

UTILIZZO DI IMMAGINI QUICKBIRD PER LA REALIZZAZIONE DELLA CARTA DELL'USO DEL SUOLO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Stefano CORTICELLI (*), Michele BOCCI (**), Elisabetta CAMPIANI (*), Maria Luisa GARBERI (*), Barbara GUANDALINI (*), Luca SALVESTRINI (**)

(*) Servizio Sistemi informativi geografici – Regione Emilia-Romagna, V.le Silvani 4/3 – 40127 – Bologna, scorticelli@regione.emilia-romagna.it, ecampiani@regione.emilia-romagna.it, mlgarberi@regione.emilia-romagna.it, bguandalini@regione.emilia-romagna.it

(**) Studio Bocci, Via Sansedoni, 7 - 53100 – Siena, bocci@tin.it

Riassunto

La Regione Emilia-Romagna ha acquisito le immagini satellitari ad alta risoluzione Quickbird sull'intero territorio regionale utilizzandole, fra l'altro, nella realizzazione della nuova edizione della carta e del database dell'uso del suolo. Il lavoro viene effettuato mediante fotointerpretazione a video delle immagini col supporto di sopralluoghi di campagna e l'utilizzo di dati ausiliari. Sono state individuate oltre ottanta classi di uso del suolo articolate su quattro livelli. Le classi dei primi tre livelli sono derivate da Corine Land Cover, mentre la quarta è stata elaborata a partire dalle proposte del Gruppo di Lavoro Uso del Suolo del Centro Interregionale.

Si è potuto verificare la validità dell'utilizzo d'immagini Quickbird per la realizzazione di una carta tematica a livello regionale: il notevole dettaglio delle stesse ha consentito di ottenere ottimi risultati sia per la precisione geometrica che per la possibilità di individuare un alto numero di classi tematiche. In particolare sono state definite varie tipologie di vegetazione forestale difficilmente riconoscibili mediante fotografie aeree tradizionali e si è ottenuto un ottimo livello di dettaglio, con relative distinzioni, all'interno della categoria del tessuto urbano che precedenti edizioni della carta dell'uso del suolo non contemplavano.

Abstract

Regione Emilia-Romagna carried out the new edition of the land use map, and related database, by acquiring Quickbird high-resolution satellite images. This work is based on the interpretation of satellite images on the screen and with the help of targeted fieldwork and the use of complementary data. We defined eighty classes of land use grouped in four main groups. All the classes belonging to the first three groups come from the previous Corine Land Cover while the fourth group is defined based on the results of the ad hoc working group on land use (Gruppo di Lavoro Uso del Suolo del Centro Interregionale).

The work done proves the reliability of Quickbird data in the preparation of land use thematic map. The exceptional resolution provided by the Quickbird images, in particular, allowed reaching excellent results both in terms of geometric accuracy and possibility of identifying a large number of thematic classes. In particular we identified several vegetation typologies of woodland that are normally difficult to recognize using conventional aerial photographs. A clear example of the extreme detail allowed by this kind of satellite images comes from the mapping of urbanized areas that were not introduced in previous edition of the land-use map.

Introduzione

Con l'acquisizione delle immagini satellitari Quickbird per l'intero territorio della Regione Emilia-Romagna si è dato inizio alla realizzazione della nuova edizione della carta e del database dell'uso del suolo. Si tratta, nello specifico, di immagini pancromatiche ad alta risoluzione riprese negli anni 2002 e 2003 con tecnologia a 11 bit che comporta 2048 livelli di grigio. Tutto ciò con l'obiettivo di ottenere un prodotto di grande precisione geometrica e notevole dettaglio tematico aggiornabile nel tempo.

Nel mettere a punto la metodologia di realizzazione si è cercato di coniugare le specifiche europee di Corine Land Cover con l'esigenza di poter rappresentare alcune categorie peculiari di interesse regionale. Pertanto i primi tre livelli sono stati derivati da Corine mentre il quarto livello, elaborato sul modello proposto dal Gruppo di Lavoro Uso del Suolo del Centro interregionale, permette di rappresentare anche le varie categorie di interesse locale. Il notevole dettaglio delle immagini ha permesso di definire oltre ottanta classi diverse. Il fatto di avere la legenda strutturata su tante classi, articolate in quattro livelli, è finalizzato ad offrire all'utente finale tutta una gamma di possibilità di accorpamenti ed elaborazioni mirate. Inoltre, in questo modo, è anche facilitato il confronto con le edizioni precedenti.

Può essere esemplificativo ricordare che, grazie alla grande definizione delle immagini e all'utilizzo di dati geografici ausiliari precedentemente acquisiti, nella classificazione dei vari tipi di bosco è stato possibile identificare sette diverse categorie: boschi a prevalenza di faggi, boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni, boschi a prevalenza di salici e pioppi, boschi planiziali a prevalenza di farnie e frassini, castagneti da frutto, boschi di conifere, boschi misti di conifere e latifoglie. Per la distinzione di queste varie categorie si sono integrate le informazioni derivabili dalla fotointerpretazione con dati di distribuzione sia a livello altitudinale sia di tipo geomorfologico ed edafico.

Metodo di lavoro

Nello schema seguente si riporta il flusso delle attività di avvio del progetto:

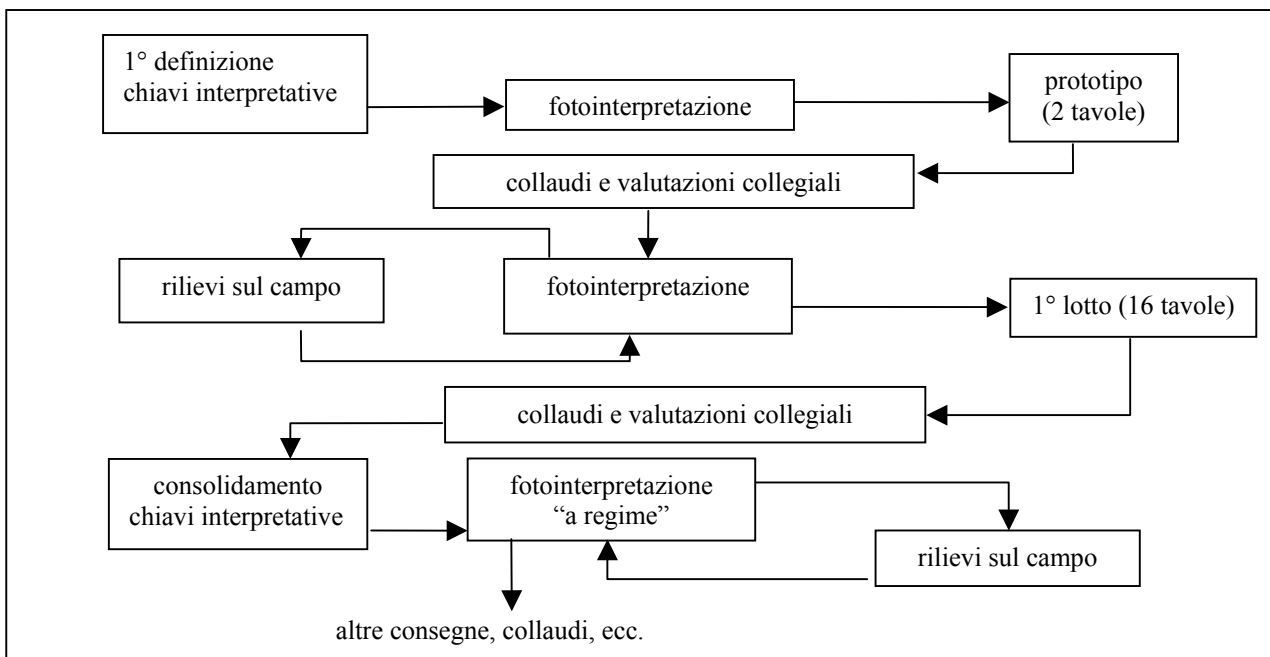


Figura 1 – Flusso delle attività

Le attività di fotointerpretazione, dopo le fasi iniziali per la realizzazione del prototipo e la taratura delle chiavi interpretative, sono entrate nel pieno dello svolgimento.

Le attività preliminari, oltre alle due tavole che costituivano il prototipo previsto nel metodo di lavoro, si sono estese anche ad un primo lotto di consegna formato da 16 fogli della cartografia regionale 1:25.000.

Le immagini QuickBird utilizzate si sono rivelate estremamente ricche di informazioni, tanto che una delle attenzioni da non trascurare consiste proprio nella giusta sintesi dei dettagli da non riportare data la scala del lavoro. La fotointerpretazione avviene infatti con una scala a video di 1:5000, talvolta con ingrandimenti per la migliore comprensione della tipologia di territorio, fino a scale di 1:2000 o 1:1000.

Per quanto riguarda lo stile di fotointerpretazione si fa riferimento alla consolidata metodologia per la costruzione di carte di uso del suolo, che prevede il pragmatico impiego del concetto di prevalenza, della maggior verosimiglianza, dell'impiego di controlli a terra e dell'uso contestuale di dati ancillari nel processo interpretativo.

Altri dettagli sullo stile riguardano l'opportunità di utilizzare un tratto "geometrico" nei territori antropizzati, a parcellizzazione regolare, per lo più nelle aree di pianura, preferendo invece un tratto più morbido, curvilineo e sinuoso nella descrizione dei territori di collina e montagna.

Altri concetti dello stile riguardano il livello di dettaglio nel tracciamento dei limiti di poligono, che deve essere adeguato al livello di precisione della carta, in modo che appendici, insenature e forme frastagliate vengano descritte con un livello di dettaglio coerente con i requisiti di area e larghezza minima stabiliti.

Nelle immagini delle figure 2 e 3 sono riportati dei momenti di fotointerpretazione a video: la prima in ambiente di pianura e l'altra in alta collina.

Si può osservare, dalla gamma dei toni di grigio, la ricchezza informativa delle immagini satellitari utilizzate. L'alta risoluzione radiometrica (11 bit) e l'ampia finestra spettrale del sensore pancromatico (0,45 – 0,90 μm) consentono un'alta capacità descrittiva dei vari tipi di ambiente caratterizzati dalla presenza di vegetazione verde.

Nella figura 3 è visibile un rimboschimento adulto a conifere accanto al bosco di latifoglie, con prevalenza di querce, carpini e castagni, distinguibile con un livello di separabilità non inferiore ad un'immagine "true color".

I controlli sul campo vengono effettuati utilizzando un pc palmare con software gis e GPS.

Le missioni di campagna vengono pianificate individuando, per i vari fogli da verificare, tutti i punti dubbi o particolari emersi durante le precedenti fasi di fotointerpretazione. Viene quindi progettato l'itinerario principale, dal quale si dipartono i tratti secondari, da percorrere per raggiungere gli obiettivi prefissati. Tali elementi geografici vengono digitalizzati e, insieme alle immagini QuickBird, la carta topografica 1:5000 e la carta geografica della regione formano il progetto di lavoro in ambiente ArcPad, che contiene anche lo strato puntuale delle osservazioni, per ognuna delle quali, con un'interfaccia dedicata, vengono registrate le seguenti informazioni:

- codice di uso del suolo
- operatore
- data
- codice della missione
- n. della foto
- note



Figura 2 – Ambito agricolo di pianura, con frutteti e seminativi irrigui.

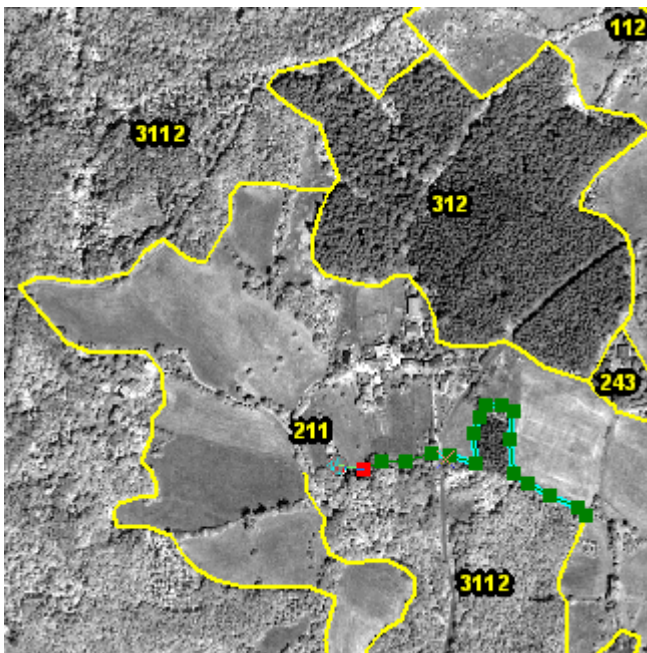
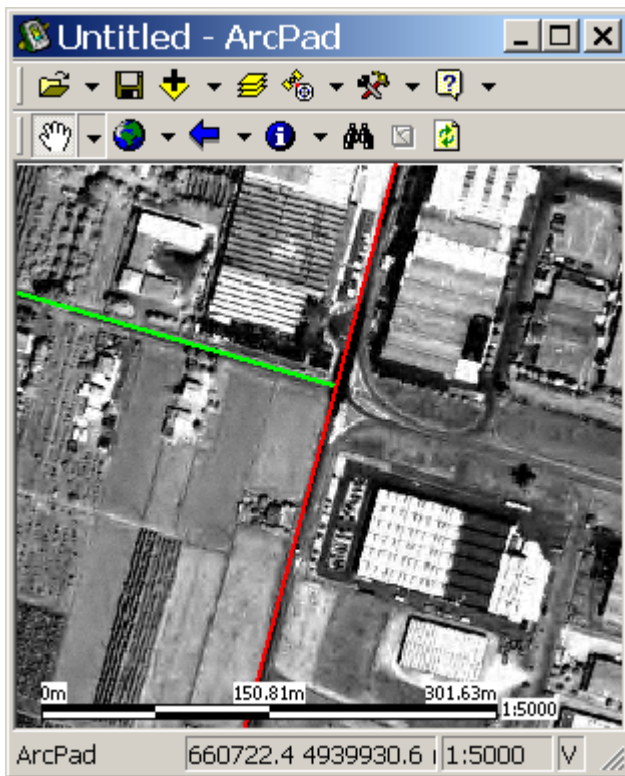


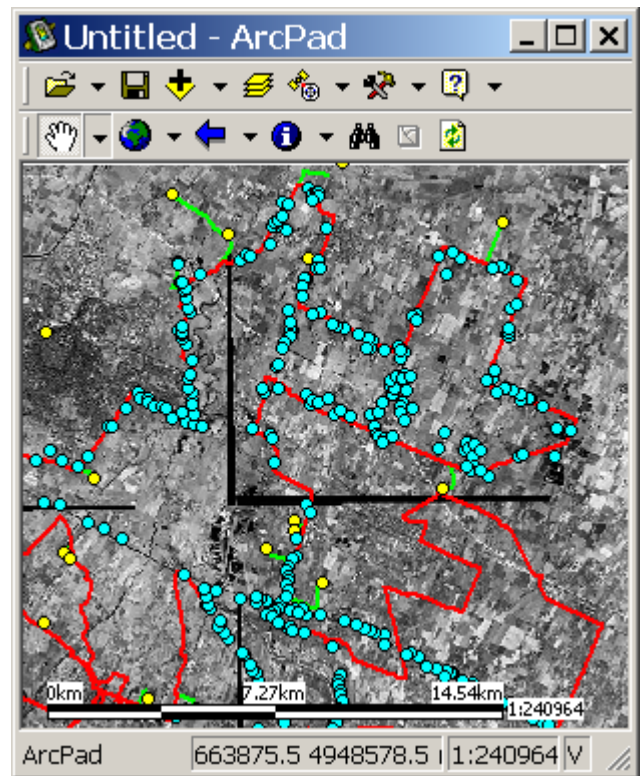
Figura 3 - Ambito forestale di alta collina, con spazi di agricoltura tradizionale a seminativi e prati.

Vengono registrate sia osservazioni complete di tutte le informazioni, nei punti di particolare interesse, ma anche molte altre dotate solo del codice tematico, per le quali non è necessario soffermarsi sul luogo. Operando in due persone, autista e navigatore, è possibile infatti raccogliere una grande quantità di informazioni, tra una stazione e l'altra, grazie alle funzionalità del sistema GIS portatile integrato da GPS, fissando tutte le tipologie territoriali osservabili durante il tragitto. Con le prime tre missioni sul campo sono stati raccolti circa 960 punti di osservazione, articolati su circa 20 fogli della carta topografica 1:25.000.

Tutte le informazioni così raccolte, immagini fotografiche comprese, alimentano un data base geografico che, con la tecnica dell'*hyperlink*, consente la fruizione dei dati fotografici di campo, utili sia per i fotointerpreti che durante le operazioni di collaudo svolte in ambiente GIS.



(a)



(b)

Figura 4 – (a) una videata durante i controlli di campagna: immagini QuickBird di sfondo, itinerario principale segnato con linea rossa e deviazioni in verde per raggiungere punti da verificare. (b) vista generale dei punti rilevati, in ciano, nella campagna ad Est di Modena.

Oltre alle tradizionali verifiche sull'accuratezza della fotointerpretazione, che sono state facilitate dal confronto coi controlli sul campo sopradescritti, sono state messe a punto alcune procedure automatiche di controllo della banca dati.

Alla consegna dei file per la banca dati inizia la fase del collaudo formale ed informativo dei file di ogni tavola al 25.000 e del loro contenuto. La verifica è volta a certificare l'accuratezza posizionale e logica dei vari oggetti, eliminando le incongruenze dovute ad errori di processo (manuali o di elaborazione automatica). Per rendere meno oneroso tale collaudo sono state appositamente sviluppate procedure AML (*ArcInfo Macro Language*). Le procedure svolgono tre tipi di valutazione: consistenza, congruenza e correttezza.

La valutazione di consistenza verifica la correttezza in termini quantitativi e logici degli oggetti acquisiti dal fotointerprete e traslati al modello di riferimento. La procedura quindi confronta la struttura dati prevista dal capitolato con quella realizzata; confronta i valori ammessi per ogni campo, sia per singolo campo, sia per gruppi di campi il cui contenuto informativo è correlato; controlla la corretta trasposizione degli archi di contorno in forma gerarchica, secondo la struttura dati prevista.

La valutazione di congruenza areale verifica la correttezza del dato in termini di unità minima consentita rispetto ai criteri di tolleranza definiti dalla scala di acquisizione e di rappresentazione: il capitolato prevede un'area minima cartografabile di 1,56 ettari; la procedura rileva la presenza di poligoni con area sotto la soglia, discriminando se tali poligoni si trovano sul bordo carta oppure all'interno del taglio al 25000, segnala come errori quelli all'interno e indica gli identificatori di quelli posizionati sul bordo, da controllare in fase di attacco. Poligoni con area inferiore al valore di soglia sul bordo, possono essere infatti porzioni di un poligono di area corretta, tagliate dal bordo carta, quindi non costituiscono un errore.

Per valutazione di correttezza topologica consiste nel controllo dei requisiti topologici della cover. La procedura controlla che tutti i poligoni delle categorie dell'uso del suolo siano chiusi e codificati con un'unica label; non sono ammessi "buchi" all'interno della cover, non sono ammesse intersezioni tra elementi areali (*slaves polygons*); non sono ammessi archi sovrapposti, caratterizzati dagli stessi valori di coordinate perché ogni oggetto geometrico, che appartenga fisicamente a più entità, deve essere acquisito una volta soltanto. La procedura controlla l'esistenza di eventuali archi appesi, che non sono ammessi.

Tutte le procedure producono report di controllo nei quali vengono evidenziati gli eventuali errori o le differenze rilevate rispetto alla "verità" costituita dai requisiti richiesti dal capitolato d'appalto.

La verifica sui report dell'esito dei controlli non si limita alla semplice constatazione dell'errore, ma prevede un'analisi degli errori eventualmente riscontrati, l'interpretazione delle cause di generazione dell'errore stesso e le specifiche da fornire alla ditta per la correzione e i suggerimenti per evitare il ripetersi dell'errore.

Conclusioni

Il lavoro fin qui realizzato ha dimostrato la potenzialità delle immagini Quickbird per la realizzazione di carte di uso del suolo di dettaglio. In particolare la grande risoluzione radiometrica e l'ampiezza spettrale del sensore pancromatico favoriscono la definizione degli ambienti coperti da vegetazione. Il grande contenuto di informazioni delle immagini, che consente di effettuare con buon risultato ingrandimenti mirati fino alla scala 1:2000, permette di risolvere una gran parte delle questioni dubbie in fase di fotointerpretazione. Uno degli obiettivi primari di questa nuova edizione era quello di poter distinguere varie classi all'interno dell'edificato: si è potuto verificare che possono essere normalmente distinte quattro categorie all'interno delle zone urbanizzate, cinque voci per gli insediamenti produttivi, commerciali e di servizi pubblici e privati nonché sei voci per le reti e le aree infrastrutturali. Tutto ciò anche grazie all'ausilio di dati ausiliari oggi in genere molto ben disponibili. Inoltre va ricordato che la restituzione a video su immagini georeferenziate ha dato ottimi risultati riguardo alla precisione geometrica.

Il sistema di controlli di campagna per la taratura delle immagini e la verifica dei casi dubbi si è rivelato particolarmente efficace ed ha agevolato le verifiche sulla fotointerpretazione.

Bibliografia

- Annoni A., Bocci M., Zini E. (1998) "Il censimento del territorio e il progetto Corine Land Cover", Iper testo su "Tecnologie per lo studio del territorio: il telerilevamento aereo e da satellite e Sistemi Informativi Territoriali" pubblicato da AIT (Associazione Italiana di Telerilevamento) e CEO (Centre for Earth Observation) JRC Ispra.
- Campiani E., Cognini L., Pullega S., Corticelli S. (1998) "Uno strumento per la gestione territoriale: la carta dell'uso del suolo dell'Emilia-Romagna", *Atti 2^a Conferenza Nazionale ASITA*, Bolzano, 1:431-436.
- Campiani E., Corticelli S., Garberi M.L. (2002), "Proposta metodologica per la realizzazione del nuovo database multiscala dell'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna", *Atti della 6^a Conferenza Nazionale ASITA*, Perugia, 1: 603-608.
- Corticelli S. (1996), "La carta dell'uso del territorio della Regione Emilia-Romagna (scala 1:25.000)", *IAED Quaderno 8*, Atti del Congresso «Conservazione e Biodiversità nella progettazione ambientale», 92-93.
- E.S.R.I. Inc. (1994) - ARC Macro Language Commands, ARC/INFO Users Guide - Redlands California
- Marchetti M. (2002), "Metodologie per una cartografia di uso del suolo multilivello e multiscala: analisi e sperimentazione applicativa", *Documenti del Territorio*, anno XV, numero 49/2002.
- Perdigao V., Annoni A. (1997), *Technical and methodological guide for updating Corine Land Cover data base*, EUR 17288, Brussels, Luxembourg, 140pp.