

STUDIO DELLA DINAMICA EVOLUTIVA DEL TERRITORIO PER L'INDIVIDUAZIONE DI INTERVENTI GESTIONALI FINALIZZATI ALLA CONSERVAZIONE DI UN'AREA PROTETTA

Lorenzo PINI, Paolo PELLEGRINI

DIAF, Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale - Università di Firenze, Via San Bonaventura 13, 50145 Firenze
tel 0553288623-6, fax 055310224, e-mail: lorenzo.pini@unifi.it, paolo.pellegrini@unifi.it

Riassunto

Il presente lavoro, condotto nella Riserva Naturale di Lucciolabella (SI) ha riguardato l'analisi in ambiente GIS, con approccio multidisciplinare, dell'evoluzione delle biancane dal 1954 al 1998: ambienti di notevole importanza paesaggistica e naturale che costituiscono habitat idonei per la nidificazione di specie ornitiche protette di particolare importanza.

Il confronto multitemporale ha richiesto specifici accorgimenti nella scelta della scala di lavoro e della legenda da utilizzare per la restituzione dell'uso del suolo.

I risultati, oltre a evidenziare la drastica contrazione nel tempo delle biancane, hanno permesso di individuare le aree preferenziali da sottoporre a interventi di protezione e di recupero in funzione dello stato di degrado delle biancane stesse.

Abstract

This paper presents a research, carried out in the Lucciolabella Natural Reserve (Province of Siena, Central Italy), consisting in a GIS analysis about the evolution of barren clay countryside since 1954 to 1998 by means of a multidisciplinary approach. Barren clays are very important landscape features from both a scenic and an environmental point of view, as they are suitable habitats for the nest-building of several endangered or vulnerable bird species.

The landscape change analysis required specific arrangements such as choosing the spatial scale and designing a landscape classification for the restitution of land cover features.

The results obtained show a severe reduction of the barren clay countryside, also allowing selecting the areas suitable for protection measures and for recover interventions, depending on the stage of disappearance of the barren clay countryside covering.

Introduzione

La Riserva Naturale di Lucciolabella fa parte della rete delle Riserve Naturali istituite dall'Amministrazione Provinciale di Siena nel 1996 allo scopo di conservare particolari elementi paesaggistici, naturali e storico-culturali del territorio (Giotti *et al.*, 2005).

Tale area è stata costituita, in primo luogo, per la protezione delle biancane: rare formazioni tipiche del paesaggio delle Crete Senesi che si originano dall'erosione di strati argillosi e si mantengono sotto l'azione congiunta del pascolo (in questo caso ovino) e del ruscellamento delle acque piovane. Il tipico colore bianco di queste formazioni deriva dall'affioramento della thenardite, un sale di sodio che si deposita in superficie. Insieme alle biancane sono presenti anche formazioni a calanchi che si sono sviluppate soprattutto lungo i versanti dei torrenti Orcia e Formone che delimitano l'area protetta nella parte meridionale.

La riserva è inserita nella lista dei Siti di Importanza Regionale (S.I.R.) e gli habitat in essa presenti sono segnalati quali Siti di Importanza Comunitaria Proposti (p.S.I.C.) dalla direttiva 92/43/CEE (direttiva "Habitat"). Questi costituiscono importanti siti di nidificazione per numerose specie

ornitiche, alcune delle quali, come l'Occhione (*Burchinus oedicnemus*) e l'Albanella minore (*Circus pygargus*), comprese nelle categorie "in pericolo" (*endangered*) e "vulnerabili" (*vulnerable*) della Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Italia (IUCN, 2001).

Lo scopo del presente lavoro consiste nell'individuazione delle aree da sottoporre a protezione e di quelle potenzialmente idonee per la ricostituzione delle biancane, mediante un'analisi multitemporale dell'uso del suolo eseguita in ambiente GIS, per giungere alla proposta di modelli di intervento. Obiettivo di questi è non solo proteggere tali formazioni, ma anche prevedere la ricostituzione di un mosaico paesistico complesso e incrementare la funzionalità delle reti ecologiche: funzionalità che, soprattutto nelle aree agricole, costituisce un fattore di primaria importanza per la salvaguardia degli ecosistemi e delle popolazioni animali selvatiche (Opdam *et al.*, 2006; Sigura *et al.*, 2005).

Negli ambienti aperti, un ruolo di primo piano in tal senso viene svolto da formazioni vegetali quali le siepi, gli arbusteti, i soprassuoli forestali (anche di ridotte dimensioni), le formazioni riparie ecc. (van Mansvelt *et al.*, 1998; Rocchini *et al.*, 2006).

L'area in cui è stato effettuato il presente studio si estende su una superficie di circa 1175 ha nel Comune di Pienza (SI) e con altitudine compresa tra i 200 e i 600 m. Questa zona presenta una forte vocazione agricola ed è caratterizzata da ampie superfici coltivate a cereali mantenute a rotazione con prati falciabili di erba medica, trifogli ecc.

Materiali e metodi

La prima fase dello studio ha riguardato la fotointerpretazione e la restituzione a video dell'uso del suolo in ambiente GIS, a partire da fotoaeree ortorettificate del 1954 (in pancromatico) e del 1998 (a colori), a scala media 1:33.000 circa e quota relativa di volo intorno ai 5.000 m. In fase di restituzione ci si è avvalsi anche della cartografia tecnica regionale in scala 1:10.000 sia in formato *raster* che vettoriale. Il materiale è stato reso disponibile dall'Amministrazione Provinciale di Siena.

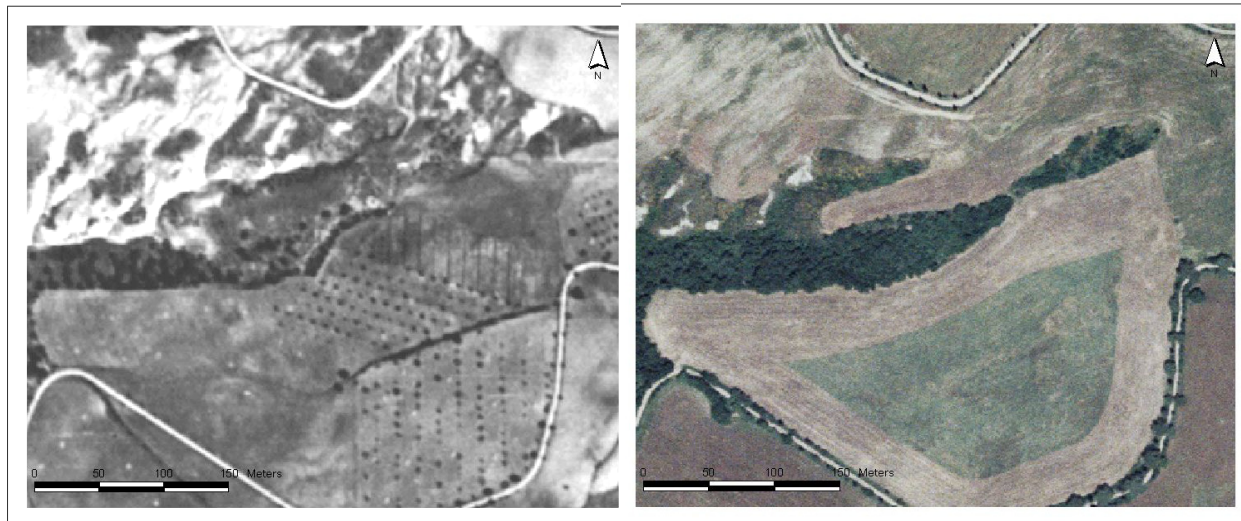


Figura 1 – La contrazione delle superfici a biancane (che corrispondono alle zone più chiare a sinistra in alto) è evidente nel confronto di un particolare sulla foto aerea del 1954 (a sinistra) e su quella del 1998 (a destra)

Il lavoro, condotto su scala locale, ha richiesto un elevato grado di dettaglio e, in particolare durante la fase di digitalizzazione, è risultato opportuno operare sull'immagine a video visualizzata in scala 1:2000.

La scelta della scala da adottare in fase di analisi, come ampiamente riportato in letteratura, rappresenta un elemento determinante della definizione della metodologia di lavoro in quanto questa contribuisce in misura rilevante al grado di attendibilità dei risultati ottenuti in ambito di

studi sul paesaggio e sulle dinamiche evolutive (Turner *et al.*, 1989; Franco *et al.*, 1999 ; Ripa *et al.* 2005).

L'accuratezza geometrica e tematica del lavoro ha richiesto l'integrazione dell'analisi di fotointerpretazione metrica con ulteriori rilievi in campo su punti di controllo individuati con strumenti GPS. Tali punti, distribuiti in modo da interessare i diversi tipi di copertura del suolo, sono stati georiferiti mediante l'utilizzo di apparecchi palmari ed hanno costituito un importante elemento di verifica di campo nella fase di restituzione a video dell'uso del suolo attuale (1998).

Una volta digitalizzati come file vettoriali i poligoni restituiti dalle fotoaeree, si è proceduto all'incrocio degli stessi mediante operazioni di *change detection* così da ottenere dati relativi alle persistenze e alle variazioni dell'uso del suolo nel periodo di tempo considerato. E' stato così possibile elaborare un tematismo che ha messo in evidenza le dinamiche evolutive del territorio e costruire la relativa *cross tabulation*.

<i>Descrizione classe accorpata</i>	<i>Corrispondenza con CLC</i>
Aree edificate	1.1.2.3 Aziende agricole ed annessi, casali, cascine e masserie
Seminativi	2.1 Seminativi 2.3 Prati stabili
Colture permanenti	2.2 Colture permanenti
Zone boscate	3.1.1.2 Bosco di querce caducifoglie
Vegetazione arbustiva-erbacea	3.2 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea
Biancane	3.3.1.2 Superficie nuda a biancane*
Calanchi	3.3.1.3 Superficie nuda a calanchi*
Alvei fluviali	5.1.1.2 Torrenti
Alvei lacustri	5.1.2.2 Laghi artificiali

**integrazioni al IV livello Corine per esigenze specifiche del lavoro*

Figura 2 – Accorpamenti e integrazioni delle classi di uso del suolo: a sinistra le voci impiegate per il 1954 e per il confronto multitemporale, a destra quelle usate per il 1998

La valutazione delle dinamiche evolutive è stata eseguita anche mediante operazioni di *map algebra* per il calcolo tra *grid* sovrapposte ottenute dalla conversione degli stessi file vettoriali, adottando per la cella un lato della dimensione di 10 metri.

Tale *raster* è stato ulteriormente incrociato con le carte dell'esposizione e della pendenza, ricavate a loro volta dal TIN, con le medesime operazioni di analisi spaziale, allo scopo di valutare in modo più esaustivo l'influenza di alcuni fattori topografici sull'evoluzione delle biancane.

Per le classi di pendenza sono stati utilizzati i seguenti intervalli: 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80% e superiori all'80% (Hippoliti e Piegai, 2000).

Per l'esposizione, sono state create invece 8 classi con ampiezza pari a 45°, più un'altra classe in cui rientrano i territori a profilo orizzontale.

I dati ottenuti, relativi a ciascun tipo di dinamica, sono stati espressi in percentuale e calcolati con riferimento alla superficie complessiva di ciascuna classe di esposizione e pendenza (Damiani, 2006).

Approfondimenti sulla problematica incontrata

Una delle principali problematiche di lavoro è stata la corretta fotointerpretazione degli usi del suolo sulle foto aeree del 1954. Infatti queste sono caratterizzate da una bassa scala di dettaglio nell'osservazione e da una emulsione a modesta risoluzione; inoltre per questa ripresa non è stato possibile eseguire i controlli di verità a terra.

Per le ortofoto del 1998, di migliore qualità e a colori, è stato invece possibile effettuare la fotointerpretazione con una maggiore accuratezza tematica e quindi produrre una legenda delle coperture più articolata.

Tuttavia, per realizzare l'analisi dell'evoluzione degli usi del suolo, risulta necessario utilizzare lo stesso tipo di legenda per i diversi periodi a confronto: per questo motivo è stata eseguita una

riclassificazione della legenda impiegata per il 1998 sulla base di quella semplificata adottata per le immagini del 1954; ciò ha condotto alle voci di legenda riportate in figura 2.

Per la definizione delle suddette voci si è fatto riferimento al *Corine Land Cover* con opportune integrazioni al IV livello determinate dalle esigenze specifiche dell'analisi in oggetto, quali ad esempio la differenziazione tra biancane e forme calanchive.

La restituzione dell'uso del suolo è stata eseguita in modo manuale, senza avvalersi quindi di algoritmi di segmentazione dinamica; ciò in quanto dalle prove preliminari condotte sono emersi notevoli errori, derivanti presumibilmente dalla esasperata articolazione delle forme che le biancane spesso assumono, messi in evidenza dall'elevato dettaglio di restituzione richiesto.

In fase di digitalizzazione è stata restituita anche la viabilità. Nello specifico, sono stati considerati gli archi viari corrispondenti alle poligonali d'asse delle strade. In una seconda fase a tali archi è stata attribuita una larghezza, e quindi un'area, attraverso operazioni di *buffering*. Le dimensioni adottate per i *buffer* hanno variato tra i 2 e 5 metri in funzione delle categorie delle strade, verificando che la larghezza ottenuta fosse attinente a quella rilevata dalle foto aeree.

In relazione allo studio delle persistenze e dei cambiamenti eseguito sia su strati vettoriali che su *raster*, sono stati ottenuti nei due casi risultati del tutto paragonabili tra loro. Ciò ha confermato la corretta scelta della dimensione della cella del *raster*.

	Alvei fluviali	Aree edificate	Biancane	Calanchi	Culture permanenti	Seminativi	Vegetazione arbustiva-erbacea	Zone boscate	Alvei lacustri	Totale 1954
Alvei fluviali	24,56	0,00	0,11	0,11	0,43	1,43	29,86	13,56	\	70,06
Aree edificate	\	0,51	0,00	\	\	\	\	\	\	0,51
Biancane	\	0,18	33,90	\	\	125,89	71,21	4,65	2,72	238,55
Calanchi	\	\	0,00	3,63	\	16,65	13,11	\	0,11	33,50
Culture permanenti	\	2,02	0,00	0,00	5,98	96,16	0,30	3,78	0,63	108,87
Seminativi	\	0,78	0,00	0,00	6,99	344,18	11,91	8,92	4,90	377,68
Vegetazione arbustiva-erbacea	\	0,74	2,50	0,59	\	142,69	103,47	12,91	2,26	265,16
Zone boscate	0,13	0,21	\	\	0,90	25,18	12,47	41,57	\	80,46
Totale 1998	24,69	4,44	36,51	4,33	14,30	752,18	242,33	85,39	10,62	1174,79

Figura 3 – Cross tabulation relativa al confronto 1954-1998 per l'uso del suolo nell'area della Riserva Naturale di Lucciolabella (superfici in ettari)

Ciascuno dei due diversi procedimenti di analisi ha presentato alcuni particolari aspetti positivi. L'incrocio degli strati vettoriali, ad esempio, ha prodotto un tematismo che conserva il collegamento ai *database* di origine comprensivi, nel nostro caso, oltre che delle tipologie di uso del suolo, anche delle informazioni sulle aziende agricole presenti (dimensioni, indirizzi produttivi, fabbricati esistenti ecc.). L'analisi sui *raster* ha consentito invece di ampliare il lavoro grazie alla possibilità di eseguire ulteriori analisi spaziali. Si ricorda inoltre che, con questo tipo di file è possibile operare con software che, come FRAGSTAT (Mac Garigal e Marks, 1995), eseguono il calcolo degli indici di ecologia del paesaggio (Pellegrini e Pini, 2006).

Risultati e discussione

Dall'analisi della *cross tabulation* (fig.3), emerge la drastica riduzione delle superfici a biancane tra il 1954 e il 1998. Infatti, allo stato attuale, queste residuano con soli 36,5 ha pari al 14,2% dei 238,5 ha presenti nel 1954.

Si nota inoltre come gran parte delle superfici originariamente a biancane sono state trasformate dall'intervento antropico in seminativi (oltre 125 ha, pari a circa il 52%), mentre circa il 30% si sono evolute in modo naturale verso formazioni erbacee, arbustive o, in misura ridottissima, forestali.

Le prime possono essere considerate come aree non più recuperabili in quanto il territorio ha subito forti alterazioni determinate da consistenti rimodellamenti del terreno e coltivazione intensiva.

Al contrario, le biancane sulle quali si è affermata la vegetazione naturale erbacea e arbustiva (71,2 ha), non più contenuta dal pascolo ovino, appaiono idonee per la proposizione di modelli di pianificazione gestionale indirizzati al ripristino delle biancane stesse (fig. 4).

Questi dovranno basarsi, principalmente, sul ripristino o sull'incremento delle attività di pascolo nelle aree una volta a biancane e ora interessate da copertura erbacea, in modo da mantenere attiva, come effetto del sovraccarico animale, quella particolare forma di erosione in superficie in grado di conservare queste formazioni.

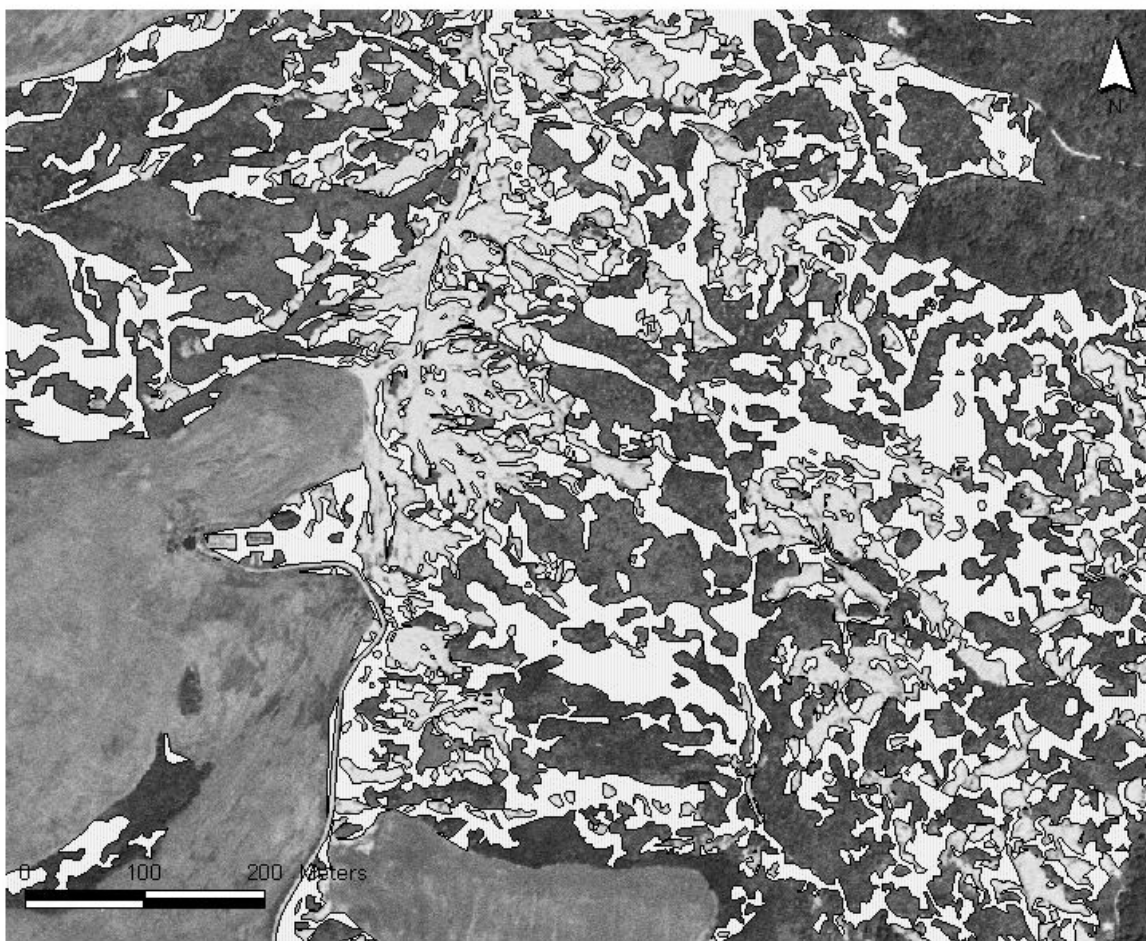


Figura 4 – Alcune aree idonee a interventi di recupero delle biancane (in giallo nell'originale). La carta di sintesi individua le aree ottenute dall'analisi condotta, sovrapposte all'ortofoto del 1998

Dall'analisi dell'evoluzione delle biancane in funzione dell'esposizione, di cui qui non si riportano nel dettaglio i dati per motivi di spazio, emerge che le persistenze appaiono più consistenti nei versanti a est e sud-est. L'evoluzione in favore della vegetazione naturale è risultata una dinamica più frequente nei versanti nord, nord-est ed est dove, con molta probabilità, la minore escursione termica giornaliera produce un microclima favorevole all'insediamento della flora pioniera. La messa a coltura delle aree attualmente a seminativi, invece, sembra sia stata favorita nei versanti ora esposti verso i quadranti occidentali.

Quest'ultimo fatto viene confermato anche dall'analisi dell'evoluzione in funzione della pendenza; infatti, all'aumentare di questa, la presenza di seminativi decresce rapidamente in favore soprattutto delle permanenze delle biancane e dell'evoluzione di queste a formazioni vegetali spontanee.

Nell'analisi di tali dati occorre però considerare che la morfologia attuale del territorio, cioè quella utilizzata per la determinazione delle pendenze e delle esposizioni in questo lavoro, è il risultato di tutta una serie di operazioni meccaniche come sbancamenti, modellamenti del terreno ecc., effettuate dall'uomo per la messa a coltura.

Conclusioni

Dall'attuale studio è emerso che, per lo scopo individuato, appare opportuno operare con un approccio metodologico basato sull'integrazione di diversi strumenti e di diverse tecnologie di analisi dei dati cartografici e territoriali (GIS, GPS, fotoaeree, cartografia tecnica ecc.). Inoltre, è stata messa in evidenza la necessità di lavorare per queste finalità su una scala a dettaglio elevato e di scegliere in modo adeguato la legenda degli usi del suolo. Le diverse metodologie di lavoro adottate hanno consentito di ottenere un quadro completo ed esaustivo sulle dinamiche evolutive delle biancane, utile nel proporre modelli di pianificazione degli interventi basati sulle reali opportunità di recupero e di protezione delle biancane nel territorio studiato.

Bibliografia

- Damiani M. (2006), *Studio sull'evoluzione del territorio in un'area protetta. Il caso della Riserva Naturale di Lucciolabella*. Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Firenze, A.A. 2004/2005.
- Franco S., Ferrucci D., Busatto M. (1999), *Applicazione di un GIS per il confronto e l'integrazione di cartografie di uso del suolo*. Genio rurale, n. 5, 55-63.
- Gioti M., Guerrini A., Nonis D., Pellegrini P., Pini L., Sorbetti Guerri F. (2005), *Uso di un SIT per lo studio degli effetti delle attività agricole sulle aree protette senesi*. In Atti del Convegno AIIA 2005, Catania.
- Hippoliti G., Piegai F. (2000), *Tecniche e sistemi di lavoro per la raccolta del legno*. Compagnia delle foreste editore, Arezzo.
- IUCN (2001), *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- MacGarigal K., Marks B.J. (1995), *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.
- Opdam P., Steingröver E., van Rooij S. (2006), *Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes*. Landscape and Urban Planning, n. 75, 322-332.
- Pellegrini P., Pini L. (2006), *Il paesaggio della Riserva Naturale di Lucciolabella: sintesi in evoluzione tra ambienti antropizzati e naturali*. In Atti del Convegno "Rarità, utilità e bellezza nell'evoluzione sostenibile del mosaico paesistico-culturale", Udine.
- Ripa M.N., Boccia L., Leone A., Recanatesi F. (2005), *Valutazione dei fenomeni di frammentazione del paesaggio nella pianificazione territoriale*. In Atti del Convegno AIIA 2005, Catania.
- Rocchini D., Perry G.L.W., Salerno M., Maccherini S., Chiarucci A. (2006), *Landscape change and the dynamics of open formations in a natural reserve*. Landscape and Urban Planning, n. 77, 167-177.
- Sigura M., Peccol E., Bonfanti P. (2005), *L'analisi della continuità ambientale nel paesaggio rurale*. In Atti del Convegno AIIA 2005, Catania.
- Turner M.G., O'Neill R.V., Gardner R.H., Milne B.T. (1989), *Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape patterns*. Landscape Ecol. n. 3, 153-162.
- Van Mansvelt J.D., Stobbelaar D. J., Hendriks K. (1998), *Comparison of landscape features in organic and conventional farming systems*. Landscape and Urban Planning, n. 41, 209-227.

Il contributo degli autori al presente lavoro è da ritenersi paritetico sotto ogni aspetto