

GIUSEPPE CIRAULO, DANILO COLOMELA,
GOFFREDO LA LOGGIA & MARIO LO VALVO

PROPOSTE METODOLOGICHE PER L'INDIVIDUAZIONE
DELLE AREE DI MAGGIORE VALORE NATURALISTICO:
IL CASO DEL COMPENSORIO DEI MONTI SICANI

RIASSUNTO

Spesso i paesaggi naturali presentano una situazione di forte degrado ambientale, e molte specie animali e vegetali si trovano a vivere in aree limitate e circondate da zone sfavorevoli alle loro esigenze, che costituiscono una barriera alla diffusione nel resto del territorio. Al fine di attenuare l'isolamento, le nuove strategie per la conservazione prevedono la creazione di zone da preservare in un contesto spaziale più ampio in luogo della gestione di frammenti utilizzata fino ad oggi. Queste nuove strategie si servono di strutture chiamate "Reti Ecologiche" che sono sistemi coordinati e coerenti di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio e all'unione di habitat di particolare interesse naturalistico.

Il presente lavoro costituisce un'applicazione delle strategie di conservazione sopra menzionate e consiste nell'individuazione di un rete ecologica potenziale ricadente all'interno del comprensorio dei monti Sicani, svolto utilizzando le tecniche dei Sistemi Informativi Territoriali. Lo studio si propone di individuare un'area ad elevato valore ambientale che abbia anche la funzione di collegare le numerose aree di interesse naturalistico attualmente presenti.

SUMMARY

Methods to identify areas of important environmental value: a case study of the Sicani Mountains. Natural landscapes are often characterised by significant environmental decline; as a consequence, many animal and plant species live in restricted areas surrounded by unfavourable zones to their requirements, which constitute a barrier to the dispersion of plants and animals throughout the territory. In order to reduce such isolation, new conservation strategies are proposed to create protected zones in a wider spatial context, rather than continue to manage the fragmented areas. These new strategies use structures called "Ecological Networks" that are coherent coordinated systems for the conservation of biodiversity and linking habitats of specific naturalistic interest.

This research provides an application of the above mentioned strategies based on the identifi-

cation of a potential ecological network in the Sicani Mountains using Geographic Information Systems. Our study recommends the identification of an area with high environmental value linking several existing areas of naturalistic interest.

PREMESSA

Un tema prioritario delle azioni di programmazione internazionale e comunitaria avviate nell'ultimo decennio è la conservazione della biodiversità al fine di promuovere politiche ambientali di conservazione mirate alla valorizzazione e alla tutela delle risorse ecologiche e del paesaggio. Il principale campo di studio che va in questa direzione è l'analisi della frammentazione degli habitat, che costituisce una delle maggiori cause di perdita di biodiversità. Per frammentazione s'intende quel processo che genera una progressiva riduzione dell'area di ambienti naturali e un aumento del loro isolamento causato da fattori: insediativi, infrastrutturali viari, tecnologici e produttivi (PEANO *et al.*, 2001).

Il processo di frammentazione causa, oltre la scomparsa degli ambienti naturali e la riduzione della loro area, l'insularizzazione progressiva e la diffusione sul territorio degli ambienti residui. Con il procedere della frammentazione cominciano inoltre a diminuire e poi a scomparire le specie degli ambienti preesistenti a favore delle specie comuni e opportuniste tipiche degli ambienti marginali, caratterizzate spesso da un'elevata capacità dispersiva che consente loro di interferire o competere con le specie originarie.

La frammentazione comunque è un processo complesso che non può limitarsi solo a considerare gli ambienti frammentati come isole; infatti, il diverso comportamento animale ed i fattori esterni rendono la frammentazione un processo dinamico che richiede una profonda conoscenza dei meccanismi quali la dispersione, la sedentarietà o la presenza di corridoi che possono ridurre i suoi effetti (INGEGNOLI & PIGNATTI, 1996).

Le misure di protezione degli ambienti naturali, attuate attraverso l'istituzione di aree protette, sono sembrate in un primo tempo la forma più idonea in grado di contrastare le trasformazioni dell'ambiente, oggi invece sembrano insufficienti alla conservazione a lungo termine della biodiversità. Da queste considerazioni nasce la necessità di trasferire queste nuove considerazioni scientifiche alla pianificazione territoriale per passare dalla *struttura zonale concentrica*, proposta anche dalla legge quadro sulle aree protette, alla *struttura zonale ramificata* (ROMANO, 2000) che mette in relazione tra loro sia i nuclei all'interno del parco, che il parco con le aree protette che lo circondano.

Al fine di aumentare la connettività degli ambienti si fa sempre più ricorso alla progettazione di reti ecologiche, strumento che crea collegamen-

ti tra aree naturali relitte e di nuova realizzazione, costituito da un insieme di unità ecosistemiche di alto valore naturalistico (*core areas*) interconnesse da un sistema di elementi connettivi (*ecological corridors*), con funzione di mantenimento delle dinamiche di dispersione degli organismi biologici e della vitalità di popolazioni e comunità, circondati da fasce di rispetto (*buffer zones*) che hanno la funzione di controllare gli impatti causati dalle attività antropiche.

L'iter metodologico utile per l'individuazione degli elementi di una rete ecologica è costituito sostanzialmente da tre fasi (BATTISTI, 2001):

1. *Analisi strutturale*: criterio di analisi del territorio sotto un profilo fisico-strutturale, che dà valide indicazioni relativamente alla collocazione, alle dimensioni e alla forma delle aree di collegamento. Attraverso l'utilizzo dei Sistemi Informativi Territoriali, che ci permette la stratificazione di una notevole quantità di strati informativi, è possibile inoltre individuare sul territorio il grado di isolamento e la frammentazione delle unità ecosistemiche al fine di inquadrare il fenomeno a livello territoriale, momento propedeutico per l'impostazione delle fasi successive del lavoro;

2. *Analisi funzionale*: criterio che tiene conto del fatto che alcune specie possono mostrare difficoltà a disperdersi lungo fasce di continuità che risultano evidenti in base ai risultati della precedente analisi strutturale, questo perché la connettività è determinata in gran misura dalle caratteristiche ecologiche ed etologiche di ciascuna specie che rende impossibile l'individuazione di regole generali;

3. *Fase gestionale*: fase in cui le aree con diverse misure di conservazione, ed in particolare le aree soggette a interventi di riqualificazione ambientale, devono essere incluse in adeguati piani di monitoraggio.

MATERIALI E METODI

Nel presente lavoro è stata affrontata l'*analisi strutturale* tramite elaborazioni che sono state realizzate utilizzando il software della ESRI ArcView 3.2 con alcune sue estensioni, che permette di gestire considerevoli moli di dati territoriali e ambientali e ERDAS IMAGINE 8.3.1 per le elaborazione delle immagini raster.

I Sistemi Informativi Territoriali operano su basi di dati georiferiti contenenti informazioni di diverso genere: geometriche, morfologiche, topografiche, urbanistiche, botaniche, zoologiche, geologiche, ecc. e sono in grado di relazionare, integrare e consultare le stesse attraverso interrogazioni semplici e complesse. Essi prevedono, inoltre, la possibilità di immettere ulteriori dati ed informazioni rendendo aggiornato e flessibile il sistema stesso.

L'uso dei Sistemi Informativi Territoriali nel presente lavoro è stato finalizzato allo studio della presenza ed all'individuazione dei corridoi ecologici esistenti all'interno dell'area di studio.

Questa prima parte dello studio permetterà di individuare tutte quelle aree che riducono la connettività e che quindi necessitano di una riqualificazione al fine di ripristinare l'efficienza delle potenziali bioconnessioni.

Il percorso metodologico utilizzato è costituito dalle seguenti fasi:

- *Caratterizzazione dell'area*: inquadramento geografico dell'area, scelta del confine dell'area di studio e della scala di analisi;
- *Raccolta e analisi dei dati*: raccolta dei dati e analisi dei diversi settori disciplinari interessati;
- *Sintesi dei dati*: elaborazione dei dati cartografici preventivamente raccolti e sintesi degli stessi. Questa fase ha il ruolo di connessione tra il processo conoscitivo e il momento decisionale propositivo, e si configura come il momento di sintesi del processo analitico e come il supporto critico per chi deve operare le scelte finali.

Caratterizzazione dell'area

L'area dei rilievi dei Monti Sicani è situata nella parte occidentale della Sicilia ed è convenzionalmente limitata a nord dalla Rocca Busambra, a sud-est dal bacino di Caltanissetta e a sud-ovest dal Canale di Sicilia.

La compenetrazione di due tipi di rilievo fortemente contrastanti caratterizza il paesaggio, una successione di colline argillose e di masse calcaree dolomitiche di età mesozoica, distribuite in modo irregolare, isolate e lontane, oppure aggregate ma senza formare sistema, creano un'enorme diversità paesaggistica.

I Monti Sicani costituiscono un ecosistema dalle molte particolarità che ne fanno una delle aree ambientali di maggior pregio di tutta l'isola, anche se il disboscamento dei secoli scorsi ha consentito la sopravvivenza solo di una parte delle fitte foreste che un tempo erano lussureggianti lungo la Valle del Sosio e nel comprensorio di Prizzi, Cammarata, Castronovo, Palazzo Adriano, Chiusa Sclafani, S. Stefano di Quisquina, Burgio, Godrano e Giuliana. Tuttavia è ancora possibile osservare la presenza degli ultimi lembi di vegetazione naturale accompagnata da specie animali di inestimabile importanza a livello nazionale ed europeo.

Questa zona rappresenta, inoltre, un anello di congiunzione di grande interesse per tutta la regione, non ancora sufficientemente studiata. Essa, infatti, fa da tramite tra i grandi Parchi Regionali della catena montuosa della Sicilia settentrionale, il sistema della costa meridionale, il bosco della Ficuzza ed i monti del palermitano a nord.

Il confine dell'area e la scala d'analisi sono stati scelti in modo da avere un compromesso tra la necessità di avere un quadro generale delle problematiche esistenti sulla vasta area oggetto dello studio e la necessità di non perdere dettagli importanti che avrebbero fatto diventare troppo generiche e distanti dalla realtà locale i risultati ottenuti dall'elaborazione.

Seguendo il criterio sopraindicato è stata individuata un'area di 1650 km² mostrata nel riquadro della Fig. 1 che è stata analizzata alla scala 1:50.000.

Raccolta e analisi dei dati

La conoscenza scientifica del territorio è basilare per una corretta proposta pianificatoria, anche se spesso è parziale, incompleta e con dati di qualità incerta e poco controllabili. Inoltre la fondamentale difficoltà di dialogo interdisciplinare esistente tra i diversi settori di ricerca rende più complessa l'attività di aggregazione e interpretazione delle informazioni settoriali.

La fase di perimetrazione preliminare, in genere, non ha il compito di svolgere indagini complete, di elaborare nuovi studi o ricerche complesse, ma deve orientare l'attenzione alla sistematizzazione delle conoscenze esistenti, evidenziando eventuali lacune e colmandole dove necessario per non pregiu-

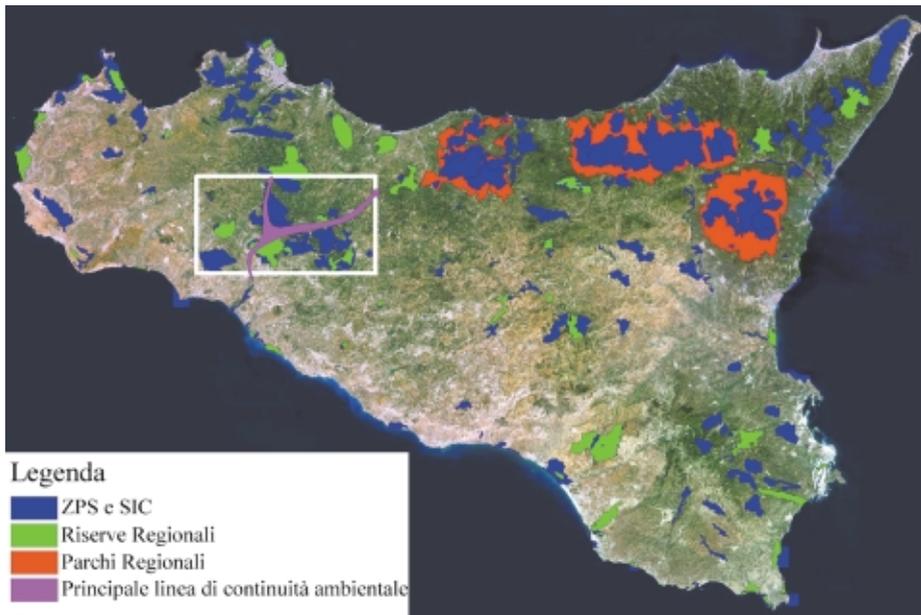


Fig. 1 — Localizzazione dell'area di studio.

dicare le successive fasi di valutazione e di proposta. Di conseguenza le analisi dovrebbero sfruttare in primo luogo tutti i dati bibliografici relativi al territorio in esame e solo in un secondo tempo completare ed aggiornare le conoscenze in modo da cogliere tutti gli aspetti essenziali e importanti ai fini di una corretta pianificazione e gestione.

Come strato informativo di base sono stati scelti i Fogli 1:50.000 dell'I.G.M. (volo 1969) su supporto cartaceo acquisiti tramite scansione e georiferiti utilizzando come GCP (Ground Control Points) le intersezioni del reticolato chilometrico UTM.

La morfologia dell'area di studio è stata descritta da un Modello Digitale delle Elevazioni (DEM) che rappresenta la distribuzione spaziale delle quote. Il DEM utilizzato è stato prodotto dall'Assessorato Regionale Beni Culturali e Ambientali a partire dalla digitalizzazione delle curve di livello presenti nella cartografia dell'I.G.M. alla scala 1:25.000, dopo aver trasformato il dato vettoriale in un dato raster per mezzo di un'interpolazione basata sull'inverso del quadrato della distanza. Il risultato di tale elaborazione è un'immagine con una risoluzione spaziale a terra di 20x20 m² georiferita secondo il sistema di coordinate UTM ED 50.

Un ulteriore strato informativo necessario ai fini della ricerca è stata la *Carta della rete idrografica e dei corpi d'acqua* dal momento che il sistema idrografico della zona dei monti Sicani riveste un ruolo di notevole importanza. Da queste montagne, infatti, hanno vita alcuni dei principali corsi d'acqua dell'isola, fatto che aumenta ancora di più l'importanza che riveste l'area come serbatoio di ricchezze bisognose di tutela.

Per giungere alla definizione della rete ecologica è indispensabile descrivere in modo dettagliato l'attuale uso e copertura del suolo. Allo scopo è stato deciso di realizzare la *Carta dell'uso e copertura del suolo* confrontando e integrando la cartografia tematica esistente, integrandola, dove necessario, con altre carte prodotte ex novo, utilizzando la tecnica della fotointerpretazione. Le fonti utilizzate sono:

- *Carta del paesaggio e della biodiversità vegetale della provincia di Palermo* (RAIMONDO, 2000).
- *Carta della vegetazione di Cammarata e S. Giovanni Gemini* (MARINO, 1995).
- *Carta della vegetazione del complesso boscato S. Adriano – Rifesi* (BAZAN, 1997).
- Fotointerpretazione diretta delle ortofoto IT 2000 della Compagnia Generale Riprese aeree con 1 m di risoluzione al suolo.

Il risultato finale della *Carta dell'uso e copertura del suolo* è riportato nella Fig. 2.

Nell'ambito dello studio si è ritenuto indispensabile procedere alla defi-

Carta dell'uso e copertura del suolo dei Monti Sicani

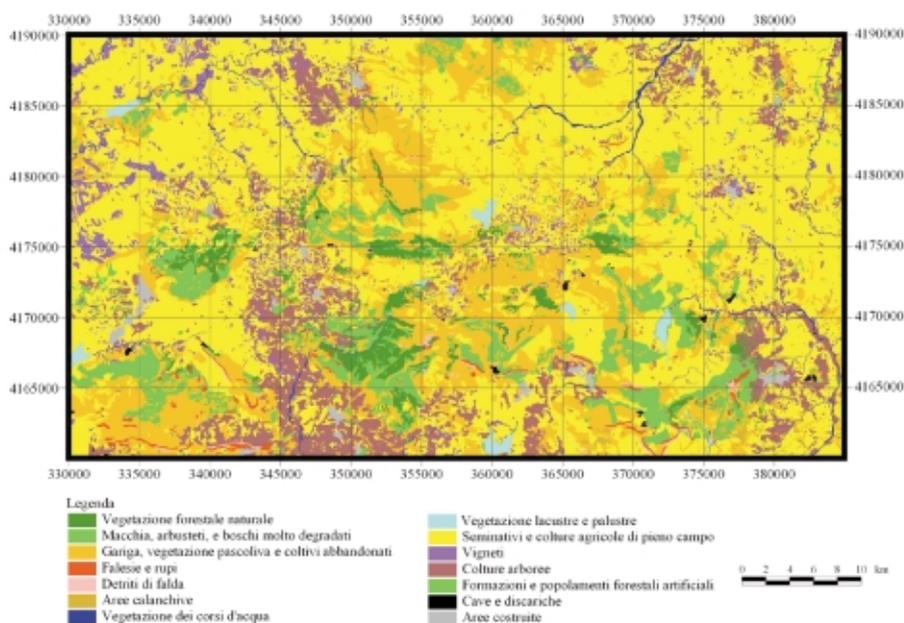


Fig. 2 — Carta dell'uso e copertura del suolo dei Monti Sicani.

nizione del sistema insediativo, costituito dalle aree costruite, e del sistema infrastrutturale, contraddistinto dalla presenza di percorsi stradali e ferroviari, considerati i principali disturbi per la fauna selvatica.

Le aree costruite sono state ricavate dalla *carta dell'uso e copertura del suolo*, considerando esclusivamente le aree costruite, le cave e le discariche con una superficie maggiore di 50.000 m², ritenendo trascurabile il disturbo delle aree più piccole.

La digitalizzazione delle strutture lineari è stata, invece, eseguita a video, tracciando le strade statali e provinciali. Non sono state tracciate le strade comunali e interpoderali, percorse da un traffico automobilistico trascurabile. Il loro inserimento nello strato informativo, infatti, avrebbe mostrato una frammentazione del territorio superiore alla effettiva situazione attuale.

Dall'analisi della firma spettrale della vegetazione in risposta alla radiazione incidente si nota un salto significativo nel passaggio tra il rosso (0,60-0,72 mm) e il vicino infrarosso (0,72-1,30 mm) dovuto ai pigmenti ed alla struttura fogliare. Quando, infatti, la radiazione elettromagnetica proveniente dal sole colpisce l'apparato fogliare di una pianta, alcune lunghezze d'onda vengono assorbite mentre altre sono riflesse.

I pigmenti dell'apparato fogliare fotosinteticamente attivo, come la clorofilla, assorbono fortemente la luce visibile (0,4-0,7 μm) per usarla per la fotosintesi. La struttura cellulare della foglia, invece, per mantenere la temperatura delle foglie al di sotto di 41 $^{\circ}\text{C}$ ed evitare danni irreparabili, riflette le lunghezze d'onda dell'infrarosso vicino per il 30-70% dell'energia incidente. Più in una pianta vi è biomassa fotosinteticamente attiva, più questi fenomeni sono accentuati. Va anche ricordato che la lunghezza d'onda dell'infrarosso vicino viene in buona parte o totalmente assorbita da quei corpi che, esposti alla radiazione, sono suscettibili di grandi variazioni di temperatura, come le strade, le rocce, ecc. Infine, in presenza di corpi idrici, la radiazione infrarossa viene totalmente assorbita.

L'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) è definito come:

$$NDVI = \frac{\rho_{ir} - \rho_r}{\rho_{ir} + \rho_r}$$

dove:

ρ_r = riflettività nel rosso (0,63-0,69 μm);

ρ_{ir} = riflettività nell'infrarosso vicino (0,76-0,90 μm).

L'NDVI è un valore numerico adimensionale compreso tra -1 e 1 che è in stretta relazione con la quantità di biomassa presente nel territorio e con l'attività fotosintetica.

L'elaborazione dell'immagine Landsat è stata effettuata utilizzando il software ENVI che converte automaticamente i *digital number*, rilevati dal sensore, in *riflettività*, e ne calcola il valore di NDVI per ogni pixel.

Infine sono state utilizzate le carte di distribuzione della fauna selvatica sottoforma di atlanti faunistici (LO VALVO *et al*, 1993), che rivestono un ruolo molto importante, dovuto al fatto che ogni cambiamento nella distribuzione della fauna ha le sue cause non sempre riconoscibili con facilità ma che, con l'uso dinamico dell'aggiornamento dell'atlante, può contribuire alla soluzione di problemi non solo naturalistici ma anche di pianificazione del territorio.

Le comunità e le specie rappresentano degli indicatori ecologici che attraverso i loro valori qualitativi (numero di specie rare, scarse, frequenti o abbondanti, ecc.) e quantitativi (densità per area), forniscono informazioni di base sulla qualità e quindi sullo stato di salute degli ambienti (LO VALVO & LO VALVO, 1995).

Sintesi dei dati

La perimetrazione di un'area da proteggere richiede innanzi tutto la definizione di una metodologia discriminante tra quello che può essere inclu-

so nel parco da quello che deve essere escluso. La normativa di riferimento è la Legge n. 394 del 6 dicembre 1991 che detta i principi fondamentali per l'individuazione, l'istituzione e la gestione delle aree protette. Tale legge, però, non ha precisato i criteri di reperimento delle "aree elementari" per la costituzione dei parchi.

Gli indirizzi che ne sono derivati vanno dal parco delimitato sulla base di confini geografici molto vasti ad una confinazione limitata delle aree aventi rilevante valore naturalistico e ambientale.

Il metodo utilizzato nel caso dei Monti Sicani per individuare i nuclei ad elevato valore naturalistico è *l'analisi di idoneità* (AGLIATA *et al.*, 1998), basata sul concetto che una porzione di territorio è idonea quando possiede un'attitudine per un certo uso.

Sostanzialmente il modello di idoneità consiste nell'identificare l'area come prodotto dell'interazione delle componenti biotiche e abiotiche ciascuna costituita da più fattori (ad esempio: vegetazione, fauna, acqua, ecc.) ai quali è possibile attribuire precisi valori, operando una classificazione dei diversi elementi delle componenti in modo da ottenere una graduatoria ponderata.

Nel caso dello studio dei Monti Sicani il prodotto dell'analisi di idoneità è rappresentato dalla *carta di idoneità alla conservazione* in cui il territorio viene suddiviso in aree secondo l'attitudine che ha determinato le diverse forme d'uso. Il metodo si avvale per la sua applicazione della procedura di *map overlay*, operando attraverso un Sistema Informativo Territoriale capace di operare in automatico aggregazioni, sovrapposizioni e ogni altro tipo di calcolo tra matrici territoriali a celle georeferenziate. In particolare, per calcolare l'Indice di idoneità alla conservazione è stata calcolata, per ciascun pixel, la media tra il valore dell'indice vegetazionale I_v e il valore dell'indice faunistico I_f .

L'obiettivo della seconda fase della ricerca è quello di individuare alcuni biocanali attraverso lo studio dei principali fattori che condizionano la biopermeabilità. Dopo aver evidenziato quelle aree meritevoli di protezione, l'attenzione è stata centrata sull'insieme degli ambiti interstiziali, correlando la biopermeabilità agli aspetti di uso del suolo, alle barriere infrastrutturali e alle barriere insediative.

Trattandosi di un primo lavoro teorico calato in un contesto territoriale ancora non completamente conosciuto sotto tutti gli aspetti, sono state redatte ipotesi di corridoi ecologici che necessitano la verifica, a scala maggiore, delle componenti disciplinari complementari quali le Scienze Naturali.

Comunque bisogna porre l'attenzione sul fatto che alcune semplici prescrizioni di utilizzazione territoriale possono, in alcuni casi, rivelarsi sufficienti a preservare dall'alterazione i corridoi già di fatto attivi, mentre, nel

caso di disturbi parziali o con occlusioni totali diviene necessaria la programmazione di interventi progettuali tesi alla rimozione dei disturbi medesimi o al loro superamento (ROMANO, 1996).

All'interno dell'area di studio sono state individuate due famiglie di corridoi: la prima ha la funzione di connettere tra loro le Aree Nucleo individuate, la seconda di collegare l'area di studio con le zone protette adiacenti.

I corridoi interni sono stati individuati, date le loro relative ridotte dimensioni, valutando essenzialmente gli effetti dell'uso del suolo e del sistema insediativo e infrastrutturale.

Per i corridoi esterni è stata, invece, utilizzata la tecnica di analisi spaziale nota in letteratura come *path analysis*. In questa metodologia il territorio viene schematizzato come una matrice di celle ognuna delle quali ha un valore di attrito (*friction value*) o *impedenza*. Il cammino minimo ottimale tra la posizione "partenza" e la posizione "arrivo" è il percorso nel quale la somma delle impedenze delle celle che lo costituiscono è minima. L'impedenza del territorio è legata ad una particolare rappresentazione del territorio stesso nella quale le unità relitte di naturalità sono simili ad isole e sono immerse in una matrice che, in funzione della sua natura, costituisce un ostacolo maggiore o minore alla diffusione degli organismi (FERRONATO *et al.*, 1999).

Infine sono state individuate le zone di contenimento che rappresentano le zone contigue e le fasce di rispetto adiacenti alle aree centrali e costituiscono la connessione tra la società e la natura. In tali zone è necessario attuare una politica di corretta gestione dei fattori biotici e abiotici e di quelli connessi con le attività antropiche (AGLIATA & CINGOLANI, 1999).

RISULTATI

Individuazione delle AREE NUCLEO

Elaborazione dell'Indice Vegetazionale

Per ottenere un indice che rappresentasse sufficientemente bene l'importanza che una data area ha dal punto di vista della vegetazione per lo studio della perimetrazione preliminare sono stati presi in considerazione tre parametri:

- grado di artificialità della vegetazione;
- contenuto di biomassa;
- presenza di habitat di interesse comunitario.

Per giungere alla definizione dell'indice I_v si è utilizzata l'analisi multicriteriale dando un peso a ciascun parametro mediante la metodologia del

confronto a coppie. Il procedimento utilizzato può essere sintetizzato matematicamente dalla seguente formula:

$$I_v = a^* (1 - A) + b^* B + c^* C$$

dove:

a = peso attribuito alla carta del grado di artificialità della vegetazione;

A = grado di artificialità della vegetazione (valore compreso tra 0 e 1);

b = peso attribuito alla carta della quantità di biomassa;

B = capacità fotosintetica (valore compreso tra 0 e 1);

c = peso attribuito alla carta delle zone proposte come Siti di Importanza Comunitaria;

C = presenza di zone proposte come Siti di Importanza Comunitaria (0 = assenza, 1 = presenza).

Carta del grado di artificialità della vegetazione

L'uomo, attraverso l'utilizzazione del territorio, è diventato la principale causa delle modificazioni ambientali. Per questa ragione, per la valutazione dell'idoneità alla conservazione, il grado di artificialità della vegetazione è sicuramente uno dei parametri da prendere in considerazione.

La carta del grado di artificialità della vegetazione è stata ottenuta assegnando ad ogni classe di uso del suolo un grado di antropizzazione da 0 (minima antropizzazione) a 1 (massima antropizzazione). Il file vettoriale così ottenuto è stato poi convertito in un file raster con una cella di dimensioni pari a 20x20 m² per consentirne le successive elaborazioni.

Carta dell'attività fotosintetica

Come già detto l'NDVI rappresenta un indice che fornisce un valore numerico adimensionale compreso tra -1 e 1, che è in stretta relazione con il contenuto di biomassa presente nel territorio. Per la sua interpretazione possiamo dire che valori prossimi a 0 si trovano in presenza di bassa attività fotosintetica, valori prossimi a 1 si trovano in presenza di forte attività fotosintetica, valori negativi indicano suolo nudo mentre valori prossimi a -1 si trovano in corrispondenza dei corpi idrici.

Al fine di utilizzare l'NDVI per il nostro studio, esso è stato riclassificato assegnando il valore zero per i valori compresi tra -1 e 0, e lasciando inalterati i rimanenti valori. Così facendo è stata prodotta la carta dell'attività fotofintetica in cui i valori vanno da 0 e 0,68.

Carta delle zone proposte come Siti di Importanza Comunitaria

Questa carta rappresenta l'insieme delle zone censite, nell'ambito del progetto BIOITALY, come Siti di Importanza Comunitaria proposti, che contribuiscono in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di

habitat naturale in uno stato di conservazione soddisfacente e che possono, inoltre, contribuire in modo significativo alla connessione della Rete Natura 2000.

Regola di pesatura dei criteri

La regola di pesatura dei criteri utilizzata è la *tecnica del confronto a copie*, in tale metodo la somma dei pesi, da attribuire a ciascun parametro, deve essere pari ad uno. Il procedimento richiede la compilazione di una matrice di confronto in cui ad ogni coppia di criteri viene dato un punteggio secondo la loro importanza relativa. I pesi sono stati ottenuti calcolando prima la somma degli elementi della prima colonna, e successivamente dividendo ciascun elemento per il totale appena calcolato.

Elaborazione dell'Indice Faunistico

La fauna viene quasi sempre considerata come un accessorio dell'ambiente e come un elemento poco gestibile a causa della sua caratteristica principale che è la mobilità. Solo negli ultimi anni, con l'avvento di nuove metodologie di studio, è stato possibile realizzare progetti di pianificazione, valutazioni di impatto ambientale, ecc. in cui è presente un certo tipo di analisi faunistica e di restituzione cartografica della stessa (INGEGNOLI & PIGNATTI, 1996).

Uno degli strumenti attraverso cui la pianificazione territoriale può agire si basa sull'individuazione di specie (*target-species*) quale mezzo per attuare strategie mirate alla gestione e tutela di ecosistemi e paesaggi, comprese quindi le comunità biotiche e le relative specie in esse presenti.

Queste specie costituiscono una forte semplificazione operativa che consente però al tecnico di adottare strategie di conservazione in tempi speditivi superando il problema derivante dall'estrema complessità delle relazioni ecologiche e dei valori di biodiversità che si vogliono sottoporre a tutela.

Il ruolo di "ombrello" di queste specie (*umbrella-species*), caratterizzate da particolari esigenze ecologiche, permette al tempo stesso, la conservazione di altre specie che non sono oggetto diretto di studio. Le specie target possono essere considerate, quindi, indicatori sensibili in contesti sottoposti a frammentazione ed in grado di facilitare le scelte in merito ad azioni di mitigazione come la progettazione di reti ecologiche (PEANO *et al.*, 2001).

L'analisi è stata condotta lavorando per singole specie e cumulando, poi, i dati per il totale delle specie della fauna vertebrata terrestre prese in considerazione (BATTISTI *et al.*, 2000).

Per ogni specie:

- all'interno dell'area di studio è stato assegnato un valore di affinità ecologica in funzione dell'uso e della copertura del suolo attuale (0 minima affinità, 1 massima affinità). Ciò si è reso necessario per ricavare un areale maggiormente corrispondente alle esigenze ecologiche ed alla effettiva presenza della specie;
- analogo elaborazione è stata fatta per i disturbi causati dall'attività antropica (0 = minimo disturbo, 1 = massimo disturbo);
- sono state sottratte dall'areale le superfici appartenenti agli ambiti altitudinali ritenuti non idonei.

Per calcolare l'indice I_p , che è la componente dell'Indice di idoneità alla conservazione che tiene conto della presenza di fauna importante ai fini della conservazione di tutta l'area, è stata utilizzata la seguente formula:

$$I_f = \sum_{i=1}^N a_i * A_i * H_i$$

dove:

a_i = peso relativo della specie i-esima;

A_i = affinità ecologica della specie i-esima considerando il disturbo dell'attività antropica;

H_i = fascia altimetrica ottimale;

N = numero totale di specie target utilizzate.

Individuazione delle specie target

Per l'individuazione delle specie obiettivo, cioè dei soggetti biologici interessati dalla progettazione della rete ecologica, sono state utilizzate le checklist regionali, limitandosi alle specie appartenenti esclusivamente ai vertebrati terrestri perché il loro home range è adatto alla scala di analisi adoperata. Utilizzando poi, gli Atlanti faunistici della distribuzione dei diversi gruppi di vertebrati e con l'integrazione di dati di letteratura scientifica locale, è stato possibile risalire alla presenza/assenza delle specie nel territorio di indagine.

Sulla base di questa lista sono state scelte sei specie di vertebrati utilizzando un criterio conservazionistico, stando anche attenti a coprire con le varie specie tutti i principali habitat presenti nell'area di studio.

Le specie selezionate sono: Gatto selvatico (*Felis silvestris*), Aquila del Bonelli (*Hieraetus fasciatus*), Capovaccaio (*Neophron percnopterus*), Picchio rosso maggiore (*Picoides major*), Lucertola siciliana (*Podarcis wagleriana*) e Raganella italiana (*Hyla intermedia*).

Carta dell'affinità ecologica

È stata associata ad ogni classe della *carta dell'uso e copertura del suolo* un grado di affinità ecologica per ogni specie presa in considerazione, producen-

do così sei *carte di affinità ecologica* in assenza di disturbi, senza considerare cioè l'effetto che la presenza di attività antropiche comporta per la fauna selvatica.

Per attribuire ad ogni classe d'uso del suolo un grado di affinità sono stati utilizzati sia dati bibliografici che la conoscenza biologica ed ecologica diretta.

Carta dei disturbi

Le *carte dei disturbi* derivano dalla valutazione dei dati della *carta del sistema insediativo e infrastrutturale* definendo un'area di influenza in relazione alla specie e al tipo di disturbo considerato.

I valori dei disturbi sono stati assegnati essenzialmente in funzione della distanza dalle fonti stesse, e vanno da un massimo di 1 ad un minimo di 0. Per quelle zone in cui le fonti di disturbo considerate sono state più d'una, si è preso il valore massimo, al fine di evitare una sovrastima, soprattutto nelle vicinanze delle zone abitate dove si somma spesso un notevole reticolo di strade.

Dal punto di vista operativo si è proceduto creando un file raster che contenesse come informazione la distanza di ciascun pixel dal disturbo più vicino.

Il risultato di questa prima fase è stato:

- carta delle distanze da centri abitati, cave e discariche maggiori di 50.000 m²;
- carta delle distanze dalle infrastrutture stradali e ferroviarie.

A questo punto, per ognuna delle sei specie, è stata prodotta una coppia di carte della presenza antropica, una che tiene conto esclusivamente dei centri abitati, delle cave e delle discariche, l'altra che tiene conto solo del contributo delle reti di trasporto.

Al fine di simulare l'effetto che ha il disturbo sulla fauna dovuto alla presenza antropica, al posto della più semplice logica booleana, che descriverebbe l'assenza o la presenza di disturbo senza gradualità, è stata applicata la logica fuzzy che permette di modellizzare il disturbo antropico utilizzando una funzione che varia con continuità che meglio descrive il reale rapporto fauna-disturbo.

Infine, come ricordato all'inizio del paragrafo, il disturbo totale è stato quantificato, sovrapponendo la coppia di carte appena create e calcolando il valore massimo tra le due. Questa carta appena elaborata (D) ci consente di passare dalla carta dell'affinità ecologica (AE) alla carta di affinità ecologica con disturbi (A) mediante la formula:

$$A_i = AE_i - D_i$$

ponendo uguale a zero gli eventuali valori negativi.

Fasce altimetriche

Ogni specie animale, a seconda della propria nicchia ecologica, necessita di range altitudinali idonei. Per questa ragione per realizzare la *carta della distribuzione potenziale* di ciascuna specie è stato necessario prendere in con-

siderazione la fascia altimetrica ottimale nella quale essa vive e si riproduce, riclassificando il DEM in una carta booleana, assegnando il valore unitario se la quota è compresa tra H_{\min} e H_{\max} e zero negli altri casi.

Distribuzioni potenziali e Atlanti faunistici

La distribuzione potenziale di ogni specie è stata quindi calcolata moltiplicando l'affinità ecologica con disturbi (A_i) per il range altitudinale della specie stessa (H_i):

$$D_i = A_i * H_i$$

Sono state, inoltre, confrontate le *carte della distribuzione potenziale* di ogni specie con i rispettivi atlanti faunistici. Ciò per successivi approfondimenti faunistici e per meglio comprendere l'etologia e l'ecologia di una specie. In questo modo potrà essere effettuata una analisi delle cause di assenza di una data specie da un ambiente potenzialmente idoneo (per fenomeni di isolamento, competizione, persecuzione diretta, ecc.) o, viceversa la presenza di queste in habitat non ottimali (BAIOCCO *et al.*, 2000).

I dati ottenuti devono comunque essere considerati preliminari e suscettibili di approfondimento attraverso analisi a scala più dettagliata.

Regola di pesatura delle specie

L'analisi effettuata fino ad ora ci ha permesso di determinare la distribuzione potenziale di ciascuna specie, quindi potremmo essere portati a definire un indice di qualità che sia funzione solo del numero di specie.

Un alto numero di specie può, però, non essere espressione di per se di alta qualità ambientale, costituendo solo uno dei parametri indicatori di diversità. A scala di paesaggio una eterogeneità ambientale di origine antropica (ambienti frammentati, mosaici agrari e urbani, ecc.) può dar luogo, infatti, ad un aumento del numero di specie che non coincide con un alto grado di naturalità dell'area esaminata.

Un ulteriore approfondimento ha, quindi, previsto l'assegnazione a ciascuna specie di un *Indice di importanza specifica* in funzione dell'importanza biogeografica, ecologica e di conservazione di ciascuna specie.

Prima di calcolare l'indice di importanza specifica sono stati calcolati, per ogni specie, altri due indici, l'Indice di abbondanza nei Sicani (A_{Sicani}) e l'Indice di abbondanza in Sicilia (A_{Sicilia}):

$$A_{\text{Sicani}} = \frac{n}{Q_{\text{Sicani}}} \quad ; \quad A_{\text{Sicilia}} = \frac{N}{Q_{\text{Sicilia}}}$$

dove:

n = numero di quadrati, di 10 km di lato, dell'atlante faunistico in cui quella specie è presente nei Sicani;

Q_{Sicani} = numero totale di quadrati dell'area di studio;

N = numero di quadrati in cui la specie è presente in Sicilia;

Q_{Sicilia} = numero totale di quadrati rilevati in Sicilia.

L'Indice di importanza specifica è quindi pari a:

$$I_{\text{Specifica}} = \frac{A_{\text{Sicani}}}{A_{\text{Sicilia}}}$$

che enfatizza, per ogni specie, l'importanza che l'area dei monti Sicani riveste rispetto all'intero territorio regionale.

La somma di tutti gli Indici di importanza specifica è, in generale, diversa da uno. È necessario, quindi, effettuare una normalizzazione per rendere la somma dei pesi pari a uno.

La Tab. 1 riassume tutti i valori numerici adottate per il calcolo dell'Indice di importanza specifica.

Tabella 1
Valori numerici degli indici relativi alle specie target.

Specie	n/Q_{Sicani}	N/Q_{Sicilia}	$I_{\text{Specifica}}$	Pesi
Gatto selvatico (<i>Felis silvestris</i>)	0,424	0,327	1,299	0,068
Aquila del Bonelli (<i>Hieraetus fasciatus</i>)	0,242	0,051	4,800	0,250
Capovaccaio (<i>Neophron percnopterus</i>)	0,364	0,044	8,308	0,432
Picchio rosso maggiore (<i>Picoides major</i>)	0,485	0,199	2,441	0,127
Lucertola siciliana (<i>Podarcis wagleriana</i>)	0,455	0,379	1,198	0,062
Raganella italiana (<i>Hyla intermedia</i>)	0,455	0,183	2,487	0,129

Perimetrazione delle Aree Nucleo

Per il riconoscimento delle aree nucleo si è fatto ricorso alla *Carta di idoneità alla conservazione* (Fig. 3) ottenuta calcolando la media tra i valori dell'*Indice Vegetazionale* I_v ed i valori dell'*Indice Zoologico* I_f .

La fase successiva è probabilmente la più delicata perché è qui che nascono, in genere, i conflitti tra le varie figure sociali che sono in gioco.

Infatti siamo di fronte ad un classico esempio di obiettivi conflittuali dove la risorsa, nel nostro caso il territorio, è contesa da più parti e dove l'unica strada percorribile è la ricerca di una soluzione di compromesso, quella che spesso viene definita *concertazione delle decisioni*.

Gli elementi tipici del conflitto vedono, spesso, l'imposizione di decisioni da parte di amministrazioni che spesso non sono riconosciute proprio da quelle popolazioni che subiscono la decisione. Inoltre, chi prende la decisione finale non ascolta le preoccupazioni degli oppositori e non tenta di trovare altre soluzioni che eliminerebbero il conflitto.

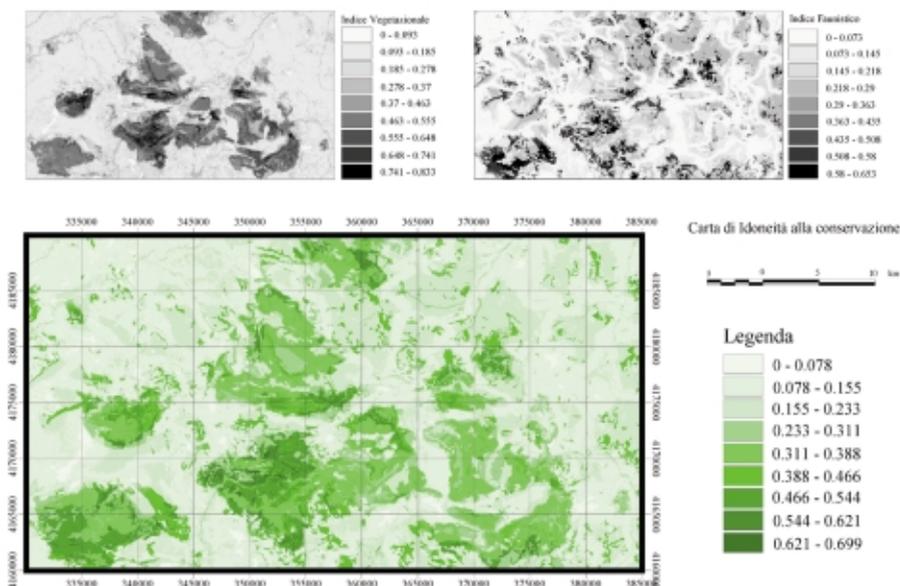


Fig. 3 — Carta di Idoneità alla conservazione.

Per scegliere quella parte di territorio ad elevata naturalità da sottoporre a vincolo si è aumentata progressivamente la superficie da sottoporre a vincolo fino ad arrivare al punto in cui, ogni ulteriore aumento avrebbe portato malcontento da parte della popolazione locale. Si è partiti con l'ipotesi di vincolare le aree con un indice di idoneità alla conservazione compreso tra 1 e 0,6 (superficie complessiva 7 km²), poi si è passati a comprendere le aree con un $I_{\text{idoneità}}$ compreso tra 1 e 0,5 (superficie complessiva 76 km²); si è andato avanti così fino a quando le aree da sottoporre a vincolo non cominciavano ad interferire con le attività antropiche.

Il range dell'indice di idoneità ritenuto opportuno è risultato tra 1 e 0,3. Tale analisi ha consentito di individuare 19 Aree Nucleo mostrate nella *Carta della Rete Ecologica dei Monti Sicani* (Fig. 4).

Individuazione dei CORRIDOI POTENZIALI

Per rappresentare fedelmente il maggiore o minore ostacolo alla diffusione è stata prodotta la *carta dell'impedenza* ottenuta rasterizzando la *carta dell'uso e copertura del suolo* con una matrice di celle quadrate, con 20 metri di lato, ognuna delle quali ha un'assegnata impedenza, funzione della destinazione d'uso e della presenza di barriere.

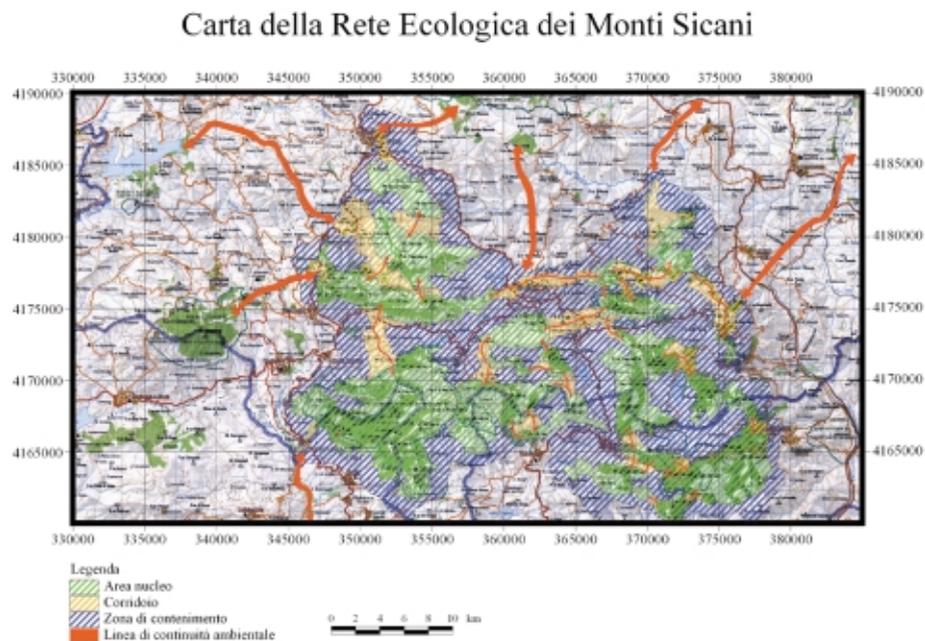


Fig. 4 — Carta della Rete Ecologica dei Monti Sicani.

Applicando l'analisi dei percorsi ottimali (*path analysis*) è stato possibile individuare, dando come input il punto di partenza, la carta dell'impedenza e il punto d'arrivo, il percorso a minor "costo" dove realizzare preferibilmente i corridoi.

Ripetuta la procedura, per ogni percorso, gli otto corridoi sono stati vettorializzati manualmente, in un primo tempo come elementi lineari, e successivamente come elementi superficiali, tenendo sempre in considerazione l'uso attuale del suolo e le barriere presenti.

L'applicazione della *path analysis* ha quindi consentito di produrre degli elementi di connessione che avranno lo scopo di indicare le aree dove eseguire gli interventi di recupero ambientale.

Con la lettura di questi elementi è stato possibile giungere ad una perimetrazione dei biocanali come ambiti territoriali soggetti ad un disturbo complessivamente giudicato inferiore agli spazi limitrofi (Fig. 4).

Individuazione delle ZONE DI CONTENIMENTO

Per la perimetrazione delle zone di contenimento si è cercato di seguire confini "visibili", come: incisioni fluviali, crinali, confini tra diver-

si usi del suolo, strade, ecc. al fine di progettare una rete tangibile da tutti, e in particolare dalle popolazioni locali, e dove tutti possano identificarsi (Fig. 4).

DISCUSSIONE

Con questo lavoro si è ricercato un criterio d'analisi del territorio che, attraverso lo studio delle informazioni territoriali provenienti dalle varie discipline, potesse individuare le aree ad elevato interesse naturalistico e le potenziali connessioni che sussistono tra esse.

Tale metodologia, pur basandosi sui pochi dati esistenti in letteratura, ha permesso di delimitare il fitto sistema di connessioni, alcune già presenti e sufficientemente robuste, altre da riattivare con progetti di riqualificazione ambientale o, più semplicemente, riducendo le barriere ed accelerando la naturale evoluzione degli ecosistemi interessati.

Il secondo obiettivo che è stato raggiunto è la dimostrazione che, quando le barriere tra le discipline vengono a cadere, si creano delle zone di studio di estrema fertilità che prima erano considerate di confine e che oggi cominciano a dare i primi risultati. E' sempre più evidente che l'unico modo di risolvere efficacemente i problemi è quello di affrontarli tenendo conto di tutti gli aspetti che riguardano le varie discipline, secondo quello che viene chiamato "*approccio integrato*".

Gli approcci settoriali applicati fino ad ora non hanno portato ad un effettiva risoluzione dei problemi. Solo negoziando tra i vari obiettivi, che spesso sono in conflitto tra loro, è possibile arrivare ad una profonda conoscenza del problema per proporre una soluzione, sicuramente più complessa da individuare, ma che ha più probabilità di soddisfare i diversi utenti del territorio.

Sulla base di tali considerazioni e per l'enorme importanza degli habitat naturali e seminaturali che la caratterizza, l'area dei Monti Sicani può a ragione essere il territorio in cui poter sperimentare l'attuazione della Rete Ecologica Siciliana, già peraltro prevista dalla Misura 1.11 del Complemento di Programmazione del POR Sicilia 2000-2006.

Ringraziamenti — Gli autori esprimono la loro gratitudine all'Ing. Ernesto Sferlazza, responsabile dell'ufficio del SIT della provincia di Agrigento per aver fornito molte informazioni indispensabili ai fini della ricerca.

BIBLIOGRAFIA

- AGLIATA M. & CINGOLANI V., 1999 — Rete ecologica nazionale: documento di programmazione e di indirizzo per la valorizzazione delle risorse ambientali nelle politiche di sviluppo — *Servizio Conservazione della Natura Ministero dell'Ambiente*, Roma.
- AGLIATA M., CINGOLANI V. & FERRARETTO A., 1998 — Progetto e ambiente — *Carocci editore*, Roma.
- BAIOCCO F., BATTISTI C. & GUCCIONE M. 2000 — Atlanti faunistici, GIS, reti ecologiche — *Terza conferenza italiana utenti ESRI*, Roma 14-16 giugno 2000.
- BATTISTI C., 2001 — Reti ecologiche e continuità ambientale: i ruoli del biologo della conservazione e dell'ecologo — *Rivista della Federazione Italiana Parchi e delle Riserve Naturali*, 33.
- BATTISTI C., DI GIANFELICE M. & INGRAVALLO C., 2001 — I dati faunistici come strumento di pianificazione territoriale: un contributo per la Provincia di Roma — *Atti 4° Conf. Nazionale ASITA*, Genova, 3-6/10/2000: 61-62.
- BAZAN G., 1997 - Indagini geobotaniche e selvicolturali sul complesso boscato S.Adriano-Rifesi. Tesi di laurea, *Dipartimento Scienze Botaniche Università di Palermo*.
- FERRONATO A., RENIERO S. & ROSSI C., 1999 — Monitoraggio delle reti ecologiche nel Veneto: il sistema delle risorgive nella pianura compresa tra l'Astico ed il Brenta — *ARPA Veneto*.
- GIACOMINI V. & ROMANI V., 2002 - Uomini e Parchi - *Franco Angeli ed.*
- INGEGNOLI V. & PIGNATTI S., 1996 - L'ecologia del Paesaggio in Italia - *CittàStudiEdizioni*, Milano.
- LO VALVO F. & LO VALVO M., 1995 — Atlas faunae siciliae: un progetto ambizioso — *Ambiente due-mila*, Palermo, Anno VI, n° 34.
- LO VALVO M., MASSA B. & SARÀ M., 1993 — Uccelli e paesaggio in Sicilia alle soglie del terzo millennio — *Naturalista sicil.*, 17 (Suppl.): 1-373.
- MARINO P., 1995 — Analisi tipologica e cartografia della vegetazione dei comuni di Cammarata e S. Giovanni Gemini (Agrigento). Tesi di laurea, *Dipartimento Scienze Botaniche Università di Palermo*.
- PEANO A., CAMPIONI G., MALCEVSCHI S., BOLOGNA M., FURLARETTO D., ROMANO B., PROPERZI P., BRUNETTA G., BATTISTI C. & MORANDI D., 2001 — Linee Guida per la gestione delle aree di collegamento ecologico funzionale — *ANPA*.
- RAIMONDO F.M., 2000 — Carta del paesaggio e della biodiversità vegetale della provincia di Palermo — *Quad. Bot. Ambientale Appl.*, 9: 3-160.
- ROMANO B., 2000 — Continuità ambientale, pianificare per il riassetto ecologico del territorio — *Andromeda Editrice*, Teramo.
- ROMANO B., 1996 — Oltre i parchi, la rete verde regionale — *Andromeda Editrice*, Teramo.

Indirizzo degli Autori — G. CIRAOLO, D. COLOMELA, G. LA LOGGIA, Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università di Palermo, Viale delle Scienze - 90128 Palermo / giuseppe@idra.unipa.it / d.colomela@idra.unipa.it / glal@idra.unipa.it; M. LO VALVO, Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Palermo, Via Archirafi 18 - 90123 Palermo (I); mlovalvo@unipa.it.