

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Applicazione dei criteri IUCN a popolazioni periferiche di specie artico-alpine in Appennino settentrionale

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/2w3442wm>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 27(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Rossi, Graziano
Gentili, Rodolfo

Publication Date

2006

DOI

10.21426/B6110046

Peer reviewed

Applicazione dei criteri IUCN a popolazioni periferiche di specie artico-alpine in Appennino settentrionale

GRAZIANO ROSSI, RODOLFO GENTILI

*Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri,
Università degli Studi di Pavia, via Sant'Epifanio 14, 27100 Pavia (Italy);
e-mail: graziano.rossi@unipu.it*

Key words: conservation biogeography, vascular plants, Red Lists, threats, risk of extinction

SUMMARY

Marginal populations of plants and animals often grow in unfavourable habitats and are periodically subject to environmental stress and/or to stochastic events that may jeopardise their survival. Information on their biogeography, ecology, reproduction biology and threats (tourism, climate change, and genetic fragmentation) is very important for proper management and conservation of these populations. Conservation biology is concerned with such populations, particularly those of threatened and endemic *taxa*. This study examines marginal populations of two arctic-alpine species growing in an environment of prolonged snow cover in the Northern Apennines biogeographic region: *Cenestium cerastioides* (L.) Britton and *Salix herbacea* L. Field investigations have been carried out since 1999 and IUCN criteria have been applied in order to assess the two species' conservation status at the regional level. The two species, that continue to survive under favourable local climatic conditions in the Northern Apennines, have been assigned to the critically endangered (CR) IUCN category at the regional level.

INTRODUZIONE

In anni recenti, i criteri e le categorie IUCN (2001) sono stati applicati sempre più frequentemente, sia a livello nazionale che regionale, nell'ottica di fornire strumenti ancora più efficaci di tutela della diversità biologica (Gärdenfors, 2001; Gärdenfors et al., 2001; Keller e Bollmann, 2004; Milner-Gulland et al., 2006). Questo anche per ambiti territoriali più ristretti, in funzione dello stato di conservazione locale dei singoli *taxa* (IUCN, 2003; Cabezudo et al., 2005). In particolare, l'utilizzo a livello regionale assume un grande rilievo se si tiene conto del notevole valore conservazionistico che può essere assegnato alle popolazioni poste al margine del proprio areale. Infatti, l'isolamento che le caratterizza può facilitare l'origine di nuove linee evolutive, grazie a eventi di divergenza genetica legati ad adattamenti locali (Ellstrand e Elam, 1993; Young et al., 1996). D'altra

parte è noto che diversi fattori intrinseci ed estrinseci incidono nel determinare variazioni nelle dinamiche di popolazioni entro l'areale delle specie. In tal senso, è stato dimostrato che le popolazioni poste al limite dell'areale possono presentare maggiori tassi di variabilità e turnover demografico (Grant e Antonovics, 1978; Medail et al., 2002), così come maggiore sensibilità a fluttuazioni delle condizioni climatiche (Lohn e Prentice, 2002). In particolare, proprio i fattori climatici, che possono rappresentare condizioni estreme, ne influenzano sia le dinamiche demografiche sia la distribuzione. (Thomas et al., 2001; Holt e Keitt, 2005). Da ciò deriva una più alta possibilità che tali popolazioni siano interessate da eventi demografici negativi, in grado di eroderne il potenziale genetico (Hartl e Clark, 1997). Per tutte queste ragioni, viene suggerito di considerare le popolazioni delle specie poste al margine del proprio areale alla stregua di un *taxon* endemico (Gärdenfors et al., 2001; Spector, 2002). Pertanto è opportuno dedicare molti sforzi all'identificazione e conservazione di queste popolazioni che potrebbero rappresentare significative unità evolutive (Moritz, 1994; Crandall et al., 2000). Quindi, a nostro avviso, in accordo con i principi della "biogeografia della conservazione" (Witthaker, 2005), i criteri e le categorie IUCN dovrebbero essere applicati su scala regionale biogeografica, piuttosto che a livello di regioni amministrative, come già realizzato, ad esempio, in Svizzera (Moser et al., 2002). Infatti, le regioni in senso geo-politico spesso non sono separate tra loro da discontinuità fisico-geografiche e bio-ecologiche tali da impedire il diffondersi degli organismi viventi. Pertanto, la valutazione dei criteri su base geo-politica appare inappropriata, soprattutto quando l'unità tassonomica considerata non è rappresentata dall'intera popolazione biologica, ma solo una sua porzione, dando luogo a stime del rischio di estinzione non accurate (IUCN, 2003).

Sull'Appennino settentrionale vi sono a tutt'oggi diversi *taxa* relitti che hanno superato i profondi mutamenti ambientali del Quaternario e che sono sopravvissuti solamente in pochi e discontinui habitat, quali praterie d'alta quota, pareti rocciose, canaloni e forre (Alessandrini et al., 2003). Sono rappresentati da popolazioni poste al proprio limite distributivo, o prossime a esso, molto isolate rispetto a quelle dell'areale principale, nella catena alpina e/o nel Nord Europa, e comprendono elementi artico-alpini, quali: *Eriphorum scheuchzeri* Hoppe, 1800, *Genziana purpurea* Linneo, 1753, *Salix hastata* Linneo, 1753 subsp. *hastata*, etc. Altre presentano forti disgiunzioni con popolazioni nord-appenniniche e ulteriori popolazioni centro-appenniniche. Tra queste ultime, vi sono le due specie oggetto del presente lavoro, che per le loro caratteristiche distributive ed ecologiche, sono particolarmente interessanti dal punto di vista conservazionistico: *Cerastium cerastioides* (Linneo, 1753) Britton, 1894, e *Salix herbacea* Linneo, 1753. Allo stato attuale, anche se i siti in cui le specie ricorrono sono inclusi in aree protette (Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano

e Parco Regionale dell'Alto Appennino Modenese), la sopravvivenza locale di questi elementi artico-alpini sembra essere minacciata dal riscaldamento globale e da problematiche gestionali legate al cambiamento di uso del suolo (pressione turistica, pascolo) che ne interessa l'habitat; due fattori spesso chiamati in causa di fronte a problematiche di conservazione (Lienert, 2004; Thuiller et al., 2005).

Questo studio applica i criteri IUCN, a livello regionale per *C. cerastioides* e *S. herbacea*, nell'ambito della regione biogeografica "Provincia nord-appennica" *sensu* Pedrotti (1996). Pertanto è stato verificato lo stato di conservazione dei due *taxa* per la loro assegnazione a una delle categorie di minaccia IUCN a livello locale, nonché al fine di poter suggerire più efficaci strategie gestionali atte alla loro salvaguardia.

CASO DI STUDIO

Note biogeografiche

L'Appennino settentrionale è posto al confine tra due differenti regioni fitogeografiche, la regione eurosiberiana a nord e la regione mediterranea a sud, dove nel tempo si sono succeduti contingenti floristici molto diversi tra loro (Ferrarini, 1979; Foggi, 1990; Tomaselli e Agostini, 1994; Tomaselli e Gualmini, 2000; Alessandrini et al., 2003).

La distribuzione attuale delle specie vegetali nelle catene montuose centro e sud-europee, tra le quali l'Appennino settentrionale, è stata enormemente influenzata dalle ampie oscillazioni climatiche avvenute nel Quaternario, caratterizzate da una serie di periodi freddi e secchi, interrotti da intervalli corti di periodi interglaciali caldo-umidi, l'ultimo dei quali è in corso da circa 10.000 anni (Losacco, 1982; Webb e Bartlein, 1992; Antonioli e Vai, 2004). Nei periodi freddi, le flore temperate migrarono più a sud o subirono l'accantonamento sui massicci rifugio dei bordi meridionali della catena alpina, sostituite da specie boreali e artico-alpine (Favarger, 1984; Hewitt, 1996). Nelle aree montuose, le zone deglaciare prossime alle fronti dei ghiacciai erano ricoperte da ampie superfici di tundra alpina, caratterizzate da specie generalmente di piccola taglia e con adattamenti particolari ai climi freddi (Reisch, 2001; Antonioli e Vai, 2004).

Nel corso del riscaldamento climatico post-glaciale il range distributivo delle specie di ambienti freddi ha subito fenomeni di marginalizzazione e di sostituzione, a opera di specie più temperate, con contrazioni degli areali sia in senso latitudinale, convergendo più a nord, sia altitudinale, traslando, verso le quote più elevate (ad esempio, Alpi e Appennino) (Favarger, 1984; Stehlik, 2003). A partire dal Neolitico sino quasi ai giorni nostri, il declino delle specie d'alta quota, sembra essere aumentato a seguito della crescente pressione antropica sugli ecosistemi (Sukopp e Trepl, 1987).

Area di studio

L'area di studio (Fig. 1), che comprende tutti i siti di crescita attualmente noti di *C. cerastioides* e *S. herbacea*, è ubicata nel tratto compreso tra il Monte Cusna (2.120 m), e il Monte Cimone (2.165 m) in Appennino Tosco-Emiliano, il settore centrale dell'Appennino settentrionale, dove si raggiungono le quote più elevate.

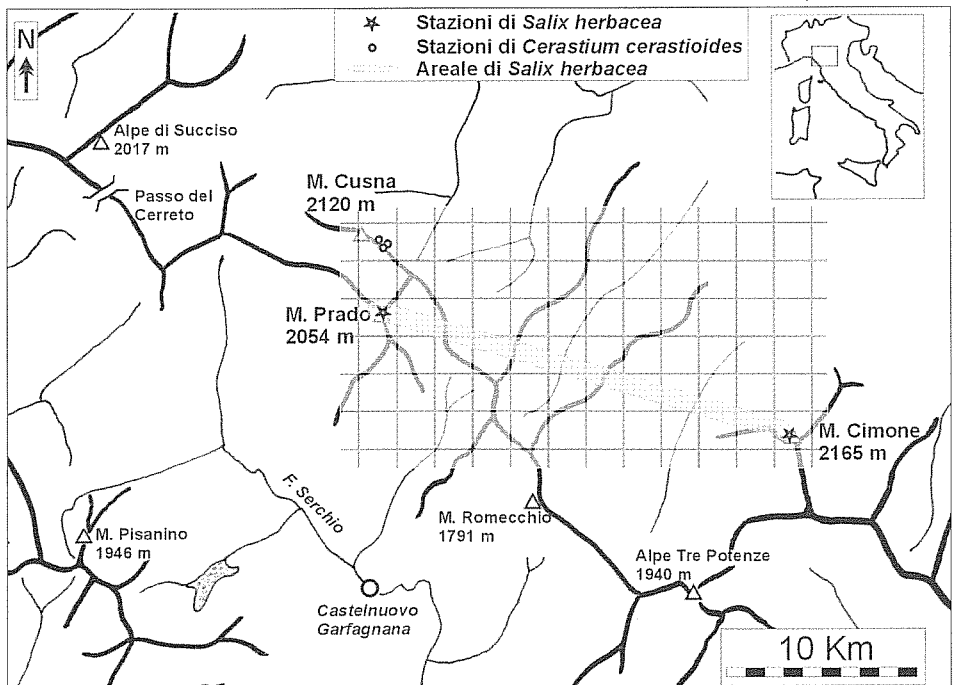


Fig. 1 - L'area di studio in Appennino Tosco-Emiliano con evidenziate le stazioni di *Cerastium cerastioides* (L.) Britton e di *Salix herbacea* L., l'areale di *Salix herbacea* L. e la griglia chilometrica di 2 x 2 Km utilizzata per il calcolo della superficie occupata (AOO). Per le ridotte dimensioni, l'areale di *Cerastium cerastioides* (L.) Britton non è riportato in figura.

L'Appennino Tosco-Emiliano, dal punto di vista geologico, può considerarsi il risultato dell'impilamento di più unità tettoniche secondo il modello a "falde di ricoprimento" che a partire da quella basale, corrispondono a: Falda Toscana, Unità di Monte Modino, Unità di Pievepelago, Successione di Monte Cervarola, Unità di Monte Ventasso-Monte Cisa, Scaglie del Secchia, Unità di Canetolo, Unità di Monte Caio. Le formazioni affioranti sono soprattutto arenarie torbiditiche silicoclastiche, afferenti alle successioni dei Flysch terrigeni terziari di Macigno, Monte Modino e Monte Cervarola, i quali rappresentano l'ossatura del crinale appenninico (Chicchi e Plesi, 1991).

Durante l'ultimo massimo glaciale, le valli appenniniche erano occupate da lingue glaciali che si estendevano per alcuni chilometri (Losacco, 1982; Antonioli e Vai, 2004). Morfologie glaciali relitte, rappresentate da circhi e depositi glaciali sono tuttora ben visibili, benché parzialmente coperte da più recenti depositi di versante (Gruppo di Ricerca Geomorfologia CNR, 1982).

Da un punto di vista climatico la distribuzione delle isoiete annue, relative a un periodo di 50 anni, segue in linea di massima l'andamento del crinale. I valori di precipitazioni aumentano passando dai circa 1.000 mm della fascia collinare agli oltre 2.000 mm nella zona dello spartiacque. La temperatura media annua, nell'area prossima al crinale, oscilla intorno ai 2-5°C, con variazioni in relazione alla quota e a fattori locali (sulla vetta del Monte Cimone è di 2,1°C). I valori medi mensili più elevati si registrano in luglio e quelli più bassi in gennaio e febbraio (Gruppo di Ricerca Geomorfologia CNR, 1982; Piacente, 1992).

La vegetazione sopra-silvatica dell'area, che ha inizio in modo netto dal limite della faggeta, vede la fascia subalpina caratterizzata da lande di cespuglieti bassi dell'associazione *Vaccinio-Hypericetum richeri* e da lembi discontinui di pascoli a nardo del *Geo montani-Nardetum* e del *Violo cavillieri-Nardetum*, in aree a più lungo innevamento. Il piano alpino è estremamente frammentario e lo si trova in superfici isolate, ubicate presso le vette più alte della catena; esso è caratterizzato da praterie del *Caricion curvulae* (ass. *Sileno exscapae-Trifolietum alpini*) e dall'alleanza *Salicion herbaceae* a cui vanno assegnate le associazioni di aree a prolungato innevamento, come il *Poo-Cerastietum cerastioidis* e il *Salicetum herbaceae* (Tomaselli, 1994 e 1997; Tomaselli e Rossi 1994). Queste ultime comunità ospitano le specie oggetto dello studio.

Le specie *target*

Cerastium cerastioides (L.) Britton è un'emicriptofita perenne alta 2-6 cm, con fusti striscianti o prostrati. Le foglie sono più o meno strettamente lanceolate, piccole, larghe 1-3 mm lunghe 8-12 mm, tenui, generalmente ottuse; si presenta con peli ghiandolari semplici su peduncoli, calici e spesso foglie. I fiori hanno petali bianchi, bilobi e glabri. È una specie artico-alpina, che si rinviene su versanti montuosi esposti a nord, da circa 1.800 m a 2.800 m, in depressioni lungamente innevate con suoli freschi e scarsamente drenati. In Italia, è comune sulle Alpi; in Appennino è diffusa nel settore centrale, sul Gran Sasso e sui Monti della Laga, mentre risulta estremamente localizzata nel settore settentrionale (Pignatti, 1982). In particolare, in Appennino Tosco-Emiliano la pianta è confinata ai versanti settentrionali del tratto di cresta tra il Monte La Piella e il Monte Cusna, ove conta cinque sub-popolazioni (Tomaselli, 1991; Alessandrini e Branchetti, 1997; Alessandrini et al., 2003).

Salix herbacea L. è una camefita fruticosa di bassa taglia (1-3 cm di altezza), con fusti legnosi e striscianti, per lo più sotterranei e con un diametro che può raggiungere 1-2 cm; alle estremità dei fusti sono presenti 2 (3-5) foglie sub-rotonde (10x16 mm, raramente fino a 20x25 mm), crenulate e ottusamente dentate, con nervatura reticolata, verde-lucide e glabre. Gli amenti sono rudimentali e portano 1-3 (6) fiori ciascuno. L'ovario è glabro di colore rosso-ferrugineo, lungo 4 mm. È una specie artico-alpina, tipica di vallette nivali, su terreni umificati acidi, da 2.000 m a 3.000 m s.l.m. In Italia questa specie è frequente sulle Alpi, dalle Carniche alle Marittime. In Appennino presenta popolazioni anche consistenti nel settore centrale: sul Gran Sasso d'Italia, sui Monti della Laga e in una stazione isolata sui Monti Sibillini; non più riconfermata la sua presenza sulla Maiella (Pignatti, 1982). In Appennino settentrionale è presente soltanto al Monte Prado (2.054 m), nell'Appennino reggiano (Ferrarini, 1969 e 1974; Rossi, 1994) e sul Monte Cimone, nell'Appennino modenese (Alessandrini e Branchetti, 1997; Alessandrini et al., 2003).

METODI

Per i due *taxa* sono state individuate e cartografate in ambiente GIS le popolazioni nord-appenniniche, sulla base di dati di letteratura e di informazioni raccolte durante numerose campagne floristiche.

Le minacce (*major threat*) che gravano sulle due specie e sugli habitat sono state rilevate nei siti di crescita e nelle aree limitrofe sulla base di osservazioni dirette e di raccolta dati secondo la codifica IUCN (*Threats Authority File*, versione 2.1; cfr. www.iucnredlist.org/info/major_threats).

Al fine di stimare la fitness riproduttiva di *S. herbacea* nel 2001 sono stati eseguiti campionamenti nelle Alpi occidentali (presso il Rifugio Tazzetti, Valli di Lanzo, a 2.560 m), nelle Alpi centro-occidentali (presso il Rifugio Barbaferro, Valsesia, a 2.230 m) e nelle Alpi centrali (presso Passo Gavia, a 2.650 m), mediante l'uso di plot mobili di 0,2x0,2 m, rilevati random (3 per sito). Questi dati sono stati confrontati con quelli disponibili per l'Appennino Tosco-Emiliano, raccolti con lo stesso metodo e nello stesso periodo (Rossi et al., 2006). Nei plot vengono valutati la copertura del *S. herbacea*, la copertura percentuale totale, numero di amenti e numero di frutti per amento. Data la strategia clonale della specie e l'impossibilità di distinguere con certezza i singoli *ramet*, è stato ritenuto opportuno non procedere a conteggi dei singoli individui, onde evitare stime suscettibili di un margine di errore troppo elevato.

Nel caso di *C. cerastioides*, per evitare di arrecare ulteriore danno alle già esigue popolazioni, non sono stati eseguiti saggi all'interno delle stesse.

Campioni di semi delle due specie che crescono nel Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano sono stati inviati, per motivi conservazionistici,

alla banca dei semi *Millenium Seed Bank Project* (MSBP) (<http://www.rbgekew.org.uk/seedbank/msb.html>) dei Kew Gardens (Gran Bretagna). Prima del loro stoccaggio, questi semi sono stati accuratamente contati entro i frutti che li contenevano, mediante una scansione ai raggi X; inoltre, i semi sono stati sottoposti (in piccola percentuale) a test di germinabilità in condizioni standard (posti su agar in capsula Petri e a 20°C di temperatura), per verificare la percentuale di semi vitali presenti in ciascuno stock inviato. Il conteggio dei semi e i test di germinabilità hanno fornito ulteriori dati utili per l'interpretazione dello stato biologico delle specie in studio.

Per determinare il rischio di estinzione dei due *taxa* sono state applicate le categorie e i criteri IUCN versione 3.1 del 2001 (op. cit.), utilizzando le relative linee guida versione 6.1 (IUCN-*Standard and Petition Working Group*, 2006). Inoltre, dato che lo studio è stato condotto nella regione biogeografica "Provincia nord-appenninica" (cfr. Pedrotti, 1996), sono state seguite le procedure per l'applicazione del protocollo IUCN a livello regionale (IUCN, 2003). Sulla base dei dati e delle informazioni a disposizione sono stati considerati i criteri IUCN "A, B, D", basati rispettivamente su a) processi di riduzione della popolazione, b) distribuzione geografica dei *taxa* (ammontare e trend osservati), c) taglia delle popolazioni (ammontare e trend osservati). Relativamente al criterio B, il calcolo dell'areale regionale (*Extent of occurrence*, EOO) è stato computato in ambiente GIS come area del minimo poligono convesso (nessun angolo interno eccedente 180°) in grado di includere tutti i siti di crescita la specie. Nel caso di *S. herbacea*, il cui areale è costituito da due sole stazioni puntiformi, non è stato possibile costruire il minimo poligono convesso, per cui l'EOO è stato calcolato costruendo un buffer di raggio 0,5 Km sulla retta congiungente i due siti. La superficie occupata (*Area of occupancy*, AOO), invece è stata calcolata sulla base del conteggio del numero di celle occupate dalle due specie all'interno di una griglia con maglia di 2x2 km (IUCN-*Standard and Petition Working Group*, 2006). Inoltre, grazie a una mappatura di maggior dettaglio effettuata in campo è stata quantificata la superficie effettiva occupata.

Non sono stati considerati i criteri C ed E per mancanza di dati.

RISULTATI

Minacce

Minaccia: 1.1.4: livestock

Una delle principali minacce che gravano sulle specie è rappresentata dal pascolo di animali domestici e selvatici (alcuni dei quali reintrodotti). Infatti, durante le campagne di rilevamento, sono stati osservati direttamente o indirettamente (tracce) caprioli, mufloni e cinghiali. Questi ultimi nelle aree di crinale sono

particolarmente dannosi, rimuovendo spesso ampie aree di cortica erbosa. Tra gli animali domestici, greggi di ovini (pecore) e piccole mandrie di cavalli sono state osservate spesso in aree limitrofe ai siti di crescita di *C. cerastioides* e *S. herbacea*.

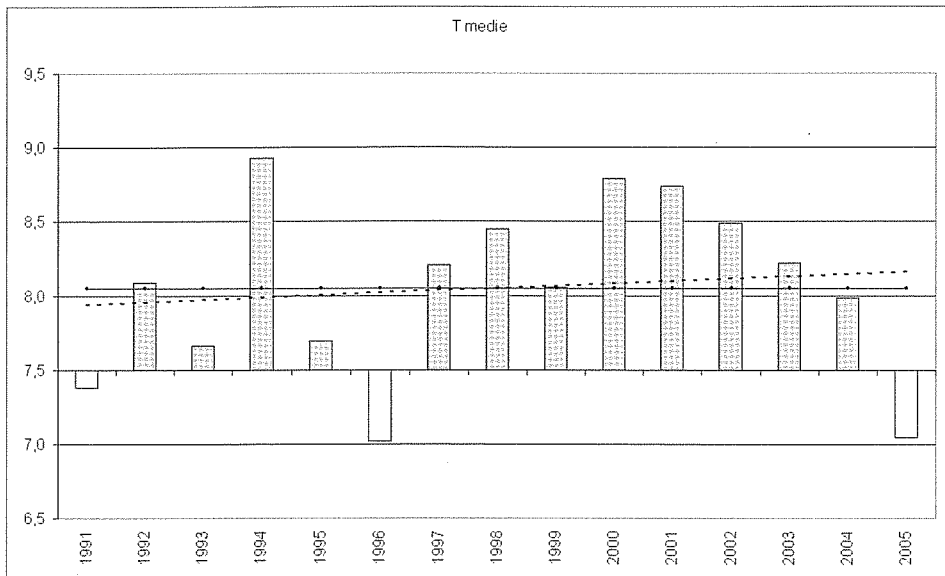


Fig. 2 - Temperature medie annue (TMA) della stazione di Febbio (RE) del periodo 1991-2005 in relazione alla temperatura media della prima metà del secolo (1921-1955), pari a 7,5°C. Le barre grigie indicano TMA sopra 7,5°C, le barre bianche TMA inferiori a tale valore. La linea a pallini indica la media degli anni 1991-2005; la linea tratteggiata evidenzia il trend al rialzo delle temperature per lo stesso periodo.

Minaccia: 6.1.1: global warming

Una minaccia *in fieri* è data dai cambiamenti climatici a livello globale, testimoniata nell'ultimo secolo da un aumento delle temperature medie di 0,6°C (IPCC, 2001). Inoltre, è previsto che tale aumento possa continuare anche nel prossimo futuro. Localmente, dai dati termometrici provenienti dalla stazione meteo più vicina ai siti di crescita principali delle due specie (Febbio, RE), è stato registrato, per il periodo 1990-2005, un aumento della temperatura media locale di 0,6°C (da 7,5 a 8,1°C), rispetto alla media delle temperature della prima metà dell'ultimo secolo, in linea con la tendenza dei dati a livello globale. Negli ultimi 15 anni solo in tre anni sono state registrate temperature sotto la media annua di 7,5°C misurata per la prima metà del secolo (Fig. 2).

I dati della serie storica (58 anni: 1947-2005), provenienti dalla stazione climatica del Monte Cimone (posta sulla vetta a 2.173 m), evidenziano un trend delle temperature medie invernali e medie annue in netto aumento: rispettivamente di +3,0°C e di +2,8°C in 100 anni (Colombo et al., 2007).

Minaccia: 7.3: temperature extremes

Negli anni 2003 (agosto) e 2005 (luglio), durante le stagioni estive sono stati registrati, per la stazione meteo di Febbio (RE), picchi di temperature estreme anomale (oltre i 30°C), con medie mensili superiori anche di 2°C alla temperatura media mensile del periodo 1991-2005 (dati climatici forniti dall'ARPA-Emilia-Romagna).

Minaccia 9.2/9.4: poor reproduction, inbreeding depression

Fattori connessi alla biologia riproduttiva della specie, mettono in evidenza ulteriori possibili rischi per i due *taxa* indagati. In particolare, relativamente alle popolazioni di *S. herbacea* del Monte Prado, i parametri raccolti entro i plot mobili per gli anni 1999, 2000 e 2001 (Rossi et al., 2006), confrontati con i dati da noi raccolti nell'anno 2001 in popolazioni situate sulle Alpi, mostrano quanto segue (Fig. 3): a) relativamente alla copertura di *S. herbacea* si nota una sostanziale uguaglianza tra i plot nord-appenninici e quelli alpini; b) lo stesso dicasi per il parametro della "copertura percentuale totale"; c) nei valori medi relativi al numero di amenti per plot invece vi è una notevole differenza; d) per il numero di frutti per amento i plot nord-appenninici hanno un valore medio di 2,4 mentre quelli alpini di 3,6 (Fig. 3).

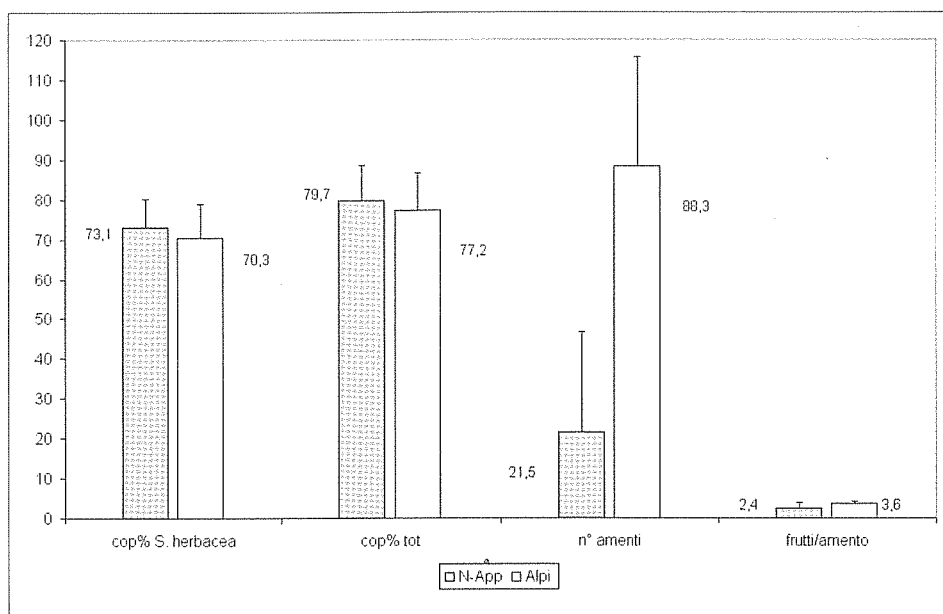


Fig. 3 - Differenza tra plot alpini e plot nord-appenninici (in grigio) di *Salix herbacea* L. riferito ai parametri della copertura % *Salix herbacea* L., copertura % totale, n. di amenti per plot e n. di frutti per amento. I dati relativi all'Appennino settentrionale sono tratti da Rossi et al. (2006).

Per quel che riguarda la germinazione dei semi delle due specie eseguiti dal MSBP, questi sono positivi per *C. cerastioides* che mostra alto tasso di germinabilità, 90% e 100%, nei due test effettuati; viceversa i test sono risultati negativi relativamente per *S. herbacea* che, nel caso dei campioni trattati, ha semi non vitali: 0% e 0% in entrambi i test (Tab. I).

Tab. I - Risultati dei test di germinabilità effettuati a Kew (UK).

Data di raccolta	Località	Specie	N° semi trattati	Mezzo di germinazione	T° di germinazione (°C)	Ore di luce	Ore di buio	% Germinabilità
10/8/01	M. Cusna	<i>Cerastium c.</i>	10	1% Agar	15	8	16	90
10/8/01	M. Cusna	<i>Cerastium c.</i>	10	1% Agar	20	8	16	100
9/8/01	M. Prado	<i>Salix h.</i>	20	1% Agar	15	8	16	0
9/8/01	M. Prado	<i>Salix h.</i>	20	1% Agar	20	8	16	0

Minaccia 10.1: Recreation/tourism

Dal momento che i siti di crescita si trovano in corrispondenza di sentieri di cresta o vette, un'altra minaccia è rappresentata dal calpestio a opera dei turisti. A tal proposito, lo studio sulla popolazione di *S. herbacea* del Monte Prado, a cura di Rossi et al. (2006), ha evidenziato gli effetti del calpestio turistico su 2 nuclei distinti della specie soggetti a differente grado di disturbo antropico: a) il primo nucleo, situato in corrispondenza del sentiero che conduce alla vetta di Monte Prado lungo la cresta nord, è soggetto a intenso calpestio; b) il secondo nucleo, collocato poco sotto alla vetta di Monte Prado, esposto verso il circo glaciale, è in una zona a ridotto impatto antropico. Il nucleo di *S. herbacea* che cresce in corrispondenza del sentiero ha evidenziato minor copertura e minor vitalità relativamente al numero di amenti e al numero di frutti per amento. La piccola popolazione presente al Monte Cimone, invece, si trova in un'area poco frequentata e difficilmente accessibile per cui non è o poco soggetta a calpestio.

Per *C. cerastioides* il rischio di calpestio legato a presenza antropica è ridotto, in quanto le popolazioni non sono direttamente attraversate da sentieri. Tuttavia, i turisti spesso escono dai sentieri tracciati e consigliati, invadendo così le aree di crescita della specie. Bisogna inoltre considerare che i siti di crescita di *C. cerastioides* sono limitrofi a una pista da sci con impianti di risalita. Al momento, questi non sembrano costituire un pericolo, a meno che non vengano posti in essere opere di ampliamento che portino tali strutture a interessare le popolazioni della specie.

Parametri distributivi

Cerastium cerastioides (L.) Britton

- *Extent of occurrence* (EOO). L'areale misurato risulta essere di 0,19 kmq.
- *Area of occupancy* (AOO). La superficie occupata, misurata su griglia chilometrica 2x2 km, è 4 kmq (AOO). Comunque la superficie reale delle 5 micro-stazioni è la seguente:
 - 1) Lagadello del Cusna A: area di 495 mq e perimetro di 120 m;
 - 2) Lagadello del Cusna B: area di 366 mq e perimetro di 88 m;
 - 3) Orlo del circo del Monte La Piella: area 677 mq e perimetro di 110 m;
 - 4) Circo glaciale del Monte La Piella: area di 1.568 mq e perimetro di 157 m;
 - 5) Pressi della del Monte La Piella: area di 870 mq e perimetro di 111 m.

Pertanto, la superficie effettiva totale occupata dalla specie in Appennino Tosco-Emiliano risulta ammontare a 3.976 mq = 0,003976 kmq.

- Frammentazione e numero di *location*. Le popolazioni di *C. cerastioides* sono isolate e distanti centinaia di chilometri, sia dall'areale principale alpino, sia da quello secondario centro-appenninico. Per questo motivo la popolazione regionale nord-appenninica risulta effettivamente disgiunta ed estremamente frammentata. Data la relativa vicinanza tra le cinque sub-popolazioni (separate al massimo da poche centinaia di metri l'una dall'altra), risulta plausibile assumere che *C. cerastioides* in Appennino Tosco-Emiliano cresce in un'unica *location*, ossia un'area distinta geograficamente o ecologicamente in cui un singolo evento di minaccia potrebbe colpire tutti gli individui della popolazione (cfr. IUCN-Standard and Petition Working Group, 2006).
- Qualità degli habitat. I siti di crescita di *C. cerastioides* sono legati ad ambienti a innevamento prolungato sino alla stagione estiva (nicchie di nivazione), in area di cresta o in depressioni del terreno, nell'ambito dei circhi glaciali relitti. Tali habitat in Appennino settentrionale sono residuali, discontinui e limitati solo alle vette più alte. Sulla base dei trend termici evidenziati, risulta lecito attendersi un peggioramento della qualità degli habitat. Ciò appare legato soprattutto a una riduzione temporale della copertura nevosa al suolo (dati inediti), fenomeno in grado di arrecare danni alle specie degli ambienti a lungo innevamento come le vallette nivali (Körner, 1999).

Salix herbacea L.

- *Extent of occurrence* (EOO). L'areale stimato è di 24,3 kmq.
- *Area of occupancy* (AOO). La superficie occupata, misurata su griglia 2x2 km, ammonta a 8 kmq. Dai dati di maggior dettaglio risulta inoltre che la stazione maggiore, sita in prossimità della vetta del Monte Prado a una quota compresa tra 2.000 e 2.050 m, ha una superficie complessiva di 15.453 mq. La stazione del Monte Cimone, versante nord-est a una quota di 1.835 m, ha

una superficie di 8 mq e perimetro di 12 m. In totale, la superficie effettiva occupata dalla specie in Appennino Tosco-Emiliano ammonta a 15.461 mq = 0,015461 kmq.

- Frammentazione e numero di *location*. Le due stazioni appenniniche sono puntiformi e distano tra loro quasi 25 km in linea d'aria. Come nel caso di *C. cerastioides*, sono, inoltre, isolate e distanti centinaia di chilometri da quelle dell'areale principale alpino e secondario centro-appenninico. Per questi motivi la popolazione regionale nord-appenninica risulta essere disgiunta ed estremamente frammentata, con un numero di *location* pari a due.
- Qualità degli habitat. Anche per *S. herbacea* è atteso un peggioramento della qualità degli habitat dovuto alle medesime cause illustrate per *C. cerastioides*.

Valutazione IUCN

Le specie *C. cerastioides* e *S. herbacea* sono di seguito valutate secondo i criteri IUCN 3.1 del 2001 al fine di verificare l'attribuzione a una delle categorie di minaccia; si desume quanto segue (Tab. II):

- Criterio A: 1) per *C. cerastioides*, l'entità delle minacce presenti non fa presupporre una riduzione significativa della qualità/estensione degli habitat e della popolazione nel prossimo futuro; categoria di assegnazione: Prossimo alla minaccia (NT); 2) per *S. herbacea*, sulla base della minaccia del calpestio turistico gravante sulla popolazione del Monte Prado, attraversata da un sentiero, in sinergia con altre minacce quali il riscaldamento globale (con riduzione anticipata dello scioglimento della neve) e il pascolamento degli animali domestici e selvatici, si sospetta un peggioramento della qualità/estensione degli habitat della popolazione, $\geq 30\%$ nei prossimi 10 anni; categoria di assegnazione: Vulnerabile (VU), criterio A3c.
- Criterio B: 1) *C. cerastioides* ha EOO inferiore a 100 kmq e AOO inferiore a 10 kmq, inoltre la sua popolazione è frammentata e si ritrova in una singola *location*; per la specie è stato osservato, e si prevede per il futuro, una riduzione della qualità/estensione degli habitat legata ai cambiamenti climatici e allo scioglimento anticipato della neve; categoria di assegnazione: Gravemente minacciato (CR), criterio B1ab(iii); 2ab(iii); 2) *S. herbacea* ha EOO inferiore a 100 kmq e AOO inferiore a 10 kmq, inoltre la sua popolazione è frammentata e si ritrova in due *location*; per la specie è stato osservato, e si prevede per il futuro, una riduzione della qualità/estensione degli habitat legata ai cambiamenti climatici e allo scioglimento anticipato della neve; categoria di assegnazione: Gravemente minacciato (CR), criterio B1ab(iii); 2ab(iii).
- Criterio C: per entrambe le specie si ha carenza di informazioni e dati (DD).

- Criterio D: 1) *C. cerastioides* presenta una popolazione con area occupata inferiore a 20 kmq, una sola *location* per cui per eventi stocastici potrebbe divenire Gravemente minacciata o estinta; categoria di assegnazione: Vulnerabile (VU), criterio D2; 2) *S. herbacea* presenta una popolazione con area occupata inferiore a 20 kmq e due *location* per cui, a causa di eventi stocastici potrebbe divenire in un breve periodo di tempo Gravemente minacciata o estinta; categoria di assegnazione: Vulnerabile (VU), criterio D2.
- Criterio E: per entrambe le specie si ha carenza di informazioni e dati (DD).

Tab. II - Categorie di minaccia valutate per *Cerastium cerastioides* e *Salix herbacea* L. secondo i criteri IUCN 2001. Legenda: VU = *Vulnerable*; CR = *Critically endangered*; NT = *Near Threatened*; DD = *Data deficient*.

Criterio	Descrizione	<i>Cerastium cerastioides</i> (L.) Britton		<i>Salix herbacea</i> L.	
		Categoria IUCN	Codifica	Categoria IUCN	Codifica
A	Diminuzione della popolazione (osservata, stimata, presunta)	NT	/	VU	A3c
B	Distribuzione geografica	CR	B1ab(iii);2ab(iii)	CR	B1ab(iii);2ab(iii)
C	Numero di individui nella popolazione	DD	?	DD	?
D	Declino di piccole popolazioni	VU	D2	VU	D2
E	Analisi quantitative	DD	?	DD	?
	Categoria assegnata	CR		CR	

La verifica di eventuali interazioni con popolazioni limitrofe prevista dalle linee guida per l'applicazione dei criteri IUCN a livello regionale (IUCN, 2003), non porta a modifiche del livello di rischio ottenuto (App. I).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

C. cerastioides e *S. herbacea* sono presenti nel tratto Tosco-Emiliano dell'Appennino settentrionale solo con piccole popolazioni relittuali, marginali rispetto all'areale principale italiano (Alpi-Appennino centrale). I nuclei di crescita sono esigui (al massimo circa 1.600 mq per *C. cerastioides* e 15.500 mq per *S. herbacea*) e posti in corrispondenza di alcuni limitati tratti di crinale presso il Monte Cusna, il Monte Prado e il Monte Cimone.

Evidentemente i due *taxa* sono oggi relegati in stazioni di rifugio puntiformi ove si registrano condizioni microclimatiche a essi favorevoli, una situazione conseguente alla fine delle ere glaciali (Comes e Kadereit, 1998; Stehlik, 2003;

Tribsch e Schönswetter, 2003). L'attuale localizzazione sembra essere legata principalmente a fattori orografici (quota elevata) e geomorfologici (pendenze, esposizioni), in grado di assicurare una permanenza prolungata della neve al suolo (Billings, 1973; Ferrari e Rossi, 1995, Seasted et al., 2004). Ciò è dovuto anche all'azione dei venti dominanti, che spirando da S a N accumulano la neve sotto cresta, dove permane più a lungo che altrove (Fig. 4). Anche gli aspetti meso-climatici paiono assumere un ruolo importante. Infatti bisogna sottolineare che le condizioni climatiche locali sono maggiormente continentali rispetto ad altri settori della catena, soprattutto a causa dell'effetto barriera rappresentato dalle Alpi Apuane. Questo fenomeno si risente prevalentemente nel settore appenninico che va dal Monte Cimone al Monte Cusna, ove blocca le correnti caldo-umide provenienti dal Mar Ligure (Rapetti e Vittorini, 1988). Perciò la maggiore continentalità delle aree in cui crescono i *taxa* studiati è un ulteriore fattore favorevole alla persistenza di elementi artico-alpini (Ferrarini, 1979; Gualmini, 2000). Risulta pertanto evidente che la più rilevante minaccia per le popolazioni in oggetto deriva dai cambiamenti climatici, un fenomeno globale che è stato però registrato anche in ambito locale dalle stazioni meteorologiche prossime all'area di studio (Cacciamani et al., 2001; IPCC, 2001; Colombo et al., 2007). Infatti, l'innalzamento delle temperature sembra rappresentare, nel medio e lungo periodo, un reale fattore di rischio per la sopravvivenza delle due specie microterme, tenuto conto che le popolazioni isolate periferiche sono spesso molto più sensibili al *global warming* (Gottfried, 1998; Gottfried et al., 1999; Guisan e Theurillat, 2000; Jones et al., 2001; Lesica e McCune, 2004). In particolare, è noto che *C. cerastioides* e *S. herbacea* sono specie legate a innevamento prolungato sino alla stagione estiva; inoltre vari studi condotti nel Nord Europa su *S. herbacea* hanno evidenziato che la sua distribuzione dipende dall'isoterma delle temperature massime estive che, a seconda della località considerata, si attesta su valori di 23-26°C (Tomaselli, 1991; Beerling, 1998). Nell'area di studio tale temperatura ha oltrepassato più volte, di recente, i 30°C e ulteriori monitoraggi (ancora in corso di svolgimento) sulla durata del manto nevoso nella medesima zona, sembrano evidenziare la tendenza a uno scioglimento anticipato della neve. Come previsto da modelli teorici elaborati per altre aree montuose europee o su scala continentale, tutto ciò si tradurrà, nel settore appenninico, in un innalzamento in quota delle condizioni di crescita degli elementi artico-alpini (e orofitici), con ulteriore disgregazione dell'areale locale delle specie e contrazione/alterazione degli ambienti idonei (Theurillat e Guisan, 2001; Opdam e Wascher, 2004; Stanisci et al., 2005; Thuiller et al., 2005). In Appennino Tosco-Emiliano tale scenario risulterebbe particolarmente grave, vista la quota relativamente modesta delle sue cime (vetta più alta Monte Cimone, con 2.165 m). In più, questa eventualità potrebbe

influire negativamente anche sull'abilità di dispersione delle piante studiate. Infatti, le due specie in oggetto hanno strategia di disseminazione anemofila e vari studi hanno dimostrato come la capacità di colonizzazione di una pianta, generalmente, decresca al diminuire delle dimensioni della propria popolazione e all'aumentare della frammentazione dell'areale (Fisher e Matthies, 1998; Lienert, 2004; Kolb, 2005): condizioni, queste ultime, che sono direttamente verificabili anche nelle attuali popolazioni nord-appenniniche di *C. cerastioides* e *S. herbacea*. Data l'importanza dell'argomento, eventuali traslazioni/scomparsa delle fasce di vegetazione sommitali in relazione al clima sono in fase di monitoraggio nell'ambito del progetto europeo GLORIA (Bertin et al., 2001; Pauli et al., 2001).

Tutte queste problematiche di ordine climatico, unitamente alle piccole dimensioni delle popolazioni, potrebbero avere pesanti ripercussioni anche sulla biologia riproduttiva delle specie in questione. Un'indicazione in tal senso sembra essere fornita dal fatto che, in merito alla produzione di amenti e di frutti per amento, in *S. herbacea* è stata verificata una minore *fitness* riproduttiva delle popolazioni nord-appenniniche rispetto a quelle alpine. Anche la piccola dimensione che caratterizza le popolazioni di *C. cerastioides*, nonostante la buona vitalità dimostrata dai semi, può essere un indice di sofferenza della specie nell'area indagata. Mentre i risultati negativi dei test sui semi di *S. herbacea* possono piuttosto essere dovuti al fatto che essi perdono la propria vitalità rapidamente

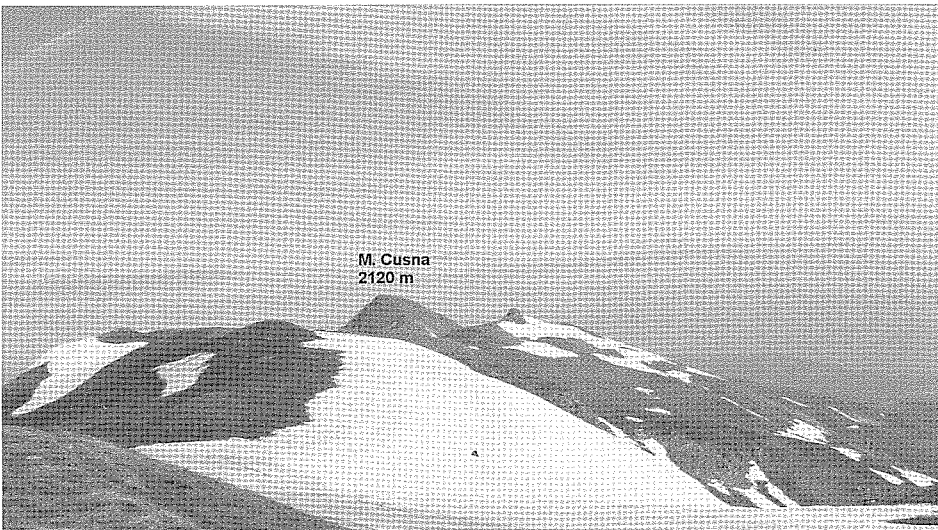


Fig. 4 - Tratto di crinale tra il Monte La Piella e il Monte Cusna (RE), in corrispondenza di un'area di crescita di *Cerastium cerastioides* (L.) Britton e in esposizione nord. La chiazza di neve che ricopre la specie è collocata in un pianoro poco sotto la cresta, dove la neve si accumula per effetto del vento (foto 1° giugno 2005).

dopo il loro stoccaggio, in quanto atti a germinare in un breve periodo e in condizioni ambientali e di temperatura particolari; inoltre *S. herbacea* mostra una strategia riproduttiva soprattutto di tipo clonale (Beerling, 1998).

Dato che la presenza di altri fattori di disturbo, quali il pascolamento e il calpestio dovuto al turismo, è in grado di acuire il rischio legato ai cambiamenti climatici (Maschinski et al., 1997), occorre sottolineare che le popolazioni indagate sono soggette anche a tali minacce. Queste sono riconducibili al pascolo da animali domestici (ovini ed equini), selvatici (caprioli) o reintrodotti (mufloni e cinghiali), osservato durante le stagioni primaverile ed estiva; inoltre *S. herbacea* è minacciato dal calpestio dei turisti lungo i sentieri di crinale, dove la specie vegeta (Rossi et al., 2006). Tali tipologie di minacce possono alterare le condizioni di vita dei *taxa* sia a causa dell'asportazione di materiale vegetale, potenzialmente riproduttivo, sia per danni meccanici alle piante o al suolo su cui cresce la pianta, causando l'aumento dell'erosione del suolo stesso (Wharen et al., 1994). Infine, l'eccesso di presenza turistica in aree di cresta e vetta e il sovra-pascolo, possono causare un'eccesso di nitrificazione del suolo, favorendo l'invasione di specie nitrofilo-ruderali (ad esempio, *Chenopodium bonus-henricus* Linneo, 1753), già presenti su alcune vette dell'area (Monte Cusna).

In definitiva, queste considerazioni relative alle minacce che gravano sulle specie studiate risultano in linea con quanto ottenuto dall'applicazione del protocollo IUCN, che ha condotto all'assegnazione della categoria di rischio "CR" a livello regionale (regione biogeografica: Provincia nord-appenninica) a *C. cerastioides* e *S. herbacea*. Tale risultato appare quanto mai appropriato e rende necessario l'inserimento dei due *taxa* nelle Liste Rosse della Toscana e dell'Emilia-Romagna, entro questa categoria di minaccia. Spetterà poi agli Enti Parco (nazionale e regionale) in cui crescono tali entità attuare efficaci azioni di conservazione *in ed ex situ* (Gentili et al., 2006).

Si sottolinea, in conclusione, la validità del metodo IUCN nell'esplicitare e codificare il grado di minaccia di un *taxon* confermandone, anche a livello locale, l'applicabilità (De Grammont e Cuaròn, 2006). Per questo si auspica a livello italiano l'implementazione e l'utilizzo del sistema IUCN al fine di portare alla compilazione di nuove liste rosse nazionali e regionali (su base però biogeografica omogenea), a supporto di iniziative di protezione a livello legislativo e fornendo uno strumento utile per definire le priorità nei programmi di conservazione.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano per gli utili consigli ricevuti e la revisione del manoscritto T. Abeli (Pavia), V. Dominane (Pavia), G. Parolo (Pavia), D. Gargano (Cosenza), R. Filigheddu (Sassari). Inoltre, si ringraziano il tenente colonnello dell'Aeronautica militare dottor Colombo Tiziano (CNMCA, Pratica di Mare), per averci anticipato

il lavoro in stampa relativo al clima del Monte Cimone e R. Di Pietro (Roma), G. Pacioni (L'Aquila) e il Parco Nazionale del Gran Sasso-Monti della Laga, per le informazioni sulla distribuzione delle due specie in l'Italia centrale.

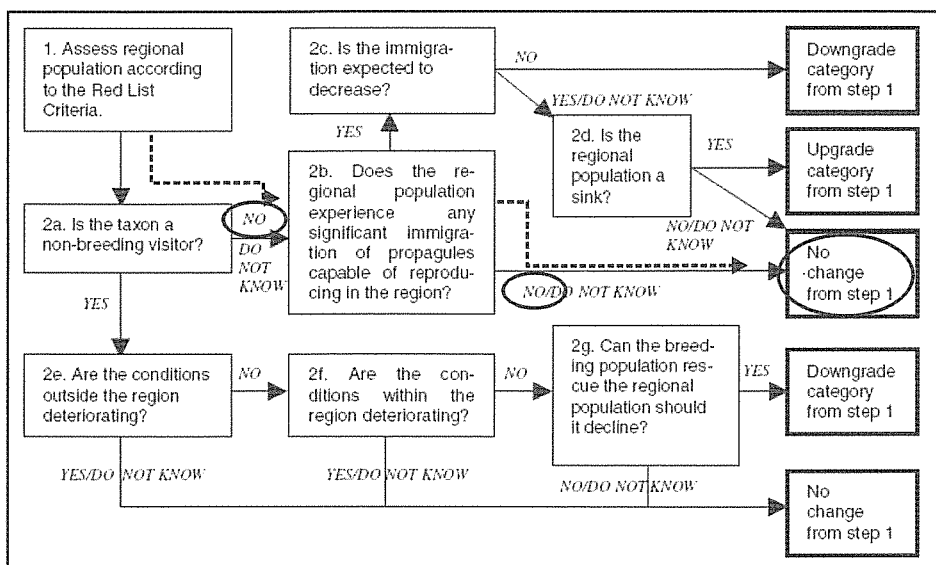
La ricerca è stata finanziata con fondi stanziati dall'I.N.M. (Istituto Nazionale per la Montagna, Roma) e con il supporto logistico del Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano (Reggio Emilia).

BIBLIOGRAFIA

- ALESSANDRINI A., BRANCHETTI G. 1997 - Flora Reggiana. Provincia di Reggio Emilia, CR Edizioni, Verona, 312 pp.
- ALESSANDRINI A., FOGGI B., ROSSI G., TOMASELLI M. 2003 - Flora di altitudine dell'Alto Appennino toscano-emiliano. Regione Emilia-Romagna, Tip. Moderna, Ind. Grafiche, Bologna, 329 pp.
- ANTONIOLI F., VAI G.B. (eds.) 2004 - Climex maps Italy explanatory notes. Litho-paleoenvironmental maps of Italy during the last two climatic extremes 1:1.000.000. Museo Geologico Giovanni Cappellini, Bologna. LAC, Firenze, 88 pp.
- BEERLING D.J. 1998 - *Salix herbacea* L. J. Ecol., 86: 872-895.
- BERTIN L., DELLAVEDOVA R., GUALMINI M., ROSSI G., TOMASELLI M. 2001 - Monitoring plant diversity in the northern Apennines, Italy. The GLORIA project. Arch. Geobot., 7 (1): 71-74.
- BILLINGS W.D. 1973 - Arctic and alpine vegetations: similarities, differences, and susceptibility to disturbance. BioScience, 23: 697-704.
- CABEZUDO B., TALAVERA S., BLANCA G., SALAZAR C., CUETO M., VALDÉS B., HERNÁNDEZ BERMEJO J.E., HERRERA C.M., RODRÍGUEZ HIRALDO C., NAVAS D. 2005 - Lista roja de la flora vascular de Andalucía. Junta de Andalucía, Consejería de medio ambiente.
- CACCIAMANI C., LAZZERI M., SELVINI A., TOMOZEIU R., ZUCCHERELLI A. 2001 - Evidenza di cambiamenti climatici sul Nord Italia. Parte 1: Analisi delle temperature e delle precipitazioni. Quaderno Tecnico Arpa-SMR, 2/2001: 1-43.
- CHICCHI S., PLESI G. 1991 - Sedimentary and tectonic lineations as markers of regional deformation: an example from Oligo-Miocene arenaceous flysch of Northern Apennines. Boll. Soc. Geol. It., 107: 513-530.
- COLOMBO T., LOMBROSO L., QUATTROCCHI S. 2007 - Confronto fra la serie storica di temperature a Modena e a Monte Cimone. Rivista di Meteorologia Aeronautica (www.meteoam.it).
- COMES H.P., KADEREIT J.W. 1998 - The effect of Quaternary climatic changes on plant distribution and evolution. Trends Plant Sci., 3: 432-438.
- CRANDALL K.A., BININDA-EMONDS O.R.P., MACE M.M., WAYNE R.K. 2000 - Considering evolutionary processes in conservation biology. Trends Ecol. Evol., 15: 290-295.
- DE GRAMMONT P.C., CUARÓN A.D. 2006 - An evaluation of threatened species categorization systems used on the American continent. Conserv. Biol., 20: 14-27.
- ELLSTRAND N.C. e ELAM D.R. 1993 - Population genetic consequences of small population size: implication for plant conservation. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 24: 217-242.
- FAVARGER C. 1984 - Origine ed evoluzione della flora orofila delle Alpi e di altre montagne d'Europa. Natura e Montagna, 3: 5-29.
- FERRARI C., ROSSI G. 1995 - Relationship between plant communities and late snow melting on Mount Prado (Northern Apennines, Italy). Vegetatio, 120: 49-58.
- FERRARINI E. 1969 - Nuovi relitti glaciali sulle Alpi Apuane e sull'Appennino vicino (*Linaria alpina* Mill., *Salix herbacea* L.). Webbia, 24: 411-417.
- FERRARINI E. 1974 - Altre cenosi e stazioni relitte reperite sull'Appennino settentrionale (ad *Antennaria carpatica*, a *Rhododendron ferrugineum*, *Salix herbacea*, a *Saussurea discolor*). Webbia, 29 (1): 105-146.
- FERRARINI E. 1979 - Note floristiche sull'Appennino settentrionale (dal Passo della Cisa al Passo delle Radici). Webbia, 33 (2): 235-267.
- FISCHER M., MATTHIES D. 1998 - Effects of population size on performance in the rare plant *Gentianella germanica*. J. Ecol., 86: 195-204.
- FOGGI B. 1990 - Analisi fitogeografica del distretto appenninico toscano-emiliano. Webbia, 44: 169-196.
- GÄRDENFORS U. 2001 - Classifying threatened species at a national versus global level. Trends Ecol. Evol., 16: 511-516.
- GÄRDENFORS U., HILTON-TAYLOR C., MACE G.M., RODRÍGUEZ J.P. 2001 - The application of IUCN Red List criteria at regional level. Conserv. Biol., 15: 1206-1212.
- GENTILI R., ROSSI G., DOMINIONE V., LEONARDI A. 2006 - Valutazione dello status di conservazione di popolazioni isolate situate al limite dell'areale: il caso di *Juncus jacquinii* L. in Appennino Tosco-Emiliano (Italia). Arch. Geobot., 9 (2003) (1-2): 57-68.

- GOTTFRIED M. 1998 - Prediction of vegetation patterns at the limits of plant life: a new view of the alpine-nival ecotone. *Arctic Alpine Res.*, 30: 207-221.
- GOTTFRIED M., PAULI H., REITER K., GRABEHERR G. 1999 - A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming. *Divers. Distrib.*, 5: 241-251.
- GRANT M.C., ANTONOVICS J. 1978 - Biology of ecologically marginal populations of *Anthoxanthum odoratum*. I. Phenetics and dynamics. *Evolution*, 32: 822-838.
- GRUPPO DI RICERCA GEOMORFOLOGIA C.N.R. 1982 - Geomorfologia del territorio di Febbio tra il M. Cusna e il F. Secchia (Appennino Emiliano). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 5 (2): 285-360.
- GUALMINI M. 2000 - Revisione della distribuzione di *Swertia perennis* L. nell'Appennino Tosco-Emiliano alla luce di ritrovamenti inediti. *Ann. Mus. civ. Rovereto*, 15: 147-151.
- GUISAN A., THEURILLAT J.P. 2000 - Equilibrium modelling of alpine plant distribution: how far can we go? *Phytocoenologia*, 30: 353-384.
- HARTL D.L., CLARK A.G. 1997 - Principles of population genetics. 3rd ed. Sinauer Associates, Sunderland.
- HEWITT G.M. 1996 - Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biol. J. Linn. Soc.*, 58: 247-276.
- HOLT R.D., KEITT T.H. 2005 - Species' borders: an unifying theme in ecology. *Oikos*, 108: 3-6.
- IPCC 2001 - Climate change 2001. The scientific basis. Cambridge University Press, Cambridge.
- IUCN 2001 - IUCN Red List categories. Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission Re-introduction Specialist Group, World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 13 pp.
- IUCN 2003 - Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 26 pp.
- IUCN-STANDARD AND PETITION WORKING GROUP 2006 - Guidelines for using of IUCN Red List Categories and Criteria: Version 6.1. Prepared by the Standard and Petition Working Group for the IUCN SSC Biodiversity Assessments Sub-Committee in July 2006. Downloadable from <http://app.iucn.org/webfiles/doc/SCC/RedList/RedListGuideline.pdf>, 60 pp.
- JONES B., GLIDDON C., GOOD J.E.G. 2001 - The conservation of variation in geographically peripheral population: *Lloydia serotina* (Liliaceae) in Britain. *Biol. Conserv.*, 101: 147-156.
- KELLER V., BOLLMAN K. 2004 - From Red List to species of conservation concern. *Conserv. Biol.*, 18: 1636-1644.
- KOLB A. 2005 - Reduced reproductive success and offspring survival in fragmented populations of the forest herb *Phyteuma spicatum*. *J. Ecol.*, 93: 1226-1237.
- KÖRNER C. 1999 - Alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 243 pp.
- LESICA P., MCCUNE B. 2004 - Decline of arctic-alpine plants at the southern margin of their range following a decade of climatic warming. *J. Veg. Sci.*, 15: 679-690.
- LIENERT J. 2004 - Habitat fragmentation effects on fitness of plant populations. A review. *J. Nat. Conservat.*, 12: 53-72.
- LOHN M., PRENTICE H.C. 2002 - Gene diversity and demographic turnover in central and peripheral populations of the perennial herb *Gypsophila fastigiata*. *Oikos*, 99: 489-498.
- LOSACCO U. 1982 - Gli antichi ghiacciai dell'Appennino settentrionale. *Atti Soc. Nat. Mat. Modena*, 113: 1-224.
- MASCHINSKI J., FRYE R., RUTMAN S. 1997 - Demography and population viability of an endangered plant species before and after protection from trampling. *Conserv. Biol.*, 11: 990-999.
- MEDAIL F., ZIMAN S., BOSCAIU M., RIERA J., LAMBROU M., VELA E., DUTTON B., EHRENDORFER F. 2002 - Comparative analysis of biological and ecological differentiation of *Anemone palmata* L. (Ranunculaceae) in the western Mediterranean (France and Spain): an assessment of rarity and population persistence. *Bot. J. Linn. Soc.*, 140: 95-114.
- MILNER-GULLAND E.J., KREUZBERG-MUKHINA E., GREBOT B., LING S., BYKOVA E., ABDUSALAMOV I., BEKENOV A., GÄRDENFORS U., HILTON-TAYLOR C., SALNIKOV V., STOGOVA L. 2006 - Application of IUCN red listing criteria at the regional and national levels: a case study from Central Asia. *Biodivers. Conserv.*, 15: 1873-1886.
- MORITZ C. 1994 - Defining "evolutionary significant units" for conservation. *Trends Ecol. Evol.*, 9: 373-375.
- MOSER D., GYGAX A., BAUMLER B., WYLER N., PALESE R. 2002 - Lista Rossa delle felci e piante a fiori minacciate della Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, Berna; Centro della Rete Svizzera di Floristica, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy. Collana UFAPP «Ambiente-Esecuzione», 118 pp.
- OPDAM P., WASCHER D. 2004 - Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biol. Conserv.*, 117: 285-297.
- PAULI H., GOTTFRIED M., GRABHER G. 2001 - GLORIA: Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. The Multi-Summit Approach. Field Manual, Third Version. *Inst. Of Ecol. And Conserv. Biol. Univ. of Vienna*, Dept. of Conserv. Biol., Veg. And Landscape Ecol., Vienna: 43. www.gloria.ac.at.
- PEDROTTI F. 1996 - Cartografia geobotanica. Pitagora Editrice, Bologna, 236 pp.
- PIACENTE S. 1992 - Il clima, In: Regione Emilia-Romagna. Oltre il limite degli alberi, Officine Grafiche Bolognesi, Bologna, 270 pp.

- PIGNATTI S. 1982 - Flora d'Italia. Edagricole, Bologna, 3 voll.
- RAPETTI F., VITTORINI S. 1988 - Differenze pluviometriche tra i versanti tirrenico e adriatico lungo l'allineamento Livorno-Monte Cimone-Modena. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 11: 105-115.
- REISCH C. 2001 - Climatic oscillations and the fragmentation of plant populations-genetic diversity within and among populations of the glacial relict plants *Saxifraga paniculata* (Saxifragaceae) and *Sesleria albicans* (Poaceae). Dissertazione zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften (Dr. rer. Nat.) der Naturwissenschaftlichen Fakultät III – Biologie und Vorklinische Medizin der Universität Regensburg.
- ROSSI G. 1994 - Carta della vegetazione del Monte Prado (Parco Regionale dell'Alto Appennino Reggiano, Regione Emilia-Romagna). Note illustrative. Atti Ist. Bot. e Lab. Critt., 10 (1991): 3-24.
- ROSSI G., PAROLO G., ZONTA L.A., CRAWFORD J.A., LEONARDI A. 2006 - *Salix herbacea* L. fragmented small population in the N-Appennines (Italy): response to human trampling disturbance. Biodivers. Conserv., 15: 3881-3893.
- SEASTED T.R., BOWMAN W.D., CAINE T.N., MCKNIGHT D., TOWNSEND A., WILLIAMS M.W. 2004 - The landscape continuum: a model for high-elevation ecosystems. BioScience, 54: 111-121.
- SPECTOR S. 2002 - Biogeographic crossroads as priority areas for biodiversity conservation. Conserv. Biol., 16: 1480-1487.
- STANISCI A., PELINO G., BLASI C. 2005 - Vascular plant diversity and global change in central Apennine (Italy). Biodiv. Conserv., 14: 1301-1318.
- STEHLIK I. 2003 - Resistance or emigration? Response of alpine plants to the ice ages. Taxon, 52: 499-510.
- SUKOPP H., TREPL L. 1987 - Extinction and naturalization of plant species as related to ecosystem structure and function. Ecol. Stud., 61: 245-276.
- THEURILLAT J.P., GUISAN A. 2001 - Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: a review. Clim. Change, 50: 77-109.
- THOMAS C.D., BODSWORTH E.J., WILSON R.J., SIMMONS A.D., DAVIES Z.G., MUSCHE M., CONRADT L. 2001 - Ecological and evolutionary processes at expanding range margins. Nature, 411: 577-581.
- THUILLER W., LAVOREL S., ARAUJO M.B., SYKES M.T., COLIN PRENTICE I. 2005 - Climate change threats to plant diversity in Europe. PNAS, 102 (23): 8245-8250.
- TOMASELLI M. 1991 - The snow-bed vegetation of summit rock faces, talus slopes and grassland in the northern Apennines (N Italy). Vegetatio, 94: 177-189.
- TOMASELLI M. 1994 - The vegetation of summit rock faces, talus slope and grasslands in the northern Apennines (N Italy). Fitosociologia, 26: 35-50.
- TOMASELLI M. (Ed.) 1997 - Guida alla vegetazione dell'Emilia-Romagna. Collana Annali. Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Università di Parma, 113 pp.
- TOMASELLI M., AGOSTINI N. 1994 - A comparative phytogeographic analysis of the summit area of flora of the Tuscan-Emilian Apennines and of the Apuan Alps (northern Apennines). Fitosociologia, 26: 99-109.
- TOMASELLI M., GUALMINI M. 2000 - Gli elementi corologici nella flora di altitudine dell'Appennino Tosco-Emiliano. Suppl. Ann. Mus. civ. Rovereto, 14: 95-112.
- TOMASELLI M., ROSSI G. 1994 - Phytosociology and ecology of *Caricion curvulae* vegetation in the northern Apennines. Fitosociologia, 26: 51-62.
- TRIBSCH A., SCHÖNSWETTER P. 2003 - Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm paleoenvironmental evidence for Pleistocene refugia in Eastern Alps. Taxon, 52: 477-497.
- WEBB T., BARTLEIN P.J. 1992 - Global changes during the last 3 million years: climatic controls and biotic response. Annu. Rev. Ecol. Syst., 23: 141-173.
- WHAREN C.H.A., PAPST W.A., WILLIAMS R.J. 1994 - Long-term vegetation change in relation to cattle grazing in subalpine grassland and heathland on the Bogong High Plains: an analysis of vegetation records from 1945 to 1994. Aust. J. Bot., 42: 607-639.
- WHITTAKER R.J., ARAUJO M.B., JEPSON P., LADLE R.J., WATSON J.E.M., WILLIS K.J. 2005 - Conservation biogeography: assessment and prospect. Divers. Distrib., 11: 3-23.
- YOUNG A., BOYLE T., BROWN T. 1996 - The population genetic consequences of habitat fragmentation in plants. Trends Ecol. Evol., 11: 413-419.



Allegato I - Procedura di valutazione dello stato di valutazione di entità presenti, in aree disgiunte, con possibile connessione con altre popolazioni limitrofe, mediante scambi genetici (tratto da IUCN, 2003).