

LA SECONDA EDIZIONE DEL DATA BASE DI USO DEL SUOLO DUSAF 1:10.000 DELLA REGIONE LOMBARDIA: SPERIMENTAZIONI DI NUOVI METODI E STRUMENTI PER L'AGGIORNAMENTO

Dante FASOLINI (*), Michele BOCCI (**), Enrico ZINI (**), Dario BELLINGERI (**), Donata DAL PUPPO (***)

(*)ERSAF, Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste

(**) ARPA Lombardia, Settore Sistemi Informativi Ambientali

(***) Regione Lombardia, DG Territorio e Urbanistica

Riassunto

Vengono presentati i risultati delle sperimentazioni effettuate nell'ambito delle attività preparatorie all'aggiornamento della cartografia regionale di uso del suolo DUSAF. Le principali tematiche hanno riguardato la definizione di una nuova impostazione della banca dati basata sulla parcellizzazione del territorio, il test di metodologie semi-automatiche per l'individuazione dei principali cambiamenti e sperimentazioni relative all'integrazione della cartografia aggiornata con altri tematismi di carattere territoriale e ambientale.

Abstract

The results from the preliminary activities in order to update the regional land use map (DUSAF) are presented. The main themes regard the definition and testing of a new structuring of the map, the experimentation of semi-automatic tools for main changes detection, and the integration of updated land use map with other territorial and environmental data-bases.

Introduzione

La Regione Lombardia è impegnata a svolgere una importante azione di governance nel campo territoriale, al fine di promuovere e coordinare la realizzazione di servizi e un corretto sviluppo dell'attività di pianificazione e di programmazione territoriale. La legge regionale di Governo del Territorio (l.r.12/2005) pone un forte rilievo sul ruolo del SIT Integrato nell'ambito dei processi di pianificazione.

Il sistema informativo territoriale regionale ad oggi dispone della base informativa sull'uso del suolo denominata DUSAF, realizzata sulla base delle ortofoto IT2000. Si tratta di una base dati ad elevato dettaglio geometrico e semantico, con scala nominale 1:10000, area minima pari a 0,16 ha, e più di 70 classi tematiche.

Riconoscendo il ruolo strategico di poter disporre di dati geografici costantemente aggiornati, la Regione ha promosso un programma per la realizzazione della seconda edizione della banca dati DUSAF ed una preliminare attività sperimentale.

La sperimentazione è stata condotta da ERSAF e ARPA Lombardia, su 10 aree distribuite in modo da coprire vari tipi geografici del territorio, affrontando i seguenti temi principali:

1. definire e testare le fonti primarie per l'aggiornamento della banca dati di uso del suolo, tra cui le ortofoto IT2003 e le ortofoto AGEA;
2. ottimizzare l'uso delle fonti tematiche ausiliarie per il miglioramento dell'accuratezza tematica;
3. rivedere la legenda;
4. progettare e sperimentare una nuova impostazione della banca dati, caratterizzata dalla presenza di un reticolo di elementi lineari invariati su cui ancorare le unità cartografiche dell'uso del suolo;

5. sperimentare la possibilità di impiego per l'aggiornamento di moderne tecnologie di segmentazione multirisoluzione e classificazione fuzzy;
6. promuovere la transizione da un concetto di base informativa dell'uso del suolo statico ad una nuova impostazione basata sull'implementazione di Sistema Informativo aggiornato in continuo;
7. orientare il modello strutturale verso una integrazione con i progetti del DB Topografico e degli strumenti di pianificazione territoriale.

L'attività di aggiornamento della cartografia DUSAF è attualmente in fase di realizzazione; entro la fine del 2007 verranno realizzate le province di Cremona, Mantova, Milano e Sondrio (quest'ultima secondo l'approccio sperimentale basato sulla parcellizzazione, descritto nel prossimo paragrafo) ed entro il 2008 sarà completata l'intera regione.

Principali tematiche oggetto della sperimentazione e sintesi dei risultati

Considerazioni preliminari e analisi dei dati di base

L'attuale legenda DUSAF si caratterizza per una duplicità di impostazione: gli ambiti agricoli e naturali sono descritti con la consueta classificazione della Regione Lombardia, derivata dalla precedente carta di uso del suolo 1994 ed altre precedenti realizzazioni, mentre il contesto urbano è stato dettagliato con una nuova impostazione basata sullo standard CORINE Land Cover, con approfondimenti variabili fino al 5° livello. Si è ritenuto opportuno adottare un metodo omogeneo scegliendo quest'ultima impostazione per tutte le tipologie di territorio, con l'intenzione anche di favorire un migliore confronto con le banche dati delle regioni confinanti.

Fra le 10 aree test sono state scelte 7 aree in cui effettuare una sperimentazione di aggiornamento con metodi tradizionali (fotointerpretazione a video in ambiente GIS). La fotointerpretazione è stata eseguita ad una scala di dettaglio, generalmente intorno al 1:2500.

Il lavoro di aggiornamento si è basato su immagini provenienti da due differenti programmi di riprese aeree: AGEA (2005 e 2006) e IT2003 (confronto sintetico in tabella 1).

Tabella 1 – analisi pro-contro sulle fonti utilizzate.

fonti	pro	contro
IT2003	<ul style="list-style-type: none"> • migliore risoluzione geometrica (0.5 m contro 1m) • colore 	<ul style="list-style-type: none"> • come nel programma IT2000 in zone di montagna sono presenti spesso versanti in ombra poco "leggibili"
AGEA	<ul style="list-style-type: none"> • maggiore altezza del sole nelle scene di montagna • riprese più recenti 	<ul style="list-style-type: none"> • minore risoluzione geometrica • bianco/nero

Per quanto riguarda le attività di fotointerpretazione si è rilevato come entrambe le fonti consentano di riconoscere e descrivere il territorio con l'accuratezza richiesta. Si ritiene quindi possibile prevedere l'aggiornamento completo di DUSAF con fonti miste, senza che questo implichi diversi livelli qualitativi del prodotto (a meno delle implicazioni riguardanti la data di riferimento dell'aggiornamento).

Sperimentazione di aggiornamento del DUSAF sulla base di elementi invarianti

Questa parte della sperimentazione (effettuata su 3 delle 10 aree test) è stata progettata per valutare la fattibilità di una nuova impostazione della banca dati di uso del suolo che rispondesse alle seguenti esigenze:

1. ancorare i limiti delle unità cartografiche di uso del suolo ad elementi fisici effettivi e già definiti nei tematismi GIS della Regione (in futuro rappresentato anche dagli strati del DB Topografico). Questa esigenza si fonda sul principio che impiegando tali limiti di poligono, definibili anche come invarianti territoriali, si intende caratterizzare la banca dati di uso del

suolo con una maggiore stabilità e coerenza, indispensabile per un suo migliore uso nelle varie elaborazioni territoriali.

2. realizzare una sorta di parcellario, ammettendo la presenza di unità cartografiche distinte e a contatto, se pure con stesso codice tematico, in quanto separate da un elemento territoriale invariante (strada, corso idrico, limite amministrativo, ecc). I vantaggi di questa impostazione sono che:
 - a. facilita gli aggiornamenti successivi;
 - b. rende possibili attività successive di “change detection” basate su tecniche automatiche di segmentazione e classificazione fuzzy di immagini aeree o satellitari;
 - c. consente analisi territoriali in cui le singole particelle risultino caratterizzate da dati tematici e indicatori; altri strati tematici in questo modo vanno ad “arricchire” la base vettoriale di uso del suolo.

Sono stati quindi individuati i seguenti elementi territoriali utili per la definizione di un grafo sul quale impostare il nuovo modello di uso del suolo:

- viabilità (stradale e ferroviaria)
- reticolo idrografico (naturale ed artificiale)
- limiti di bacino idrografico (spartiacque)
- limiti amministrativi comunali
- in via sperimentale, le particelle catastali derivanti dal Sistema Informativo Agricolo Regione Lombardia (SIARL)



Figura 1: confronto fra l'attuale versione della data base DUSAF (a) e aggiornamento al 2003 con adeguamento geometrico al grafo degli elementi invarianti (b).

Il lavoro ha previsto una fase iniziale di raccolta e armonizzazione di tutti questi elementi in una unica banca dati, distinguendo i vari elementi con specifici attributi tematici. E' stata necessaria una fase di lavoro di tipo semi-automatico (overlay + editing) in ambiente GIS per realizzare il grafo di base per la parcellizzazione.

Più in particolare si è reso necessario attuare delle procedure per la risoluzione di problemi dovuti sia alla sovrapposizione approssimativa di più elementi diversi ma coincidenti da un punto di vista geometrico (ad es. la strada che è anche limite comunale), sia alla semplificazione di elementi fisicamente contigui ma che non devono produrre sottili poligoni di uso del suolo (ad es. una strada ed una roggia affiancata).

Queste operazioni hanno consentito di individuare e marcare tutti gli elementi ritenuti in prima analisi non necessari alla formazione del parcellario. Una successiva fase di editing “esperto” ha consentito il completamento del grafo con la revisione e la risoluzione della geometria finale.

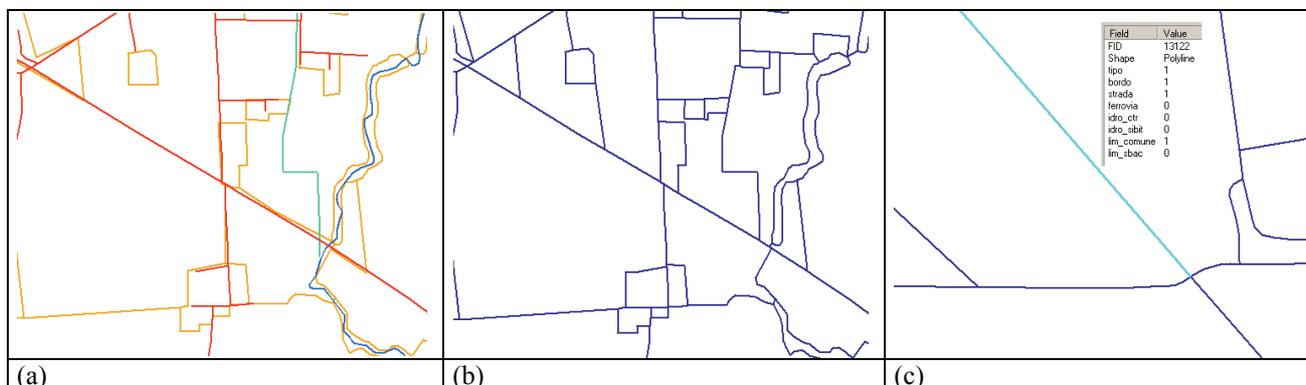


Figura 2: elaborazioni GIS sugli archi: (a) l’insieme degli archi prima della normalizzazione (rosso = strade, blu = idrografia naturale, celeste = idrografia artificiale, arancio = DUSAF); (b) l’insieme degli archi dopo le elaborazioni GIS per la normalizzazione geometrica, che mantiene però le informazioni tematiche per i vari componenti (dettaglio in (c)).

Si è così ottenuto uno strato informativo basato sul modello dei dati “network coverage”, in cui uno strato poligonale con attributi tematici coesiste topologicamente con uno strato lineare di archi, anch’essi distinti da attributi tematici.

In particolare gli archi vengono caratterizzati con tanti campi di tipo “flag” (1/0) per quanti sono i livelli informativi coinvolti nella formazione del grafo che è alla base del parcellario. In questo modo è possibile individuare le varie tipologie di elementi lineari, gestendo la molteplicità di funzioni che può assumere ogni tratto lineare.

Sperimentazione di metodi semi-automatici di segmentazione e classificazione delle immagini

La sperimentazione di tecniche e metodologie semi-automatiche di segmentazione e classificazione è stata intesa, almeno per quanto riguarda la fase preliminare del progetto di aggiornamento di DUSAF, come parallela e non sostitutiva, rispetto alle metodologie tradizionali di fotointerpretazione.

Infatti, data la complessità dei territori analizzati e la stessa articolazione della legenda, è impensabile ottenere dei prodotti con specifiche geometriche e tematiche che soddisfino i requisiti della cartografia DUSAF; gli output di queste procedure, però, possono essere dei validi supporti per le fasi successive di fotointerpretazione tradizionale, ad esempio in termini di cartografie tematiche di copertura del suolo semplificate o come prodotti specifici per l’individuazione delle aree di cambiamento da utilizzare in procedure di analisi territoriale.

I software utilizzati sono stati eCognition e Feature Analyst per ERDAS Imagine.

Una importante parte di sperimentazione ha riguardato le segmentazioni delle immagini appoggiandosi a dati vettoriali di riferimento. Tale approccio naturalmente è particolarmente importante e vantaggioso in casi di aggiornamenti di banche dati vettoriali già esistenti.

Una parte della sperimentazione ha riguardato la definizione di alcune metodologie di classificazione speditiva delle immagini, al fine di ottenere dei livelli informativi “intermedi”, con attenzione in particolare all’individuazione dei principali cambiamenti, come ad esempio le espansioni delle aree urbanizzate.

La procedura individuata (esemplificata in figura 3), prevede un’analisi di *change detection* fra le immagini delle due date di riferimento (nel caso specifico, le ortofoto IT2000 e le ortofoto IT2003) con un approccio ad oggetti, ovvero sulla base delle caratteristiche dei poligoni individuati dal processo di segmentazione delle immagini.

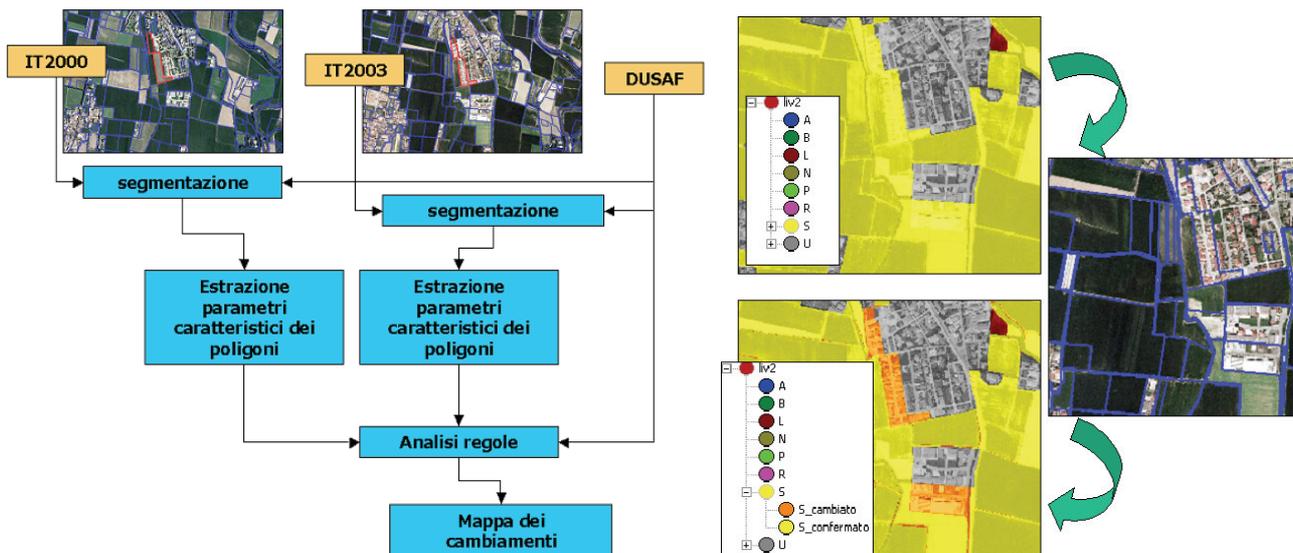


Figura 3: a sinistra, schema semplificato del flusso di elaborazioni per la redazione di mappe speditive di cambiamenti a partire dal confronto di aggiornamenti successivi delle ortoimmagini; a destra: esempio di individuazione di cambiamenti, all'interno della classe originaria DUSAF "seminativi", sulla base di una parcellizzazione formata sia dai limiti DUSAF che dai limiti delle particelle catastali.

La sperimentazione è stata in particolare focalizzata sulla ricerca di regole, sulla base del confronto di parametri di tipo spettrale e tessiturale medi dei poligoni, per l'individuazione delle transizioni da "aree agricole" ad "aree urbanizzate", ovvero alla ricerca dei cambiamenti all'interno dei poligoni tematizzati come seminativi nella cartografia DUSAF precedente.

Le regole basate su queste soglie, determinate con questo tipo di analisi oltre che su combinazioni logiche di queste soglie, producono quindi delle mappe di cambiamento, utilizzabili sia per aggiornamenti speditivi, che come base per la fase di vera e propria fotointerpretazione, oltre che per l'individuazione delle aree soggette a maggiore dinamicità.

Un limite generale di questo approccio è che il metodo è tanto più efficiente quanto le unità minime di analisi (ovvero i poligoni generati dalla fase di segmentazione) sono piccole, in quanto il "segnale" di un eventuale cambiamento che interessa solo una parte del poligono individuato è rappresentativo dell'intera parcella. Emerge quindi ulteriormente l'importanza di poter disporre, per analisi di questo tipo, di una strato vettoriale di base il più possibile frammentato e formato da oggetti minimi di ridotte dimensioni.

Sperimentazione di metodologie di integrazione fra banca dati DUSAF aggiornata e altri tematismi

L'obiettivo di questa parte di sperimentazione è stato, da un lato, la valorizzazione degli altri strati informativi territoriali presenti nel Sistema Regione, oltre alla valutazione del loro utilizzo in combinazione con la banca dati di uso del suolo aggiornata, nell'ottica della implementazione di un Sistema Informativo di uso del suolo.

Diverse banche dati geografiche di carattere territoriale o ambientale, oltre al loro utilizzo diretto come dati accessori di supporto nella fase di fotointerpretazione, si prestano ad un "arricchimento" della banca dati di uso del suolo (esempio in figura 4).

Notevoli interazioni in questo senso sono possibili, ad esempio, con carte tematiche di tipo raster (es: carte forestali, mappe relative alla densità della popolazione residente, ecc..), ma anche DB territoriali (es: catasto relativo al Sistema Informativo Agricolo della Regione Lombardia, archivi georeferenziati delle attività produttive, ecc..).

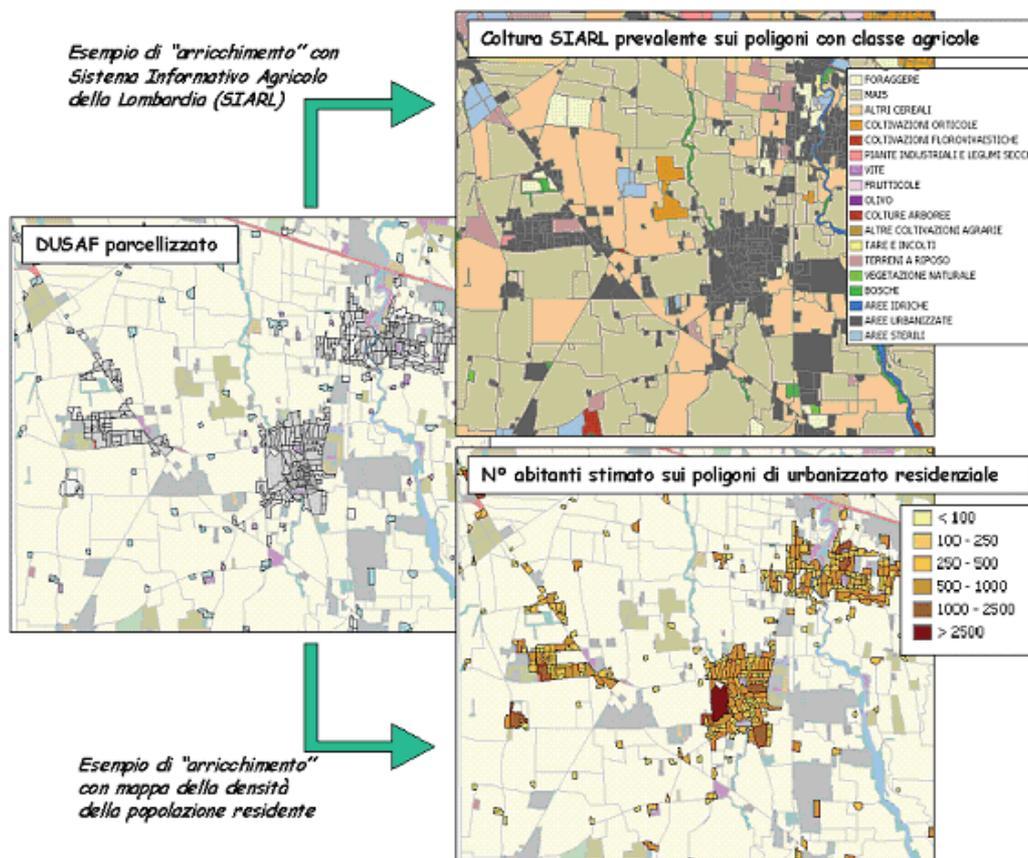


Figura 4: Due esempi di interazioni fra banca dati di uso del suolo DUSAF aggiornata e due altre banche dati territoriali (DB Sistema Informativo Agricolo della Regione Lombardia e mappa della densità della popolazione residente).

Conclusioni

Le attività svolte hanno consentito di raggiungere gli obiettivi prefissati, ed in particolare di:

- definire le tecniche di aggiornamento della banca dati DUSAF,
- valutare le possibilità di aggiornamento con fonti miste (IT2003/AGEA),
- affrontare possibili implementazioni del metodo di costruzione della banca dati territoriale (con particolare riguardo all'integrazione con elementi lineari "invarianti" e alla parcellizzazione),
- analizzare le modalità di esecuzione di mappe speditive dei cambiamenti mediante metodi semi-automatici,
- valutare le possibilità di "arricchimento" della base dati DUSAF2 con altri dati territoriali e ambientali.

La una nuova impostazione della banca dati qui progettata e sperimentata, è caratterizzata da un impianto cartografico a "parcellario" e dalla presenza di un reticolo di elementi lineari invarianti su cui ancorare le unità cartografiche dell'uso del suolo. I principali vantaggi di questo approccio, qualora venisse esteso sull'intero territorio lombardo, sono che:

1. spesso gli elementi invarianti costituiscono dei limiti di cambiamento nell'uso del suolo ed il loro coinvolgimento rende la banca dati più stabile ed oggettiva,
2. la prospettiva di integrazione con il DB Topografico fa individuare per il futuro in questo sistema le fonti primarie dei temi invarianti;
3. un data base dell'uso del suolo di tipo parcellizzato consentirà di effettuare aggiornamenti speditivi, utili per il monitoraggio delle aree a maggior dinamicità, anche con l'uso di moderne tecniche di classificazione
4. sarà possibile produrre livelli informativi derivati dall'interazione con altre banche dati tematiche.