostra i picchi più alti in tutti i gruppi nell'area centrale (SN1), in

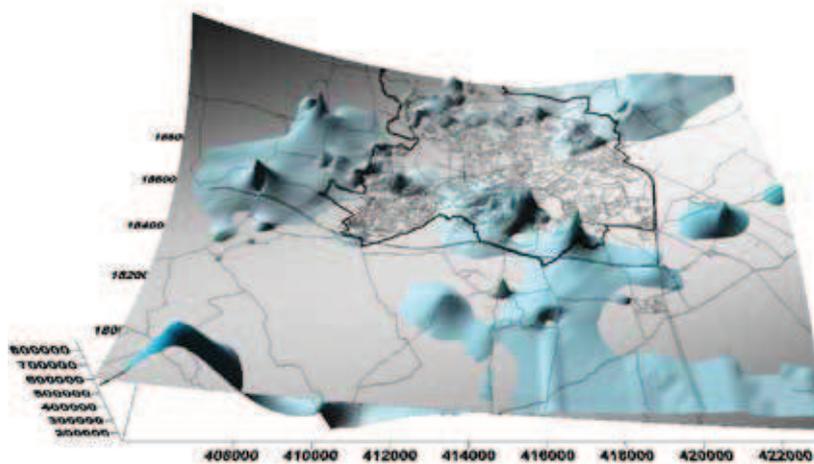
particolare per le case semiaccostate e terrazzate. Una seconda area di valori elevati è localizzata nella parte nord-occidentale della regione di studio e corrisponde all'area postale SN25 (Priory Vale), da considerare uno dei settori più dinamici relativamente allo sviluppo urbano di Swindon. Altre aree interessanti per i valori immobiliari sono localizzate nella parte nord-orientale (SN3) e occidentale (SN5) del Borough of Swindon.

Al di fuori della regione di studio ristretta, alcuni dei centri abitati circostanti sembrano dinamici come luoghi per sviluppo di nuove realtà residenziali, particolarmente per i prezzi più alti delle abitazioni. In particolare Wootton Bassett e Wroughton (SN4) presentano alti valori relativamente a nuove realizzazioni e, assieme agli altri centri quali Purton, Lydiard Millicent e Chiseldon, rappresentano le aree ad alti prezzi delle abitazioni per le case accostate e semiaccostate.

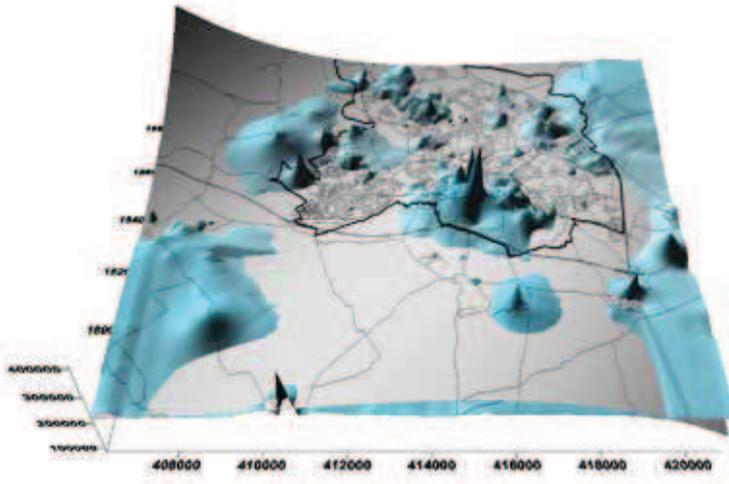
Figura 4 Analisi locale dei prezzi delle abitazioni
(visualizzazioni 3D elaborate con Golden Software Surfer 8.0)



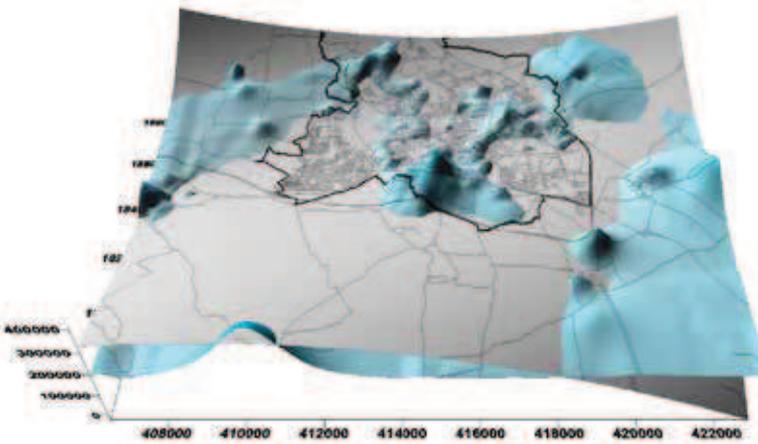
PREZZI DEGLI APPARTAMENTI



PREZZI DELLE CASE ACCOSTATE



PREZZI DELLE CASE SEMIACCOSTATE



PREZZI DELLE CASE TERRAZZATE

Si è inoltre applicato un Kriging ordinario, basato su un variogramma lineare, su due categorie di abitazioni, ovvero sui i prezzi degli appartamenti e su quelli delle case accostate. L'analisi si è limitata a queste due categorie in quanto il loro numero era inferiore a 1.000, limite entro il quale il Kriging si trova a lavorare meglio, mentre campioni più numerosi richiedono altre famiglie di interpolatori. Il Grafico 5 illustra i variogrammi per i due insiemi di dati, mentre la Figura 5 rappresenta l'applicazione cartografica della funzione Kriging all'area di Swindon. I risultati sono simili, sebbene meno 'a blocchi' rispetto a quelle ottenute con la funzione IDW e, particolarmente per gli appartamenti, si confermano i due picchi nei prezzi medi attorno al centro cittadino e nell'area nord-occidentale della regione di studio, mentre le case accostate mostrano i loro picchi nella parte attorno all'area urbana di Swindon così come a sud del centro cittadino stesso.

Grafico 5 Variogramma dei prezzi delle abitazioni. a) appartamenti; b) case accostate

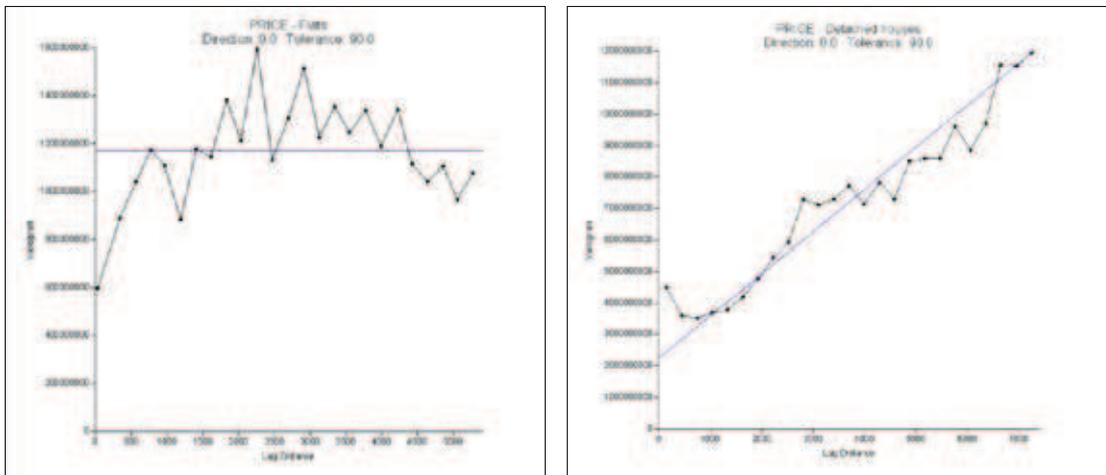
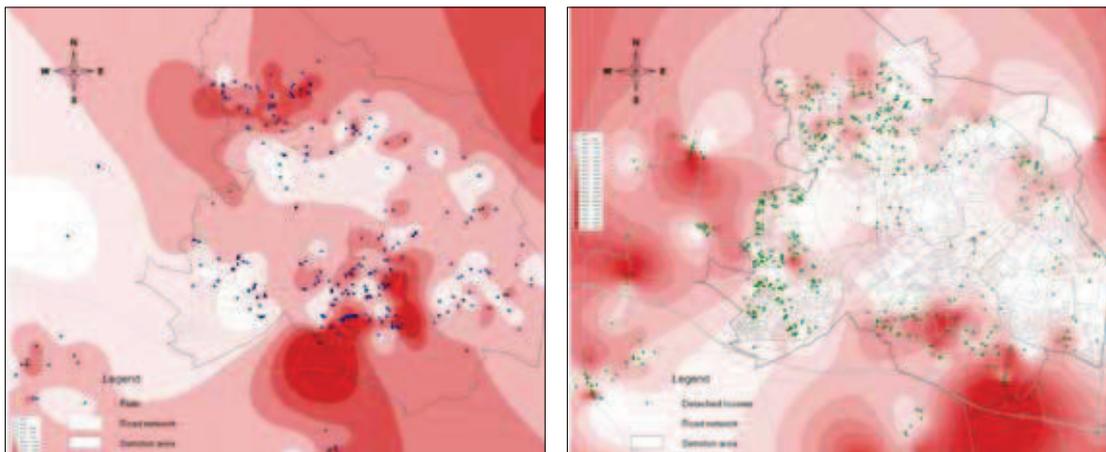


Figura 5 Kriging ordinario sui prezzi delle abitazioni. a) appartamenti; b) case accostate



CONCLUSIONI

In questo articolo si sono esaminati diversi temi riguardanti la distribuzione spaziale dei prezzi delle abitazioni in un'area urbana.

Abbiamo applicato tecniche di analisi spaziale per esaminare dinamiche urbane legate alle caratteristiche del mercato immobiliare. I diversi metodi sono stati utilizzati da una parte per evidenziare i 'punti caldi' della città di Swindon (UK) rappresentati dalle aree dove un numero più elevato di unità residenziali è stato offerto nell'anno 2007.

Le altre analisi basate su *point pattern* o su suoi sottoinsiemi hanno consentito di disegnare una superficie a tre dimensioni dell'immagine della città, in termini di variazione dei prezzi, in diverse parti della città a seconda delle diverse caratteristiche e della distanza dal centro della città, diversificando altresì l'analisi per la categoria di abitazione. In tal senso sono state applicate sia delle analisi statistiche standard sia alcune analisi locali basate su metodi di interpolazione (IDW e Kriging). In altre analisi avevamo altresì considerato confronti tra statistiche locali e globali.

Le aree più dinamiche della città di Swindon sono localizzate nell'area centrale e centro-meridionale della città e nel quadrante nord-occidentale (SN25) per quanto riguarda la frequenza di abitazioni disponibili in vendita. In ogni caso le nuove abitazioni in vendita sono localizzate nell'area che circonda il centro cittadino a una certa distanza dallo stesso – abbiamo osservato una sorta di 'confine' nella distribuzione delle abitazioni a mano a mano che ci si muove al di fuori del centro cittadino – di fatto, in aree che già presentano una densità abitativa piuttosto elevata.

Un obiettivo ancillare è stato quello di esaminare la possibilità di svolgere tale ricerca facendo ricorso a un ammontare limitato di dati disponibili in modo aperto e gratuito, pertanto estendendo il potenziale di combinare tali tecniche di carattere analitico – spaziale per modellizzare le aree urbane e le loro tendenze di sviluppo con il ricorso a insiemi di dati geografici disponibili liberamente.

Ciò risulta oggi particolarmente importante, in quanto nei paesi più industrializzati si stanno fornendo dati di interesse pubblico in modo aperto, consentendo ai cittadini di essere coinvolti e informati delle attività della pubblica amministrazione e inoltre di utilizzare tali dati per diverse attività. La ricerca è una di queste, e in questo caso è stato possibile grazie alla disponibilità di dati geografici al dettaglio di indirizzo e codice postale unitario. Un'osservazione interessante può altresì essere fatta con riferimento ai dati pubblicamente disponibili. Al momento di ottenere i dati sui valori delle abitazioni siamo stati in grado di reperirli tramite un sito internet collegato al Land Registry del Regno Unito, mentre non vi erano dati cartografici disponibili in modo gratuito e libero relativi alle posizioni dei codici postali georeferenziati.

Ciò ci ha portato a optare per una georeferenziazione basata su portali web che operano georeferenziazione da insiemi di indirizzi, ottenendo coordinate geografiche prima che proiettate – metriche. Nel periodo più recente la situazione risulta cambiata, ed è piuttosto difficile, sempre con riferimento all'area britannica, ottenere i prezzi delle abitazioni con questo livello di dettaglio (codice postale unitario), sebbene lo siano a livello di unità amministrativa o di area postale.

Dall'altro lato, l'Ordinance Survey consente oggi lo scarico dei codici postali unitari geografici e il loro utilizzo e quindi analisi GIS e analisi statistica spaziale possono essere sviluppate più agevolmente collegando i dati attributo (come i prezzi delle abitazioni) a quelli geografici (la loro posizione puntuale sul territorio).

L'articolo dimostra inoltre la necessità di combinare analisi di tipo qualitativo e quantitativo per fornire delle indicazioni iniziali per comprendere alcuni aspetti e caratteristiche spaziali di un'area urbana, per quanto riguarda i valori immobiliari e il suo sviluppo.

Bibliografia

- Alonso, W. (1960) *A Theory of the Urban Land Market*. Pap Proc Reg Sci Assoc n. 6 pp- 149—157.
- Bailey, T. C., Gatrell, A. C. (1995) *Interactive Spatial Data Analysis*. Harlow, Longman.
- Berry, B. J. L., Kim, H-M. (1993) *Challenges to the Monocentric Model*. Geog. An. 25(1) pp. 1—4.
- Battaglia, F., Borruso, G., Porceddu, A. (2010) *Real Estate values, urban centrality, economic activities. A GIS Analysis on the City of Swindon (UK)*, in Taniar D., Gervasi O., Murgante B., Pardede E. and Apduhan B. O. (eds by). *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2010*, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 5072, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag pp. 1-16.
- Borruso, G., Porceddu, A. (2009). *A Tale of Two Cities. Density Analysis of CBD on Two Midsize Urban Areas in Northeastern Italy*, in Borruso, G., Lapucci, A., Murgante, B. (eds. By) *Geocomputational Analysis for Urban Planning. Studies in Computational Intelligence*, vol 176, pp. 37--56. Springer Heidelberg.
- Borruso, G. (2003) *Network Density and the Delimitation of Urban Areas*. Transactions in GIS, 7 (2), pp. 177—191.
- Borruso, G. (2008) *Network Density Estimation: a GIS Approach for Analysing Point Patterns in a Network Space*. Transactions in GIS 12 (3) pp. 377—402.
- European Commission: Eurostat database, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> (2009, accessed December 2009)
- Gatrell, A., Bailey T., Diggle P., Rowlingson B. (1996) *Spatial Point Pattern Analysis and its Application in Geographical Epidemiology*. Transactions of the Institute of British Geographers 21: pp. 256-74.
- Godley, W. (2003) *The awful warning of the Lawson boom* <http://www-cfap.jbs.cam.ac.uk/publications/files/Godley%20FT%20060803.pdf> (2003, accessed December 2009)
- Haggett, P. (2000). *Geography: A Global Synthesis*. Harlow, Pearson Education.
- Halifax: Halifax House price index, http://www.lloydsbankinggroup.com/media1/research/Halifax_hpi.asp (November 2009, accessed December 2009)
- Hoch, I., Waddel, P. (1993) *Apartment Rents: Another Challenge to the Monocentric Model*. Geog. An. 25(1) pp. 20—34.
- Kelly, R. E. J., Atkinson, P. M. (1999). *Modelling and Efficient Mapping of Snow Cover in the UK for Remote Sensing Validation*, in Atkinson, P. M., Tate, N. J. (ed. by) *Advances in Remote Sensing and GIS Analysis*, London, Wiley .
- Knos, D. S. (1962) *Distribution and Land Values in Topeka, Kansas*, Bureau of Business and Economic Research, Lawrence.
- Murphy, R. E., Vance, J. E. (1954) *A Comparative Study of Nine Central Business Districts*. Econ Geog. 30 pp. 301—336.
- Murphy, R. E., Vance, J. E. (1954) *Delimiting the CBD*. Econ. Geog. 30(3) pp. 189—222.
- Nationwide Building Society: Nationwide Housing Index reviews, <http://www.nationwide.co.uk/hpi> (2009, accessed December 2009).
- Nationwide Building Society: Nationwide House Price Index, Q4 2011 <http://www.nationwide.co.uk/hpi> (2011, accessed May 2012).
- Office for National Statistics: Regional and local statistics, <http://www.ons.gov.uk/ons/index.html> (accessed May 2012).
- O' Sullivan, D. and Unwin, D.J.(2003) *Geographic Information Analysis*, London, Wiley.
- Silverman, B. W. (1986) *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. London, Chapman Hall.
- Swindon Borough Council: Swindon 2010, <http://www.swindon.gov.uk> (January 2008, accessed November 2009)
- Swindon Strategic Economic Partnership: Swindon Economic Profile 2009 <http://www.ssep.org.uk> (September 2009, accessed November 2009)
- The New Swindon Company: Swindon. Challenging your perceptions, <http://www.newswindon.co.uk> (January 2008; accessed November 2009)
- The New Swindon Company: Swindon's Brighter Future, <http://www.newswindon.co.uk> (June 2009; accessed November 2009)
- Thurstain-Goodwin, M. and Unwin, D. J. (2000) *Defining and Delimiting the Central Areas of Towns for Statistical Modelling Using Continuous Surface Representations*. London, CASA Working Paper Series – Paper 18, UCL.
- Waddel, P., Berry, B. J. L., Hoch I. (1993) *Housing Price Gradients: The Intersection of Space and Built Form*. Geog. An. 25(1) pp. 5—19.
- Watson, D. F. (1992) *Contouring: A Guide to the Analysis and Display of Spatial Data*, London, Pergamon Press.
- Yeats, M. H., Garner, B. J. (1976) *The North American City*. New York.