

STUDIO DEI MERCATI IMMOBILIARI, ANALISI DI REGRESSIONE MULTIPLA, MODELLI GEOSTATISTICI

Domenico Enrico MASSIMO, Antonia Rita CASTAGNELLA

Dipartimento n. 1 Patrimonio Architettonico e Urbanistico (PAU)
Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria

25 Via Melissari, 89124 Reggio Calabria. Tel 360.997513; 0965.385.228; Fax 0965.385.222; massimo@unirc.it

Attribuzioni. Domenico Enrico MASSIMO ha curato l'impostazione della ricerca e l'elaborazione e la redazione del Paper (paragrafi 1, 2, 3, 4). Antonia Rita CASTAGNELLA ha curato la raccolta delle osservazioni immobiliari, lo svolgimento dell'analisi di regressione, l'organizzazione del sistema informativo.

I contenuti e le elaborazioni in GIS e mediante MRA sono Copyright©2004-2005 MASSIMO Domenico Enrico

Riassunto

La ricerca muove dalla condivisa considerazione che è necessario e possibile migliorare il livello dell'informazione sul patrimonio e sui mercati immobiliari del Paese: documentando maggiormente i *data set* di partenza; sperimentando preliminarmente modelli analitici semplificati; spazializzando successivamente l'analisi con il coordinamento di motori valutativi e modelli geografici. La ricerca propone una metodologia basata sulla raccolta di dati campionari, veritieri e ampiamente documentati. Tali dati, vengono preliminarmente verificati con modelli analitici e inseriti in un Sistema Informativo Geografico. Le linee di ricerca futura riguardano la spazializzazione dell'analisi immobiliare con più possibili approcci: *Thematic Mapping* ovvero *Basic Spatial Real Estate*; *Geographically Weighted Regression*; *Geostatistical Analysis*. Il Caso di Studio proposto dimostra l'utilità di coordinare motori estimativi e sistemi geografici per una migliore comprensione dei mercati immobiliari e per aprire la possibilità di un inserimento automatico di nuovi dati e creare le premesse per una spazializzazione generalizzata dell'analisi immobiliare.

Abstract

The assumption of the research is that it is necessary to improve the information about the building stocks and the real estate markets of the country by: documenting to a greater extent the basic data sets; experimenting simplified analytical models; spatializing the analysis through a stronger coordination between evaluation engines and geographic models. The research proposes a methodology based upon the collection of data sample, truthful and widely documented. Data are preliminary verified by analytical models and then imported in a Basic Spatial Real Estate Geographic Information System. The agenda of future research includes the spatialization of the real estate analysis through some\several approaches: *Thematic Mapping i.e. Basic Spatial Real Estate*; *Geographically Weighted Regression*; *Geostatistical Analysis*. The proposed Case Study shows the advantage to coordinate evaluation engines and geographic systems to better understanding the real estate markets. The latter coordination emphasizes the automation in the new data input.

1. Il dato immobiliare: qualità, documentazione, georeferenziazione

L'informazione sui mercati immobiliari nel Paese è considerata (da una maggioranza di opinioni convergenti e condivise) fortemente carente e incompleta. L'urgenza di avviare un miglioramento dell'apparato documentale immobiliare viene evidenziato a sinusoide spesso per pure esigenze di aumento del gettito fiscale per fronteggiare la crisi della finanza pubblica. Le soluzioni proposte per una maggiore informazione prospettano un ampio ventaglio di scenari, talvolta alternativi: da un modello analitico generale che possa essere applicato a tutte le realtà del Paese, a soluzioni localistiche che prevedono l'autonomo studio dei mercati locali con modelli specifici. La ricerca che si presenta sperimenta uno studio di mercato immobiliare basato sullo sforzo di validare le osservazioni immobiliari con verifiche sul campo e con la raccolta di una vasta documentazione cartografica, notarile, catastale, fotografica, che garantisca un livello sufficiente di qualità del dato. Seguono la preliminare verifica del campione estimativo, la sua attendibile localizzazione, il coordinamento tra le varie rappresentazioni aventi epoche e caratteristiche diverse (fogli catastali; quadro di unione catastale; carte tecniche comunali; carte tecniche regionali; ortofoto aeree; eventuali ortofoto satellitari ad alta risoluzione). L'obiettivo è di applicare i modelli analitici come

l'analisi pluriparametrica di regressione multipla (MRA) su dati verificati, controllati, localizzati con attendibilità, eventualmente georeferenziati con strumenti dell'*Innovation Communication Technology* (ICT). L'applicazione dei modelli su dati per i quali è stato effettuato il massimo sforzo di controllo, configurano dei Casi di Studio che contribuiscono, con locali verifiche, a rispondere ad una più generale esigenza del Paese di: conoscenza basilare dei mercati mediante originali raccolte di dati fondativi quali i veritieri prezzi di effettive compravendite; validazione documentale di tali dati; analisi delle compravendite mediante modelli pluriparametrici classici; introduzione di *Thematic Mapping*; introduzione di modelli analitici spaziali. L'aggiornamento continuo dell'analisi nel futuro, grazie alla disponibilità di strumenti di frontiera di statistica spaziale e all'attività di Osservatori Immobiliari, permetterà di aggiornare la conoscenza e stimare gli impatti di investimenti territoriali. In un contesto articolato come quello descritto, la spazializzazione dell'analisi di mercato facilita l'uso dell'informazione immobiliare quale *proxy* della qualità insediativa, delle caratteristiche dell'ambiente, dell'economia territoriale. La georeferenziazione rigorosa dei dati immobiliari consente di gestire meglio, con documentazione e mappature, la variabile delle zone urbane nell'analisi immobiliare e consente quindi di verificare l'effettiva appartenenza di immobili e di sotto-aree alle delimitazioni zonali. Queste sono preliminarmente elaborate con strumenti di *scaling* o analisi fattoriale o semplicemente euristici, anche derivati dall'esperienza comparata di più operatori. Sono poi inserite nei modelli classici di *Multiple Regression Analysis* (MRA), quale variabile parametrica esplicativa ZONA. L'inserimento dei risultati delle MRA in un più ampio Sistema Generale di Informazione e Valutazione (SGV©2004-2005 MASSIMO Domenico Enrico), può essere di aiuto anche ad avviare la stima di effetti, impatti, esternalità prodotte in diverse e differenziate zone della città e sull'economia locale dagli investimenti. Ciò utilizzando il *proxy* dei differenziali immobiliari nel tempo e considerando i nuovi interventi infra-strutturali e iper-strutturali come un caso di rinnovo urbano (Rothenberg, 1967).

2. Cenni al Caso di Studio

Il Caso di Studio comprende un'analisi del mercato immobiliare del centro urbano di Reggio Calabria, basato su oltre 500 osservazioni di effettivi prezzi di compravendite immobiliari di cui oltre 300 geo-referenziati e corredati di dati spaziali e territoriali. L'area di studio è stata articolata, secondo una prima ipotesi derivata con il *Multi Dimensional Scaling* (MDS), in zone immobiliari. Queste zone sono poi introdotte nel modello di analisi immobiliare classico della MRA come variabile indipendente parametrica ZONA. Dal punto di vista spaziale tale variabile è stata verificata attraverso le delicate procedure di georeferenziazione. Inoltre la strumentazione di *Innovation Communication Technology*, ICT, permette un utile *data building*. Vengono rese disponibili in continuo e in maniera coordinata l'insieme dei singoli documenti relativi a ciascuna osservazione immobiliare, e ciò anche in remoto mediante l'ulteriore integrazione del WebGIS. L'intero *data set* economico-spaziale è finalmente analizzato avviando il modello di MRA, che verifica le variabili indipendenti e tra queste la variabile ZONA. Nel Caso di Studio specifico, l'accurata georeferenziazione dei dati ha permesso di avviare l'analisi della correlazione tra valori immobiliari e alcuni investimenti e localizzazioni di centri amministrativi e poli di ricerca. Particolare interesse può rivestire l'analisi dinamica di un'area compresa di uno specifico foglio catastale dove è stata localizzata l'Università e la sede del Consiglio Regionale. L'analisi è effettuata sia con strumenti di semplice *Thematic Mapping*, che con rilevamento empirico della dinamica dei prezzi immobiliari nel tempo. Proprio nell'area del Caso di Studio, in parti del foglio i valori si differenziano nettamente nel tempo rispetto all'originaria uniformità di redditi immobiliari rilevati all'epoca dell'impianto del Catasto. L'*overlapping* diacronica dei confini del Foglio Catastale 70 mostra comparativamente la situazione insediativa dell'area sia negli anni cinquanta (simile a quella dell'epoca di impianto del Catasto e del disegno dei fogli di mappa) e sia nell'attualità. La prima sovrapposizione è effettuata sulla Carta Topografica dello Stato dell'IGMI, georeferenziata, che è di estrema precisione e accuratezza, georeferenziata. La seconda è effettuata sull'ortofoto attuale, georeferenziata, di notevole espressività, efficacia, realismo e ovvio

aggiornamento. Questa rappresentazione comparativa diacronica (sia cartografica, sia ortofotografica) è più immediata di qualsiasi descrizione argomentativa. Infatti mostra come la localizzazione di infrastrutture (superstrade, tangenziali, svincoli) e iper-strutture (quali centri politico-amministrativi, poli di ricerca universitaria, servizi biomedici) ha modificato in modo differenziale la vasta area originariamente caratterizzata da omogeneità di rendite ritraibili dagli immobili. Tale *Thematic Mapping* documenta l'evoluzione economica differenziata solo di parti dell'area: da sub-urbana a periferica; da periferica a semi-centrale; da semi-centrale a sede di iper-strutture e infrastrutture. La ricerca empirica di veritieri prezzi di compravendita, base privilegiata delle analisi immobiliari, ha permesso, già prima dell'analisi di regressione, di verificare euristicamente quanto dimostrato sia cartograficamente sia ortofotograficamente. Diventa quindi interessante legare sistematicamente modelli analitici e dimostrazioni cartografiche mediante l'analisi spaziale e geostatistica dei mercati immobiliari.

3. Aspetti spaziali dello studio del mercato immobiliare e relativi strumenti

La rilevazione di dati veritieri, l'impegno per il corredo documentale che aumenta la qualità dell'informazione, le procedure di georeferenziazione, lo studio con modelli classici di MRA, costituiscono basi potenzialmente importanti per una futura agenda di ricerca. Quest'ultima trova utilità nell'approfondimento degli aspetti spaziali dello studio immobiliare e dei relativi strumenti di mappatura tematica, da quelli empirici (*Thematic Mapping*, ovvero *Basic Spatial Real Estate*) fino ai modelli di trasformazione spaziale delle regressioni lineari (*Geographically Weighted Regression*) e alla geostatistica (*Geostatistical Analysis*). L'applicazione di tali strumenti costituisce l'agenda di ricerca futura e di essi si sviluppano alcuni cenni descrittivi. La loro adozione e futura generalizzazione potrebbe facilitare analisi dettagliate e ben delimitate, prospettando un contributo concreto all'aggiornamento delle conoscenze anche del Catasto sulle reali dinamiche immobiliari. Potrebbe innovare notevolmente nella gestione coordinata reale di informazioni oggi frazionate, solo cartacee, difficilmente accessibili su una piattaforma virtuale multi-funzione e multi-linguaggio, rendendole disponibili in tempo.

3.1. *Basic Spatial Real Estate*

La strutturazione della documentazione immobiliare in un DataBase multi-linguaggio e l'accurata georeferenziazione delle osservazioni, sono gli elementi che già attivano le funzioni empiriche tanto semplici quanto fondamentali della *Basic Spatial Real Estate*, come quelle di seguito accennate: mappe tematiche; *geocoding* e incrocio toponomastico; interrogazione dei dati; aggiornamento automatico delle BancheDati; sovrapposizione mappale (*overlapping*) per la verifica euristica dell'evoluzione insediativa nelle aree rappresentate dai Fogli di Mappa.

3.2. *Geographically Weighted Regression*

Le attività economiche e la ricerca scientifica hanno da sempre la pressante necessità di analizzare i dati facendo evolvere i modelli regressivi generali o cosiddetti "globali" (come la *Classic Regression*, MRA) che pur contengono variabili zonali in forma parametrica, verso modelli più dettagliati che distribuiscono gli originari valori puntuali-discreti di modo continuo nello spazio. A questi modelli appartiene la *Geographically Weighted Regression* (GWR). Una delle comparazioni tra MRA e GWR è desumibile da A. Stewart Fortheringham (1981, e successivi).

<i>Global Classic Regression (MRA)</i>	<i>Local Regression (GWR)</i>
Sintesi di tutti i dati dell'area di studio	Disaggregazione locale della statistica globale
Non mappabile	Mappabile
Aspaziale	Spaziale
Enfasi sulle similarità nello spazio	Enfasi sulle differenze nello spazio
Ricerca delle leggi regolari	Ricerca delle eccezioni spaziali
Poco dialogante con i sistemi spaziali	Massimamente dialogante con i sistemi spaziali

I parametri dei modelli classici di analisi dei dati rappresentano una media dei fenomeni, quindi una sintesi delle diversità esistenti in ambiti territoriali disaggregati ovvero "locali" rispetto all'area di

riferimento ovvero al “globale”. Fortheringham (1981 e seguenti) ha particolarmente focalizzato sulla necessità di modelli analitici “locali” integrativi di quelli “globali”, sviluppando precedenti ricerche di Linneman (1966), e definendoli come equivalenti a microscopi nell’analisi dei fenomeni. Senza di essi la fotografia della realtà sarebbe uniformemente monocromatica. Considerando una regressione classica “globale”, la regressione “locale” estende la tradizionale struttura della MRA inserendo per la variabile ZONA parametri locali anziché globali. Infatti, il modello (secondo Fortheringham) passa da quello globale

$$y_i = \beta_0 + \sum_k \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$$

a quella locale (GWR)

$$y_i = \beta_0(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) + \sum_k \beta_k(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)x_{ik} + \varepsilon_i$$

Nella GWR: $(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ sono le coordinate nel punto i nello spazio; $\beta_k(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ è la funzione continua $\beta_k(\mathbf{u}, \mathbf{v})$ nel punto i . Si perviene ad una superficie continua di valori parametrati, con misurazioni a *random* che denotano la variabilità nello spazio della superficie e quindi dei valori oggetto di analisi. In prima conclusione, la GWR parte dall’esistenza di variazioni spaziali dei valori e fornisce gli strumenti per la loro misurazione.

3.3. Geostatistical Analysis

La *Geostatistical Analysis* (cfr. Bailey, Gatrell, 1995) coordina l’econometria, la rappresentazione spaziale dei dati, i sistemi informativi, consentendo la distribuzione e rappresentazione dei valori nello spazio e in continuo in un piano modellato (“*surface model*”) dei valori oggetto di analisi e con la valutazione probabilistica dell’errore stocastico presente. Generalmente, la *Geostatistical Analysis* viene articolata in successivi passaggi, di seguito segnalati: *explanatory spatial data analysis*, o ESDA; *structural analysis*; *surface prediction and error estimate*.

4. Primi risultati e riflessioni conclusive

La ricerca ha confermato l’utilità di coordinare e sintetizzare dati estimativi e dati spaziali per una migliore comprensione del mercato immobiliare. Le tecnologie di frontiera consentono una gestione di stime immobiliari e dati spaziali riferibili a più ampi contesti territoriali di cui si possono conoscere “*performances*” economiche (“potenza economica dei territori”) aiutando l’analisi e la gestione anche di aree vaste. I modelli spaziali migliorano le analisi localizzate e le eventuali stime (alla scala dettagliata delle sotto-zone urbane) di effetti-impatti-esternalità di interventi strutturali come investimenti in infrastrutture e come localizzazioni di servizi e centri amministrativi. Nello specifico, l’analisi immobiliare mediante modello classico di MRA, sperimentata in un Caso di Studio (a livello urbano), ha validato come significativa, tra le altre, la variabile indipendente parametrica ZONA. Questa era stata inizialmente derivata da una analisi *Multi Dimensional Scaling* delle caratteristiche spaziali-immobiliari delle diverse aree del centro urbano di Reggio Calabria. Nello specifico, l’applicazione della ricerca all’area del Caso di Studio ha permesso di rilevare i primi effetti sul mercato immobiliare della localizzazione di iperstrutture e servizi. L’analisi mediante *mapping* dell’evoluzione infrastrutturale e insediativa della zona dimostra il cambiamento e può fare prevedere la proposta di divisione di un Foglio Catastale. La futura agenda prevede la sperimentazione generalizzata di modelli di analisi immobiliare spazializzata.

References

- Bayley T. C., Gratel A. C. (1995) *Interactive spatial data analysis*. Longman, Harlow
- Krige D. G. (1951) *A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwaterstrand*. J. of Chem., Met. and Mining Soc. of South Africa. Vol 52, n. 6: pp. 119-139
- Fortheringham A. S. (1981) Spatial structure and distance-decay parameters. *Annals of the Association of American Geographers*, 71:425-436 [per mancanza di spazio non sono riportate le successive *references*, disponibili presso uno degli autori: massimo@unirc.it; 360.997513; 0965.385228]
- Linneman H. V. (1966) *An econometric study of international trade flows*. North Holland, Amsterdam
- Matheron G. (1962-1963) *Traité de géostatistique appliquée*. Edition Technip, Paris
- Rothenberg J. (1967) *Economic Evaluation of Urban Renewal. Conceptual Foundation of Benefit-Cost Analysis*. The Brookings Institution, Washington, D. C.

Figure

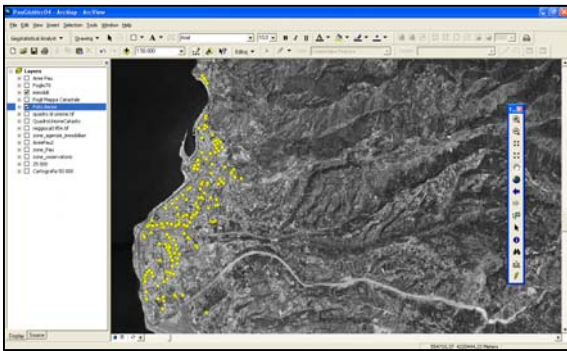


Figura 1 – Analisi del mercato immobiliare di Reggio Calabria. Georeferenziazione delle osservazioni immobiliari su ortofoto. [Scala vis. 1:50 000]

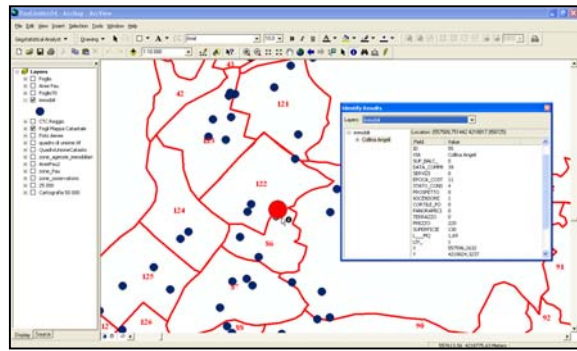


Figura 2 – Analisi del mercato immobiliare. Feature classes con la georeferenziazione delle osservazioni immobiliari. Confini dei fogli catastali. Tabella associata delle caratteristiche delle osservazioni. [Scala vis. 1:10 000]

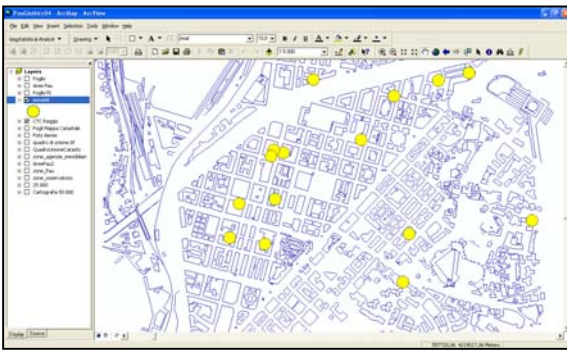


Figura 3 – Analisi del mercato immobiliare. Feature classes con la georeferenziazione delle osservazioni immobiliari. Carta Tecnica Comunale. [Scala vis. 1:5 000]

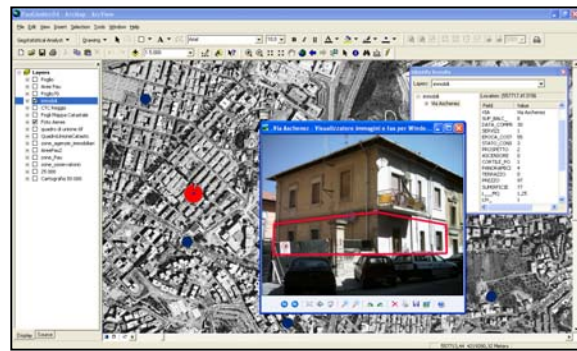


Figura 4 – Analisi del mercato immobiliare. Costruzione della qualità del dato immobiliare. Sistema informativo con dati sulle compravendite immobiliari. Zoom. Tabella associata di caratteristiche e foto dell'immobile. [Scala vis. 1:5 000]

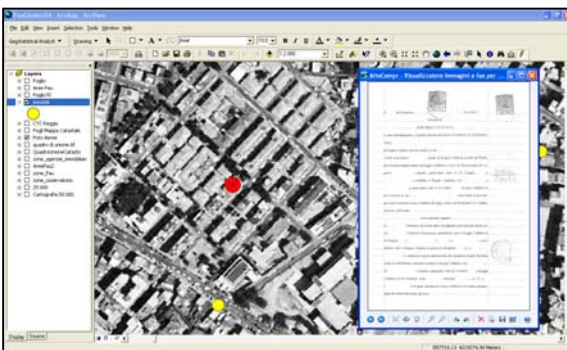


Figura 5 – Analisi del mercato immobiliare. Costruzione della qualità del dato immobiliare. Sistema informativo con documenti sulle compravendite immobiliari. Zoom. Atto di compravendita. [Scala vis. 1:2 000]

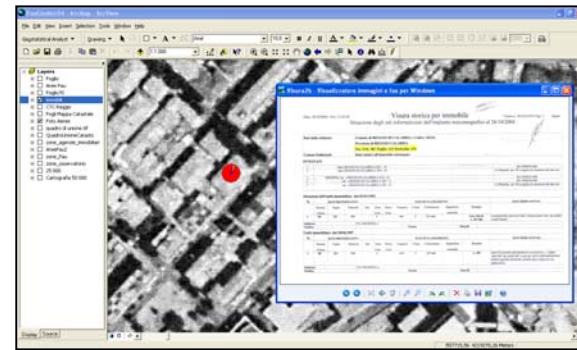


Figura 6 – Analisi del mercato immobiliare. Costruzione della qualità del dato immobiliare. Sistema informativo con documenti sulle compravendite immobiliari. Zoom. Visura catastale. [Scala vis. 1:1 000]

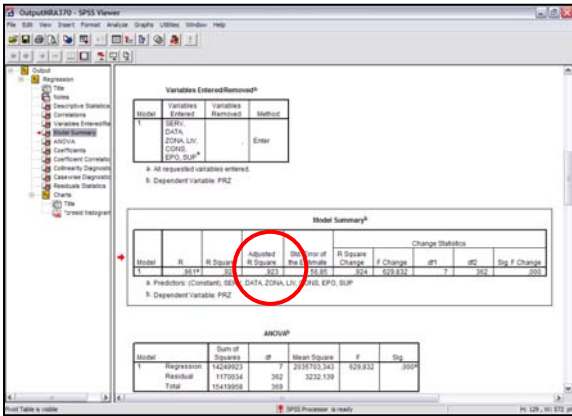


Figura 7 – Analisi del mercato immobiliare. Multiple Regression Analysis. Output. R^2 corretto 0,923

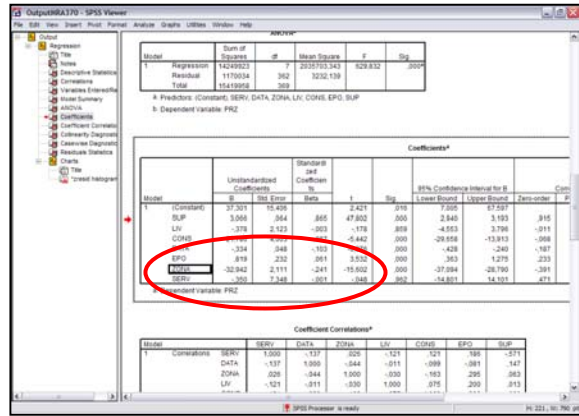


Figura 8 – Analisi del mercato immobiliare. Multiple Regression Analysis. Output. Significatività della variabile indipendente parametrica ZONA

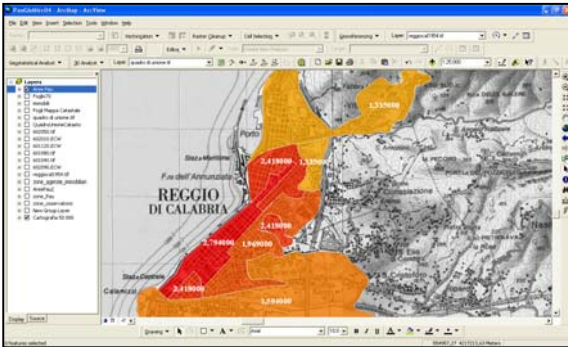


Figura 9 – La preliminare proposta empirica di delimitazione delle zone immobiliari verificata dal modello classico pluri-parametrico di MRA che include la variabile indipendente ZONA. Valori immobiliari medi. [Scala vis. 1:25 000]

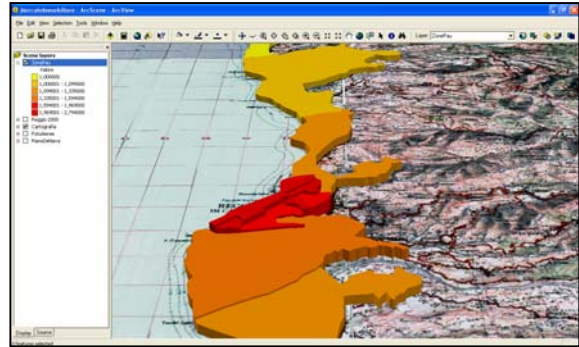


Figura 10 – Analisi del mercato immobiliare. Mappatura delle zone immobiliari. Terza dimensione in (z) dei valori immobiliari medi. Perspective view dei valori per zona

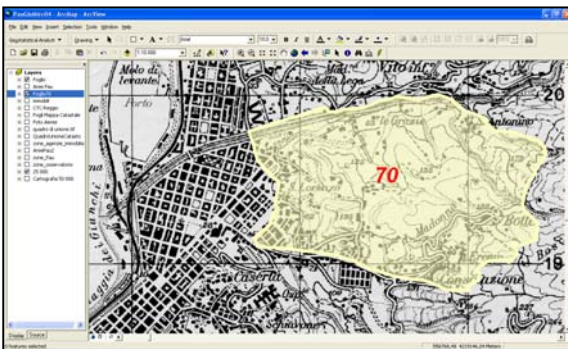


Figura 11 – Strumenti spaziali di analisi del mercato immobiliare. Esempificazione: Foglio Catastale 70 sovrapposto all'insediamento al 1954. Rappresentazione su Carta Topografica dello Stato, georeferenziata. [Scala vis. 1:10 000]

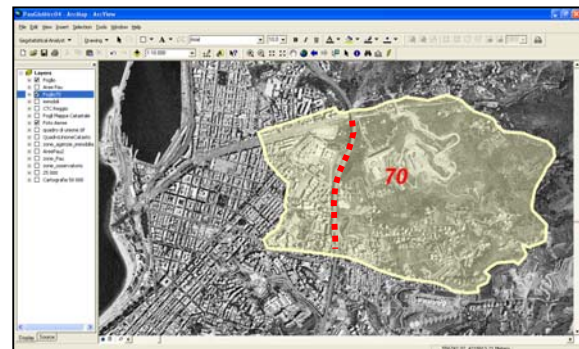


Figura 12 – Strumenti spaziali di analisi del mercato immobiliare. Esempificazione: Foglio Catastale 70 sovrapposto all'ortofoto attuale, georeferenziata. Evoluzione e segmentazione dell'insediamento. [Scala vis. 1:10 000]