

Biodiversità e pianificazione urbanistica: un modello di rete ecologica per il Comune di Trento

Tiziano Brunialti

Via delle Laste 83, 38121 Trento, Tel. 339 4990725, tbrunial@yahoo.it

Riassunto

Il presente contributo ha lo scopo di presentare una proposta metodologica per il progetto di rete ecologica del Comune di Trento basata sull'integrazione tra le tecnologie *opengis* ed i principi e metodi dell'Ecologia del paesaggio e sull'utilizzo di dati georeferenziati relativi sia all'habitat naturale (fauna, vegetazione) sia all'habitat umano (aree urbanizzate, infrastrutture). Con l'ausilio del *software open source Quantum GIS* sono state effettuate delle analisi spaziali per definire dapprima la funzionalità e la connettività del sistema di aree protette e successivamente, con il supporto della *Gap analysis* e dell'Ecologia del paesaggio, una proposta di rete ecologica locale. Sono state quindi individuate delle strategie e degli strumenti operativi per preservare, o ripristinare, la connettività ecologica tra le componenti della rete ecologica oltre che per mitigare i potenziali conflitti innescati dalle previsioni del piano urbanistico comunale.

Abstract

This paper aims to present a methodological proposal for the ecological network project of Trento Municipality. The model has been built integrating the opengis technologies, principles and methods of landscape ecology and using georeferenced data about both the natural habitat (wildlife, vegetation) and the human habitat (urban areas, infrastructure). Open-source Quantum GIS software has been used to define firstly the functionality and connectivity of the protected areas system and then, with the support of the Gap analysis and Landscape ecology, a proposal of local ecological network. Finally, strategies and operational tools have been identified in order to preserve or restore ecological connectivity between the components of the ecological network as well as mitigate potential conflicts with the municipal master plan.

Biodiversità, pianificazione e GIS

I processi di urbanizzazione, di industrializzazione, di passaggio dall'agricoltura tradizionale a quella meccanizzata, hanno portato ad una frammentazione del paesaggio e alla conseguente creazione di ecosistemi sempre più artificiali e banalizzati che tendono ad influenzare in modo rilevante la possibilità di diffusione delle diverse specie (Ripa *et al.*, 2007). A partire dagli anni '90 del secolo scorso sono andate affermandosi alcune specifiche modalità di azione per mitigare l'elevato grado di frammentazione, *in primis* la progettazione di reti ecologiche che ha contribuito anche a sancire il definitivo superamento della cosiddetta logica "insulare" che per decenni ha guidato le politiche delle aree protette. Indipendentemente dall'approccio adottato (articolazione spaziale, obiettivo prefissato, etc) il paradigma della rete ecologica ha assunto un ruolo sempre più rilevante nella conservazione della natura e nella tutela dell'ambiente. Il modello delle reti ecologiche non può però ritenersi esaustivo dal momento che i "corridoi" di connessione, su cui si incentra la costruzione delle reti, da soli non sono in grado di esaurire la complessità degli scambi tra le diverse strutture ed ecosistemi che compongono il paesaggio (Pelorosso *et al.*, 2012). Diventa, quindi, essenziale sviluppare modelli di pianificazione territoriale tesi a realizzare una rete continua e diffusa di unità ecosistemiche naturali e semi-naturali che non si fermi al limite della città ma

prosegua strutturando i caratteri insediativi (Peraboni, 2010) e, al contempo, sia in grado di mitigare gli effetti indotti dalla frammentazione ambientale su specie, comunità, ecosistemi e processi ecologici (Battisti, Romano, 2007). In una simile prospettiva il ricorso ai *Geographic Information Systems* appare una scelta obbligata. Il GIS, consentendo di integrare i dati spaziali relativi a un certo territorio con le informazioni sulla distribuzione delle specie e delle biocenosi, è diventato un imprescindibile strumento di supporto anche per lo sviluppo di progetti rivolti alla conservazione della diversità biologica a livello di ecosistema e di paesaggio (Primack, Carotenuto, 2003).

Il contesto progettuale

Il Piano Urbanistico Provinciale del Trentino concepisce il sistema ambientale come “rete ecologica” per rappresentare l'interconnessione di spazi ed elementi naturali sia all'interno del territorio provinciale che all'esterno, in modo da assicurare la funzionalità ecosistemica e in particolare i movimenti di migrazione e dispersione necessari alla conservazione della biodiversità. La “rete ecologica e ambientale” provinciale si sostanzia nella pianificazione su acque, aree protette e in genere naturali, condotta negli anni dalla Provincia assieme agli enti parco: in sostanza risorse idriche e relative aree di protezione, aree a più forte naturalità come parchi naturali, SIC, ZPS, riserve, e aree che presentano elevata integrità come rocce e ghiacciai. Ai piani territoriali delle comunità di valle e, nel caso di Trento, al piano urbanistico comunale spetta il compito di approfondire le indicazioni provinciali per le reti ecologiche e ambientali (PAT, 2008).

La presente ricerca costituisce un contributo metodologico al progetto di rete ecologica che sarà sviluppato nell'ambito del nuovo piano regolatore generale di Trento, il cui territorio rappresenta il contesto ideale per sperimentare il paradigma della rete ecologica. Trento si caratterizza infatti per una elevata biodiversità (SIC, riserve naturali, specie animali e vegetazionali protette, etc), per una notevole diversificazione orografica (che varia da 182 m a 2.180 m slm), ma anche per uno sviluppo urbanistico che da metà Ottocento ha ridotto progressivamente la continuità ecosistemica soprattutto nelle aree di fondovalle e della fascia collinare.

L'approccio metodologico

L'obiettivo del progetto di rete ecologica è stato quello di individuare le possibili direttrici di connessione ecologica di livello comunale e di individuare delle misure di mitigazione ambientale finalizzate a promuovere la connettività ecologica e la deframmentazione paesistica. Il percorso metodologico è stato articolato in cinque fasi: la costruzione del database geografico; la ricognizione dei riferimenti metodologici, normativi e pianificatori; le analisi paesistiche; il progetto di rete ecologica; l'individuazione di strategie, strumenti e azioni attuative (Brunialti, 2013).

La costruzione del database geografico

Il progetto *opengis* è stato costruito a partire da una serie di dati di tipo ambientale e urbanistico-territoriale di diverso formato (vettoriale, raster) messi a disposizione dai principali Enti pubblici territoriali e locali (Provincia Autonoma di Trento, Museo delle Scienze, Comune di Trento).⁽¹⁾ Gli strati informativi sono stati organizzati in una specifica banca dati territoriale e descritti mediante i relativi metadati, riportati in apposite schede. Per consentire una lettura strutturale e funzionale dell'ambito di progetto i medesimi dati sono stati classificati nelle due categorie di habitat – naturale e umano – in cui viene generalmente suddiviso il paesaggio. Sono stati utilizzati ulteriori strati informativi di supporto alla redazione delle tavole tematiche (carta tecnica, ortofoto, LIDAR, etc) .

Riferimenti metodologici, normativi e pianificatori

Nella seconda fase, di carattere conoscitivo e interpretativo, è stata condotta una ricognizione dei principali modelli di rete ecologica presenti in letteratura in relazione all'articolazione spaziale (Peraboni, 2010), all'obiettivo prefissato (Malcevschi, 2010) o alle modalità di integrazione negli strumenti di pianificazione territoriale (Todaro, 2010; Guccione, Schilleci, 2010), e dei riferimenti normativi, pianificatori e progettuali presenti a livello provinciale e locale.

Le analisi paesistiche

A partire dai principi dell'Ecologia del paesaggio, e in particolare dallo schema metodologico proposto da Ingegnoli e Giglio (2005), sono state indagate le componenti strutturali e funzionali del contesto paesistico di riferimento ai fini di una analisi e valutazione del relativo stato ecologico. L'esito di tali approfondimenti ha permesso di determinare le connessioni ecologiche esistenti e di delineare quelle di progetto nonché di individuare le possibili “aree di conflitto” innescate dalle vigenti previsioni urbanistiche e di suggerire alcune azioni di intervento per risolvere, o comunque attenuare, tali criticità.

L'approfondimento relativo all'analisi strutturale è stato rivolto alla comprensione delle componenti strutturali dell'ambito di progetto attraverso una rilettura in chiave ecologica della Carta dell'uso del suolo provinciale utilizzando l'approccio degli “apparati ecologico-funzionali” (Ingegnoli 1993, 2011 e Ingegnoli, Giglio, 2005).⁽²⁾ Sono stati quindi analizzati i principali macroambienti caratterizzanti il territorio comunale, mediante la contestualizzazione delle categorie individuate dal Piano Faunistico Provinciale (PAT, 2010), e le dinamiche delle due componenti di maggiore rilevanza all'interno di un sistema paesistico: la vegetazione e la fauna. Per l'analisi vegetazionale sono state utilizzate la Carta dei tipi forestali reali e la Carta delle categorie forestali reali mentre per l'analisi faunistica si è fatto riferimento alla Carta di sintesi della ricchezza potenziale e reale delle specie focali presenti alle medie e basse quote⁽³⁾, alla distribuzione reale estiva di alcune specie di ungulati (camoscio, capriolo e cervo) e alla localizzazione dei relativi punti di investimento da parte dei veicoli che ha permesso di individuare i tratti stradali più a rischio per le collisioni con caprioli, cervi e piccoli e medi carnivori (soprattutto volpe, tasso e faina).

Ai fini dell'analisi della continuità strutturale e funzionale della rete ecologica sono stati individuati i principali elementi costituenti ostacolo e barriera di origine sia antropica che naturale. Non va infatti dimenticato che la continuità ecosistemica, oltre che alla presenza dell'uomo, è comunque connessa alle caratteristiche ecologiche delle specie in quanto gli animali frequentano in genere comprensori idonei alla propria vita, evitando invece le porzioni del territorio che non presentano condizioni compatibili con le proprie esigenze (Mustoni *et al.*, 2013).

Per l'analisi e la valutazione delle funzioni paesistiche è stata posta particolare attenzione alla dinamica della fauna, al regime dei disturbi esistenti nonché alla funzionalità e connettività del sistema delle aree protette. Per l'analisi delle dinamiche faunistiche si è fatto riferimento sia al Piano Faunistico Provinciale, adattando al contesto di studio le informazioni relative alle entità faunistiche più significative e allo stato di conservazione delle zoocenosi riferite alle principali categorie ambientali, sia a specifiche raccolte condotte per il territorio comunale. Considerato che le attività umane interferiscono spesso negativamente con le comunità animali provocando stress sia sui singoli individui sia sull'intera popolazione (Ingegnoli, 2011), si è provveduto a determinare la potenziale distanza di influenza negativa dalle principali fonti di disturbo identificate in precedenza operando una semplificazione del gradiente proposto da Ingegnoli e Giglio (2005).⁽⁴⁾ La verifica preliminare della funzionalità (fig. 1a) e della connettività (fig. 1b) del sistema delle aree protette è stata effettuata mutuando la metodologia elaborata nell'ambito del progetto europeo “*TransEcoNet*” finalizzata a riclassificare tali aree in “*core areas*” e in “*non core areas*”.⁽⁵⁾ In particolare, dall'analisi della funzionalità è emerso che solo uno dei siti protetti – la Riserva integrale “Tre Cime del Monte Bondone” – può essere considerato una *core area*.⁽⁶⁾ L'analisi spaziale del livello di connettività, condotta associando a ciascuna area protetta tre *buffer* rispettivamente di 500, 1000 e 2000 metri, ha mostrato che solo due dei siti protetti – SIC “Torbiere delle Viote e Riserva integrale/Riserva provinciale “Tre Cime del Monte Bondone” – ricadono all'interno della prima fascia e quindi risultano connessi.⁽⁷⁾

Dal momento che le aree protette e quelle di valore ecologico non sempre sono riconosciute come entità giuridiche risulta spesso necessario verificare la presenza di ulteriori “aree meritevoli di tutela” (o aree *gap*) che possano fungere anche da elementi funzionali della rete ecologica (Ferrari, Pezzi, 2012). Nel caso di Trento, il ricorso alla *Gap analysis* ha permesso di individuare le “aree *gap*” attraverso una operazione di *overlay* tra il sistema delle aree protette e la distribuzione

territoriale di specie focali, ungulati e tipi forestali (fig. 2). L'analisi *Gap*, facendo riferimento ad un approccio per comunità e non per singola specie, si dimostra infatti maggiormente indicata per la tutela della biodiversità.

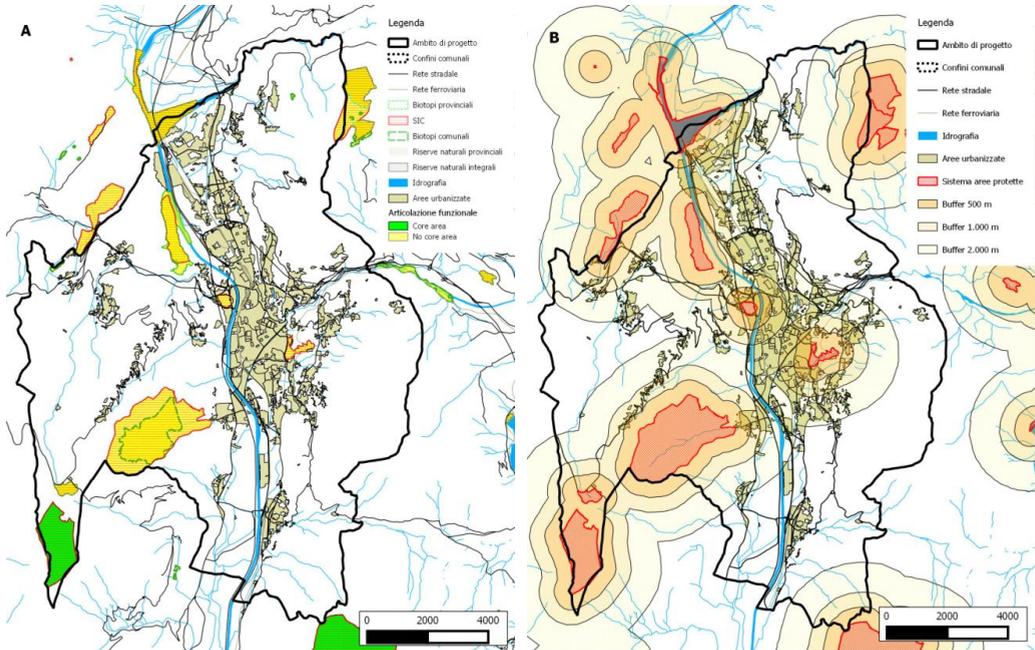


Figura 1 □Articolazione funzionale (A) e analisi della connettività (B) del sistema di aree protette.

Il progetto di rete ecologica

Per la definizione delle componenti della rete ecologica alla *Gap analysis* sono state affiancate due ulteriori analisi spaziali finalizzate, l'una, a determinare le cosiddette "macchie residuali indisturbate" (Ingegnoli, Giglio, 2005), l'altra, a evidenziare gli ostacoli alla dispersione faunistica. L'individuazione delle "macchie residuali" (fig. 3), ossia di quelle aree del tipo di paesaggio preesistente all'attuale che si trovano a un'adeguata distanza dalle principali sorgenti di disturbo, è stata effettuata utilizzando le fasce di disturbo e tampone determinate nell'analisi funzionale e con l'obiettivo di ricreare, in corrispondenza delle macchie residuali ad alto valore naturalistico potenziale, degli elementi della rete ecologica di progetto. A tale fine, è auspicabile che per ciascuna "macchia" sia condotta una specifica valutazione finalizzata ad accertare il gradiente di naturalità e l'effettivo contributo alla realizzazione della rete ecologica.

Per impostare un buon progetto di riconnessione ecologica è opportuno affiancare all'individuazione delle macchie residuali la determinazione del grado di resistenza alla dispersione faunistica generata dall'insieme delle barriere antropiche e dei disturbi che rallentano o impediscono il passaggio di specie e risorse fra i confini di una unità di paesaggio (Ingegnoli, 2011). È stato quindi effettuato un *overlay* tra le principali barriere antropiche esistenti (viabilità, ferrovia, elettrodotti, etc) che ha permesso di individuare le porzioni di territorio più resistenti alla dispersione delle specie animali (in particolare degli ungulati).

Le analisi paesistiche sopra descritte hanno permesso di delineare una ipotesi di rete ecologica per il Comune di Trento mediante la sovrapposizione di macchie residuali, aree *gap*, sistema delle aree protette e corridoi faunistici (ungulati e orso bruno).

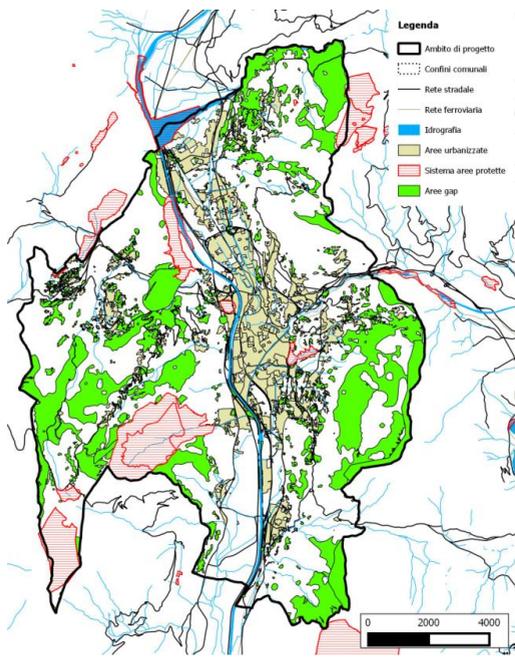


Figura 2 □ Aree gap.

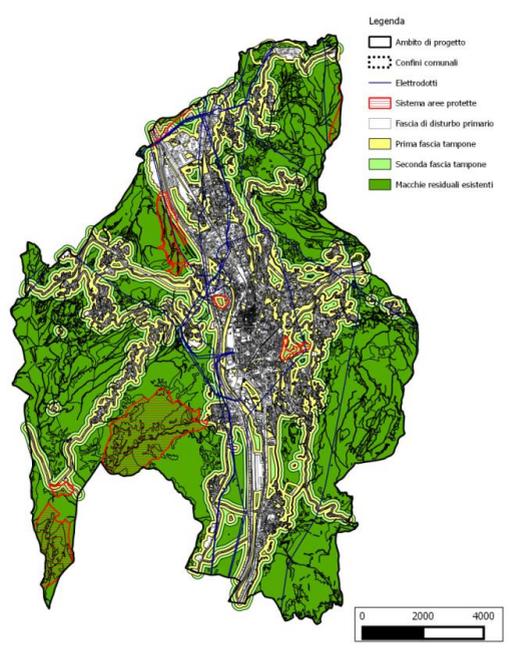


Figura 3 □ Macchie residuali esistenti.

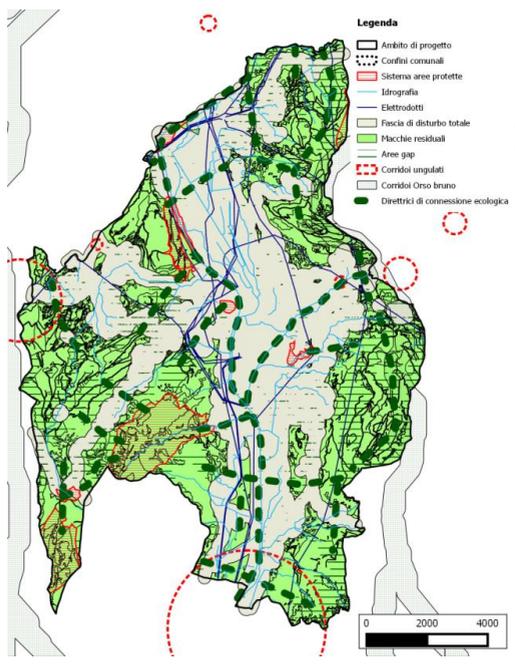


Figura 4 □ Rete ecologica di progetto.

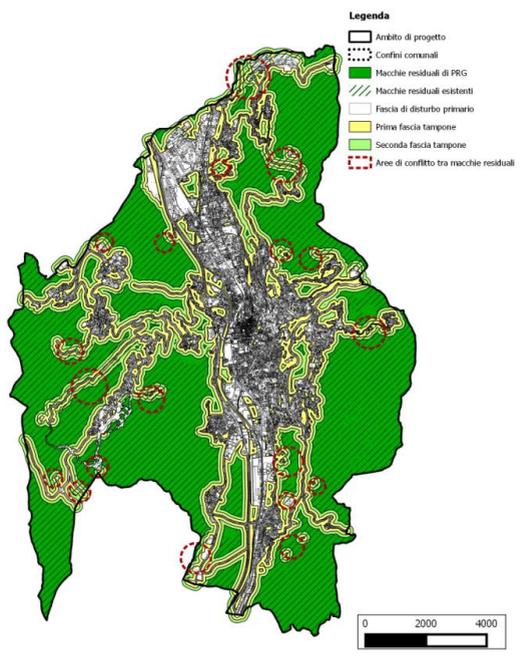


Figura 5 □ Conflitti con la pianificazione urbanistica.

La struttura della rete ecologica di progetto (fig. 4) è stata quindi articolata secondo lo schema “classico” (APAT, INU, 2003) in:

- *core areas*, costituite dall'insieme delle aree protette e delle macchie residuali di grande dimensione che si caratterizzano per la compresenza di aree *gap* e/o di corridoi faunistici (ungulati e orso bruno);
- *buffer zone*, definite dalle macchie residuali di grande dimensione non interessate da aree *gap* e/o da corridoi faunistici;
- corridoi ecologici, corrispondenti alla direttrici di connessione tra *core areas* e *buffer zone*;
- *stepping stones*, costituite da macchie residuali e/o da aree *gap* di piccole dimensioni.

Strategie, strumenti attuativi e buone pratiche

Al fine di individuare le strategie e gli strumenti più idonei per garantire la continuità della rete ecologica è stata effettuata una verifica delle potenziali variazioni nella conformazione delle “macchie residuali” esistenti che si potrebbero avere in conseguenza dell'attuazione delle previsioni del piano regolatore generale, associando alla relativa zonizzazione i tre *buffer* corrispondenti alle fasce di disturbo e tampone utilizzate per la determinazione delle medesime “macchie” (fig. 5). Da tale confronto non sono emerse particolari situazioni di conflitto, fatta eccezione per la contrazione di alcune “macchie” in corrispondenza della viabilità ordinaria e forestale e di talune zone edificabili non ancora attuate.

Nella costruzione della presente metodologia è stata posta particolare attenzione alle modalità di integrazione del progetto di rete ecologica nello strumento urbanistico comunale. Un simile progetto dovrebbe infatti costituire un passaggio imprescindibile del processo pianificatorio non tanto per imprimere l'ennesimo vincolo sul territorio quanto piuttosto per garantire l'effettiva considerazione della biodiversità, e più in generale della dimensione ambientale, negli strumenti di pianificazione locale e territoriale, come peraltro richiesto dalla Direttiva europea in materia di valutazione ambientale di piani e programmi (2001/42/CE). Tale prospettiva ha aperto la strada a diverse sperimentazioni che hanno dimostrato la possibilità di attuare la rete ecologica sia mediante il ricorso a strumenti propri della pianificazione urbanistica, *in primis* gli istituti della perequazione e della compensazione urbanistica, sia con la realizzazione di interventi puntuali finalizzati a preservare l'identità naturalistica del territorio e, al contempo, aumentare la funzionalità della rete ecologica esistente e mitigare gli effetti generati dai processi di urbanizzazione. Lo strumento della perequazione urbanistica può costituire un valido supporto alla realizzazione del progetto di rete ecologica in quanto consente l'acquisizione delle aree necessarie alla funzionalità e al completamento delle connessioni ecologiche in presenza di previsioni urbanistiche destinate a limitare od ostacolare la continuità degli spazi liberi residui, come gli ambiti di frangia urbana ed i tessuti consolidati. Anche l'istituto della compensazione può assumere un ruolo rilevante nell'attuazione della rete ecologica attraverso il contenimento del consumo di suolo e la salvaguardia della diversità biologica. L'impiego di simili strumenti dovrebbe però avvenire in una prospettiva di rete ecologica “polivalente” che privilegi, in ogni caso, la conservazione della diversità biologica rispetto alle altre funzioni territoriali. Settori irrinunciabili per l'allargamento in senso polivalente della rete sono infatti, ad esempio, l'agricoltura, il sistema idrografico, le reti infrastrutturali e il territorio urbanizzato, principale responsabile dei processi di consumo di suolo e di frammentazione del paesaggio. Altri settori potranno essere interessati dalle prospettive di rete ecologica, sia come detrattori che come opportunità, come nel caso delle attività faunistico-venatorie, delle attività estrattive, del governo dei rifiuti, del turismo e del settore energetico (Malcevschi, 2010). Ai fini dell'attuazione del progetto di rete ecologica sono state fornite anche delle indicazioni puntuali finalizzate alla promozione della connettività e della deframmentazione paesistica. In particolare, per ciascun ambito territoriale interessato dal progetto di rete ecologica (territorio aperto, periurbano, edificato, infrastrutture) sono state selezionate opportune tipologie di intervento e per ognuna di esse è stata predisposta una scheda esemplificativa contenente delle *best practices* per la salvaguardia e la valorizzazione delle specie vegetali e animali.

Conclusioni

L'adozione di un approccio metodologico di tipo multidisciplinare ha permesso di delineare una proposta di rete ecologica di livello locale nonché di individuare specifiche misure di mitigazione ambientale finalizzate a favorire la connettività ecologica e la deframmentazione paesistica. In particolare, il ricorso all'Ecologia del paesaggio, quale disciplina scientifica di riferimento, e alle tecnologie *openGIS* ha consentito di costruire un modello attendibile e realistico oltre che esportabile ad altri contesti territoriali prevedendo in ogni caso la possibilità, e in taluni casi la necessità, di condurre ulteriori approfondimenti di carattere specialistico in corrispondenza delle principali direttrici di connessione ecologica individuate. Le analisi spaziali effettuate con il *software open source Quantum GIS* hanno permesso di conoscere il grado di funzionalità e di connettività del sistema delle aree protette, di determinare ulteriori "aree meritevoli di tutela", di verificare i potenziali conflitti inescabibili dall'attuazione dello strumento urbanistico comunale e di individuare le diverse situazioni di frammentazione, localizzabili prevalentemente nel fondovalle e nella prima fascia collinare dove la commistione tra centri abitati e sistema infrastrutturale ha creato numerose "macchie residuali". La metodologia proposta ha consentito quindi di individuare gli elementi portanti della rete – sistema delle aree protette, macchie residuali, aree *gap* – e di delineare una ragionevole evoluzione del progetto di rete ecologica attraverso l'individuazione di specifiche strategie per il territorio aperto – agricolo, forestale e fluviale – integrate da indicazioni puntuali ("buone pratiche"), necessarie a garantire o ripristinare la connettività ecologica tra le potenziali "core areas" in una prospettiva di rete ecologica "polivalente". Nella realizzazione della rete si dovrà, in ogni caso, tenere conto del continuo aggiornamento delle conoscenze territoriali rispetto alle quali acquista sempre maggiore importanza il ruolo dei musei quali enti in grado di raccogliere informazioni, anche mediante il coinvolgimento dei cittadini (*citizen science*) che in veste di appassionati cultori delle scienze naturali possono contribuire alla raccolta dei dati e al monitoraggio dello stato di salute delle specie, dei loro habitat e del territorio nel suo complesso paesaggistico. I dati sintetizzati nella presente ricerca sono un esempio concreto del loro potenziale valore.

Note

⁽¹⁾ I dati sono stati acquisiti direttamente presso gli Enti interessati, scaricati dal geo-portale cartografico provinciale o dal sito comunale tramite lo standard OGC con l'attivazione di una connessione WMS.

⁽²⁾ Tale approccio consente di distinguere le funzioni principali di un'unità di paesaggio (ricondotte ai due grandi gruppi dell'habitat naturale e dell'habitat umano) attraverso veri e propri apparati ecologico-funzionali in analogia agli apparati degli organismi viventi.

⁽³⁾ Sono state considerate le specie focali (Lambeck, 1997) selezionate dal Museo delle Scienze di Trento e ritenute di particolare importanza per ragioni conservazionistiche, quali uccelli nidificanti, rettili e anfibi. Tali specie sono state classificate in base alle seguenti tipologie di macroambienti: ambienti forestali a bassa quota; zone umide a quote medie e basse (biotopi); ambienti rupestri e altre aree rocciose; ambienti aperti di quote medie e basse; coltivazioni erbacee, prati e pascoli; coltivazioni arboree; ambienti boschivi periferiali. L'elenco delle specie focali considerato nella presente ricerca, e riportato in Brunialti (2013), è da intendersi provvisorio tenuto conto che al momento dell'elaborazione del progetto il lavoro di selezione delle specie da parte del Museo non risultava ancora completato. Per l'elenco definitivo delle specie focali selezionate a livello provinciale si veda Pedrini *et al.* (2013).

⁽⁴⁾ I valori proposti corrispondono al valore medio dei valori selezionati da Ingegnoli (2011) e quindi considerando una "biopotenzialità territoriale" media. Nel dettaglio, a ciascuna barriera antropica sono stati associati dei *buffer* di diversa ampiezza che esprimono le fasce di disturbo diretto e le fasce tampone da questi elementi. Le fasce sono state quindi riportate in una apposita carta e differenziate con una diversa simbologia e colore in funzione dell'ampiezza della fascia alla quale il disturbo arriva a farsi sentire.

⁽⁵⁾ Il progetto europeo denominato *Transnational Ecological Networks (TransEcoNet)*, conclusosi nel luglio 2012, si è occupato dei paesaggi meno protetti, dei cosiddetti "gaps", localizzati tra le aree protette. Hanno fatto parte del progetto 16 istituzioni partner, tra cui Slovenia, Austria, Ungheria, Repubblica Ceca, Slovacchia, Polonia, Italia e Germania, comprendenti autorità regionali e organizzazioni non governative, istituti di ricerca e amministrazioni di aree protette oltre al supporto di 22 istituzioni partner associate. Lo scopo di *TransEcoNet* è stato quello di garantire uno sviluppo spaziale equilibrato e sostenibile ponendo particolare attenzione alla gestione e protezione del patrimonio naturale e culturale (<http://www.transeconet.eu>).

⁽⁶⁾ Le “core areas” includono Riserve integrali, SIC, Riserve naturali, biotopi provinciali superiori a 10 kmq mentre le “non core areas” comprendono SIC, Riserve naturali e biotopi provinciali con superficie inferiore a 10 kmq e biotopi locali. Nel caso di Riserve integrali coincidenti con altre categorie di aree protette è stato attribuito il ruolo di “core area” indipendentemente dalla superficie.

⁽⁷⁾ Sulla base dei *buffer* considerati due siti ricadenti nella prima fascia (500 m) sono stati considerati connessi così come i siti con superficie uguale o superiore a 10 kmq. I siti localizzati a distanze comprese tra i 500 m e i 2000 m sono stati ritenuti parzialmente connessi e agli stessi è stato attribuito il ruolo di “stepping stones”. Infine, i siti situati a distanze superiori a 2000 m sono stati considerati non connessi. In linea generale, per verificare l'effettivo grado di connettività tra i vari siti protetti è opportuno confrontare tale analisi spaziale con la situazione orografica. Ai fini della presente sperimentazione, l'assetto orografico non è stato ritenuto comunque determinante dal momento che la maggior parte delle specie animali considerate fa riferimento ad uccelli e a specie di mammiferi che presentano un elevato grado di mobilità.

Riferimenti bibliografici

APAT, INU (2003), *Gestione delle aree di collegamento ecologico funzionale. Indirizzi e modalità operative per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione del territorio in funzione della costruzione di reti ecologiche a scala locale*, Manuali e linee guida 26, Roma.

Battisti C., Romano B. (2007), *Frammentazione e connettività. Dall'analisi ecologica alla pianificazione ambientale*, Città Studi Edizioni, Torino.

Brunialti T. (2013), *Una proposta metodologica opengis per il progetto di rete ecologica locale: il caso di Trento*, Tesi di Laurea Specialistica in Geografia umana e organizzazione del territorio, rel.

Azzari M., corr. Cassi L., Pedrini P., Tattoni C., a.a. 2011/2012, Università degli Studi di Firenze.

Ferrari C., Pezzi G. (2012), *Paesaggio. Ambiente, spazio, luogo, memoria*, Diabasis, Reggio Emilia.

Guccione M., Schilleci F. (2010), *Le reti ecologiche nella pianificazione territoriale ordinaria. Primo censimento nazionale degli strumenti a scala locale*, Rapporti 116/2010, ISPRA, Roma.

Ingegnoli V. (1993), *Fondamenti di Ecologia del paesaggio*, UTET Città Studi, Milano.

Ingegnoli V. (2011), *Bionomia del paesaggio. L'ecologia del paesaggio biologico-integrata per la formazione di un □medico□dei sistemi ecologici*, Springer-Verlag Italia, Milano.

Ingegnoli V., Giglio E. (2005), *Ecologia del paesaggio. Manuale per conservare, gestire e pianificare l'ambiente*, Esselibri, Milano.

Lambeck R.J. (1997), “Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation”, in *Conservation Biology*, 11: 849-856.

Malcevski S. (2010), *Reti ecologiche polivalenti. Infrastrutture e servizi ecosistemici per il governo del territorio*, Il Verde Editoriale, Milano.

Mustoni A., Zibordi F., Cavedon M., Armanini M., 2012, *I grandi mammiferi in Trentino: corridoi faunistici e investimenti stradali*, Relazione tecnica.

PAT (Provincia Autonoma di Trento), 2008, *Piano Urbanistico Provinciale. Relazione illustrativa*.

PAT (Provincia Autonoma di Trento), 2010, *Piano Faunistico Provinciale*, (a cura di) Ufficio Faunistico – Servizio Foreste e Fauna, Prima revisione, dicembre.

Pedrini P., Brambilla M., Tattoni C. (2013), *Azione A3. Individuazione della connettività e della frammentazione ecologica a livello provinciale e verso i territori limitrofi*, Museo delle Scienze – Sezione di Zoologia dei Vertebrati, Progetto LIFE+T.E.N., ottobre, Trento.

Pelorusso R., Gobattoni F., Lauro G., Monaco R., Leone A. (2012), “Pandora: modello per l'analisi di scenario a supporto delle pianificazioni”, in *Urbanistica*, 149: 129-38.

Peraboni C. (2010), *Reti ecologiche e infrastrutture verdi*, Maggioli Editore SpA.

Primack R.B., Carotenuto L. (2003), *Conservazione della natura*, Zanichelli, Bologna.

Ripa M.N., Recanatesi F., Pelorusso R., Boccia L., Amici A. (2007), “Analisi multicriteriale nella progettazione a supporto della gestione faunistica”, in *Estimo e Territorio*, Anno LXX, 6: 19-24.

Todaro V. (2010), *Reti ecologiche e governo del territorio*, Franco Angeli, Milano.