

Utilizzo di dati ALS per la mappatura delle aie carbonili nelle foreste mediterranee

Francesca Bottalico ^(a), Elisa Carrari ^(b), Andrea Barzagli ^(a), Gherardo Chirici ^(a), Davide Travaglini ^(a), Federico Selvi ^(b)

^(a) Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Via San Bonaventura 13, 50145 Firenze

^(b) Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Piazzale delle Cascine 18, 50144 Firenze

Riassunto

In Italia, in passato i boschi di latifoglie sono stati utilizzati perlopiù per la produzione del carbone. Questa attività veniva realizzata in apposite piazzole pianeggianti di estensione limitata chiamate aie carbonili. L'obiettivo di questo lavoro è testare una procedura che consenta di individuare questi micro siti ecologicamente interessanti attraverso l'utilizzo di dati derivati da *Airborne Laser Scanning* in due aree di studio situate in Toscana.

Abstract

In Italy, in the past the broadleaves forests have been used mainly for the charcoal production. This activity was carried out in special flat area with a limited extension called charcoal kiln. The aim of this work is to test a procedure to identify these ecologically interesting microsites by means of data derived from Airborne Laser Scanning in two case studies in Tuscany, Central Italy.

Introduzione

La produzione del carbone è stata una delle prime forme di uso del bosco, la sua origine risale infatti almeno al V secolo a.C. (Ludemann, 2006). Il carbone veniva prodotto tramite pirolisi del legno a basse temperature in condizioni anossigeniche (Antal, 2003), in speciali forni chiamati "carbonaie". Queste venivano realizzate direttamente in bosco, in piazzole di forma ellissoidale che oggi ritrovandosi con elevata densità nei boschi mediterranei rappresentano l'eredità principali di tale attività antropica, che in Italia è stata abbandonata solo negli anni Sessanta (Landi e Piussi, 1988). Le "carbonaie" non hanno solo valore storico ma anche ecologico (Carrari et al., 2016; Carrari et al., *in stampa*). Risulta quindi di fondamentale importanza individuare un metodo efficace che permetta di quantificare e caratterizzare la loro presenza nei boschi italiani, ad oggi completamente ignota, per valutare su ampia scala il loro effetto sulla vegetazione ed il loro contributo per lo stoccaggio di carbonio nei suoli forestali.

Oggi, grazie alla disponibilità di DTM (*Digital Terrain Model*) ad alta risoluzione spaziale derivati da dati ALS (*Airborne Laser Scanning*) è possibile visualizzare la micro-topografia del terreno e mappare così le carbonaie. Alcuni studi realizzati in precedenza hanno previsto la mappatura per fotointerpretazione manuale delle carbonaie. L'obiettivo di questo lavoro è sviluppare, invece, una procedura automatica che consenta di individuare questi micro siti ecologicamente interessanti attraverso l'utilizzo di dati derivati da ALS.

Materiali e metodi

Sono state selezionate due aree di studio in Toscana, situate in zone dove la produzione del carbone è proseguita per alcuni secoli ed è stata abbandonata circa 60 anni fa, e che comprendono diverse formazioni forestali: faggete (5 ha) nella zona di Vallombrosa (FI) e boschi di querce caducifoglie (4,6 ha) nella zona di Tatti (Val di Merse).

La procedura automatica di identificazione delle aie carbonili implementata in questo lavoro ha previsto l'utilizzo di DTM derivati da dati ALS con risoluzione geometrica di 1 m. A partire dai DTM sono state generate mappe delle pendenze in modo da mettere in risalto la micro-topografia del terreno. Le potenziali carbonaie, infatti, appaiono di solito come piazzole pianeggianti, di forma ovale e con superficie di circa 50 m², nella mappa delle pendenze.

Per realizzare la mappatura automatica delle carbonaie a partire dalla mappa delle pendenze sono stati seguiti due approcci di classificazione *pixel oriented* implementati nel software TERRSET: 1) un approccio completamente automatico (*unsupervised*) applicando l'algoritmo *cluster analysis*, 2) un approccio semi-automatico (*supervised*) applicando l'algoritmo *maximun likelihood*. Inoltre, la mappa delle pendenze è stata sottoposta a una segmentazione che ha permesso di delimitare automaticamente le aie carbonili. I poligoni derivati dalla segmentazione sono stati utilizzati per selezionare i *training sites* per la classificazione *supervised* e successivamente il file derivato dalla segmentazione è stato utilizzato per migliorare i risultati delle due classificazioni applicando il modulo Seg Class di TERRSET.

Le aie carbonili così individuate sono state confrontate con quelle rilevate a terra con strumentazione GNSS (26 a Vallombrosa, 18 a Tatti) al fine di valutare le performance della metodologia proposta.

Risultati

I risultati ottenuti mostrano che l'accuratezza complessiva del metodo impiegato per identificare le aie carbonili è elevata nell'area di studio di Vallombrosa, con una OA (*Overall Accuracy*) pari al 92% utilizzando un approccio *unsupervised* (25 carbonaie identificate) e pari all'86% utilizzando un approccio *supervised* (28 carbonaie identificate).

Per l'area di studio di Tatti l'accuratezza è risultata inferiore. In questa area, il valore migliore di OA (50%) è stato ottenuto utilizzando l'approccio *unsupervised* (11 carbonaie identificate).

Discussione e conclusioni

Le differenze ottenute nell'accuratezza delle classificazioni nelle due aree di studio possono essere attribuite alla diversa morfologia del territorio e alla qualità del dato ALS. Infatti, l'area di Vallombrosa, situata in ambiente montano, presenta pendenze maggiori e il dato ALS ha una densità di 5 punti/m². L'area di Tatti, invece, è situata in ambiente collinare con pendenze più dolci rispetto a Vallombrosa e il dato ALS una densità di 4 punti/m².

In conclusione, il metodo proposto può essere utilizzato per mappare le aie carbonili specie in comprensori forestali di montagna. Inoltre, è interessante osservare come i risultati migliori si ottengano con un approccio *unsupervised*, che grazie alla disponibilità di dati ALS permetterebbe di mappare in maniera automatica le carbonaie su ampie superfici in ambiente montano. Ulteriori indagini sono comunque necessarie per testare le metodologie proposte in altri contesti territoriali.

Bibliografia

- Antal M.J. (2003), The art, science, and technology of charcoal production. *Fuel and Energy Abstract*, 45: 9. doi:10.1016/S0140-6701(04)91266-
- Carrari E., Ampoorter E., Verheyen K., Coppi A., Selvi F. (in press), Former charcoal kiln sites in Mediterranean forest areas: a hostile microhabitat for the recolonization by woody species. *iForest*.
- Carrari E., Ampoorter E., Verheyen K., Coppi A., Selvi F. (2016), Former charcoal kiln sites as microhabitats affecting understorey vegetation in Mediterranean forests. *Applied Vegetation Science*, 19: 486-497.
- Landi M., Piussi P. (1988), *Il lavoro nei boschi. Boscaioli e carbonai a Luco e Grezzano tra il 1939 e il 1950*. Gruppo d'Erci. Luco di Mugello (FI), Italia.
- Ludemann T. (2006). Anthracological analysis of recent charcoal-burning in the Black Forest, SW Germany. In: Dufraisse, A. (Ed.), *Charcoal Analysis: New Analytical Tools and Methods for Archaeology: Papers from the Table-Ronde Held in Basel 2004*. Archaeopress, Oxford, pp. 61–70.