

GLI INSEDIAMENTI COSTIERI A BASSA DENSITA' RILIEVO SATELLITARE VS. CARTE TECNICHE REGIONALI

Luigi GUASTAMACCHIA (*), Maria Raffaella LAMACCHIA (*), Silvana MILELLA (*),
Cristina TARANTINO (**)¹

(*) Politecnico di Bari, Dipartimento ICAR, via Orabona 4, Bari, tel/fax 0805963880,
lugu@tiscali.it, mr.lamacchia@poliba.it, silvana.milella@poliba.it
(**) ISSIA-CNR, via Amendola 122 D-O, Bari, cristina@ba.issia.cnr.it

Riassunto

Il lavoro, compiuto all'interno della Ricerca IMCA (*Integrated Monitoring of Coastal Areas*), ***Nuove tecnologie per il rilevamento, per l'analisi ed il monitoraggio di parametri ambientali***, mira a valutare le potenzialità dell'utilizzo dei dati telerilevati da satellite, alla media e alta risoluzione, per l'analisi delle trasformazioni antropiche delle aree costiere. In particolare ci si è soffermati a valutare le potenzialità del supporto fornito dall'analisi di immagini satellitari Landsat e Quickbird per l'indagine del fenomeno della dispersione di insediamenti a bassa densità lungo la fascia costiera. L'area di studio analizzata ricade nel basso Salento orientale comprendendo il territorio comunale di Otranto.

Abstract

The work, carried out within the IMCA Research (*Integrated Monitoring of Coastal Areas*), ***New technologies for the survey, analysis and the monitoring of environmental parameters***, tends to improve the potentialities of the use of remote sensed data, in medium/high-resolution, for the analyses of anthropic transformations on coastal areas. In particular we have analyzed the potentialities of the support given by the analysis of Landsat and Quickbird satellite images to study the phenomenon of settlements dislocation with low density, along the coastal area. The area under study is the south-east Salento, included the town territory of Otranto.

1 - Il contesto della ricerca

Il lavoro è stato compiuto all'interno della Ricerca IMCA (*Integrated Monitoring of Coastal Areas*), ***Nuove tecnologie per il rilevamento, per l'analisi ed il monitoraggio di parametri ambientali***, finanziata dal MIUR, nell'ambito di attività volte alla costruzione di mappe di qualità del paesaggio costiero, mediante l'uso di indici di qualità ambientale derivati da scene satellitari. Scopo del progetto IMCA è quello di sviluppare un sistema teso ad offrire un servizio per il monitoraggio delle aree costiere mediante la produzione periodica e distribuzione su rete di mappe tematiche. La ricerca, sulla base della Convenzione Europea del Paesaggio, approfondisce i temi della Qualità del Paesaggio, con processi di *scaling up*, di letture che attraversano i fenomeni secondo variabili spazio-temporali. I prodotti attesi della ricerca sono mappe che rappresentino tanto lo stato del paesaggio (usi del suolo), quanto i cambiamenti in atto (carta delle trasformazioni), per giungere infine a riconoscere criticità e valori dello stesso, da formalizzare in una carta degli obiettivi di qualità (art. 1 comma c, CEP). Metodologicamente, la lettura dei processi di trasformazione e la

¹ Il lavoro è frutto di una riflessione comune degli autori, purtroppo è attribuibile a Luigi Guastamacchia la stesura del §1, a Maria Raffaella Lamacchia del § 2 a Cristina Tarantino del §3, e congiuntamente a tutti gli autori l'abstract e il §4. La produzione delle mappe di uso del suolo da immagine satellitare è stata curata da Cristina Tarantino, mentre il calcolo delle matrici di confusione e delle densità da Silvana Milella.

costruzione di mappe interpolano dati di verità e dati telerilevati con un duplice scopo: da un lato quello di realizzare uno studio fenomenologico volto alla modellizzazione delle trasformazioni del paesaggio costiero; dall'altro quello di determinare nuove classi del rilievo che assumano la dimensione temporale come un parametro di lettura.

2 - Il fenomeno indagato: la dispersione costiera

Gli ambiti costieri extraurbani solo da poco tempo sono diventati luoghi per lo sviluppo degli insediamenti umani. Una particolare forma di città del XX secolo è stata costruita sui territori costieri. Nel passato i paesaggi litorali hanno rappresentato l'immaginario della paura e della inquietudine, hanno rappresentato dei luoghi poco inclini alla abitabilità e alla vita amena. Il paesaggio costiero e il desiderio del litorale come immaginario di benessere e tempo libero si è costruito soprattutto all'inizio del secolo scorso ma i fenomeni insediativi più significativi risalgono agli ultimi 50 anni con una velocità delle trasformazioni, di gran lunga maggiore che in qualsiasi altro contesto. Al di fuori dei contesti urbani, lungo le coste italiane, come in molte altre aree costiere europee e mondiali, si è assistito in particolare a partire dagli anni '70, ad una significativa proliferazione, di insediamenti turistici a bassa densità (Viganò 2004, Mininni 2008).

Si tratta in alcuni casi di insediamenti di case unifamiliari isolate sul lotto, pianificati e a volte progettati a scopi turistici, in forme unitarie, in altri casi di insediamenti sorti in forma incrementale dall'iniziativa di privati che hanno scelto di edificare, a volte anche abusivamente, a poca distanza dal mare, per trascorrere i mesi estivi (seconda casa); in altri casi ancora si tratta di insediamenti sorti ed autorizzati per la sosta temporanea di alloggi mobili (aree a campeggio) poi solidificatisi nel tempo con la giustapposizione di volumi fissi. Nella maggior parte dei casi essi sono costituiti da unità immobiliari ad un solo piano, o al massimo due, le quali sviluppano singolarmente 50-90 mq di superficie coperta su lotti lastricati e/o piantumati.

Il paesaggio che si delinea è allo stesso tempo un paesaggio *recente* e *un paesaggio a ritmi veloci di trasformazione*, condizioni che ben si prestano all'analisi attraverso immagini telerilevate da satellite proprio per la possibilità di acquisire e quindi confrontare, scene con intervalli temporali ravvicinati, a partire dagli anni '70 per la media risoluzione e dal 2001 in poi per l'alta risoluzione.

3 - Base dati analizzati

Al fine di valutare l'apporto fornito dall'utilizzo di immagini satellitari a media ed alta risoluzione per l'indagine del fenomeno della dispersione di insediamenti costieri a bassa densità, sono stati messi a confronto, per un tratto di territorio costiero salentino (fig.1), gli strati informativi tematici dell'edificato ottenuti attraverso la classificazione di una scena a media risoluzione (Landsat TM5 2004) di una scena ad alta risoluzione (Quickbird 2005) con il *layer* dell'edificato estratto dalla Carta Tecnica della Regione Puglia del 2006. Unitamente a quest'ultimo è stato utilizzato come dato di verità a terra l'ortofoto IT 2005 prodotto dalla CGR di Parma.

Il lavoro è stato elaborato utilizzando una sola data per le scene satellitari, con lo scopo di simulare le non sempre facili possibilità di acquisizione e reperimento delle stesse, dovute a molteplici fattori quali, la mancanza di acquisizioni sistematiche dell'area d'interesse da parte del satellite Quickbird, l'alta percentuale di *cloud cover* per le scene d'interesse Landsat e non ultimo per i costi di acquisizione su territori ampi, in particolare per le immagini ad alta risoluzione..

Sulla base di queste limitazioni si è voluto indagare circa le possibilità che offre il telerilevamento, nella pianificazione a scala regionale, al fine di intercettare e circoscrivere fenomeni, come quello indagato della dispersione degli insediamenti costieri a bassa densità, che richiedono una contestualizzazione e problematizzazione di area vasta.

Per quanto concerne la media risoluzione è stata analizzata una scena Landsat TM5 del 23 agosto 2004, *frame* 187/32, relativa a gran parte del Salento nelle sue 7 bande multispettrali alla risoluzione spaziale di 30 metri. L'immagine, corrispondente ad una scena approssimativamente di 60 km x 60 km, è stata geocodificata nel sistema cartografico WGS84 - GAUSS BOAGA. Si è

prodotta una classificazione supervisionata *pixel-based* basata sull'individuazione di aree di *training*, appartenenti a 11 classi² fotointerpretate sull'immagine satellitare e validate sulle relative ortofoto IT 2005. La classificazione supervisionata è stata effettuata mediante classificatore statistico di tipo *Maximum Likelihood* cui sono state fornite in input le 7 bande multispettrali. Essa ha fornito una mappa con una *Overall Accuracy* del 97.65% in *training* e del 93.57% in *test*. Successivamente si è applicato sull'immagine classificata un filtro mediano con finestra 3x3 in modo da ridurre gli *spot* isolati.

Per il dato ad alta risoluzione è stata analizzata una scena Quickbird del 16 gennaio 2005 relativa alla costa di Otranto. Analogamente alla scena Landsat si è utilizzata una metodologia di classificazione di tipo supervisionato *pixel-based* basato sull'utilizzo di aree di *training* acquisite da fotointerpretazione per poi procedere alla classificazione mediante *Maximum Likelihood*. In tal caso sono state estratte più classi a copertura totale della scena³. Fra di esse è stata isolata la classe urbano che, è stato possibile distinguere in due categorie di edificato caratterizzate da una diversa componente spettrale: urbano grigio e urbano bianco corrispondenti a materiali differenti.

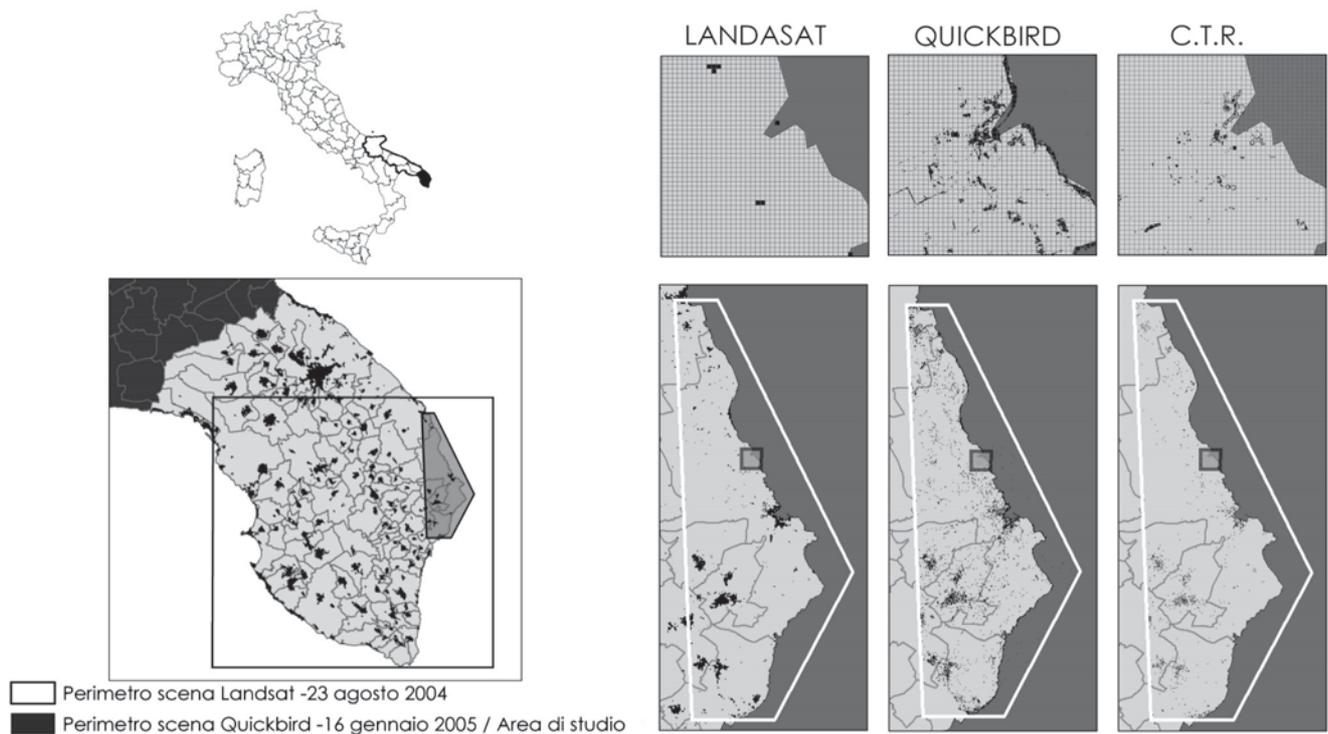


Figura.1. Localizzazione e descrizione insediativa-amministrativa dell'area di studio e mappe di urbano ricavate da scene Landsat, Quickbird e C.T.R

Il dato utilizzato per il confronto è stato estratto a partire dalla Carta Tecnica della Regione Puglia 2006 prendendo in considerazione i soli poligoni dell'edificato, escludendo le strutture interrato e le strutture in costruzione (in quanto il rilievo aerofotogrammetrico ha data più recente rispetto alle altre due fonti) e gli elementi, che per loro natura, presentano una superficie acquosa (come saline o

² Aree marine, corpi idrici interni, aree umide interne, macchia, pinete, prateria, aree con vegetazione rada, campi coltivati con e senza albero, urbano, nuvola, ombra.

³ Seminativi, colture permanenti, aree umide interne, pinete, prateria, aree con vegetazione rada, aree marine, corpi idrici interni, macchia, urbano grigio, urbano bianco, ombra.

paludi). Inoltre per quanto concerne gli elementi che rappresentano dei vuoti di edificato, (come gli atri o cavedi), si è provveduto a sottrarne la superficie dai relativi pieni⁴.

L'area di studio effettiva (16.875,46 ha) su cui sono state verificate le accuratezze tematiche è stata ritagliata a partire dal perimetro dell'immagine Quickbird escludendo da esso le aree coperte da nubi al momento dell'acquisizione⁵ (fig.1).

Al fine di valutare la concordanza della classificazione tematica, per prima cosa sono state costruite le matrici di confusione relativamente alle classi di urbano estratte da ciascuna delle due scene satellitari utilizzando come dato di verità a terra l'edificato estratto dalla Carta Tecnica Regionale.

Le matrici di confusione sono state costruite utilizzando la metodologia classica ormai consolidata dalla letteratura, applicandola, piuttosto che ad un campione statistico di punti, all'estensione in ha delle classi rilevate. Quindi si è proceduto alla stima di alcuni parametri statistici come l'*Overall Accuracy* (valore percentuale, OA), oltre che alla *User's Accuracy* ed alla *Producer's Accuracy*.

Per l'accuratezza tematica della carta⁶, si è ottenuto come parametro di OA (%) il 96% per la scena Landsat e il 94% per la scena Quickbird.

Per quanto riguarda gli altri due parametri statistici si è tenuto conto soprattutto dell'accuratezza del produttore, piuttosto che dell'accuratezza dell'utente⁷, poiché a seguito dell'impiego di una sola data per le scene satellitari, i valori ottenuti per quest'ultimo parametro risultano relativamente bassi. Si è stimato che su 214,72 ha di superficie edificata per la C.T.R., 117,21 ha sono stati correttamente classificati nella classe di urbano dalla scena Landsat, con un'accuratezza del produttore del 54%, mentre 172,6 ha ricadono nella classe di urbano estratta dalla scena Quickbird, con un'accuratezza del produttore pari all'80%.

4 - Metodologia e discussione dei risultati

Si è proceduto a calcolare quale fosse il rapporto di copertura calcolato a partire dalla C.T.R. ($R_c =$ percentuale di Superficie coperta - S_c - rispetto alla Superficie territoriale - S_t -) rilevato come urbano dalla classificazione dell'immagine Landsat. Il rapporto di copertura è stato ricavato a partire dall'edificato della C.T.R. sulla base di una griglia di 30 m coincidente con i *pixel* dell'immagine Landsat.

Sono stati calcolati il numero di pixel dell'immagine Landsat che presentano densità edilizie da C.T.R. minori dell'1%, minori del 2% (...), minori del 100%⁸. Per un valore di RC superiore al 60% l'identificazione dell'urbano da parte dell'immagine Landsat satura intorno al 40% dell'edificato C.T.R. (figg.2-3).

Ciò ha permesso di stabilire che la classificazione Landsat ha serie difficoltà a rilevare la classe urbano sotto un certo limite di rapporto di copertura e specificatamente sotto al 60% .

⁴ Sono cioè stati presi in considerazione tutti i poligoni identificati con la prima cifra del codice cartografico uguale a 3, escludendo le strutture interrate (31110100-edificio interrato) le strutture in costruzione (31111000 - edificio in costruzione, 31211000 - capannone in costruzione, 31311000 - chiesa in costruzione) e gli elementi che per loro natura presentano una superficie acqueea (34650000 – salina, 34660000 – palude). Inoltre per quanto riguarda gli elementi che rappresentano dei vuoti di edificato è stato selezionato il layer 31670000 - atrio (cavedio).

⁵ L'immagine Quickbird presenta 1.097,11 ha di superficie non rilevata a causa della presenza di nubi.

⁶ Concordanza della classificazione tematica da essa fornita per il territorio considerato rispetto alla cosiddetta verità a terra

⁷ Per accuratezza del produttore si è intesa la percentuale delle superfici che appartengono alla classe e che risultano correttamente attribuiti, mentre per accuratezza dell'utente si è intesa la stima della percentuale delle superfici correttamente attribuite alla classe tematica rispetto al totale delle superfici attribuite a quella classe.

⁸ Ad esempio nel rigo dell'20% di RC sono stati conteggiati 10717 celle 30x30 con densità fino all'20% di RC per l'edificato C.T.R., e di questi si è visto che solo 2744 (25.60%) sono pixel urbano (30x30) nella classificazione da Landsat.

RC	C.T.R	LANDSAT		QUICKBIRD	
	n. celle 30x30 con densità ≤ RC	n. pixel (30x30) urbano Landsat	n. pixel urbano Landsat / n. celle con densità ≤ RC da C.T.R	n. celle 30x30 con densità ≤ RC da Quickbird	n. celle 30x30 con densità ≤ RC da Quickbird / n. celle 30x30 con densità ≤ RC da C.T.R
1%	2660	426	16,02%	330	12,41%
2%	4154	661	15,91%	673	16,20%
3%	5168	833	16,12%	1054	20,39%
4%	5945	1018	17,12%	1399	23,53%
5%	6528	1160	17,77%	1666	25,52%
6%	7042	1303	18,50%	1950	27,69%
7%	7427	1428	19,23%	2180	29,35%
8%	7828	1550	19,80%	2456	31,37%
9%	8163	1655	20,27%	2684	32,88%
10%	8469	1767	20,86%	2900	34,24%
11%	8721	1849	21,20%	3091	35,44%
12%	9001	1968	21,86%	3287	36,52%
13%	9268	2087	22,52%	3459	37,32%
14%	9496	2185	23,01%	3634	38,27%
15%	9715	2280	23,47%	3818	39,30%
16%	9921	2373	23,92%	3991	40,23%
17%	10121	2462	24,33%	4145	40,95%
18%	10312	2561	24,84%	4305	41,75%
19%	10526	2657	25,24%	4433	42,11%
20%	10717	2744	25,60%	4572	42,66%
30%	12314	3657	29,70%	5970	48,48%
40%	13490	4488	33,27%	7188	53,28%
50%	14415	5285	36,66%	8266	57,34%
60%	15017	5806	38,66%	9359	62,32%
70%	15330	6092	39,74%	10384	67,74%
80%	15419	6167	40,00%	11467	74,37%
90%	15449	6192	40,08%	12477	80,76%
100%	15456	6197	40,09%	13286	85,96%

Figura. 2. Tabella dei rapporti di copertura.

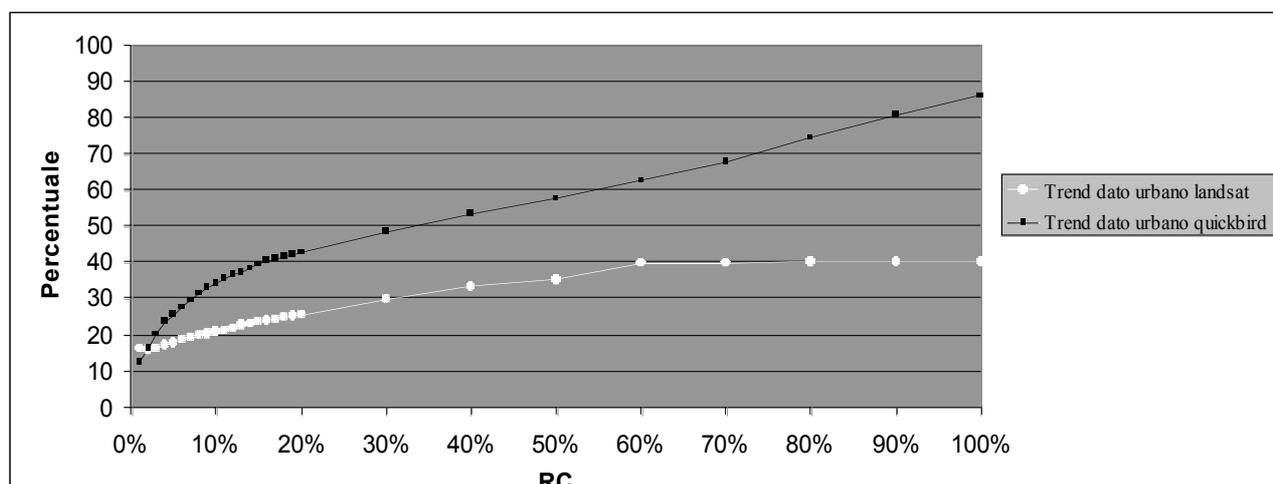


Figura. 3. Grafico che illustra i trend discussi per il dato Landsat e per il Quickbird.

Analoghe valutazioni sono state effettuate sulle immagini Quickbird. Il dato di densità sulla stessa griglia 30 x 30 utilizzata per l'immagine Landsat, è stato confrontato con quello già estratto da C.T.R. per le diverse classi di rapporto di copertura (fino a 1%, fino a 2%); il numero di celle 30 x 30 con una densità di pixel di urbano da Quickbird minore di un certo valore è stato messo a confronto rispetto al numero di celle 30 x 30 con un rapporto di copertura dell'edificato da C.T.R. minore dello stesso valore. Come è riportato nella tabella (fig.2-3), l'accuratezza dei risultati ottenuti da classificazione Quickbird rispetto a quelli ottenuti da C.T.R. per rapporti di copertura superiori al 20%, hanno un andamento lineare che aumenta all'aumentare del rapporto di copertura

fino ad una percentuale dell'86%. Ciò ci permette di affermare che le immagini Quickbird consentono di indagare i tessuti edilizi con un rapporto di copertura tra il 20% e il 60 %, non indagabili da immagine Landsat.

Successivamente si è proceduto, sulla base della stessa griglia 30 x 30, a calcolare i valori di densità divisi in cinque classi (0-20%;20%-40%;40%-60%;60%-80%;80%-100%), sia per l'edificato da C.T.R., che per la classe di urbano estratto dalla Quickbird, ricavando così una griglia di confronto con le differenze di densità. Sono state così individuate tre classi di differenze di densità al fine di comprendere ciò che il dato Quickbird sovrastima o sottostima rispetto al dato C.T.R. (fig.4).

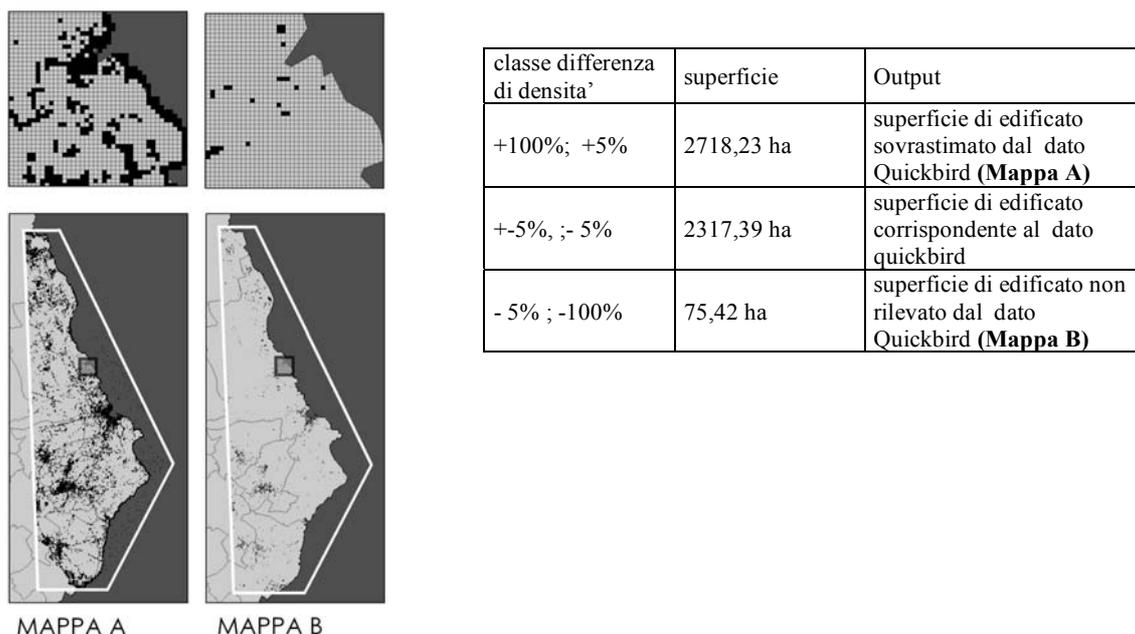


Figura. 4. Mappe di confronto delle densità tra l'edificato da C.T.R. e la classe urbano da Quickbird.

Di qui emerge la principale limitazione dell'uso di una sola data dell'immagine ad alta risoluzione, con classificazione *pixel-based* di tipo unicamente spettrale: la sovrastima della classe di urbano in cui confluiscono non solo edifici e strade ma anche le scogliere e i litorali in genere con simile risposta spettrale (grigio-bianca).

Il successivo obiettivo, oggetto di studi già in corso, consiste nella classificazione di più date ad alta risoluzione in modo da accrescere la discriminazione spettrale e soprattutto l'utilizzo di metodologie di tipo *object-based* che utilizzino nella classificazione non solo regole spettrali ma anche spaziali, relazionali e contestuali.

Bibliografia

Mininni et al. (in press) "Identità e diversità come strategia per una nuova progettualità del turismo costiero nel Mediterraneo", in Magniglio Calcagno A., *Il Turismo Durevole per la Riqualificazione del Paesaggio Costiero*.

Viganò P., (2004), (a cura di), *New territories. Situations, projects, scenarios for the European city and territory*, Officina Edizioni.