

**3. Analisi Territoriale e Modelli di Idoneità  
Anfibi e Rettili acquatici**

**A cura di:**

**Testi**

Dott. Leonardo Vignoli

**Cartografia ed elaborazioni GIS**

Dott. Leonardo Vignoli

### 3.1. PREMESSA TEORICA ALLO STUDIO DELLA FRAMMENTAZIONE

L'analisi del fenomeno della frammentazione ambientale non è fondato solamente sullo studio dei frammenti di habitat naturale residuali ma, affinché si possa creare il substrato su cui progettare la rete ecologica, si deve considerare l'intero ambito territoriale in cui i frammenti sono inseriti. La matrice, ovvero il territorio circostante i frammenti, abitualmente considerato trasformato dall'uomo, costituisce una componente imprescindibile nell'analisi dell'effetto della frammentazione sulle popolazioni biologiche. In paesaggi frammentati, i flussi di materia ed energia che interessano gli ecosistemi residui, risentono progressivamente della matrice circostante trasformata, in funzione della propria tipologia e delle relative caratteristiche morfologiche, strutturali ed ecologiche (agroforestale, urbana, infrastrutturale) finché essi vengono ad essere quasi prevalentemente controllati da quest'ultima (REED *et al.*, 1996). Le proprietà della matrice possono influenzare in maniera significativa la fauna, determinando il tipo e l'intensità dell'effetto margine nei frammenti residui e agendo da barriera parziale o totale alle dinamiche dispersive di alcune specie (generalmente di quelle maggiormente stenoecie), influenzando i movimenti individuali ma più in generale tutti gli scambi e i processi che avvengono tra frammenti (SOULÉ e ORIANS, 2001). L'effetto barriera provocato dalla matrice è in genere strettamente specie-specifico, di conseguenza differenti tipologie di matrice presenteranno una permeabilità selettiva. Inoltre, il grado di differenziamento tra la fisionomia e la struttura della vegetazione propria dei frammenti residui e quella della matrice, è in stretta correlazione con la capacità dispersiva degli individui tra i frammenti. Nel contesto di indagine, la matrice si presenta in larga parte di natura agricola, costituita in predominanza da attività di tipo estensivo, e costituisce una barriera selettiva alla dispersione della fauna per la significativa differenza

tra la fisionomia morfologica dei frammenti residui e il territorio immediatamente loro contermini.

La matrice peraltro non deve essere considerata un'area franca tra i frammenti residui in quanto anch'essa ha una sua connotazione precisa in quanto a composizione specifica (specie antropofile o comunque particolarmente euriecie), struttura e funzionalità, e va considerata alla stessa stregua di altre tipologie ambientali. La matrice può infatti fornire un habitat alternativo ad alcune specie generaliste nonché a molte tra le specie introdotte accidentalmente che possono, inoltre, beneficiare dei disturbi che, a seguito della frammentazione, avvengono al margine dei frammenti.

Il contesto ambientale di indagine quale quello individuato dall'ambito territoriale di dettaglio considerato è caratterizzato da un basso grado di urbanizzazione e da un'estesa matrice costituita da diversi sistemi agricoli, per lo più a tipologia estensiva, in cui permangono importanti e complesse formazioni forestali che contribuiscono, seguendo il corso dei numerosi corpi d'acqua presenti, a mantenere una forte eterogeneità ambientale. Peraltro, alla presenza di habitat forestali residuali non consegue la permanenza di tutte le specie animali originarie. Tali ecosistemi residui, spesso di estensione relativamente limitata, poiché inseriti nella matrice agricola risentono fortemente dell'effetto margine per la mancanza di un'area cuscinetto (*buffer*) tra gli habitat *interior* e la matrice che determina un più o meno ripido mutamento delle condizioni di umidità, copertura vegetale, tipologia di substrato, già al margine interno dell'habitat *interior*. Nella maggior parte dei casi le formazioni forestali, ancorché presenti, non rispondono più alle richieste ecologiche delle specie più sensibili i cui contingenti popolazionali sono andati incontro ad estinzione definitiva o locale, allorché il grado di connettività avesse permesso la dispersione in altre aree più favorevoli. Il

territorio in esame, da un punto di vista strettamente paesaggistico, può essere considerato scarsamente frammentato se confrontato con le aree contermini all'interno della stessa provincia di Viterbo e soprattutto con quelle della vicina provincia di Roma. Inoltre, la presenza di numerose riserve naturali nonché di ZPS e SIC crea un mosaico di aree protette con diverso grado di interconnessione.

### **3.2. PREMESSA METODOLOGICA ALLE INDAGINI FAUNISTICHE**

La scelta di considerare la distribuzione delle specie animali quale strumento di indagine per identificare e quantificare il grado di frammentazione e la funzionalità delle aree umide naturali, comporta la formulazione di alcune premesse metodologiche.

Per l'impossibilità di tener conto delle esigenze di tutte le specie animali presenti nell'area di interesse, è necessaria una semplificazione nell'approccio conoscitivo, cui segue una forte semplificazione operativa, individuando livelli gerarchici superiori all'individuo o alle popolazioni biologiche quali comunità ambientali (ecosistemi), comunità animali, taxocenosi, “*guilds*” o specie campione che permettano in tempi e con sforzi ragionevoli, di individuare i problemi funzionali nonché di formulare ipotesi gestionali, soprattutto in una fase preliminare d'indagine (PEARSON, 1995; BUTOWSKY *et al.*, 1998; GIMONA, 1999; BOLGER *et al.*, 2001; APAT, 2003). Inoltre, focalizzare l'attenzione su poche entità biologiche (bioindicatori) permette di superare le difficoltà intrinseche nel valutare non solo l'estrema complessità delle relazioni ecologiche e dei valori di biodiversità che si vogliono sottoporre a tutela, ma anche la specie-specificità nelle risposte alla frammentazione delle popolazioni di ogni specie presente nell'area. I criteri di scelta dei bioindicatori devono

pertanto determinare il livello gerarchico e la chiave di valutazione (conservazionistica, biogeografica, ecologica, gestionale) affinché essi possano rivelare lo stato di frammentazione e vulnerabilità di un'area.

Nel progetto della redazione della Rete ecologica della Provincia di Viterbo, il presente contributo è limitato all'esame della tipologia ecosistemica target "aree umide" nell'ambito territoriale "Monti Vulsini-Calanchi di Civita-Monte Cimino-Lago di Vico" e all'individuazione delle specie target (ascrivibili ad una *guild* della fauna di pozze, sorgenti, punti d'acqua) quali indicatori di sensibilità al processo di frammentazione. In particolare, sono state scelte specie che possiamo definire "svantaggiate" in quanto stenoecie e dotate di scarsa vagilità. Peraltro, sotto il profilo evolutivo, la scelta di specie naturalmente e strettamente legate a tipologie ecosistemiche già di per sé altamente disperse e frammentate per cause naturali (quali appunto le aree umide, corpi idrici a *facies* lenticia, forre, ecc.), caratterizzate quindi da capacità dispersive tra habitat naturalmente isolati (ORIANI e SOULÉ, 2001), potrebbe sottostimare l'effettivo grado di frammentazione.

Al fine di individuare le problematiche inerenti alla frammentazione, quale processo di riduzione della connettività degli ecosistemi e delle zoocenosi legate alle aree umide, all'interno dell'ambito territoriale di dettaglio "Monti Vulsini-Calanchi di Civita-Monte Cimino-Lago di Vico" sono stati scelte cinque specie appartenenti all'erpetofauna di aree umide: ululone a ventre giallo appenninico (*Bombina pachypus*), salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina perspicillata*), tritone crestato (*Triturus carnifex*), tritone punteggiato (*Triturus vulgaris*) e la testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*). L'interpretazione della loro distribuzione sul territorio costituisce il presupposto per l'individuazione delle aree a maggiore valenza naturalistica e funzionale. Affinché tale processo sia attuabile si presuppone la presenza pregressa di

dati faunistici e/o la loro raccolta originale sul campo.

Dall'osservazione della distribuzione delle specie sul territorio è emersa la necessità di effettuare indagini sul campo che hanno permesso, con il rilevamento di dati originali, di completare e/o aggiornare il quadro informativo esistente. Oltre a colmare le lacune in merito alla copertura dei dati faunistici, un'indagine sul campo di approfondimento è resa necessaria poiché l'individuazione di ambienti naturali (e delle loro connessioni esistenti o possibili atte a costruire una "rete ecologica") attraverso cartografie, pur dettagliate, cela l'insidia di sottostimare o non valutare affatto fenomeni ecologici quali l'effetto margine (*edge effect*), ovvero come la matrice circostante influenza la colonizzazione di tali ambienti da parte degli animali. Tale condizione si verifica quando tramite speditive analisi di cartografia, aerofoto e GIS, si individuano aree potenzialmente idonee ad assolvere ruoli di connessione ma che in realtà, risentendo della matrice antropica contigua, non possono dal punto di vista funzionale assolvere a tale compito. Il campionamento diretto permette di valutare, sia in ottica di progettazione sia in prospettiva di monitoraggio, l'effettiva funzionalità della rete ecologica. La conferma dell'effettiva idoneità di alcune aree che, in assenza del campionamento diretto sarebbe rimasta solamente a livello potenziale, ha permesso di operare a due livelli di indagine: uno appunto effettivo, basato sul dato reale di presenza, che consente un'analisi molto dettagliata ma limitata a porzioni del territorio considerate alla stregua di un campione del totale, e un altro potenziale, fortemente basato sulla idoneità ambientale e frutto anche del prodotto informativo generato del livello precedente.

Sulla base della carta dell'uso del suolo, sono stati individuati tutti i frammenti di aree naturali all'interno degli ambiti territoriali considerati. Sono stati esclusi i frammenti con superficie inferiore a 1 ha affinché mantenessero i requisiti per

ospitare la maggior parte delle specie considerate almeno durante le fasi di dispersione. Per ognuno di essi è stato tracciato un poligono che ne descrive la forma e ne definisce la struttura (area e perimetro). Per ogni frammento è stato valutato il grado di isolamento, espresso come la sua connettività con i frammenti a lui circostanti. La distanza tra i frammenti è stata misurata preferendo, alle distanze tra centroidi dei frammenti, la distanza minima tra essi, che, oltre a semplificare l'analisi, evidenzia un quadro più realistico ed accurato delle relazioni tra frammenti in termini di distanze potenzialmente attraversabili dal biota (RUDD *et al.*, 2002).

Poiché le specie target individuate presentano una esigua variabilità di dimensioni corporee (fatta eccezione per *Emys orbicularis*) ed esigenze ecologiche, è stato possibile effettuare una generalizzazione sulla tipologia dei frammenti che rispondono ai requisiti minimi di tutte le specie senza che ciò comportasse una perdita significativa di informazioni relative ai requisiti ecologici specifici che determinano in un'ultima analisi la risposta all'effettiva funzionalità ambientale dei frammenti stessi.

### 3.3. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CENTRALI

L'individuazione delle aree centrali (*core areas*) è stata effettuata basandosi su tre parametri principali: la presenza delle specie, l'estensione superficiale dei frammenti e la loro idoneità. Dalla sovrapposizione dei tematismi di distribuzione delle specie target sono stati estratti i poligoni idonei con area superiore a 100 ha con oltre il 60% di condivisione tra le specie. Complessivamente nell'ambito territoriale indagato sono stati individuati tre poligoni (*core\_areas.shp*) che rispondessero ai requisiti esposti sopra e che peraltro rappresentano i tre poligoni con la maggiore estensione superficiale.

La salamandrina dagli occhiali (SALPER) (*salper\_scr.shp*), il tritone crestato (TRICAR) (*tricar\_scr.shp*) il tritone punteggiato (TRIVUL) (*trivul\_scr.shp*) sono presenti nella totalità delle aree centrali, la testuggine palustre europea (EMYORB) (*emyorb\_scr.shp*) è stata rinvenuta nel 66% delle *core areas* (2/3), mentre l'ululone a ventre giallo (BOMPAC) (*bompac\_scr.shp*) risulta presente in uno dei tre poligoni centrali. I tre poligoni individuati presentano una elevata presenza di corpi d'acqua sia lentici che lotici, temporanei e permanenti. Il poligono sito nella porzione settentrionale dell'ambito territoriale considerato (area code #4) comprende al suo interno la ZPS "Calanchi di Civita Bagnoregio" ed è caratterizzato dalla presenza di numerosi punti d'acqua (naturali e artificiali) e da diversi torrenti che scorrono al suo interno. Il poligono rilevato nella porzione centrale dell'ambito territoriale considerato (area code #5) comprende le ZPS "Lago di Bolsena, Isola Bisentina e Martana", "Monti Vulsini" e il principio del SIC "Fiume marta (alto corso)", e, oltre ad ospitare numerosi ambienti umidi connessi con il lago di Bolsena, scorre al suo interno parte del sistema idrico del fiume Marta. Il poligono sito nel settore meridionale dell'ambito territoriale considerato (area code #1) comprende la RNR Lago di Vico e le ZPS "Monte Cimino" e "Lago di Vico, Monte Venere e Monte Fogliano"; tra le aree centrali questa è quella a carattere maggiormente collinare-montano con la presenza di boschi misti di latifoglie e faggeta sui versanti più elevati e freschi; nonostante la presenza del Lago di Vico, l'effettiva consistenza dei corpi d'acqua non è particolarmente rilevante poiché sebbene molti fossi nascano dalle pendici dei rilievi compresi nel poligono, molti di essi sono ormai asciutti per gran parte dell'anno in seguito all'abbassamento della falda per la captazione ad uso agricolo, e non costituiscono più un ambiente idoneo alla riproduzione degli anfibi.

Le aree a maggiore ricchezza di specie e con la più elevata densità di stazioni di ritrovamento (elaborate mediante metodo Kernel) coincidono solo



marginalmente (circa 24%) con le aree protette (*densità\_specie\_target\_scr\_ambienti.shp*). In particolare, dei 45 record inerenti la distribuzione delle specie target all'interno dell'ambito territoriale considerato (*specie\_target\_scr\_ambienti.shp*), il 16% ricade nella ZPS "Monti Vulsini" mentre il 13% all'interno della RNR Lago di Vico e nella ZPS ad essa connessa "Lago di Vico, Monte Venere e Monte Fogliano".

Verosimilmente, le aree centrali e quelle a maggiore ricchezza e densità, in gran parte coincidenti, possono essere considerate aree sorgente (*source areas*) che provvedono alla continua produzione e ricambio degli individui verso altri frammenti di dimensioni minori e maggiormente isolati (*sink areas*) (Pulliam, 1988).

### 3.4. IDONEITÀ

Per ogni specie target è stata elaborata una carta di idoneità ambientale (*bompac\_suit.shp*, *emyorb\_suit.shp*, *salper\_suit.shp*, *tricar\_suit.shp*, *trivul\_suit.shp*), assegnando alle tipologie ambientali Corine Landcover della carta dell'uso del suolo valori interi compresi tra 0 e 4, ovvero tra la completa inidoneità e la massima idoneità ambientale specifica. Le carte di idoneità specifiche sono state elaborate consultando la scarsa letteratura scientifica in materia e le conoscenze di specialisti erpetologi sulle preferenze ambientali e le richieste ecologiche delle diverse specie. Nonostante la presenza di numerosi record di presenza recuperati dalla Banca Dati PAARL dell'Università Roma Tre, Laboratorio del prof. Bologna e il rilevamento di nuovi dati originali con indagini di campo effettuate espressamente per questo progetto, la conoscenza della distribuzione delle specie target nell'ambito territoriale selezionato è rimasta incompleta ancorché di estremo dettaglio.

Conseguentemente si è potuto elaborare un modello di idoneità di tipo deduttivo e non induttivo. Sono state calcolate le tipologie ambientali a più alta idoneità in base alla distribuzione dei punti di presenza delle specie sovrapposti alla carta dell'uso del suolo.

Le tipologie ambientali idonee alla riproduzione delle diverse specie presentano sempre il massimo punteggio. Per le specie selezionate ma in particolare per gli Anfibi per i quali costituisce condizione imprescindibile affinché si verifichi l'evento riproduttivo, la presenza seppur modesta di acqua (ruscelli, stagni, pozze temporanee, fontanili ecc.) è stata considerata fondamentale nel caratterizzare le aree centrali e quelle secondarie a maggiore valenza funzionale. Tale requisito non è spesso evidenziabile dalla carta dell'uso del suolo poiché la scala adottata (1:10000) non risolve sufficienti dettagli in grado di rilevare medi e piccoli stagni, pozze temporanee, ruscelli e fontanili, ambienti elettivi per la riproduzione degli Anfibi. Sono stati quindi considerati in aggiunta alla carta del suolo tutti i punti d'acqua (sorgenti, risorgive, fontanili, grotte umide, ecc.) e il sistema di siepi indicati nei tematismi forniti dalla Lynx Natura e Ambiente s.r.l.

Le tipologie ambientali idonee alle diverse specie e classi sono risultate molto omogenee identificandosi nella maggior parte dei casi con le formazioni vegetali più mature e a copertura estesa, quali aree boscate di diversa natura (caducifoglie, sempreverdi, ad angiosperme, a gimnosperme, miste, rimboschimenti, ecc.), macchia alta, formazioni riparali e igrofile. Le tipologie ambientali ad alta idoneità (valori 3 e 4) sono rappresentate da 697 frammenti (con superficie maggiore di 1 ha) per un'estensione totale di 32.655 ha (*ambienti\_3-4.shp*), circa il 28% dell'estensione superficiale dell'ambito territoriale considerato (115.788 ha). I coltivi, che rappresentano gran parte del territorio in esame, soprattutto se intensivi e/o di monocolture, costituiscono

generalmente delle tipologie a bassa idoneità. Colture miste possiedono un'eterogeneità maggiore che permette di ospitare alcune tra le specie meno legate alla tipologie vegetazionali più chiuse. Attività agricole di tipo estensivo con permanenza di frammenti di aree ad alta naturalità sono presenti nelle aree esaminate e rappresentano frammenti a medio-alta idoneità ambientale. L'ambiente urbanizzato, sia continuo sia discontinuo, costituisce un frazione marginale dell'intera superficie analizzata ed è risultato completamente inidoneo ad ospitare le specie target selezionate rappresentando una barriera quasi del tutto impermeabile allo spostamento della fauna target. Inoltre, in considerazione della scarsa vagilità e della stenoecia generalmente elevata che caratterizza le specie target, il loro rinvenimento può essere associato con confidenza elevata a tipologie ambientali elettive (zone umide in particolare).

### 3.5. CONNETTIVITÀ

La connettività dei frammenti è un elemento di cruciale importanza nella pianificazione di una rete ecologica e gioca un ruolo fondamentale come la dimensione e la forma dei frammenti (LINEHAN *et al.*, 1995; SEMLITSCH, 2002). Sono state elaborate carte della connettività potenziale ed effettiva. Le prime si basano esclusivamente sulla struttura, dimensione e posizione reciproca dei poligoni, mentre le seconde sono specie-specifiche e fanno riferimento alla distribuzione e alla capacità dispersiva delle singole specie. Sono stati costruiti tre modelli differenti di carte di connettività potenziale per valutare l'importanza delle raccolte d'acqua e delle siepi per la funzionalità della rete. Nel primo modello (*connett\_pot\_no\_siepi\_poly\_10ha.shp*) non sono stati considerati né i punti d'acqua né le siepi: dopo aver selezionato tutti i poligoni ad alta idoneità con superficie maggiore di 10 ha (considerati potenzialmente in grado di ospitare le specie target), è stata creata un'area di buffer con

raggio di 100 metri intorno ad essi. Ogni nuovo frammento intercettato dall'area di buffer è stato a sua volta aggiunto alla selezione precedente permettendo la formazione di una nuova area di buffer più comprensiva. La capacità di connessione potenziale del sistema viene identificata quando la nuova area di buffer non intercetta alcun nuovo frammento ad alta idoneità. Lo stesso procedimento è stato applicato per elaborare i modelli con siepi (secondo modello; *connett\_pot\_siepi\_poly\_10ha.shp*), con punti d'acqua (terzo modello; *connett\_pot\_acqua\_no\_siepi\_poly\_10ha.shp*) e con siepi e punti d'acqua contemporaneamente (quarto modello; *connett\_pot\_siepi\_acqua\_poly\_10ha.shp*). Quando utilizzati nel modello, per i punti d'acqua è stato creato un buffer iniziale di 75 metri di raggio e sono stati considerati come aree sorgente, alla stregua dei poligoni con superficie maggiore di 10 ha. Il confronto tra i modelli ha evidenziato un ruolo importante per le raccolte d'acqua e cruciale delle siepi per incrementare la funzionalità ambientale degli ambiti territoriali considerati. Il primo modello sottende 397 poligoni (con superficie maggiore di 1 ha come specificato precedentemente) per un'estensione complessiva dell'area buffer totale di 55.313 ha. Il secondo modello sottende 533 poligoni (incremento di circa 34%) per un'estensione complessiva dell'area buffer totale di 65.573 ha (incremento di circa 19% di connettività). Il terzo modello sottende 428 poligoni (incremento 8%) per un'estensione complessiva dell'area buffer totale di 57.376 ha (incremento di circa 4% di connettività). Il quarto modello sottende 484 poligoni (incremento di circa 14%) per un'estensione complessiva dell'area buffer totale di 66.872 ha (incremento di circa 8% di connettività). L'evidenza dell'importanza delle siepi, in particolare, e dei punti d'acqua per la funzionalità ecologica di una rete ovviamente non deve prescindere dalla struttura e dallo stato di naturalità dei suddetti elementi. Le siepi (chiaro esempio di corridoio biologico delle tipologie continue o discontinue) devono essere formate da arbusti intervallati da alberi e devono mantenere uno spessore adeguato affinché l'effetto

marginale le renda non idonee anche al transito della fauna in dispersione. Le raccolte d'acqua devono essere in primo luogo attive, ovvero devono garantire la presenza di acqua, non solo sulla carta ma anche nella realtà, per un periodo sufficientemente lungo per permettere lo svolgimento delle fasi fondamentali del ciclo biologico delle specie acquatiche e semiacquatiche (sviluppo larvale, riproduzione, fase trofica, ecc.).

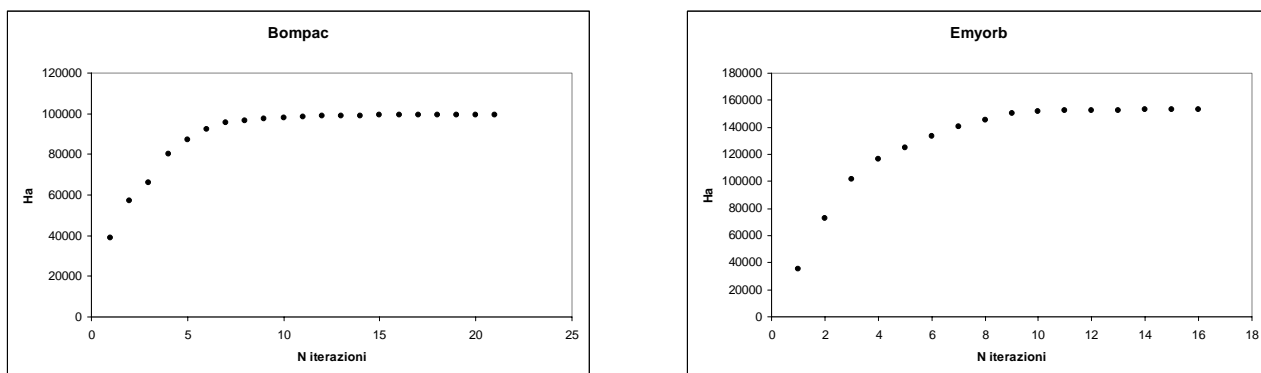
In base ai punti di presenza delle specie, sono stati selezionati i frammenti ad alta idoneità (valori 3 e 4) in cui questi ricadono (*bompac\_poly\_base.shp*, *emyorb\_poly\_base.shp*, *salper\_poly\_base.shp*, *tricar\_poly\_base.shp*, *trivul\_poly\_base.shp*). Per ognuno dei frammenti che ospita la specie è stata creata un'area di *buffer*, la cui estensione all'esterno del frammento è correlata alla capacità dispersiva specifica. Per ogni specie target è stata stimata una distanza massima di percorrenza attraverso la matrice (ambiente non idoneo), in base alle capacità dispersive specifiche medie. Sono state definite tre categorie di capacità dispersiva media attraverso ambienti ad idoneità inferiore a 3 a cui sono state assegnate le specie in base a quanto è riportato in letteratura, alle dimensioni corporee e alle conoscenze personali di esperti erpetologi: 100 metri (*Bombina pachypus*, *Salamandrina perspicillata*, *Triturus vulgaris*), 150 metri (*T. carnifex*) e 250 metri (*Emys orbicularis*). Come già evidenziato per le carte potenziali, ogni nuovo frammento intercettato dall'area di *buffer* è stato a sua volta aggiunto alla selezione precedente creando una nuova area di *buffer* più estesa. La capacità massima di dispersione della specie negli ambiti territoriali considerati viene identificata quando la nuova area di *buffer* non intercetta alcun nuovo frammento ad alta idoneità. Tale elaborato definisce la connettività potenziale specifica ed è basato esclusivamente sulla vagilità specifica.

La sovrapposizione della connettività effettiva delle specie target alla totalità

dei frammenti altamente idonei permette di evidenziare le criticità del substrato ambientale e ne evidenzia le eventuali deficienze funzionali. Le carte della connettività sono state elaborate solamente per le singole specie non essendo informative a livello di gruppo.

In base alla modalità di raggiungimento dell'area buffer finale che identifica la massima dispersione potenziale della specie a partire dalla presenza effettiva sul territorio, si può evidenziare una presenza omogenea dei frammenti e una disposizione gerarchica (in termini di dimensioni e numero) degli stessi intorno alle aree centrali. Se l'aumento in superficie delle aree buffer intermedie segue un andamento di tipo logaritmico, raggiungendo una fase plateau mediamente dopo 5-6 processi di buffer reiterati, allora la dispersione dalle aree centrali non incontra frizioni particolarmente elevate nell'immediato intorno di queste, ad evidenziare una disposizione dei frammenti secondari uniforme ed omogenea. Per tutte le cinque specie analizzate la dispersione dalle *core areas* segue un andamento assimilabile ad una funzione logaritmica. In figura 1 sono mostrate a titolo di esempio le curve di saturazione degli stadi intermedi di dispersione delle specie target *Bombina pachypus* e *Emys orbicularis*; le altre specie hanno mostrato andamenti del tutto sovrapponibili.

Figura 3.1. curve di saturazione degli stadi intermedi di dispersione delle specie target *Bombina pachypus* e *Emys orbicularis*



Si possono evidenziare alcuni pattern comuni a tutte le specie considerate indifferentemente dal grado di vagilità specifico. I frammenti 1 e 4 all'interno dell'ambito territoriale considerato sono altamente connessi. Il frammento 5 invece risulta scarsamente connesso agli altri a livello di connettività potenziale (tutti i modelli) e per gran parte delle specie in termini di connettività potenziale specifica. Esiste peraltro uno iato sempre presente in tutte le carte specifiche di connettività tra il settore centro-occidentale e quello sud-orientale: più precisamente il settore territoriale a sud del lago di Bolsena è costituito in predominanza da una matrice agricola pressoché continua che costituisce una barriera ecologica poco permeabile alle specie legate ad aree umide o più in generale a quelle di ambiente interior. Un intervento di mitigazione potrebbe essere costituito dal ripristino di frammenti di aree boschive ad interrompere la monotonia del paesaggio agricolo aumentando il grado di eterogeneità ambientale, e dalla creazione di filari alberati di area e spessore adeguati posti ad connettere le patches di bosco.

La connettività espressa dalle specie target della *guild* di aree umide complessivamente si dimostra medio-alta evidenziando la presenza di vaste

aree connesse con le altre, di limitati iati tra i settori (settore centro-occidentale e poligono 5) e una vasta area a sud del lago di Bolsena carente dal punto di vista della presenza e dell'estensione dei frammenti residui e deficitaria per il livello di funzionalità ecologica.

### 3.6. CONCLUSIONI

Una volta individuati e caratterizzati i frammenti residuali in base sia alla loro struttura e grado di isolamento sia alle emergenze determinate dai bioindicatori prescelti, per completare il progetto di rete ecologica, devono essere individuate le proprietà potenziali o effettive di funzionalità del territorio. Tale processo può essere identificato nell'individuazione di corridoi biologici. La conservazione di popolazioni, comunità o ecosistemi non deve limitarsi alla conservazione del frammento in cui sono presenti, specialmente se isolato e di piccole dimensioni. Il mantenimento di una continuità fisico-territoriale ed ecologico-funzionale fra gli ambienti naturali costituenti i frammenti residuali, è una possibile strategia finalizzata a mitigare gli effetti della frammentazione su popolazioni e comunità biologiche (BENNET, 1999). Tale continuità, in un ambiente ormai largamente modificato dall'uomo, va interpretata principalmente con il concetto di connettività e non di contiguità (adiacenza fisica). Infatti, il termine connettività sottende due aspetti, uno strutturale dei frammenti a delle tipologie ecosistemiche in essi contenuti (posizione, forma, distanza da altri frammenti) e l'altro legato agli aspetti funzionali e alla scala di percezione della specie, ai suoi requisiti ecologici ed etologici (BATTISTI, 2004). La contiguità fisica tra elementi paesistici non indica automaticamente una sua funzionalità per specie con differenti esigenze ecologiche, mentre frammenti non contigui potranno essere funzionalmente connettivi pur non essendo fisicamente connessi. Per il diverso grado di funzionalità e la specie-specificità



che presentano molte situazioni ambientali assimilabili a corridoi, in questo contesto si parlerà di collegamenti biologici riferendosi alle configurazioni spaziali di habitat (non necessariamente lineare o continuo) che facilita i movimenti o la continuità dei processi ecologici nel paesaggio (BENNET, 1999). In particolare, applicando tale definizione al contesto territoriale sul quale si svilupperà la rete ecologica, estremamente discontinuo, si prevede l'individuazione di collegamenti biologici della tipologia pietre da guado (*stepping stones*) che configura una condizione in cui uno più o frammenti di habitat ottimale (o subottimale) possono costituire aree di sosta o di rifugio per determinate specie (generalmente altamente vagili ma non necessariamente), collocati in una matrice paesistica antropizzata (agricola o urbana). Tali aree sono utili al mantenimento per specie in grado di effettuare movimenti a breve/medio raggio attraverso ambienti non idonei ma anche per specie che compiono spostamenti a lungo raggio (ad esempio per spostarsi tra aree umide puntiformi). Nell'area in esame, l'analisi delle connettività ci mostra una situazione piuttosto favorevole, soprattutto in alcuni settori (orientale, nord e centro-occidentale). La matrice agricola in cui sono immersi i frammenti di habitat naturale o seminaturale evidenziati nelle precedenti analisi è rappresentata da un ambiente con vario grado di alterazione e costituisce indiscutibilmente un elemento di frizione alla dispersione della fauna. L'analisi delle idoneità ambientali nelle aree a scarsa connessione già citate precedentemente dimostra che tale mancanza di funzionalità è dovuta all'assenza di frammenti di ambienti idonei con superficie adeguata che possano assolvere alla funzione di collegamenti biologici tra le aree principali. La possibilità di interrompere la monotonia paesaggistica ed ecologica della matrice agricola con elementi che creino discontinuità ambientale (siepi, rimboschimenti, raccolte d'acqua artificiali) e rappresentino corridoi preferibilmente continui o discontinui, rappresenta un intervento attuabile di mitigazione del processo di frammentazione.



### 3.7. BIBLIOGRAFIA

- APAT (Agenzia Protezione Ambiente e per i Servizi Tecnici), 2003. Gestione delle aree di collegamento ecologico-funzionale del territorio. Indirizzi e modalità operative per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione del territorio in funzione della costruzione di reti ecologiche a scala locale. Vol. 26, Manuali e linee guida APAT, 104 pp.
- Battisti C., 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche agricole, ambientali e Protezione civile, 248 pp.
- Bennet A.F., 1999. Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. X + 254 pp.
- Bolger D.T., Scott T.A., Rotenberry J.T., 2001. Use of corridor-like landscape structure by bird and small mammal species. *Biol. Conserv.*, 102: 213-224.
- Butowsky R., Reijnen R., Foppen R., 1998. Need for research to refine network plans. *European Nature*, 1: 13-14.
- Gimona A., 1999. Theoretical framework and practical tools for conservation of biodiversity at landscape scale. *PLANEKO Newsletter*, 2: 1-3.
- Linehan J., Gross M., Finn J., 1995. Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. *Landscape and urban planning* 33: 179-193.

- Pearson L.D., 1995. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. In: Harper J.L., Hawksworth D.L. (Eds.). *Biodiversity – Measurements and estimations*. Chapman & Hall, London: 75-80.
- Pulliam H.R., 1988. Sources, sinks and population regulation. *American naturalist*, 132: 652-661.
- Reed R.A., Johnson-Barnard J., Baker W.L., 1996. Fragmentation of a forested Rocky mountain landscape, 1950 – 1993. *Biol. Conserv.*, 75:267-277.
- Rudd H., Vala J. E Schefer V., 2002. Importance of backyard habitat in a comprehensive biodiversity conservation strategy: a connectivity analysis of urban green spaces. *Restoration Ecology*, 10(2): 368-375.
- Semlitsch R.D., 2002. Critical elements for biologically based recovery plans of aquatic-breeding amphibians. *Conservation Biology* 16: 619-629.
- Soulé M.E. e Orians G.H., 2001. Conservation biology research: Its challenges and context. In: Soulé M.E., oriansg.H. (Eds.). *Conservation Biology Research priorities for the next decade*. Society for Conservation Biology, Island Press: 271-285.