

## ESPERIENZE DI MAPPATURA DI AREE INTERESSATE DA INCENDIO MEDIANTE IMMAGINI MULTISPETTRALI

Gabriele BITELLI, Paolo CONTE

DISTART - Università di Bologna, gabriele.bitelli@unibo.it, paoloconte2005@libero.it

### Abstract

The paper presents some first tests in classifying and mapping the areas which were affected by forest fires in south-eastern Sicily in June 2007. Moderate resolution ASTER imagery was mainly employed and the classifications obtained on the basis of different algorithms, employing spectral indices specially developed for this kind of application, were compared: BAI, NBR, MIRBI. After assessing each index by means of direct interpretation and application of appropriate threshold values, the method was optimized by their multiple thresholding. Processing was carried out on both single and time series images.

### Introduzione

L'Italia è interessata ogni anno da innumerevoli fenomeni di incendio boschivo, concentrati soprattutto nelle regioni meridionali, con rilevanti impatti in termini di vite umane, di danni economici, ambientali e sociali. La legge 353/2000 prevede, per la conservazione e la difesa dagli incendi del patrimonio boschivo nazionale, la redazione di piani regionali per l'attuazione di misure di previsione, prevenzione e lotta attiva, oltre che l'effettuazione di attività di formazione, informazione ed educazione ambientale. Il telerilevamento può contribuire in maniera economica ed efficace in tutte le attività previste dalla legge-quadro in quanto permette, tra le altre applicazioni, di individuare e perimetrare le superfici bruciate su porzioni di territorio anche molto estese, in aree inaccessibili o pericolose, e con costi contenuti rispetto alle tecniche tradizionali di misura.

### Materiali e metodi

Lo studio consiste nella valutazione di potenzialità e limiti di diversi algoritmi per la perimetrazione *post-fire* delle aree bruciate tramite l'utilizzo di indici spettrali proposti in letteratura quali BAI (Burned Area Index), NBR (Normalized Burn Ratio) e MIRBI (Mid-Infrared Bispectral Index). Sono stati seguiti due diversi approcci: mono-temporale, utilizzando una singola immagine *post-fire* per il calcolo degli indici da impiegare nella classificazione, e multi-temporale, valutando per ogni pixel le differenze tra i valori degli indici riferiti ad un'immagine successiva ed ad una precedente agli eventi.

Sono state utilizzate immagini satellitari multispettrali a moderata risoluzione ASTER, ed in particolare i prodotti AST\_07XT (Aster On-Demand L2 Surface Reflectance); si sono usate le 3 bande del sottosistema VNIR (risoluzione geometrica 15 m) e le 6 bande SWIR (30 m, ricampionate a 15 m).

La sperimentazione ha interessato un'area della Sicilia centro-orientale che comprende soprattutto la provincia di Enna e che è stata interessata da numerosi incendi nel giugno 2007.

Nell'approccio mono-temporale è stata utilizzata una sola immagine *post-fire* acquisita il 28/06/07 alle ore 09.53.36; per la *change-detection* ad essa si è aggiunta un'ulteriore immagine *pre-fire* acquisita in un periodo scarsamente interessato da fenomeni di incendio boschivo (09/04/2007, ore 09.53.47). La fotointerpretazione delle immagini è stata condotta usando la combinazione di bande 8-3-2 (SWIR-NIR-R), sensibile alle aree percorse dal fuoco, e una simulazione Natural Color

Composite, che permette di risolvere le incertezze per superfici con risposta simile alle aree bruciate nell'IR.

Nel caso mono-temporale si sono effettuate tre differenti classificazioni binarie *pixel-based* mediante sogliature indipendenti degli indici BAI, NBR e MIRBI basate su un'analisi degli istogrammi di frequenza sull'immagine in relazione alle aree di incendio accertato o, per BAI e NBR, su valori di *threshold* ricavati da letteratura. Per cercare di risolvere gli errori di confusione caratteristici di ogni singolo indice si è quindi effettuata un'operazione di AND logico tra le tre classificazioni ottenute, assegnando ogni pixel alla classe di area bruciata solamente se esso è stato considerato come potenzialmente bruciato da tutti e tre gli algoritmi.

Nell'approccio multi-temporale si è eseguita la co-registrazione geometrica delle due immagini mediante 40 GCP e la normalizzazione radiometrica, cercando così di minimizzare le differenze sui valori di riflettanza di pixel invarianti. Si sono calcolati BAI e NBR sulle due immagini e quindi la loro differenza, ottenendo mappe di dBAI e dNBR. Sono stati scelti empiricamente i valori di soglia da applicare a questi ultimi in maniera analoga a quanto fatto nell'approccio precedente, applicando anche qui un'operazione di AND logico tra le due classificazioni ottenute.

L'ultima fase è stata quella della post-classificazione: sono stati applicati i filtri di *sieving* e *clumping* ed è stata poi operata la vettorializzazione su tutte e sei le classificazioni binarie effettuate (cinque con approccio mono-temporale ed una con approccio multi-temporale).

### **Risultati e discussione**

Gli algoritmi di classificazione un singolo indice sono certamente i più rapidi, non necessitano di operazioni particolarmente complesse e risultano sufficientemente accurati, presentando però errori di confusione causati da superfici con riflettanza spettrale simile, nelle bande utilizzate, ad un'area percorsa dal fuoco. Per esempio, BAI (che peraltro dall'analisi degli istogrammi di frequenza fornisce sulle aree bruciate una varianza minore rispetto agli altri due indici) può includere tra le aree bruciate anche gli specchi d'acqua, mentre NBR riduce il fenomeno alle sole aree costiere ma risente di rilevanti errori di commissione con aree urbane e con diverse aree agricole (provocando una sovrastima); MIRBI, infine, risente di errori di confusione sia per i centri urbani che per gli specchi d'acqua, ma rispetto a NBR è più accurato sulle aree agricole.

L'algoritmo di sogliatura multipla con *threshold* fissi limita notevolmente gli errori di confusione dei metodi precedenti e permette delle mappature accurate solo con un lieve aumento della complessità operativa; le uniche incertezze riguardano incendi poco recenti o molto eterogenei. L'ottimizzazione del procedimento mediante lo studio statistico degli istogrammi e la disponibilità di dati di verità a terra per una scelta più accurata dei valori di soglia migliora leggermente il risultato della classificazione, ma al contempo presenta difficoltà operative notevolmente maggiori.

La classificazione secondo un approccio multi-temporale fornisce risultati qualitativamente simili all'algoritmo mono-temporale con sogliatura multipla, ma necessita di operazioni di preprocessing piuttosto lunghe e complesse, ed inoltre presenta anch'essa alcuni errori di commissione.

### **Bibliografia**

- Chuvieco, E., Martin, M. P., Palacios, A. (2002): "Assessment of different spectral indices in the red- near- infrared spectral domain for burned land discrimination", *Int. J. of Rem. Sens.*, 23, 5103-5110
- Epting, J., Verbyla, D., Sorbel, B. (2005): "Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+", *Rem. Sens. of Environment*, 96, 328-339
- Lentile, L.A.D., et al. (2006): "Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects", *Int. J. of Wildland Fire*, 15, 319-345