

Nella montagna alpina, la rivegetazione costituisce da secoli uno degli strumenti principali di difesa del suolo e degli insediamenti umani contro l'erosione. Negli ultimi decenni, questa forma di protezione del territorio è divenuta via via più importante in quanto le moderne tecniche costruttive consentono oggi di realizzare facilmente infrastrutture che interessano superfici sempre più vaste. D'altro canto, nelle regioni ad elevato sviluppo economico, le aree montane (e quelle a parco naturale in modo particolare) sono rimaste tra le poche a possedere un elevato valore naturalistico dovuto in buona misura alla ricchezza di specie vegetali e animali delle praterie naturali e semi-naturali. Per questo, in tali aree oggi la difesa contro l'erosione non può che porsi anche come restauro ecologico. Essa deve mirare, cioè, al ripristino di un ecosistema in equilibrio con l'ambiente ed evitare, comunque, di generare ulteriori impatti quali l'impiego di materiale vegetale non nativo, peraltro vietato dalla legge italiana sui parchi naturali.

Michele Scotton (1960), docente di Botanica Sistemica e di Botanica Applicata presso la Facoltà di Agraria di Padova, Dipartimento di Agronomia ambientale e Produzioni vegetali. Soprattutto con riferimento alla montagna alpina, si occupa di vegetazione e gestione delle praterie semi-naturali, di restauro ecologico applicato alla ricostituzione di coperture erbacee e dei fenomeni di ricolonizzazione. È componente o coordinatore di progetti di ricerca nazionali e internazionali.

Lisa Piccinin (1975), laureata in Scienze Forestali ed Ambientali a Padova. Ha collaborato con il Dipartimento di Agronomia di Padova nell'ambito di studi sulla ricolonizzazione delle frane, sulla produzione di seme delle praterie semi-naturali e sul restauro ecologico delle piste da sci, contribuendo in modo sostanziale alle ricerche che hanno portato alla pubblicazione del Quaderno.

Matteo Coraiola (1981), laureato in Scienze Forestali ed Ambientali a Padova. Ha collaborato con i Servizi Forestali del Veneto ed è ora componente del settore ambiente di una società di ingegneria di Trento. Ha studiato la produzione di seme delle praterie di alta quota, dando anche un importante contributo alla stesura della Parte II del Quaderno.



Michele Scotton
Lisa Piccinin
Matteo Coraiola

Metodi di rivegetazione in ambiente alpino



I Quaderni del Parco vogliono proporre all'attenzione del pubblico, il più vasto possibile, una serie di ricerche e lavori che contribuiscono ad arricchire la conoscenza del territorio e della realtà storica, ambientale ed economica del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino.

Il **Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino** è costituito da ambienti tipicamente montani ma nell'ambito dei suoi quasi 20000 ettari sono rappresentati luoghi magici tra i più vari: imponenti pareti di bianca dolomia, verticali dirupi di porfido scuro, curiose forme geologiche modellate da eventi di decine di milioni d'anni fa, valli impervie, forre scavate da impetuosi torrenti, aridi altipiani rocciosi e piccoli ghiacciai, dolci pascoli alpini e rotonde praterie fiorite, limpidi specchi d'acqua, testimoni di più imponenti e antichi ghiacciai, suggestive e secolari foreste che amplificano le voci della natura e dove non è favola l'incontro con la fauna del bosco.

Ma, ancora, vi sono altre e tante forme modellate dall'uomo, segni sul territorio di una storia poco lontana ma sempre affascinante, sentieri da percorrere, luoghi su cui soffermarsi, piccoli musei da visitare.

Questo Parco è stato istituito nel 1967 e in oltre trent'anni di vita, lungo un continuo percorso di crescita, ha visto e continua a vedere un aumento dell'apprezzamento da parte del grande pubblico che viene a visitarlo.

Ma i progetti si sommano ai progetti, le idee alle idee aggiungendo sempre qualcosa di nuovo per condurre il visitatore a osservare e conoscere la natura e, soprattutto, a rispettarla.

Della stessa collana:

La sezione di Primiero dell'Archivio Welsperg
Katia Occhi (2002)

Il Parco nelle riviste del Museo Tridentino di Scienze Naturali
Alberto Cosner (2003)

Licheni del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino
Juri Nascimbene e Giovanni Caniglia (2003)

K.u.K. Werk Dossaccio – Storia di un forte corazzato di montagna
Nicola Fontana (2004)

Ungulati selvatici e foresta
Roberta Berretti e Renzo Motta (2005)

W.A.B.L. Epigrafia popolare alpina
Quinto Antonelli (2006)

I Chiroteri del Parco
Paolo Paolucci e Miriell Martini (2006)

Le farfalle del Parco
Enrico Negrisolò e Filippo Calore (2008)

Guida alla Geologia del Parco (2009)

QUADERNI DEL PARCO 10

Michele Scotton Lisa Piccinin Matteo Coraiola

Metodi di rivegetazione in ambiente alpino

Restauro ecologico per la difesa
del suolo contro l'erosione

Ente Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino 2010

Copyright 2010

Ente Parco Paneveggio Pale di San Martino

Loc. Val Canali

TONADICO (TN)

e-mail: info@parcopan.org

www.parcopan.org

Ideazione grafica: Gianfranco Bettega

Disegni: Matteo Coraiola

Coordinamento per il Parco

Ettore Sartori e Roberto Vinante

Immagine di copertina:

“La grande zolla d’erba” di Albrecht Dürer

© Albertina Wien

SOMMARIO

Prefazione	7
-------------------	----------

Introduzione	9
---------------------	----------

Parte I - Metodi di rivegetazione a minimo impatto: le ricerche realizzate nel Parco Paneveggio Pale di San Martino	11
--	-----------

1.1 Motivazioni e indirizzi della ricerca	12
1.2 La produzione sementiera delle praterie permanenti	13
1.2.1 Produzione di seme dell'Arrenathereto e del Festuco-Agrostideteto	13
1.2.1.1 Produzione di seme dell'Arrenathereto	13
1.2.1.2 Produzione di seme del Festuco-Agrostideteto	17
1.2.2 Tipologia e catasto delle praterie da seme del Parco Paneveggio Pale di San Martino	20
1.2.2.1 Obiettivi e metodi	20
1.2.2.2 Tipologia delle praterie da seme	21
1.2.2.3 Catasto delle praterie da seme	24
1.3 Tecniche e organizzazione della raccolta di seme di specie native	25
1.3.1 Tecniche di raccolta del seme	25
1.3.2 Organizzazione della raccolta e dell'impiego del seme	29
1.4 Tecniche di rivegetazione con specie native	32
1.4.1 Obiettivi della sperimentazione	32
1.4.2 Caratteristiche degli inerbimenti sperimentali	32
1.4.3 I risultati ottenuti	34
1.5 Catasto delle superfici da inerbire con specie native nel Parco Paneveggio Pale di San Martino	41
1.5.1 Obiettivi e metodi di realizzazione del catasto	41
1.5.2 Il catasto delle superfici da inerbire con specie native	42

Parte II - La rivegetazione a minimo impatto: stato dell'arte di metodi utilizzabili in ambiente alpino	49
--	-----------

2.1 Obiettivi del manuale	50
2.2 Le difficoltà della rivegetazione in aree montane	51
2.3 Problemi ambientali provocati dal rinverdimento e vantaggi offerti dall'impiego di materiale vegetale nativo	52
2.4 Obiettivi del restauro ecologico e criteri di scelta delle specie e della vegetazione di riferimento	54
2.4.1 Il problema della delimitazione delle aree di reperimento e di impiego degli ecotipi nativi	55
2.4.2 La scelta del materiale di propagazione nativo da impiegare nella rivegetazione	60
2.5 Metodi di reperimento del materiale di propagazione nativo	63
2.5.1 Produzione di seme di specie erbacee in coltivazioni specializzate	63
2.5.2 Metodi di raccolta del seme da praterie permanenti polifite	67

2.5.3	Le possibilità offerte dalla ricolonizzazione spontanea e altri metodi di reperimento di materiale di propagazione di ecotipi nativi	74
2.5.4	Reperimento di seme e di piante di specie legnose	78
2.6	Metodi di rivegetazione a minimo impatto	80
2.6.1	Dose di semina, pacciamatura e concimazione	81
2.6.2	Preparazione del substrato	82
2.6.3	Metodi di rivegetazione che valorizzano la ricolonizzazione spontanea	83
2.6.3.1	Impiego di suolo ricco di propaguli	84
2.6.3.2	Creazione di isole protette	86
2.6.3.3	Sola pacciamatura	86
2.6.4	Metodi di rivegetazione con semina o impianto di materiale di propagazione nativo	87
2.6.4.1	Distribuzione di fieno	88
2.6.4.2	Distribuzione di erba verde	89
2.6.4.3	Semina con mulch	89
2.6.4.4	Idrosemina e idrosemina con mulch	90
2.6.4.5	Impianto di zolle erbose	91
2.6.4.6	Impianto di piante in pane di terra	92
2.7	Controllo e manutenzione della rivegetazione	92
2.8	Suggerimenti per la progettazione e la realizzazione degli interventi di rivegetazione	94

Bibliografia

97

Ringraziamenti

Ringraziamo le persone e gli enti che hanno collaborato fattivamente alla ricerca: il Direttore del Parco, Ettore Sartori per gli stimoli dati in tutte le fasi della realizzazione del progetto; il personale del Parco e in particolare Maurizio Salvadori e Piergiovanni Partel per la collaborazione prestata nell'esecuzione delle prove e nella gestione del progetto; Alberto Bettega, Gianna Somavilla, Francesco Piazzini e Ivo Mich, proprietari dell'Arrenatereto di Pradet e dei Festuco-Agrostideti di Lusia; i dottori Chiara Pelloso e Matteo Dainese per la collaborazione nella raccolta dati; i dottori Andrea Carbonari (Servizio Foreste e Fauna, Provincia Autonoma di Trento), Willigis Gallmetzer (Ripartizione Opere idrauliche, Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige), Loris Vescovo (Centro di Ecologia Alpina, Trento) e Van de Haar Groep (Olanda) per le foto messe a disposizione; il Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento (P.A.T.) per aver messo a disposizione la spazzolatrice impiegata nelle prove di raccolta; il Dipartimento Protezione Civile e Tutela del Territorio della P.A.T. e la società Funivie Seggiovie S. Martino S.p.A. per aver acconsentito alla realizzazione degli inerbimenti sperimentali sulla frana Colladina e sulla pista da sci Tognola; le società di gestione degli impianti sciistici Castellazzo S.R.L., Nuova Rosalpina S.p.A., Funivie Seggiovie S. Martino S.p.A., S.I.A.T.I., S.I.F. Lusina S.p.A., S.I.T. Bellamonte S.p.A., S.I.T.R. S.R.L. per aver collaborato nella raccolta dei dati relativi alle piste da sci di loro competenza.

PREFAZIONE

Prof. Florin Florineth
Istituto di biologia ingegneristica e architettura del paesaggio
Università Boku di Vienna

In montagna, la rivegetazione dei suoli denudati ha una grande importanza per l'efficacia nel contrasto dell'erosione che nelle aree in pendio priva il terreno del materiale fine, necessario per la crescita delle piante, e nelle aree in piano ricopre vegetazioni naturali formatesi nel corso di secoli.

In ambiente alpino gli interventi di rivegetazione vengono realizzati già da decenni, ma nel tempo i metodi impiegati sono cambiati. Oggi vengono proposte nuove tecniche che prevedono la produzione di materiali di propagazione nativi, l'impiego di seme raccolto in vario modo dalle praterie seminaturali e l'uso di fieno maturo, di erba verde o della sola pacciamatura. Le specie native sono più adatte all'ambiente, hanno una lunga durata e creano un paesaggio di grande pregio estetico. I fiori spontanei danno grande piacere non solo ai visitatori, ma anche alla fauna selvatica. La rivegetazione con specie locali e con metodi che favoriscono la crescita di queste specie preziose viene così proposta come un aiuto dato alla natura per accelerare il ricoprimento del suolo e lo sviluppo di una vegetazione il più naturale possibile.

Ringrazio la direzione del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino per il supporto che offre alla promozione dei metodi di rivegetazione naturale. Ringrazio anche gli autori Michele Scotton, Lisa Piccinin e Matteo Coraiola, che con questo lavoro presentano tecniche valide per la realizzazione di rivegetazioni della massima naturalità.

Dott. Ettore Sartori
Direttore del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino

All'art. 11 comma 3, la Legge Quadro sulle Aree Protette (Legge n. 394 del 6 dicembre 1991) stabilisce che nei parchi "... sono vietati (...) l'introduzione di specie estranee, vegetali o animali, che possano alterare l'equilibrio naturale." Inoltre, l'art. 8 della Convenzione sulla Biodiversità di Rio de Janeiro (5 giugno 1992) dispone: "Ciascuna Parte contraente, nella misura del possibile e come appropriato: (...) h) vieta l'introduzione di specie esotiche che minacciano gli ecosistemi, gli habitat o le specie, le controlla o le sradica; (...)". Ma anche la legislazione della Provincia autonoma di Trento e la normativa di Piano di Parco, soprattutto in riferimento alla Direttiva

Europea Habitat, hanno attenzione alla problematica dell' "inquinamento" da specie alloctone.

Le esigenze poste dalle previsioni normative sopra riportate sono il risultato di una consapevolezza, lentamente acquisita, dei possibili danni alla biodiversità derivanti dalla globalizzazione e dagli interventi massicci di urbanizzazione. La globalizzazione, sia volontariamente che inconsapevolmente, diffonde in aree lontane da quelle di origine organismi animali e vegetali spesso in grado di sostituirsi a quelli nativi e opera un rimescolamento che tende a rompere gli equilibri storici e geografici creatisi in millenni di evoluzione del mondo biologico. Gli interventi di urbanizzazione eliminano interi ecosistemi creando spazi vuoti in cui, a scapito delle biocenosi native, viene favorita la diffusione degli organismi diffusi dalla globalizzazione.

Da questi pericoli, oggi, nessun territorio abitato può ritenersi immune, nemmeno i parchi naturali italiani nei cui ambienti più o meno rimaneggiati si combinano gli effetti di una millenaria antropizzazione ad uso agricolo o forestale e di una più recente, intensa, urbanizzazione.

Il Parco Paneveggio Pale di San Martino non si sottrae a questo stato di cose. Lungi dal costituire un esempio di abbandono della montagna alpina, esso rappresenta anzi una situazione in cui negli ultimi decenni l' antropizzazione del territorio ha incrementato la sua intensità. Le preoccupazioni relative alla biodiversità vegetale sono, dunque, più che giustificate anche nell' ambito del Parco e hanno portato alla nascita di uno specifico progetto intitolato "Rinaturalizzazione e reinserimento ambientale delle aree denudate del Parco Paneveggio Pale di San Martino con particolare riferimento agli impianti sciistici" e realizzato dal Dipartimento di Agronomia ambientale e Produzioni vegetali dell' Università di Padova negli anni che vanno dal 2003 al 2005.

Si è dell' idea che le tecniche sperimentate nel progetto possano essere di notevole interesse non solo per le future attività del Parco ma anche per coloro che in ambiente alpino si occupano delle tematiche di conservazione del territorio. Perciò si affida a questo numero della collana Quaderni del Parco la pubblicazione dei risultati ottenuti.

Al riguardo, si vuole, tuttavia, osservare che quanto qui presentato costituisce una parte, certamente importante, di ciò che è stato realizzato, ma non il tutto. Un altro risultato importante ottenuto consiste nell' accresciuta sensibilità sul tema della protezione della biodiversità vegetale cui si giunti attraverso la costante presenza sul territorio delle persone coinvolte nella realizzazione e attraverso i numerosi colloqui informali o istituzionali da loro compiuti con i gestori dei prati e delle piste da sci e con i tecnici e gli Amministratori locali.

L' auspicio che qui facciamo è che questo Quaderno possa contribuire ad aumentare la stessa sensibilità anche al di fuori dei confini del Parco.

INTRODUZIONE

Le recenti convenzioni internazionali e disposizioni di legge europee e nazionali sulla protezione della biodiversità impongono a coloro che sono coinvolti nella gestione delle aree protette il compito di cercare metodi efficaci per la realizzazione concreta di tale obiettivo.

La biodiversità, cioè il contenuto di specie animali e vegetali caratteristico di un particolare territorio, viene protetta in due modi, da un lato mantenendo quella esistente attraverso una politica ambientale adeguata e, dall'altro, propagandola sulle superfici che per vari motivi ne siano state private. Queste due forme diverse di protezione sono, in realtà, tra loro connesse. Le aree da cui reperire la biodiversità da propagare negli ecosistemi da ripristinare non possono che essere le superfici vicine in cui la stessa biodiversità è stata conservata. D'altra parte, l'erosione, apparentemente inarrestabile, del patrimonio storico di biodiversità di ciascun territorio provocata dal progredire delle attività antropiche può essere arginata o rallentata solo compensando le perdite con i guadagni, cioè sfruttando tutte le occasioni disponibili per ricreare biodiversità in aree degradate.

Nell'Italia settentrionale, lo stretto legame che intercorre tra le due forme di protezione della biodiversità salta agli occhi quando si intraprendono progetti di restauro ecologico negli ambienti di pianura, dove le buone intenzioni trovano enormi difficoltà di concretizzazione a causa della scomparsa delle aree da cui poter reperire animali e vegetali nativi.

La situazione è molto diversa negli ambienti montani dove esistono ancora vaste aree del territorio occupate da vegetazioni naturali e seminaturali. Ciò nonostante, nell'ultimo mezzo secolo, anche in tali ambienti le attività antropiche hanno profondamente segnato il territorio con impatti di tipo nuovo che, rispetto a quelli tradizionali, si differenziano soprattutto per due aspetti. Da un lato, essi sono più intensi e interessano superfici molto più ampie. Ciò vale per tutti i settori di intervento umano e deriva dai progressi della meccanizzazione che consente oggi di operare convenientemente su aree sempre più vaste. Ad esempio, nella zootecnia vengono realizzate stalle più grandi e i prati coltivati sono soggetti a fertilizzazioni più intense. Nella viabilità vengono aperte strade urbane o di servizio all'agricoltura e alle foreste più larghe e più estese. D'altro lato, i metodi impiegati per la riduzione di impatti così intensi sono oggi inevitabilmente diversi. Ad esempio le grandi quantità di fertilizzanti organici prodotti dagli allevamenti cominciano ad essere smaltite attraverso gli impianti di digestione anaerobica e di compostaggio; oppure nelle opere viarie vengono realizzati spesso vasti interventi di stabilizzazione dei versanti profondamente incisi.

In quasi tutti gli interventi di urbanizzazione viene fortemente interessata e, spesso, completamente distrutta la copertura vegetale. Nel Parco Paneveggio

Pale di San Martino, come in molte altre aree alpine ad intenso sviluppo turistico, le superfici su cui ciò avviene sono molto incrementate dalla grande estensione delle piste da sci.

Una volta che l'impatto è stato creato, non intervenire sarebbe, in molti casi, il solo modo per evitare impatti ulteriori. Nei climi temperati come quello di gran parte della montagna alpina, il mondo biologico è, quasi sempre, in grado di rimarginare autonomamente le ferite subite. Ciò avviene attraverso la ricolonizzazione spontanea di piante e animali che ricostituisce ecosistemi in equilibrio con l'ambiente. Nelle aree più naturali dell'Italia nord-orientale rimangono ormai pochi esempi di aree denudate per cause naturali lasciate alla libera evoluzione, ma queste situazioni costituiscono quasi sempre ambienti di grande naturalità e bellezza. Si tratta, ad esempio, delle grandi frane della Sinistra Piave scavate nel Flysh e nella morena dagli affluenti del grande fiume alpino oppure dei detriti di falda delle pareti dolomitiche o delle aree di espansione di piena del Tagliamento. In ogni caso, affinché la rinaturalizzazione spontanea possa avvenire, è necessaria la vicinanza di vegetazioni naturali intatte, in grado di funzionare come fonte di seme, mentre negli ambienti antropizzati, privi di tali vegetazioni, sono soprattutto specie e vegetazioni ruderali, spesso avventizie, ad invadere le superfici denudate.

Nelle aree montane, la mancata rivegetazione comporta quasi sempre grossi problemi di erosione che asporta suolo utile e crea danni alle infrastrutture, comprese quelle per cui l'intervento è stato realizzato. Inoltre, spesso i denudamenti interessano superfici così estese che la ricolonizzazione spontanea avviene con molta difficoltà. Per questo, in tali aree, diviene spesso necessario che l'uomo intervenga direttamente per favorire la rivegetazione, impiegando metodi di ripristino ambientale che quasi sempre risolvono il problema dell'erosione ma spesso introducono anche nuovi elementi di innaturalità.

Le caratteristiche degli impatti del ripristino ambientale e le tecniche utili per la loro riduzione verranno descritte in seguito. Qui si vuole, invece, sottolineare che proprio le preoccupazioni relative alla biodiversità vegetale, unite alle esigenze di difesa del territorio contro l'erosione, hanno portato alla nascita dello specifico progetto del Parco Paneveggio Pale di San Martino di cui qui si sintetizzano i risultati. In particolare, il progetto riguardava i metodi di ripristino della vegetazione caratterizzati da minimo impatto ambientale e perseguiva due obiettivi. Il primo era la sperimentazione di modalità di reperimento e di impiego di seme di specie erbacee native. Il secondo era la "rivisitazione" delle più importanti tecniche di rivegetazione con lo scopo di individuare e descrivere gli accorgimenti utili a ridurre l'impatto ambientale che esse possono determinare.

Si è ben coscienti che diverse delle soluzioni presentate possono sembrare nello stesso tempo datate e difficilmente realizzabili. Tuttavia, quanto al "datate" si ricorda che i modi e le scale con cui oggi vengono attuati gli interventi di urbanizzazione rendono necessaria l'acquisizione di molte nuove conoscenze relative alle tecniche tradizionali e meno impattanti di ripristino vegetazionale. Quanto al "difficilmente realizzabili" si rammenta, invece, che negli ultimi decenni i metodi qui sperimentati e descritti sono stati oggetto non solo di intensi studi sperimentali ma anche di importanti realizzazioni concrete in tutti i paesi ad economia avanzata in cui sempre più coscientemente si cerca di limitare le conseguenze negative delle attività antropiche.

Parte I

**Metodi di rivegetazione
a minimo impatto:
le ricerche realizzate
nel Parco Paneveggio
Pale di San Martino**

1.1 Motivazioni e indirizzi della ricerca

Le ricerche qui presentate vennero avviate nel 2002 con l'obiettivo principale di sperimentare metodi ecocompatibili per ridurre gli impatti sulla vegetazione derivanti dalla realizzazione di infrastrutture di tipo turistico. In particolare, nell'area del parco sono molto estese le superfici interessate dall'attività sciistica che sotto l'aspetto ambientale pongono due problemi importanti: quello del ripristino di coperture vegetali efficaci contro l'erosione e quello della ricostituzione di fitocenosi naturali.

Le tecniche tradizionali di rivegetazione, attualmente impiegate anche nell'ambito del parco, sono basate sull'uso di seme commerciale di varietà o specie alloctone per lo più costituite con scopi diversi da quello antierosivo e spesso non idonee alle stazioni di impiego. Tuttavia, l'uso di materiale vegetale alloctono comporta rischi di inquinamento e di riduzione della biodiversità vegetale (vedi cap. 2.3), tanto da essere vietato dalla Legge Quadro sulle Aree Protette. Inoltre, le tecniche tradizionali non sempre si sono mostrate in grado di conseguire una stabilizzazione persistente del suolo soprattutto nei climi difficili delle aree poste sopra il limite del bosco.

Il Parco decise pertanto di sperimentare metodi di rivegetazione che potessero risolvere tali problemi e, in particolare, di verificare la possibilità del reperimento e dell'impiego nella rivegetazione di seme di ecotipi nativi di specie erbacee. Riguardo al reperimento del seme si decise di fare riferimento ad una delle due strade principali disponibili, e cioè la valorizzazione diretta delle produzioni sementiere dei prati e dei pascoli semi-naturali anziché la produzione di seme in coltivazioni specializzate. Questa scelta era giustificata da due motivi. Il primo è che il territorio del parco è ancora ricco di praterie semi-naturali di pregio che spesso sono utilizzate con il contributo pubblico solo a fini paesaggistici, tanto che il materiale vegetale ottenuto non trova alcun particolare impiego. Esso potrebbe, invece, essere valorizzato per il suo contenuto di seme di specie native. Il secondo motivo è che l'altra via transitabile, la produzione specializzata da seme di ecotipi nativi, è stata recentemente oggetto di sperimentazione e di divulgazione anche in ambiente alpino.

Queste considerazioni indussero a immaginare il percorso sperimentale realizzato nell'ambito del progetto "Rinaturalizzazione e reinserimento ambientale delle aree denudate del parco Paneveggio Pale di S. Martino con particolare riferimento agli impianti sciistici". Con l'intento di costituire un riferimento utile per la soluzione di problemi inerenti un'intera area geografica, tale percorso prevedeva attività da svolgere su scala sia parcellare sia territoriale organizzate secondo la seguente struttura:

- valutazione della quantità e della qualità del seme prodotto da importanti tipi di prateria permanente;
- formazione di un catasto delle praterie permanenti idonee alla raccolta di seme;
- sperimentazione della raccolta di seme da praterie permanenti e individuazione delle possibili modalità organizzative;
- sperimentazione di tecniche di inerbimento con seme di specie native;

- formazione di un catasto delle aree da rivegetare o da rinaturalizzare con specie native.

I capitoli che seguono sintetizzano i principali risultati ottenuti in ciascuna tappa di questo percorso sperimentale.

1.2 La produzione sementiera delle praterie permanenti

1.2.1 Produzione di seme dell'Arrenathereto e del Festuco-Agrostideto

La produzione di seme delle praterie semi-naturali non è stata mai studiata in modo diretto dalla ricerca ecologica o agronomica. In effetti, la presenza di seme in tali fitocenosi è stata valutata sempre in modo indiretto tramite l'analisi della pioggia del seme (seme che giunge sulla superficie del suolo) o della banca del seme nel suolo (seme presente nel suolo). Tra queste tre forme della presenza di seme nella prateria intercorrono relazioni strette ma sussistono anche sensibili differenze. Infatti, nelle praterie tagliate una parte del seme prodotto può essere asportata nel foraggio oppure, giunta sul suolo, può perdere vitalità o venire predata. Inoltre, nella banca del seme nel suolo possono mantenersi come dormienti diaspore di specie scomparse dall'area o giungere altre provenienti da aree esterne.

Studiare in modo diretto la produzione di seme delle praterie permanenti è quindi importante non solo per comprenderne meglio i processi di rigenerazione ma anche per valutare la possibilità di raccolta del seme da utilizzare in interventi di rivegetazione. Riguardo a quest'ultimo obiettivo è fondamentale conoscere l'evoluzione nel tempo della produzione di seme delle singole specie e del popolamento nel suo complesso. Infatti, a causa del diverso ritmo fenologico delle varie specie, quantità, qualità e composizione del seme raccolto possono variare molto a seconda del momento di intervento.

La prima sperimentazione del progetto ha quindi avuto come oggetto le caratteristiche della produzione di seme di alcuni tipi importanti di prateria. La scelta è caduta su due tipi diffusi nel parco, l'Arrenathereto e il Festuco-Agrostideto. Tale scelta è giustificata dal fatto che questi due tipi possono rappresentare le principali vegetazioni di riferimento per la raccolta di seme nativo. Entrambi, infatti, essendo caratteristici di suoli di una certa fertilità, sono in grado di produrre quantità di seme tali da assicurare una certa convenienza della raccolta. Inoltre, essi contengono anche numerose specie in grado di vegetare su suoli non particolarmente fertili come quelli su cui spesso vengono effettuate le rivegetazioni. Delle due vegetazioni l'Arrenathereto può costituire la fonte di seme per molte rivegetazioni di quota bassa e media (fino a 1200 m s.l.m.) mentre il Festuco-Agrostideto per molti inerbimenti di alta quota.

1.2.1.1 Produzione di seme dell'Arrenathereto

L'Arrenathereto scelto per la sperimentazione si trova a Pradet (Mezzano), ha pendenza del 30-40%, è esposto a SSE e presenta superficie priva di asperità e substrato a filladi quarzifere (Foto 1.2.1.1). Il suolo è profondo circa 40 cm, ha pH uguale a 5.3, contenuto in carbonati pari all'1.7% e tessitura franco-sabbiosa. Il prato è tagliato due volte l'anno e moderatamente con-

cimato con letame. La vegetazione è riconducibile ad una forma magra del *Centaureo dubiae* - *Arrhenatheretum elatioris* Oberd. 1964 ed è costituita da oltre 50 specie vascolari. Al primo ricaccio, essa è dominata dalle graminacee (abbondanza relativa pari all'87%) e, in particolare, da *Helictotrichon pubescens*, *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens* e *Dactylis glomerata*¹. Le leguminose (soprattutto *Trifolium pratense*) costituiscono una piccola quota (2%), le specie delle altre famiglie (soprattutto *Knautia arvensis*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Galium album* e *Plantago lanceolata*) il 10% residuo. Lo studio fu compiuto nel biennio 2003-2004 e riguardò l'evoluzione delle caratteristiche degli apparati riproduttivi e della produzione di seme di al-



Foto 1.2.1.1. L'Arrhenatereto di Pradè (Mezzano) appena prima del taglio di fine primavera.

cune importanti graminacee nonché la produzione totale di seme del prato ottenibile al primo ricaccio (Scotton et al., 2009).

La prima parte dello studio fu realizzata su *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Helictotrichon pubescens*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* e *Trisetum flavescens*. Di tali specie, in cinque date del 2003, distanziate di 5-7 giorni, vennero prelevati numerosi culmi fertili campione che furono analizzati relativamente a lunghezza dell'infiorescenza, n. di spighe e n. di fiori raccolti e caduti. Al microscopio, questi vennero ripartiti in quattro categorie: fiori vuoti (senza ovario né cariosside), con ovario, con cariosside in formazione e con cariosside formata. Inoltre furono determinati massa, germinabilità e vitalità dei semi.

Per lo studio della produzione complessiva di seme ottenibile dal prato al primo ricaccio, sia nel 2003 che nel 2004 furono raccolti tutti i fusti fertili presenti su numerosi plot di 1 m². In laboratorio i fusti fertili vennero contati e i semi presenti separati, contati e pesati.

¹ Le specie sono denominate secondo Äschimann et al. (2004).

I risultati ottenuti indicano che il n. di fiori con ovario per spighetta (Tab. 1.2.1.1) è il carattere dell'infiorescenza più stabile mentre il n. di spighette e di fiori per culmo presentano un'elevata variabilità tra culmi dovuta molto probabilmente sia alla loro diversa età sia al variare delle condizioni meteorologiche, di fertilità del suolo e di nutrizione durante la fase primaverile di sviluppo dell'infiorescenza. Interpolazioni basate sugli andamenti temporali della maturazione del seme, rappresentati in modo esemplificativo per *Anthoxanthum odoratum* e *Arrhenatherum elatius* in figura 1.2.1.1, consentono di caratterizzare le specie in base alla loro precocità: *Anthoxanthum odoratum* e *Holcus lanatus* sono la più precoce e la più tardiva: *Helictotrichon pubescens* ha precocità intermedia mentre *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata* e *Trisetum flavescens* sono medio-tardive. *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius* e *Holcus lanatus* sono le specie che meglio si adattano alla raccolta per seme in quanto presentano i valori massimi più elevati di seme raccolto rispetto al seme prodotto (Tab. 1.2.1.1).

CARATTERISTICA	SPECIE					
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Helictotrichon pubescens</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Trisetum flavescens</i>
N. di fiori con ovario per spighetta	1	1	2.07	3.14	1	2.0
N. di spighette per culmo	40.8	41.3	24.9	77.4	131	85.7
N. di fiori con ovario per culmo	40.8	41.3	51.5	243	131	169
Lunghezza dell'infiorescenza (cm)	4.56	13.2	12.6	5.60	7.91	9.4
N. di cariossidi prodotte per culmo (v. m.)	38.5	40.1	44.9	190	122	159
Peso dei 1000 semi a maturità (g)	0.7570	3.3980	2.7520	1.3430	0.2540	0.3170
Peso di car. prodotte per culmo (v. m.) (mg)	28.5	121	108	194	26.4	38.6
Peso di car. raccolte per culmo (v. m.) (mg)	24.3	89.6	52.7	74.0	21.8	13.5
F.S.U. biologico a maturità (%)	60.4	90.5	67.3	60.0	84.9	85.3
Vitalità del seme a maturità (v.m.) (%)	73	98.5	80.2	87.6	91.5	91.8

Tab. 1.2.1.1. Caratteristiche delle infiorescenze e della produzione di seme delle sei graminacee studiate nell'Arrenatereto di Pradet. Abbreviazioni usate nella tabella: n., numero; car., cariossidi; v. m., valore massimo tra le cinque date di raccolta; F.S.U., floret site utilisation.

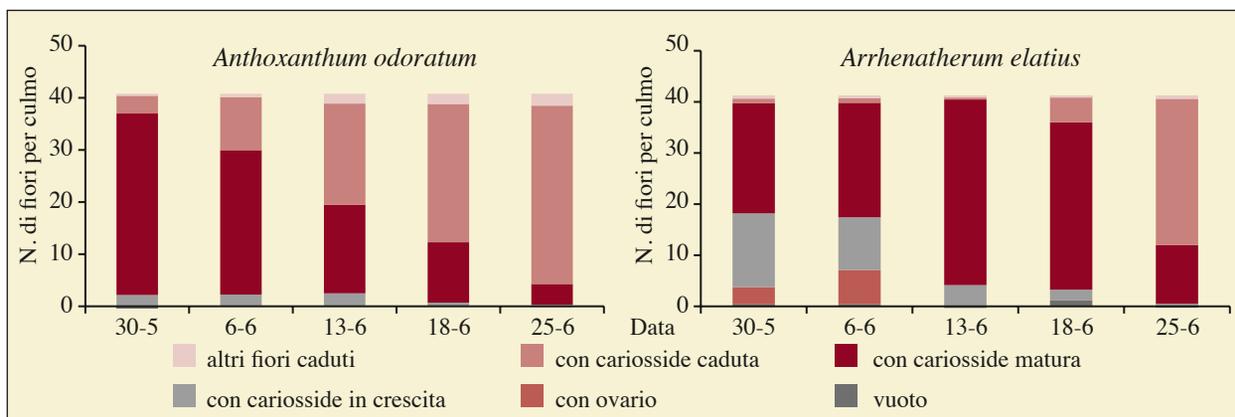


Fig. 1.2.1.1. Ripartizione dei fiori del culmo fertile nelle diverse categorie di fiori raccolti e caduti in due graminacee studiate nel 2003 nell'Arrenatereto di Pradet.

L'efficienza della produzione di seme è elevata. La quota di fiori che giungono a produrre seme vitale, il Floret Site Utilisation biologico, varia tra il 60 e il 90%, valori che sono dello stesso ordine di grandezza di quelli riscontrati, ad esempio, in varietà di *Lolium perenne* coltivate per la produzione di seme. Anche i livelli di vitalità ottenuti, sempre superiori al 70%, indicano qualità del seme da buona a elevata. Dormienza del seme è presente in misura ridotta (20-25% dei semi prodotti) solo nel caso di *Anthoxanthum odoratum* e di *Helictotrichon pubescens*.

La media biennale 2003-2004 della densità di fusti fertili contati al primo ricaccio ammonta a 850 m⁻². Per il 95% essi appartengono a graminacee tra cui prevalgono *H. pubescens* ed *Holcus lanatus* con oltre 150 culmi a testa. Diverse altre graminacee hanno densità buona ma inferiore ai 100 culmi. Nelle cinque date di prelievo del 2003 il peso di seme vitale raccogliabile varia tra 5 e 11.5 g m⁻² (5200-16000 semi m⁻²) con valore massimo ottenuto alla terza data (Fig. 1.2.1.2). Tali quantità sono il 31-88% in meno rispetto alla quantità totale (vitale + non vitale) di seme raccogliabile che varia tra 7.6 e 22.1 g m⁻² (18000-20700 semi m⁻²). Inoltre, poiché la vitalità del seme aumenta con il tempo, la culminazione del peso di seme vitale avviene dopo quella della quantità totale di seme.

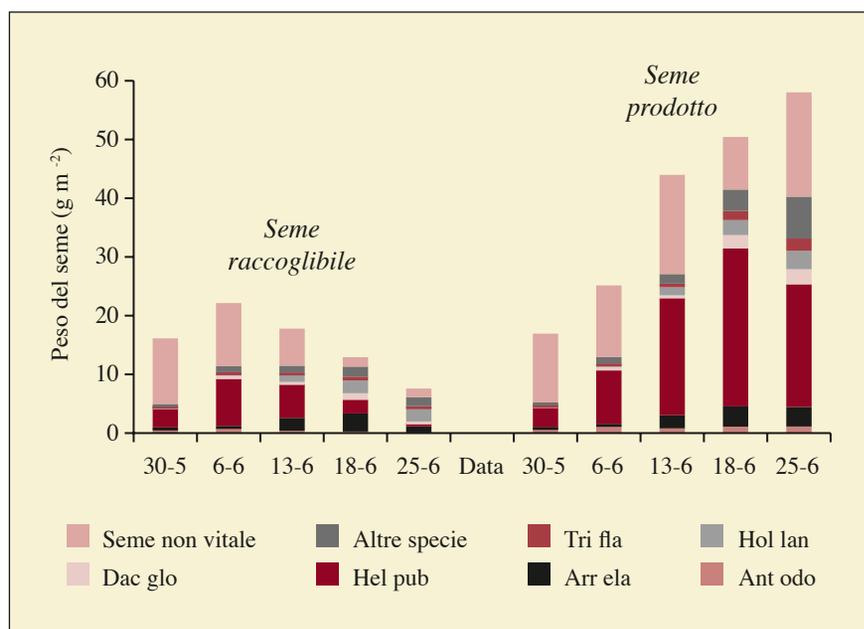


Fig. 1.2.1.2. Stima del peso di seme totale e vitale, raccogliabile o prodotto in cinque date di raccolta del 2003 nell'Arrenatereto di Pradet.

Il peso di seme prodotto fino all'ultima data di prelievo ammonta complessivamente a 58 g m⁻² (59000 semi m⁻²), valore che è 2.6 volte più elevato di quello massimo raccogliabile. La quota di seme non raccogliabile a causa della cascola ammonta, dunque, a circa il 62% del seme prodotto. Rispetto al peso totale di seme prodotto, il seme vitale si riduce del 31% circa ammontando complessivamente a 40.3 g m⁻² (46500 semi m⁻²).

La quantità totale di seme prodotto rilevata nel 2003 (58 g m⁻²) è circa 3-8 volte inferiore a quella ottenibile nelle coltivazioni specializzate da seme

di alcune graminacee temperate (320, 184 e 450 g m⁻² rispettivamente in *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* e *Festuca arundinacea*). Inoltre, anche le perdite dovute alla cascola (62% del seme prodotto) sono più elevate di quelle che si riscontrano normalmente nelle colture da seme (20-60%). Quest'ultimo risultato deriva dal diverso ritmo fenologico delle varie specie che compongono un prato permanente.

Nella media del biennio 2003-2004, la quantità di seme raccoglibile a maturità del prato fu pari a 19 g m⁻² (33100 semi m⁻²), per il 93% costituita da graminacee.

La scelta del momento ottimale per la raccolta di seme nell'Arrenatereto non appare difficile. L'epoca ottimale è quella corrispondente alla quarta data di figura 1.2.1.2 che presenta quantità di seme vitale vicina a quella massima e in cui quasi tutte le specie della fitocenosi sono rappresentate. Alla prima e alla quinta data le quantità di seme vitale raccoglibili sono troppo ridotte. D'altra parte alla seconda e alla terza data, anche se il peso di seme raccoglibile è simile alla quarta, i miscugli ottenibili sono sbilanciati a favore di *Helictotrichon pubescens* e il numero di specie rappresentate è molto limitato.

1.2.1.2 Produzione di seme del Festuco-Agrostideto

Il prato si trova in località Lusìa (Moena) a 1895 m s.l.m. su arenaria di Val Gardena (foto 1.2.1.2). Il suolo è profondo circa 40 cm, ha pH pari a 5, tessitura franco-sabbiosa e pendenza nulla. La gestione è caratterizzata da un solo taglio l'anno e assenza di concimazione. La vegetazione è riconducibile all'all. *Agrostideto-Festucion rubrae* Puscaru 1956. Dominano le graminacee (65%) e in particolare *Agrostis capillaris* e *Festuca nigrescens*. Le leguminose sono abbastanza ben rappresentate (12% di cui 8% *Trifolium pratense* subsp. *pratense*) e le specie delle altre famiglie, soprattutto *Trollius europaeus* e *Rhinanthus freynii*, costituiscono l'ulteriore 23%.



Foto 1.2.1.2. Il Festuco-Agrostideto di Lusìa (Moena) nel suo aspetto estivo. La colorazione rossastra è data dalle infiorescenze dell'abbondante *Agrostis capillaris*.

Le analisi compiute sono simili a quelle realizzate nell'Arrenatereto. In questo caso, tuttavia, le specie interessate dallo studio dell'evoluzione dell'infiorescenza furono *Agrostis capillaris*, *Festuca nigrescens*, *Helictotrichon pubescens* e *Trisetum flavescens* e i fiori raccolti vennero divisi in cinque categorie anziché quattro (nella categoria dei fiori con ovario vennero distinti i fiori con ovario normale e quelli con ovario abortito).

Come nell'Arrenatereto di Pradet, il n. di fiori con ovario per spighetta è il carattere dell'infiorescenza più stabile, mentre variano sensibilmente il n. di spighette e il n. di fiori per culmo (Tab. 1.2.1.2). Delle due specie studiate sia a Pradet che a Lusìa, *Trisetum flavescens* presenta caratteristiche simili nelle due località. Al contrario, i due ecotipi di *Helictotrichon pubescens* sembrano abbastanza diversi presentando quello di Lusìa un maggior n. di fiori con ovario per spighetta ma un minor n. di spighette per culmo. Nel complesso, rispetto a quanto riportato in bibliografia, le dimensioni delle infiorescenze sono abbastanza limitate, probabilmente a causa delle condizioni climatiche di Lusìa che si trova al limite superiore della distribuzione altitudinale delle specie studiate. La graduatoria di precocità di fruttificazione, deducibile da rappresentazioni simili a quelle riportate in figura 1.2.1.3, coincide grosso modo con quella riscontrata in altre località alpine ed è la seguente: *Festuca nigrescens*, *Helictotrichon pubescens*, *Trisetum flavescens* ed *Agrostis capillaris*. La prima e l'ultima specie sono le più adatte ad una raccolta come seme per avere i valori massimi di seme raccolto più elevati rispetto al seme prodotto (Tab. 1.2.1.2).

CARATTERISTICA	SPECIE			
	<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Helictotrichon pubescens</i>	<i>Festuca nigrescens</i>	<i>Trisetum flavescens</i>
N. di fiori con ovario per spighetta	1	3.18	4.58	2.06
N. di spighette per culmo	114	18.9	10.6	73.4
N. di fiori con ovario per culmo	114	60.2	48.9	151
Lunghezza dell'infiorescenza (cm)	6.59	8.38	4.5	7.81
N. di cariossidi prodotte per culmo (v. m.)	75.7	17.1	33.3	129
Peso dei 1000 semi a maturità (g)	0.0460	2.5140	0.8154	0.2874
Peso di car. prodotte per culmo (v. m.) (mg)	3.4	24.4	16.3	32.4
Peso di car. raccolte per culmo (v. m.) (mg)	2.3	14.8	10.1	14.6
F.S.U. biologico a maturità (%)	50.6	14.5	64.8	76.7
Vitalità del seme a maturità (v.m.) (%)	75.9	52.3	98	88.6

Tab. 1.2.1.2. Caratteristiche delle infiorescenze e della produzione di seme delle graminacee principali del Festuco-Agrostideto di Lusìa. Abbreviazioni usate nella tabella: n., numero; car., cariossidi; v.m., valore massimo tra le date; F.S.U., floret site utilisation.

L'efficienza della produzione di seme risulta inferiore a quella di Pradet. Il Floret Site Utilisation biologico è in media più basso soprattutto per i valori ridotti di *Helictotrichon pubescens*. Questi sono dovuti, tuttavia, a cause non intrinseche alla specie bensì ad un forte attacco di insetti seminifagi. Per contro, la vitalità è buona e durevole nel tempo. Nel complesso, nonostante la quota elevata ma ancora ricadente entro i limiti altitudinali dell'orizzonte

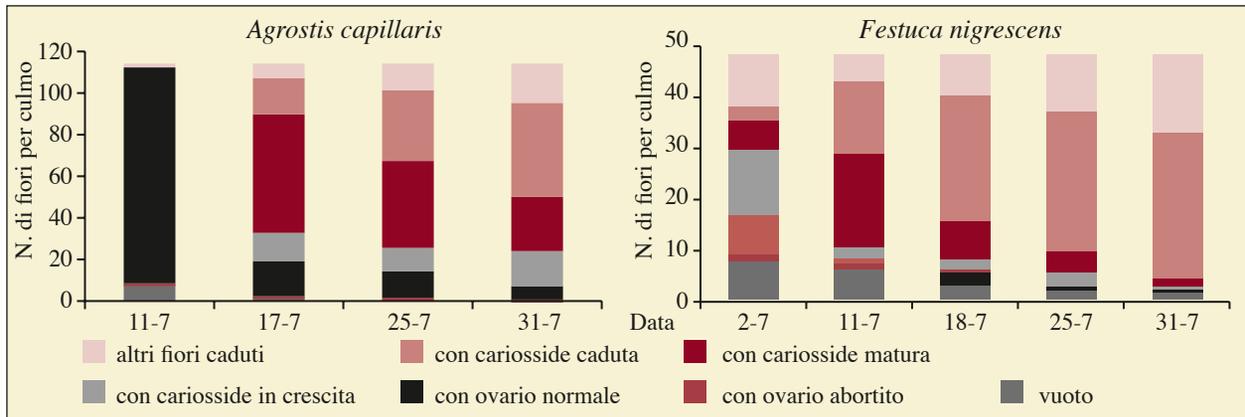


Fig. 1.2.1.3. Ripartizione dei fiori del culmo nelle diverse categorie di fiori raccolti e caduti in *Agrostis capillaris* e *Festuca nigrescens*, due delle graminacee studiate nel Festuco-Agrostideteto di Lusìa.

subalpino, la qualità del seme risulta, comunque, abbastanza buona tanto da non risultare un elemento limitante, come invece è stato spesso riscontrato in fitocenosi dell'orizzonte alpino.

Anche la densità di fusti fertili è minore che a Pradet, ammontando nella media triennale 2002-2004 a circa 605 m⁻². In questo caso, tuttavia, sono molto rappresentati anche i fusti fertili delle specie diverse dalle graminacee (33%). Le entità prevalenti sono *Agrostis capillaris*, *Festuca nigrescens*, *Rhinanthus freynii* e *Trifolium pratense*. La variabilità interannuale è elevata in conseguenza soprattutto del variare considerevole della densità della terofita ed emiparassita *Rhinanthus freynii* (8-226 culmi m⁻²) a scapito delle graminacee perenni.

La quantità di seme vitale di graminacee raccogliabile rilevata nel 2003 varia tra 0.22 e 1.41 g m⁻² (630-9100 semi m⁻²), valori che costituiscono il 54-90% della quantità totale (vitale o non vitale) di seme raccogliabile (0.4-1.8 g m⁻²; 1100-14000 semi m⁻²) (Fig. 1.2.1.4). A differenza di Pradet, per effetto della netta prevalenza di due sole specie (*Agrostis capillaris* e *Festuca nigrescens*) la culminazione dei due parametri ha luogo alla medesima data, la quarta. In questo momento essi risultano pari al 45% circa della produzione totale di seme di graminacee che ammonta complessivamente a 3.5 g m⁻², di cui 3.2 vitali (rispettivamente 21000 e 13700 semi m⁻²).

Nella media triennale 2002-2004, a maturità del prato la quantità di seme raccogliabile è risultata pari a 1.68 g m⁻² (circa 6900 semi m⁻²). La quota di graminacee era molto più limitata se riferita al peso (36%) che se riferita al numero (81%): ciò è una conseguenza del fatto che tra le graminacee era nettamente prevalente una specie a seme leggerissimo quale *Agrostis capillaris*, mentre tra le "Altre specie" prevaleva *Rhinanthus freynii*, specie a seme pesante.

Tutti i parametri produttivi quantitativi di Lusìa assumono dunque valori sensibilmente inferiori rispetto a Pradet. Ciò era comunque atteso considerato che a Lusìa le caratteristiche ecologiche sono quasi tutte meno favorevoli alla produzione: minore fertilità del suolo per assenza di concimazione e

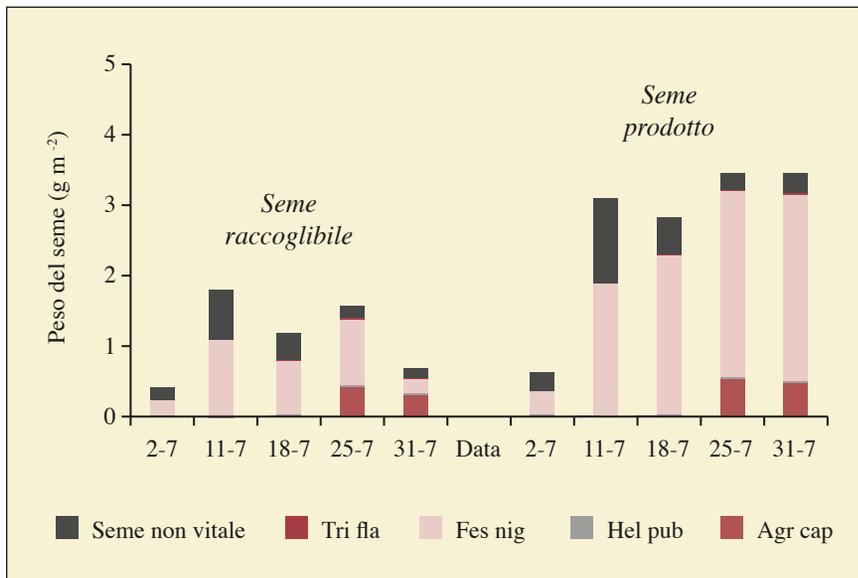


Fig. 1.2.1.4. Stima del peso di seme vitale, raccogliabile o prodotto in cinque date di raccolta del 2003 nel Festuco-Agrostideto di Lusia.

reazione più acida, minore durata del periodo vegetativo e minore temperatura media annua.

Un aspetto critico è rappresentato dalla scelta del momento di raccolta soprattutto in conseguenza della tardività della specie dominante, *Agrostis capillaris*, e della relativa rapidità di caduta del seme delle specie meno tardive. La situazione meno difficile è quando si voglia ottenere il maggiore numero di cariossidi vitali. In questo caso, l'epoca ottimale appare essere la 4^a o 5^a data di figura 1.2.1.4, corrispondenti a 2 o 3 settimane dopo la fioritura di *Agrostis capillaris*. Tuttavia ad una raccolta così tardiva corrisponde un miscuglio con ridotte quantità di seme di altre specie, compresa l'abbondante e importante *Festuca nigrescens*. Per questa specie, infatti, l'epoca ottimale di raccolta è la 2^a data. Un possibile compromesso tra numero di semi vitali raccolti e diversità del miscuglio appare essere l'epoca corrispondente alla 4^a data (2 settimane dopo la fioritura di *Agrostis capillaris*) in cui sui culmi di *Festuca nigrescens* è ancora presente almeno un terzo del numero massimo di cariossidi vitali raccogliabili di tale specie.

Un ulteriore elemento critico potrebbe essere costituito dalla grande abbondanza, in certi anni, di *Rhinanthus freynii*. Infatti, l'impiego di un miscuglio di seme particolarmente ricco di tale specie annuale e povero di specie perenni potrebbe portare alla formazione di fitocenosi almeno inizialmente molto labili.

1.2.2 Tipologia e catasto delle praterie da seme del Parco Paneveggio Pale di San Martino

1.2.2.1 Obiettivi e metodi

La realizzazione di inerbimenti con seme di specie native deve poter disporre di superfici di prateria semi-naturali da cui prelevare il seme. Inoltre, i tipi

di prateria presenti devono essere adeguati per composizione floristica (e quindi per tipo di seme prodotto) alle condizioni stazionali delle aree da inerbire.

L'obiettivo di una parte del progetto fu, dunque, la verifica della quantità di praterie semi-naturali idonee alla raccolta di seme presenti nel parco e la stima del tipo e della quantità di seme da esse prodotto.

Questo obiettivo fu conseguito attraverso sopralluoghi effettuati sulle superfici di prateria preventivamente cartografate utilizzando la carta provinciale di uso del suolo ad esclusione, tuttavia, di tutte quelle aree (utilizzate soprattutto come pascolo), che erano troppo pendenti per una raccolta meccanizzata del seme. In tale analisi furono prese in considerazione anche alcune estese aree prative poste fuori ma nelle immediate vicinanze del parco, tanto da poter essere considerate comunque utili come aree di raccolta del seme. Le zone così individuate vennero visitate durante il periodo vegetativo. In campo furono identificate superfici di prateria omogenee che vennero caratterizzate sulla base di apposite schede contenenti gli elementi considerati importanti per una valutazione sotto l'aspetto sementiero. In particolare, gli aspetti rilevati riguardarono:

- il tipo di utilizzazione (prato o pascolo) e l'intensità di fertilizzazione;
- il tipo floristico di appartenenza;
- la stima della copertura e la conta della densità dei fusti fertili delle 5 specie più abbondanti;
- osservazioni sull'eventuale contaminazione floristica e/o degrado della prateria dovuti alla presenza di specie non native o di infestanti che, pur native, non possano essere considerate idonee per l'inerbimento;
- osservazioni su accessibilità e transitabilità.

I rilievi compiuti vennero elaborati con tecniche di classificazione automatica allo scopo di ottenere una classificazione dei tipi sementieri di prateria e, per quanto riguarda la parte territoriale, vennero implementati in una base dati G.I.S.

1.2.2.2 Tipologia delle praterie da seme

La composizione floristica dei tipi sementieri di prateria fu caratterizzata sulla base dei rilievi della densità di fusti fertili compiuti su 258 ha. I tipi individuati sono quindici, ripartibili in sei grandi categorie: Nardeto, Festuco-Agrostideto, Poeto, Prato pingue (Arrenatereto e Triseteto), Lolio-Cinosureto e Brometo (Tab. 1.2.2.2.1).

La categoria del Nardeto comprende tre tipi di prateria magra da seme caratterizzati dalla dominanza o dall'abbondanza di culmi di *Nardus stricta*. Si tratta di praterie utilizzate soprattutto a pascolo ma anche a prato, collocate a quote alte (1600-2100 m s.l.m.) soprattutto nell'ambito di malghe poste su substrato siliceo (Doch, Rolle, Costoncella e passo Lusìa). I tre tipi si differenziano per il numero di culmi di *Nardus stricta* molto elevato (306) nel nardeto a dominanza di *Nardus*, intermedio (137) nel nardeto a *Festuca nigrescens* e *Anthoxanthum odoratum* e relativamente più basso (68) nel nardeto a *Festuca nigrescens*. Considerato il basso pregio di *Nardus stricta* come specie produttrice di seme, la situazione più favorevole è l'ultima

Tipo di prateria da seme	NARDETO			FESTUCO-AGROSTIDETO					POE-TO	PRATO PINGUE				LO-LIO-CINO-SU-RETO	BRO-ME-TO
	a dom. di Nar. str.	a Fes. nig. e Ant. alp.	a Fes. nig.	a Nar. str.	ad Ant. alp.	a dom. di Agr. cap.	pin-gue pasco-lato	pin-gue taglia-to		Tris. ma-gro ad Hel. pub.	Arr. tipi-co	Tris. tipi-co	a Dac. glo.		
Utilizzazione	pasc.	pasc.	prato	prato	prato	prato	pasc.	prato	pasc.	prato	prato	prato	prato	pr.-p.	prato
<i>Nardus stricta</i>	306	137	68	116	4	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.
<i>Fes. rubra</i> <i>o nigrescens</i>	51	31	62	87	35	53	96	11	74	56	.	.	.	39	15
<i>Agrostis capillaris</i>	.	0.3	11	124	171	398	108	209	18	6	38	8	7	.	7
<i>Helictotrichon pubescens</i>	.	0.2	2	15	11	.	3	12	.	112	124	17	9	27	36
<i>Ant. odoratum</i> <i>o alpinum</i>	23	30	.	.	65	14	.	112	.	0.8	104	8	32	43	51
<i>Poa alpina</i>	8	11	.	.	6	4	27	.	35	4	.	.	.	.	.
<i>Phleum rhaeticum</i>	3	6	.	.	.	.	28	.	35	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	50	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	.	.	7	.	.	22	.	9	19	9	44	17	.
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	88	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	36	0.6	.	.	.
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	.	1	.	.	12	.	11	.	87	23	.	3
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	.	.	17	.	9	.	33	95	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	1	.	.	3	.	3	.	59	80	65	.
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	0.1	.	.	10	.	.	.	.	61	68	.
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	.
<i>Bromus erectus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	0.4	.	.	35
Densità totale di fusti fertili	451	249	235	476	532	743	350	543	288	272	470	297	752	368	185

Tab. 1.2.2.2.1. Utilizzazione e densità di fusti fertili delle specie dominanti (n. m²) dei 15 tipi di prateria da seme individuati. Abbreviazioni usate nella tabella: dom., dominanza; Nar. str., *Nardus stricta*; Fes. nig., *Festuca nigrescens*; Ant. alp., *Anthoxanthum alpinum*; Agr. cap., *Agrostis capillaris*; Hel. pub., *Helictotrichon pubescens*; tris., triseteto; arr., arrenatereto; pasc. o p., pascolo.

delle tre, utilizzata a prato e in cui *Festuca nigrescens* presenta la maggiore densità.

La categoria del Festuco-Agrostideto comprende cinque tipi di prateria magra in cui *Agrostis capillaris* presenta densità di culmi compresa tra 124 e 398 e *Festuca nigrescens* tra 11 e 96. Si tratta di superfici utilizzate quasi sempre a prato poste tra i 1500 e i 1800 m in aree a substrato siliceo. Le zone geografiche di maggiore presenza sono le aree più alte della val Canali e le aree Bocche, Lusìa e Tognola. Le diversità tra i cinque tipi derivano dal diverso livello di fertilità del suolo che aumenta passando dal Festuco-Agrostideto a *Nardus stricta* ai due Festuco-Agrostideti pingui. A questa diversità ecologica è dovuta la variazione della densità di culmi di specie di suoli poveri quali *Nardus stricta* e di specie di suoli fertili quali

Poa alpina, *Phleum rhaeticum*, *Trisetum flavescens* e *Dactylis glomerata*. Le situazioni più favorevoli corrispondono ai livelli di fertilità intermedi ed elevati in cui presentano alta densità di culmi *Agrostis capillaris* e le specie di suoli fertili appena citate.

La terza categoria di prateria da seme comprende il Poeto a *Poa alpina*, prateria pingue pascolata individuata a quote superiori ai 1700 m s.l.m. e prevalentemente nelle stesse zone geografiche di diffusione dei Festuco-Agrostideti. In questo tipo di prateria *Agrostis capillaris* ha presenza molto ridotta mentre mantengono una buona densità *Festuca nigrescens* e specie più esigenti di elementi nutritivi quali *Poa alpina*, *Phleum rhaeticum* e *Deschampsia caespitosa*.

Nel quarto grande gruppo di praterie sono compresi i prati pingui riferibili al Triseteto e all'Arrenatereto. I primi sono diffusi specialmente nella zona di San Martino ma anche nella parte alta della val Canali mentre i secondi sono presenti nella parte bassa della val Canali e nelle due aree fuori parco di Mezzano e Canal San Bovo. Le specie sempre rilevate sono *Helictotrichon pubescens*, *Anthoxanthum odoratum*, *Trisetum flavescens* e, in misura minore, *Agrostis capillaris* e *Cynosurus cristatus*. Le specie dominanti sono comunque abbastanza variabili. Anche in questo caso, l'elemento più importante è il livello di fertilità del suolo che, quando è basso, favorisce *Helictotrichon pubescens*, mentre quando aumenta determina una maggiore presenza di *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* e *Poa trivialis*. Le zone di distribuzione di tali praterie sono i versanti a monte dei vari centri abitati del Primiero con quote inferiori ai 1000 m nel caso dell'Arrenatereto e comprese tra i 1000 e i 1500 m nel caso dei Triseteti. Si tratta in tutti i casi di situazioni favorevoli per la raccolta di seme in quanto presentano specie di buona produttività di seme e adatte all'inerbimento in varie situazioni ambientali.

La quinta categoria è costituita dal Lolio-Cinosureto. Si tratta di situazioni di prateria pingue a gestione mista di prato e di pascolo. È stata individuata a quote intorno ai 1300 m nelle due zone della val Canali e dei Prati Ronzi. Qui la densità di culmi è relativamente bassa. Le specie a buona produzione di seme presenti sono *Lolium perenne*, *Festuca rubra* e *Anthoxanthum odoratum*.

La sesta categoria, il Brometo, una prateria magra di substrato calcareo, è stata individuata nelle aree della val Canali (Fosne) e dei Prati Ronzi a quote che si aggirano intorno ai 1300 m. Sotto l'aspetto della produzione di seme questo tipo ha come maggiore limitazione la più bassa densità di culmi rilevata tra i tipi descritti.

Nel complesso, le graminacee che sono in grado di formare un buon numero di culmi fertili in numerosi tipi di prato sono *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Anthoxanthum odoratum* e *alpinum*, *Helictotrichon pubescens* e *Nardus stricta*. A parte quest'ultima specie, esclusiva delle praterie magre, le altre possono essere abbondanti in tutti i tipi di prateria. Nelle praterie pingui possono avere buona produzione di culmi anche *Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Lolium perenne* e *Trisetum flavescens*.

1.2.2.3 Catasto delle praterie da seme

L'estensione complessiva delle praterie preventivamente cartografate per il sopralluogo ammonta a 784 ha (Tab. 1.2.2.3.1). Tali superfici sono ripartite in otto zone geografiche entro parco e due zone fuori parco i cui range altitudinali variano tra gli 800-1000 m di Mezzano e 1610-2150 m di Lusìa. Delle praterie considerate, il 37% circa è utilizzato a prato e il 50% a pascolo. Inoltre, solo il 13% è risultato non idoneo alla raccolta di seme sotto l'aspetto floristico. Le motivazioni più frequenti della non idoneità alla raccolta erano:

- la presenza di piante arbustive o arboree con altezze maggiori al mezzo metro dovute all'abbandono dell'utilizzazione;
- l'abbondanza di specie native ma infestanti non considerate utili per l'inerbimento (ad es. *Deschampsia caespitosa*, *Anthriscus sylvestris*, *Rumex obtusifolius* ecc.);
- la presenza di specie non native.

	Zona geografica	Quota (min-max) (m s.l.m.)	Estensione totale stimata (ha)	Prato (ha)	Pascolo (ha)	Non idonee (ha)
Entro parco	Val Canali	1130-1360	130	17	113	0
	Prati Ronzi	1280-1420	12	0	12	0
	S. Martino	1405-1490	63	0	43	20
	Bocche	1520-2050	74	31	36	7
	Bellamonte	1090-1520	50	23	27	0
	Lusìa	1610-2150	40	18	22	0
	Tognola	1420-2060	140	65	75	0
	Rolle	1735-1950	149	134	15	0
TOTALE ENTRO PARCO			658	288	343	27
Fuori parco	Mezzano	800-1000	31	0	18	13
	Canal S. Bovo	800-1600	95	0	32	63
TOTALE GENERALE			784	288	392	103

Tab. 1.2.2.3.1. Estensione delle praterie del Parco Paneveggio Pale di San Martino considerate per l'analisi della produzione di seme.

Nei prati la non idoneità era percentualmente maggiore che nei pascoli ed era dovuta soprattutto alla prima delle motivazioni di cui sopra. Nei pascoli, invece, le cause di inidoneità erano soprattutto la presenza di specie infestanti e, in secondo luogo, la presenza di arbusti e alberi. Per alcune delle praterie considerate idonee (soprattutto pascoli), la idoneità non era completa a causa di problemi di transitabilità dovuti alla presenza di pietre tale da rendere difficile la raccolta con spazzolatrice. In alcune di queste superfici, per le quali è stata stimata una buona potenzialità di produzione di seme, sono ipotizzabili limitati interventi di spietramento.

I tipi di prateria più estesi sono quelli della categoria Festuco-Agrostideto con 231 ha circa. Tra questi presenta superficie particolarmente ampia il tipo con *Anthoxanthum alpinum* (Tab. 1.2.2.3.2). La seconda categoria per estensione sono i Prati pingui con 173 ha abbastanza omogeneamente distribuiti tra i quattro tipi di prato. Seguono i Nardeti e i Poeti con 133 e 116 ha rispettivamente ed infine i Lolio-Cinosureti e i Brometi.

Tipo di prateria da seme	Superficie stimata (ha)	Peso di seme prodotto per m ² (g)	Peso di seme raccogliabile per m ² (g)	Peso totale di seme prodotto (kg)	Peso totale di seme raccogliabile (kg)
Nardeto a dominanza di Nar. str.	35	4.71	1.70	1657	598
Nardeto a Fes. nig. e Ant. alp.	91	3.99	1.25	3647	1141
Nardeto a Fes. nig.	7	4.37	1.78	289	117
Fest.-Agrost. a Nar. str.	12	7.31	1.96	879	236
Fest.-Agrost. ad Ant. alp.	115	9.84	3.03	11276	3475
Fest.-Agrost. a dom. di Agr. cap.	25	4.73	2.21	1182	553
Fest.-Agrost. pingue pascolato	46	10.14	2.75	4686	1273
Fest.-Agrost. pingue tagliato	33	18.29	4.91	6100	1637
Poeto	116	20.63	6.59	23841	7614
Triseteto magro ad Hel. pub.	36	26.82	4.20	9689	1516
Arrenatereto tipico	57	33.18	8.15	19037	4678
Triseteto tipico	31	35.10	10.39	10928	3234
Arrenatereto pingue	48	50.37	17.05	24363	8249
Lolio-Cinosureto	21	23.62	7.39	4992	1561
Brometo	7	14.69	2.72	973	180
Praterie non idonee	103	.	.	.	.
Totale	784	.	.	123540	36062

Tab. 1.2.2.3.2. Stima delle superfici e delle produzioni dei tipi di prateria da seme del Parco Paneveggio Pale di San Martino. Abbreviazioni usate nella tabella: vedi legenda di tab. 1.2.2.2.1; inoltre Fest.-Agrost., Festuco-Agrostideto.

La produzione sementiera totale potenzialmente raccogliabile dei 15 tipi di prateria relativa ai 681 ha considerati idonei ammonta a circa 360 qli (Tab. 1.2.2.3.2), equivalenti nella media ponderata a 5.3 g m⁻². Tali quantità corrispondono a circa il 30% della produzione totale di seme: il restante 70% del seme prodotto risulta non raccogliabile in conseguenza della cascola.

1.3 Tecniche e organizzazione della raccolta di seme di specie native

1.3.1 Tecniche di raccolta del seme

Tra i metodi utilizzabili per raccogliere seme da praterie semi-naturali, quando le superfici da rivegetare sono estese e le aree di raccolta del seme non sono troppo irregolari o pendenti, è possibile adottare la raccolta come erba verde, fieno o con spazzolatrice. Tutte e tre le tecniche hanno pregi e difetti. All'atto della raccolta la prima è la più efficiente perché consente di ottenere seme che sia per quantità che per composizione è molto simile a quello presente nella prateria al momento dell'intervento. Tuttavia, l'erba verde, non potendo essere conservata, va immediatamente portata e distribuita sulla superficie da inerbire. Nelle altre due tecniche le perdite di raccolta sono inevitabili, ma è possibile conservare il materiale di propagazione anche per molto tempo dopo la raccolta.

Allo scopo di verificare l'efficienza di raccolta delle tre tecniche nel caso di vegetazioni erbacee a diversa altezza, nel 2003 sull'Arrenatereto di Pradet e sul Festuco-Agrostideto di Lusìa furono effettuate due prove di raccolta

con schema sperimentale a blocco randomizzato a tre ripetizioni (Scotton et al., 2009).

La raccolta come erba verde fu compiuta su parcelle di 1 x 1 m da cui furono raccolti tutti i fusti fertili presenti. Per la raccolta come fieno, su tre parcelle di 100 m² fu effettuata una fienagione manuale che ebbe luogo con tempo favorevole nel giro di due giorni. Il fieno ottenuto fu pesato e campionato. La raccolta con spazzolatrice fu realizzata con una spazzolatrice con spazzola larga 1.2 m (Prairie Habitats Inc., Argyle, Canada) trainata da veicolo a 4 ruote motrici (Foto 1.3.1.1). Considerata la diversa altezza dei culmi delle graminacee dominanti, 70 – 100 cm a Pradet e 35-65 a Lusìa, la spazzola fu tenuta con asse alto 100 cm e fu fatta girare dal basso verso l'alto nel primo caso mentre nel secondo fu tenuta a 45 cm dal suolo e fatta girare dall'alto verso il basso. In entrambi i casi si procedette con alta velocità di rotazione della spazzola (circa 290 giri al minuto) e con bassa velocità di traino (3 km all'ora). Le tre parcelle di raccolta erano di 100 m² a Pradet e di 400 m² a Lusìa. Il materiale raccolto nel cassone della macchina fu pesato e campionato per determinarne il contenuto di seme. Le raccolte ebbero luogo il 20 e 21 giugno a Pradet e il 31 luglio e 1 agosto a Lusìa.



Foto 1.3.1.1. Spazzolatrice in funzione sul Festuco-Agrostideto di Lusìa.

In laboratorio, nei campioni di erba verde e di fieno furono contati i fusti fertili ed estratto il seme presente diviso specie per specie. Nel caso della spazzolatrice fu estratto il seme presente secondo queste diverse fasi:

- rimozione manuale di fusti e foglie più o meno interi, ottenendo fiorume grossolano;
- tre setacciature successive con setacci a maglie 10 x 10 mm, 5 x 5 mm e 2.5 x 2.5 mm ottenendo fiorume fine, materiale che può essere convenientemente usato negli inerbimenti;

- pulizia manuale con pinzette, lente e microscopio per la rimozione di impurità residue e resti fiorali privi di seme (glumette senza cariosside, glume, frutti vuoti ecc.) ottenendo seme puro.

I principali risultati ottenuti sono i seguenti. A Pradet i pesi totali di seme raccolto con fienagione e con spazzolatrice erano pari rispettivamente al 31 e al 27% dei 13.8 g m⁻² di seme raccolto come erba verde (Tab. 1.3.1.1). Queste quantità corrispondevano rispettivamente a 7000 e a 4300 semi m⁻² ed erano meno del 13% dei più di 58000 semi m⁻² prodotti dal prato al primo ricaccio. A Lusìa l'efficienza di entrambe le tecniche di raccolta era sensibilmente più elevata rispetto a Pradet. Dei 1.25 g m⁻² di seme presente nell'erba verde, con fienagione e con spazzolatrice furono raccolti rispettivamente il 58% e l'81% (Tab. 1.3.1.1). Tali quantità equivalevano rispettivamente a 3500 e a 5700 semi m⁻², meno del 28% dei più di 21000 semi m⁻² prodotti al primo ricaccio. Con la spazzolatrice la quantità di seme puro raccolto, calcolata sulla base della velocità di avanzamento e della larghezza della spazzola, era pari a 11.3 kg per ora a Pradet e a 3.03 kg per ora a Lusìa.

Caratteristica Trattamento		Peso di seme m ⁻² (g)			Peso di seme per fusto fertile (mg)		
		EV	F	SP	EV	F	SP
Pradet	Totale	13.79	4.150	3.76	14.6	5.02	3.9
	Graminacee	11.89	3.83	3.55	13.3	4.7	3.9
	“Altre specie”	1.90	0.33	0.20	36.0	20.4	3.9
Lusìa	Totale	1.25	0.73	1.01	1.88	1.35	1.39
	Graminacee	0.76	0.29	0.52	1.51	0.94	0.96
	“Altre specie”	0.49	0.44	0.49	2.72	1.90	2.63

Tab. 1.3.1.1. Peso del seme raccolto nell'erba verde (EV), nel fieno (F) e con spazzolatrice (SP) nell'Arrenatereto di Pradet e nel Festuco-Agrostideto di Lusìa.

Considerando la quantità di seme raccolto per fusto fertile, a Pradet l'efficienza è mediamente più elevata nella fienagione che con la spazzolatrice (34 contro 27%). Inoltre, essa varia in misura considerevole in funzione del gruppo di specie essendo la fienagione particolarmente efficiente per le “altre specie” verso le quali invece la spazzolatrice è molto poco efficiente. A Lusìa, l'efficienza è poco diversa (72 e 74%) tra fienagione e spazzolatrice e anche tra Graminacee e “Altre specie”.

I miscugli ottenuti presentano un diverso grado di somiglianza rispetto al seme presente nell'erba verde (Fig. 1.3.1.1). A Pradet, il miscuglio da fienagione è più simile all'erba verde rispetto al miscuglio da spazzolatrice, mentre a Lusìa la situazione si inverte.

A Pradet nei campioni analizzati fu ritrovato sotto forma di fusto fertile complessivamente il 75% delle 53 specie costituenti la fitocenosi. Come seme venne ritrovato, invece, complessivamente il 58% delle specie: il 49-51% nell'erba verde e con la fienagione e solo il 30% con la spazzolatrice in cui soprattutto le altre specie erano in numero molto ridotto. A Lusìa, delle 57 specie che costituivano la vegetazione, nei materiali raccolti l'86% fu rinvenuto come fusti fertili e il 54% come seme. A differenza di Pradet,

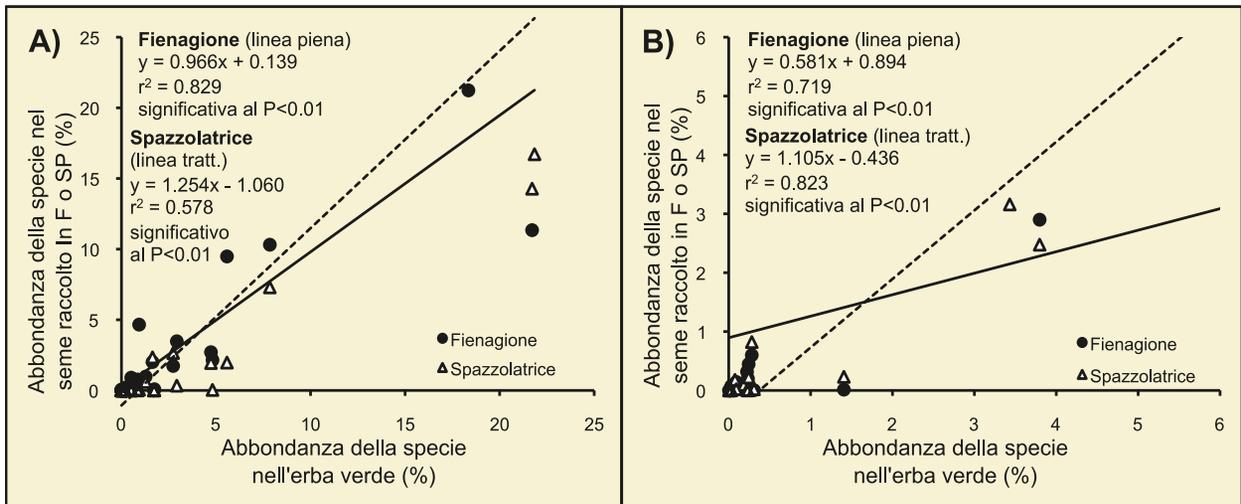


Fig. 1.3.1.1. Relazione tra la composizione dei due miscugli di seme raccolti con fienagione (F) o con spazzolatrice (SP) e il seme presente nell'erba verde nell'Arrenatereto di Pradet (A) e nel Festuco-Agrostideto di Lusia (B). I valori sono le percentuali, riferite al peso del seme, delle singole specie. Dalle figure sono escluse *Holcus lanatus* e *Agrostis capillaris*.

con la spazzolatrice fu raccolto come seme lo stesso numero di specie che con la fienagione.

Da una valutazione complessiva risulta che nella media delle due prove l'efficienza della fienagione è simile a quella della spazzolatrice (poco più del 50%). Tuttavia, l'efficienza della prima tecnica varia meno tra i due prati (34% a Pradet e 72% a Lusia) che quella della spazzolatrice (26% a Pradet e 74% a Lusia). Inoltre, con la fienagione si ottiene su entrambi i prati un miscuglio di seme simile a quello presente nell'erba verde, mentre con la spazzolatrice la somiglianza è elevata a Lusia ma molto meno a Pradet.

Questi risultati dipendono dal fatto che nella raccolta come fieno tutta (o quasi tutta) la fitomassa aerea presente nel prato viene tagliata per essere essiccata e quindi tutte le specie presenti possono comparire come seme nell'erba asportata. D'altro canto, operando con la spazzolatrice lo strato di erba interessato dall'asporto di seme cambia a seconda dell'altezza della spazzola che di solito è l'altezza alla quale si situa la maggior parte delle infiorescenze (100 cm a Pradet e 45 cm a Lusia). Pertanto, a Lusia (alta efficienza) erano asportabili dalla spazzola pressoché tutti i frutti e i semi presenti, mentre a Pradet (minore efficienza) lo erano solo quelli posti sopra i 70-80 cm.

Riguardo alle singole specie, nella fienagione hanno mostrato buona capacità di trattenuta del seme *Helictotrichon pubescens*, *Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* e *Lolium perenne*. Nella prima specie, la cariosside si stacca facilmente dall'infiorescenza, ma la lunga arista ripiegata le consente di rimanere attaccata al fieno. Riguardo a *Dactylis glomerata*, almeno inizialmente i fiori contenenti la cariosside si staccano difficilmente dalla spighetta. In *Holcus lanatus* la spighetta rimane lungamente attaccata all'infiorescenza. Inoltre per tale specie come nel caso di *Agrostis capillaris*, il singolo fiore, anche se staccato dalla rachilla, rimane rinchiuso più o meno

a lungo dentro le glume. Infine, in *L. perenne* i singoli fiori con cariosside si disarticolano difficilmente dalla spighetta.

Anthoxanthum odoratum, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens* e *Rhinanthus freynii* lasciano cadere al suolo gran parte del seme prima della raccolta. Nella prima specie ciò avviene perché si tratta di una specie precoce, nelle altre tre, invece, perché lasciano cadere molto facilmente il seme maturo. *Festuca rubra* e *Festuca nigrescens* presentano un comportamento intermedio. Le cariossidi mature si staccano dalla spighetta abbastanza facilmente, ma non tanto come in *Arrhenatherum elatius* e *Trisetum flavescens*.

Riguardo alla spazzolatrice, oltre che dalla quantità di erba interessata dalla spazzolatura, l'efficienza della raccolta è fortemente influenzata anche da un altro importante aspetto. L'osservazione della macchina ha evidenziato che nella cotica bassa di Lusìa la spazzola, fatta ruotare dall'alto verso il basso, catturava l'erba che le stava di fronte, la tirava indietro verso il basso appoggiandola per breve tempo sull'asse orizzontale posto sotto di essa parallelamente al suolo. In questo modo, l'erba poteva essere spazzolata energicamente e il seme, separato dai fusti fertili, anziché cadere a terra, era intercettato dall'asse, da cui era poi portato verso il cassone dalla spazzola stessa. Nel caso, invece, di rotazione della spazzola dal basso verso l'alto come nella cotica alta di Pradet, l'erba veniva ripiegata in avanti dalla spazzola in avanzamento. Poiché, tuttavia, davanti alla spazzola non esiste un'asse su cui l'erba possa venire appoggiata, la separazione dei semi e dei frutti dai fusti fertili avveniva molto meno efficacemente e molto del seme staccato veniva lanciato in avanti anziché essere risucchiato indietro verso il cassone. Queste osservazioni spiegano perché sulla cotica di bassa taglia di Lusìa la spazzolatura fu più efficace e il miscuglio ottenuto più simile all'erba verde rispetto al prato con erba alta di Pradet.

Anche le caratteristiche peculiari delle singole specie e, in particolare, la facilità di distacco dei semi dal fusto e del loro convogliamento verso il cassone, influenzano l'efficienza della spazzolatura. Ciò vale soprattutto nel caso di rotazione dal basso verso l'alto su cotiche alte. A Pradet le cariossidi di specie ad alta taglia quali *Holcus lanatus* e *Dactylis glomerata* venivano poco facilmente staccate dal culmo mentre quelle di *Arrhenatherum elatius* e *Trisetum flavescens*, anche se facilmente staccate, venivano poco efficacemente indirizzate verso il cassone. L'efficienza di raccolta era, invece, alta per *Helictotrichon pubescens*: le sue cariossidi, facilmente staccate dall'infiorescenza, si attaccavano alle setole della spazzola tramite la lunga arista piegata ed erano intercettate dalla corrente d'aria creata dalla spazzola.

1.3.2 Organizzazione della raccolta e dell'impiego del seme

La conoscenza del territorio acquisita nel corso degli anni di sperimentazione e le discussioni effettuate con i soggetti interessati consentono di ipotizzare tre possibili modalità di organizzazione della raccolta e dell'impiego del seme: la raccolta diretta con spazzolatrice, la trebbiatura di fieno e il recupero di fiorume dai fienili della zona.

Tutte e tre le opzioni dovrebbero prevedere una fase preventiva di verifica, effettuata dal parco, relativa all' idoneità delle praterie interessate a costituire una fonte di seme di specie native. In particolare, le superfici dovrebbero essere caratterizzate da composizione floristica non alterata per la presenza di specie alloctone, non derivata da risemina con miscugli commerciali e non compromessa dalla presenza di specie infestanti, anche se native, e di cui non sia opportuna la propagazione.

a. Raccolta diretta con spazzolatrice

Anche se sono stati individuati possibili miglioramenti, l'impiego della spazzolatrice testata nelle prove di raccolta ha dato esito soddisfacente soprattutto sulle praterie ad erba bassa. Si può, pertanto, prevedere sia l'acquisto della medesima macchina testata o di una macchina simile, sia la costruzione di un nuovo modello della stessa che tenga conto e superi le difficoltà incontrate. Le caratteristiche del modello migliorato sono le seguenti:

- possibilità di montaggio su trattore in posizione frontale anteriore oltre che di traino laterale posteriore;
- dotazione di un meccanismo di elevamento automatico della spazzola nel caso di incontro di ostacoli imprevisti.

La spazzolatura presenta il vantaggio di consentire un facile controllo della composizione floristica del seme raccolto che evidentemente corrisponde a quella del prato interessato dalla raccolta. In questo modo, l'uso successivo del seme può avvenire in base alle esigenze di adattamento tra composizione del miscuglio e stazione da rivegetare.

La raccolta potrebbe essere effettuata:

- a. su praterie ancora utilizzate e poste entro il parco il cui utilizzo viene già attualmente incentivato dal medesimo con obiettivi di mantenimento dei prati e del paesaggio. Al riguardo, il parco potrebbe porre come vincolo alla corresponsione del contributo la concessione da parte del possessore della prateria dell' autorizzazione al passaggio con spazzolatrice prima dell' esecuzione del taglio di mantenimento. Eventualmente potrebbe essere prevista un' integrazione del contributo per il risarcimento dei danni dovuti al passaggio della spazzolatrice. Affinché la raccolta possa avvenire su prati con buona produzione di seme, il parco potrebbe anche indicare al possessore un' epoca prima della quale non sia consentito effettuare il taglio;
- b. su praterie ancora utilizzate e poste entro o fuori del parco ma il cui utilizzo non sia già finanziariamente sostenuto dal parco stesso. In questo caso, il parco potrebbe richiedere l' autorizzazione ad eseguire un passaggio di raccolta del seme dietro corresponsione di una congrua remunerazione. Ciò potrebbe essere effettuato anche con praterie poste fuori parco giustificando l' impegno finanziario con l' uso dentro parco del seme raccolto;
- c. su praterie abbandonate e poste sia dentro sia fuori parco ma caratterizzate da composizione floristica ancora tale da poter risultare utili per il reperimento di seme di specie erbacee native. Eventualmente, con lo scopo di evitare soprattutto un' eccessiva crescita degli arbusti che com-

prometterebbe la possibilità di impiego della spazzolatrice, su praterie di pregio particolare, il parco stesso potrebbe effettuare il taglio con asporto dell'erba tagliata anche solo ogni 2-3 anni.

b. Trebbiatura di fieno

Con una trebbiatrice trainabile, il parco potrebbe prevedere il reperimento di seme da fieno sfuso sia sul prato sia sul piazzale dell'azienda agricola. Anche questa tecnica consente di conoscere la composizione floristica del seme raccolto.

L'intervento sul prato appare più facilmente realizzabile nel caso di prati mantenuti a solo scopo paesaggistico e il cui prodotto venga eliminato in loco. Prima dello smaltimento, il fieno ottenuto potrebbe essere trebbiato.

La trebbiatura sul piazzale dell'azienda agricola risulta possibile soprattutto nel caso di raccolta del prodotto come fieno sfuso (non imballato). Appena dopo lo scarico e prima del suo immagazzinamento, il fieno potrebbe essere trebbiato ad opera di personale del parco. Il fieno uscito dalla trebbiatrice potrebbe essere convogliato direttamente al fienile.

c. Recupero di fiorume da fienili della zona

Questa terza via potrebbe essere attuata facendo riferimento ad aziende poste sia entro sia fuori parco che immagazzinano ancora il fieno in modo sfuso. Previo accordo, il parco potrebbe distribuire a tali aziende sacchi contrassegnati con il proprio marchio che, ad esaurimento del fieno immagazzinato nel fienile, gli allevatori potrebbero riempire del fiorume residuo. I sacchi potrebbero, poi, essere raccolti dal parco stesso. Il fiorume dovrebbe essere recuperato nella primavera di tutti gli anni in modo da evitare l'invecchiamento e la conseguente perdita di germinabilità del seme. La cessione del fiorume e la prestazione fornita dall'azienda potrebbero essere remunerate dal parco in modo adeguato. Il difetto di questo metodo è che la composizione floristica del seme raccolto costituisce una sorta di media di quella di tutti i prati aziendali e quindi l'impiego successivo del seme può essere più o meno idoneo alle varie situazioni ambientali ma mai particolarmente idoneo a nessuna di esse.

L'utilizzo nell'ambito del parco del seme di specie native ottenuto da praterie permanenti potrebbe essere organizzato in due modi:

- il parco potrebbe direttamente raccogliere, trattare e vendere il seme di specie native dotandosi di spazzolatrice, trebbiatrice e attrezzature e locali idonei al trattamento e immagazzinamento del seme (macchina pulitrice, locali di essiccazione, celle frigorifere per la conservazione). A congruo prezzo, il seme ottenuto potrebbe essere messo a disposizione dei soggetti coinvolti negli inerbimenti;
- contemporaneamente o in alternativa a quanto sopra, ditte private potrebbero essere incentivate a realizzare il medesimo tipo di attività. In questo caso, il parco dovrebbe mantenere la competenza relativamente al controllo delle praterie di raccolta e della qualità del seme ottenuto.

1.4 Tecniche di rivegetazione con specie native

1.4.1 Obiettivi della sperimentazione

Le analisi effettuate relativamente alla produzione di seme delle praterie semi-naturali indicano che tali praterie hanno produzioni di seme sensibilmente più limitate rispetto alle coltivazioni specializzate. Inoltre, a causa della differenziazione dei ritmi di maturazione del seme delle numerose specie costituenti la prateria, anche le perdite di seme per cascola sono più elevate.

Da questi risultati deriva che nei ripristini ambientali realizzati su ampia scala con seme prelevato da praterie semi-naturali non possono essere impiegate le stesse dosi di seme consigliate quando si opera con seme commerciale ottenuto da colture specializzate, di solito superiori ai 20 g m⁻². Infatti, per rivegetare la superficie di un ettaro sarebbe necessaria, nel caso più favorevole dell'Arrenatereto, una superficie almeno pari con raccolta come erba verde e, nel caso peggiore, del Festuco-Agrostideto più di 20 ha raccolti come fieno o con spazzolatrice.

Sulla base di queste considerazioni è apparso importante verificare se un inerbimento effettuato con specie native può avere esito positivo anche adottando dosi di seme molto inferiori a quelle normalmente impiegate nei ripristini ambientali e se sussistano tecniche idonee a favorire l'insediamento della vegetazione e il raggiungimento della piena copertura vegetale anche nel caso di basse dosi di semina.

1.4.2 Caratteristiche degli inerbimenti sperimentali

L'attività sperimentale realizzata per raggiungere i due principali obiettivi sopra indicati consiste di sei prove parcellari effettuate in diverse condizioni stazionali (Tab. 1.4.2.1). Sulla frana Colladina, posta a 850 m s.l.m., è stata sperimentata la capacità di insediamento in una situazione ambientale favorevole sia per il clima caldo e piovoso e la lunga stagione vegetativa, sia per le caratteristiche del suolo che è relativamente profondo, ha reazione quasi neutra ed è ricco di elementi nutritivi. Gli altri cinque inerbimenti, invece, sono rappresentativi di situazioni ambientali più difficili. In particolare l'inerbimento della scarpata stradale Lusìa fu compiuto su pendenze elevate, mentre i tre localizzati sulla pista da sci Tognola sono posti al limite superiore della vegetazione arborea e presentano suolo fortemente acido.

Inerbimento (numero di identificazione)	Quota (m s.l.m.)	Pendenza (%)	Espo- sizione	Substrato geologico	Rea- zione	Suolo				
						Contenuto % di *				
						Carbo- nati	Sche- letro	Sab- bia	Limo	Argil- la
Frana Colladina (5)	750	40	S	depositi morenici	6.2	0.5	65.1	60.6	30.0	9.4
Campo Le Cune (3)	1870	5	SO	depositi morenici	6.6	0.1	28.8	85.3	9.7	5.0
Scarpata Lusìa (4)	1960	70	SSO	form. a bellerophon	7.2	8.3	53.1	50.5	35.0	14.5
Tognola (1)	2090	25	S	filladi quarzifere	4.9	0.1	65.3	62.4	30.4	7.2
Tognola (2)	2125	25	S	filladi quarzifere	4.8	0.1	62.8	67.5	25.3	7.2
Tognola (6)	2105	25	S	filladi quarzifere	4.7	0.1	69.3	67.4	27.9	4.6

Tab. 1.4.2.1. Caratteristiche stazionali delle aree di esecuzione degli inerbimenti sperimentali.

* Sul totale del suolo nel caso dei carbonati e sulla terra fine nel caso di sabbia, limo ed argilla.

I trattamenti sperimentali adottati prevedevano l'impiego di diverse dosi e tecniche di semina con materiale di propagazione nativo o commerciale e diverse modalità di post-trattamento finalizzate all'accelerazione del raggiungimento della piena copertura (Tab. 1.4.2.2).

Inerbimento (n. di identificazione)	Tecnica (1) e dose di semina (g m ⁻²)										Provenienza e anno di raccolta del seme (2)	Data di semina	Post-tratta- mento (3)
	SP	SP	SP	SP	F	EV	FIP	SIP	ns	sc			
Frana Colladina (5)	1.9	3.8	7.5	11.3	4.4	-	-	3.8	si	5.5 e 30	Ar. Pradet 2003	1/9/03	N,CC
Campo Le Cune (3)	-	-	-	-	1.7	2.5	-	-	si	30	F.-A. 3 Lusìa 2002	23/8/02	N,CC,PP,CCPP
Scarpata Lusìa (4)	2.7	-	-	-	-	-	2.3	2.7	-	-	F.-A. 1 e 2 Lusìa 2003	8/8/03	N,CC
Tognola (1)	2.5	-	-	-	1.0	1.5	-	-	-	-	F.-A. 1 Lusìa 2002	21/8/02	N,CC,CP,CT
Tognola (2)	-	-	-	-	0.8	1.2	-	-	si	30	F.-A. 2 Lusìa 2002	21/8/02	N,CC,CP,CT
Tognola (6)	1.3	2.5	3.8	-	-	-	-	-	-	-	F.-A. 1 e 2 Lusìa 2003	25/8/04	N,CC

Tab. 1.4.2.2. Trattamenti e altre caratteristiche degli inerbimenti sperimentali.

Legenda.

- (1) Tecnica e dose di semina: SP, semina a spaglio di fiorume raccolto con spazzolatrice su prateria semi- naturale e pacciamatura con paglia; F e EV, distribuzione di fieno e di erba verde raccolti da prateria semi- naturale; FIP e SIP, idrosemina di fieno e di fiorume raccolto con spazzolatrice ottenuti da prateria semi- naturale e pacciamatura con paglia; ns e sc, non seminato e semina con seme commerciale e pacciamatura con paglia;
- (2) Provenienza del seme: Ar., Arrenatereto; F.-A., Festuco-Agrostideto.
- (3) Post-trattamento: N, Nessun post-trattamento; CC, concimazione continuata (tutti gli anni); PP, pacciamatura l'anno dopo la semina; CCPP, CC+PP; CP, Concimazione precoce (nei due anni dopo la semina); CT concimazione tardiva (negli anni 4 e 5 dopo la semina).

I materiali di propagazione erano l'erba verde, il fieno e il fiorume fine raccolto con spazzolatrice dalle due praterie semi-naturali interessate dalle prove di raccolta, l'Arrenatereto di Pradet e il Festuco-Agrostideto di Lusìa. A questi materiali furono aggiunti in alcuni casi il seme commerciale e l'assenza di semina (testimone). Le dosi impiegate per il materiale di propagazione variavano tra 0.7 e 11.3 g m⁻² nel caso di quello proveniente da praterie semi-naturali e tra 5.5 e 30 g m⁻² nel caso del seme commerciale. Quasi sempre negli inerbimenti erano posti a confronto diversi materiali di propagazione. In tale confronto il rapporto "area di raccolta del seme : area di semina" veniva per lo più mantenuto costante. Siccome raccolte effettuate con diverse tecniche presentano di norma anche diverse efficienze (vedi risultati della prova di raccolta), ciò comportava anche dosi diverse di seme. Nell'inerbimento della frana Colladina e di Tognola 6 il confronto fu effettuato anche tra diverse dosi di seme raccolto con spazzolatrice. Sulla frana Colladina, a Campo Le Cune e sull'inerbimento di Tognola 2 furono considerati anche l'inerbimento con seme commerciale e la "nessuna semina". Tutti questi trattamenti di semina prevedevano anche la pacciamatura. Nel caso dell'erba verde e del fieno essa coincideva con la distribuzione di tali materiali, mentre in tutti gli altri casi fu realizzata con la stesura di paglia (500 g m⁻²).

I post-trattamenti considerati, attuati dal primo anno dopo la semina, furono la post-concimazione e la post-pacciamatura. Con la prima tecnica si intendeva verificare se fosse possibile favorire l'insediamento di un maggior numero di piante o accelerare l'aumento di dimensione delle piante insediate e, con ciò, anche il raggiungimento di una buona copertura antierosiva. Ciò consentirebbe di ovviare al problema del minore numero di piante ottenuto in conseguenza della bassa densità di semina. Con la post-pacciamatura

si voleva, invece, verificare se essa potesse sostituire con la sua capacità antierosiva la possibile minore efficacia della ridotta copertura dovuta al minore numero di piante.

I post-trattamenti di concimazione attuati furono la nessuna concimazione, la concimazione continuata (tutti gli anni), la concimazione precoce (nei primi due anni dopo quello di semina) e la concimazione tardiva (negli anni 4 e 5 dopo la semina). La concimazione venne effettuata con 30-60 kg ha⁻¹ anno⁻¹ di N, P₂O₅ e K₂O. Indipendentemente dal post-trattamento, analoghi quantitativi di elementi fertilizzanti vennero distribuiti anche nell'anno di semina. Il post-trattamento di pacciamatura fu adottato solo sulla prova di Campo Le Cune. Negli altri casi, vi si rinunciò in quanto la copertura vegetale era pressoché completa già un anno dopo la semina (frana Colladina) oppure perché un anno dopo la semina il materiale pacciamante inizialmente distribuito non era ancora degradato (inerbimenti di alta quota del Tognola).

I rilievi sperimentali furono effettuati a tre livelli: sull'intera parcella, su sub-parcelle di 1 x 1 m e su singole piante. Nel primo caso vennero determinate le quote di suolo non copribile nel breve periodo (pietre di diametro superiore ai 5 cm), copribile nel breve periodo (terra fine e pietre di diametro inferiore ai 5 cm), coperto da vegetazione e coperto da materiale pacciamante (paglia, fieno o erba). Sulle sub-parcelle furono determinate, oltre alle caratteristiche di cui sopra, anche il numero di piante presenti. Infine, su singole piante appartenenti alle 2-3 graminacee principali dell'inerbimento, furono contati il diametro basale del cespo e il numero di accestimenti.

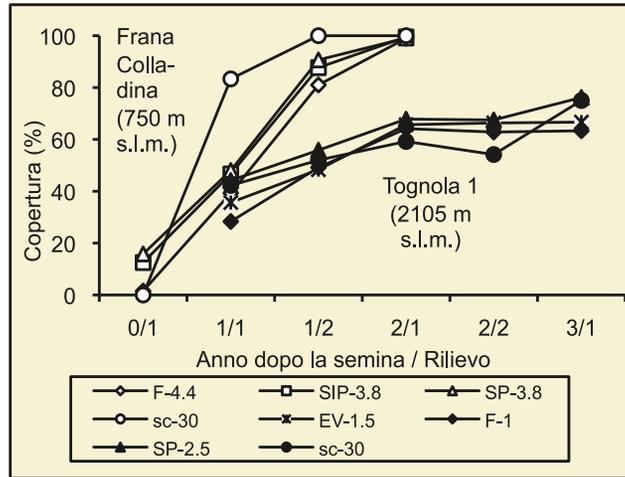
1.4.3 I risultati ottenuti

a. Effetti della modalità di semina e del post-trattamento sulla copertura vegetale

Sia a bassa che ad alta quota, i sistemi di inerimento basati sull'impiego di materiale di propagazione nativo hanno dato esito paragonabile a quello ottenuto con seme commerciale. A bassa quota una copertura vegetale superiore all'80% può essere ottenuta già alla fine del primo anno dopo la semina (Fig. 1.4.3.1). Ad alta quota la realizzazione di una copertura densa è più lenta: la vegetazione copre il suolo per il 50% dopo un anno, per il 60% dopo due anni e per il 70% dopo tre anni. In questo caso, tuttavia, poiché il 15% circa della superficie del suolo è occupata da pietre di dimensioni abbastanza grosse (diametro maggiore di 5 cm) non colonizzabili dalle piante nel breve e medio periodo, al terzo anno la copertura vegetale ottenuta interessa in effetti circa l'85% della superficie effettivamente copribile.

Tra i diversi sistemi di semina impiegati, erba verde, fieno e seme da spazzolatrice, non sembrano esservi differenze né relativamente al livello di copertura ottenuto né riguardo al modo in cui essa incrementa nel tempo. Tuttavia, a bassa quota, l'impiego di seme commerciale consegue una copertura elevata, superiore all'80%, già nell'epoca primaverile del primo anno dopo la semina. In ogni caso, il controllo dell'erosione è risultato efficace con tutti i sistemi impiegati. Infatti, in quasi nessuna delle situazioni analizzate sono stati osservati segni di erosione superficiale nella forma di canalicoli scavati dall'acqua. Al riguardo, sembra che sulle pendenze con-

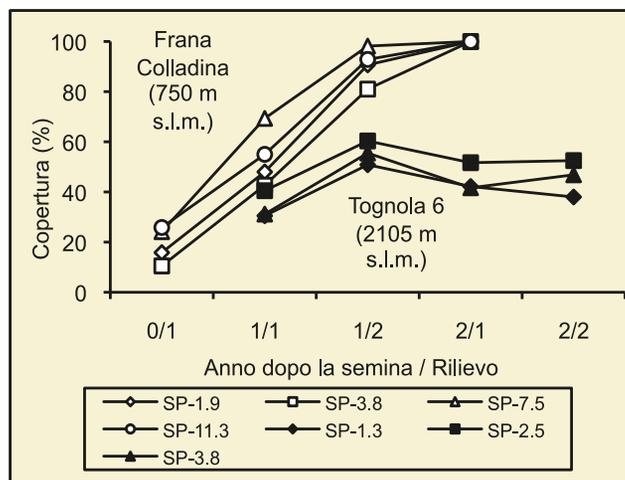
Fig. 1.4.3.1. Evoluzione della copertura vegetale sugli inerbimenti della frana Colladina e di Tognola effettuati con diversi metodi di semina. Il significato dei codici dei metodi EV, F, SIP, SP e sc è riportato in tabella 1.4.2.2. Il numero dopo il trattino indica la dose di semina (in $g\ m^{-2}$).



siderate, coperture della vegetazione superiori al 60% siano sufficienti per conseguire tale effetto. Solo nella prova Tognola 6 all'inizio dell'estate del 2006 (secondo anno dopo la semina), quando la copertura della vegetazione variava tra il 40 e il 50%, erano presenti segni di erosione che interessavano in media il 20% della superficie.

La maggiore densità di semina presenta un certo effetto (Fig. 1.4.3.2). Tuttavia, nonostante che le dosi impiegate siano molto basse, tale effetto non è proporzionale alla quantità di seme effettivamente seminato. Inoltre, tale effetto si riduce proporzionalmente nel tempo. Sulla frana Colladina la copertura vegetale ottenuta con la dose inferiore di seme da spazzolatrice ($1.9\ g\ m^{-2}$) varia tra il 60 e il 100% di quella ottenuta con una dose di seme sei volte più alta ($11.3\ g\ m^{-2}$). Inoltre, la differenza di copertura, relativamente elevata nel primo anno dopo la semina, diviene poi sempre minore fino ad annullarsi già alla fine del secondo anno. Sulla prova Tognola 6, la dose di semina più bassa era pari a un terzo di quella più elevata ma nel corso dei due anni di rilievo presentava una copertura inferiore solo del 20%.

Fig. 1.4.3.2. Evoluzione della copertura vegetale sugli inerbimenti della frana Colladina e di Tognola effettuati con diverse dosi di semina. SP indica seme da spazzolatrice. Il numero dopo il trattino indica la dose di semina in $g\ m^{-2}$.



Rispetto a quello della dose di semina, l'effetto della post-concimazione risulta limitato a bassa quota ma nettamente più elevato ad alta quota. Sulla frana Colladina, i trattamenti non post-concimati incrementano la copertura del suolo altrettanto velocemente di quelli post-concimati (Fig. 1.4.3.3). Nella prova Tognola 1, invece, le coperture dei due tipi di trattamento sono inizialmente simili, ma si differenziano poi in modo molto consistente. La post-concimazione consente di velocizzare il raggiungimento di una copertura elevata che al terzo anno dopo la semina è pari all'80%, il 20% in più rispetto all'assenza di post-concimazione.

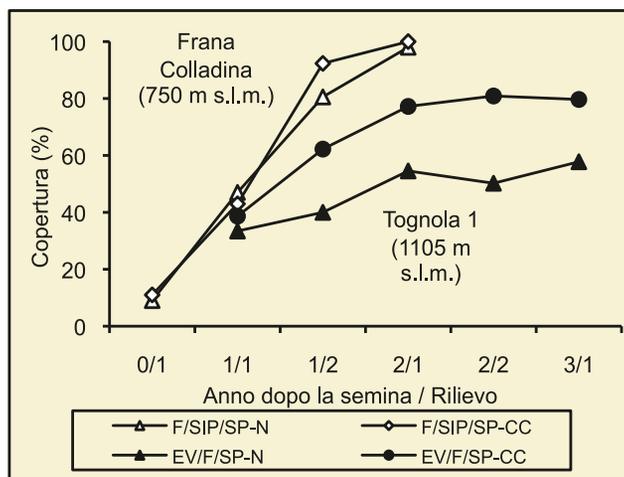


Fig. 1.4.3.3. Evoluzione della copertura vegetale sugli inerbimenti della frana Colladina e di Tognola effettuati con diversi metodi di semina. Il significato dei codici EV, F, SIP, SP ed sc è riportato in tabella 1.4.2.2. N e CC indicano non post-concimato e post-concimazione continuata.

Le specie che più contribuiscono alla copertura vegetale sono in tutti i casi le graminacee la cui quota è sempre maggiore del 90%. Nel tempo, tuttavia, le specie delle altre famiglie tendono ad incrementare il loro contributo che passa da valori iniziali prossimi a 0 ad abbondanze intorno al 2-8%. Inoltre, nei trattamenti non post-concimati, quest'ultimo gruppo presenta un contributo sempre più elevato, variabile tra il 6 e l'8%, rispetto al 2-4% dei trattamenti post-concimati.

b. Evoluzione del numero di piante

I rilievi effettuati sull'evoluzione della copertura vegetale lasciano aperte diverse domande soprattutto relativamente al modo in cui dosi di semina molto basse possono conseguire risultati molto simili o solo di poco inferiori a dosi di semina molto più elevate. Tale risultato viene in buona parte spiegato dalle analisi relative all'evoluzione del numero di piante.

L'influenza della concimazione sulla caratteristica è variabile in relazione alla quota (Fig. 1.4.3.4). Sulla frana Colladina, nei due anni successivi alla semina il numero di piante varia tra 160 e 270. Ad una fase iniziale in cui tale parametro è simile nelle due concimazioni segue una fase in cui in caso di concimazione esso si riduce più sensibilmente che in assenza di concimazione. Questo risultato è dovuto al fatto che l'incremento di dimensione delle piante provocato dalla concimazione determina anche una maggiore

competizione per la luce che, combinata con l'alta statura delle piante e con la completa copertura del suolo velocemente raggiunta, provoca la morte degli individui di dimensione più ridotta. Sul Tognola, dove una copertura completa non viene raggiunta nemmeno al terzo anno dopo la semina e le dimensioni delle piante sono limitate sia per la minore fertilità della stazione sia per la presenza di pascolamento, il numero di piante delle diverse modalità di concimazione non varia molto durante tutto il periodo di rilievo attestandosi inizialmente intorno alle 95 piante, poi intorno alle 150 e infine intorno alle 110. Nel complesso, dunque, la concimazione ha un'influenza limitata. Essa, infatti, non sembra influire sul numero di piante che si insediano, mentre rispetto all'assenza di concimazione può determinarne successivamente una riduzione nel caso in cui la copertura sia completa e la dimensione delle piante elevata.

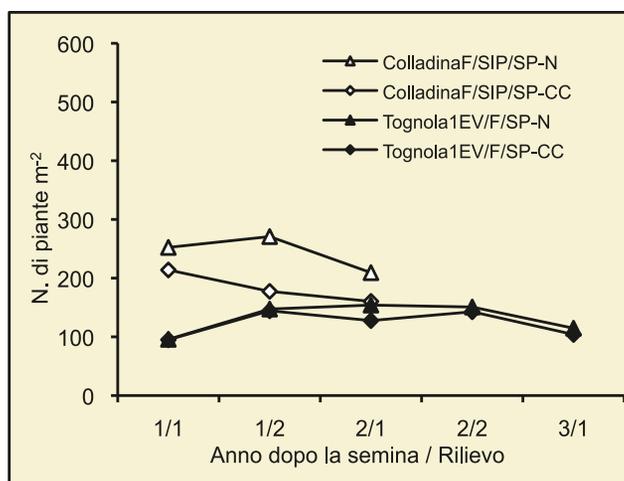


Fig. 1.4.3.4. Evoluzione della densità di piante sugli inerbimenti della frana Colladina e Tognola effettuati con diversi metodi di semina e concimati oppure no. Il significato dei codici EV, F, SIP, SP, sc, N e CC è riportato in tabella 1.4.2.2.

Contrariamente alle attese, anche la diversa dose di semina impiegata sembra avere un effetto ridotto sul numero di piante insediate (Fig. 1.4.3.5). Sulla frana Colladina un aumento del 600% della dose di seme da spazzolatrice (11.3 anziché 1.9 g m⁻²) determina inizialmente un incremento del numero di piante pari a solo il 70% ma tale diversità è limitata al primo rilievo. Nel caso del seme commerciale impiegato alla dose di 30 g m⁻² l'evoluzione è molto diversa: inizialmente si insediano quasi 600 piante m⁻² che poi però si riducono a poco più di 100. Tale andamento è determinato dalla presenza di una buona quota di seme di Loiessa che, com'è noto, presenta alta capacità germinativa e di insediamento ma scarsa persistenza. Nella prova Tognola 6 il risultato è simile a quello ottenuto sulla frana Colladina con seme da spazzolatrice: una dose di semina tripla consegue un incremento iniziale del numero di piante pari a solo il 17% e successivamente tale differenza si annulla.

In certe situazioni, anche la diversa tecnica di semina può sortire un effetto simile (Fig. 1.4.3.6). Sulla scarpata Lusia, caratterizzata da elevata pendenza (70%), l'idrosemina pacciamata di seme da spazzolatrice determina l'insediamento di un numero di piante dell'80% più elevato rispetto alla semina

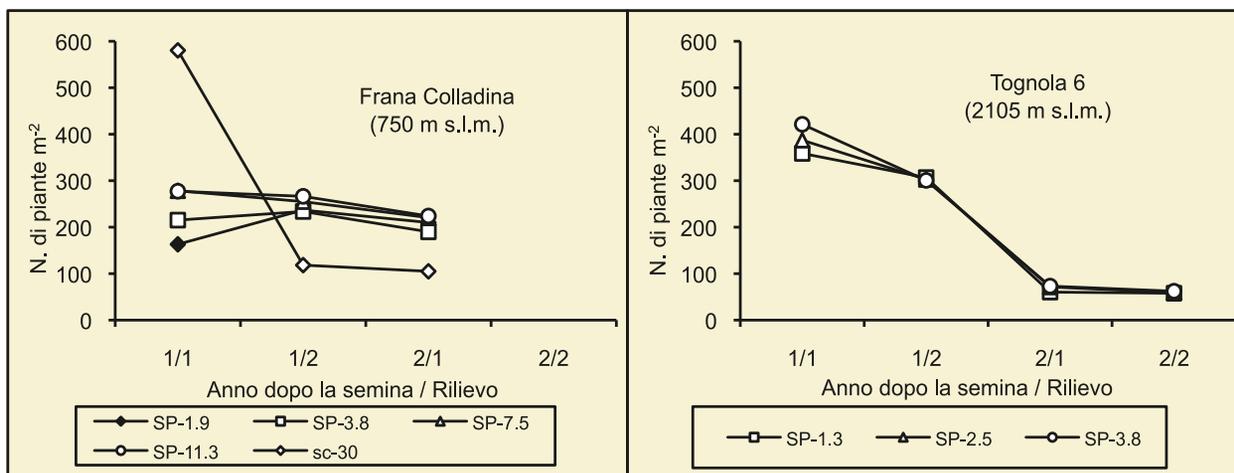


Fig. 1.4.3.5. Evoluzione della densità di piante sugli inerbimenti della frana Colladina e Tognola effettuati con diverse dosi di semina. SP indica seme da spazzolatrice. Il numero dopo il trattino indica la dose di semina in g m⁻².

semplice pacciamata. Anche in questa situazione la successiva riduzione della densità di piante è più intensa nel primo caso che nel secondo. Tale effetto della tecnica di semina non è invece riscontrabile sulla frana Colladina dove la pendenza è molto meno elevata (40%). L'effetto collante dell'idrosemina che consente di far aderire i semi al suolo è dunque particolarmente efficace nelle stazioni molto pendenti dove, nonostante la pacciamatura, molti semi possono cadere verso il basso già al momento della loro distribuzione.

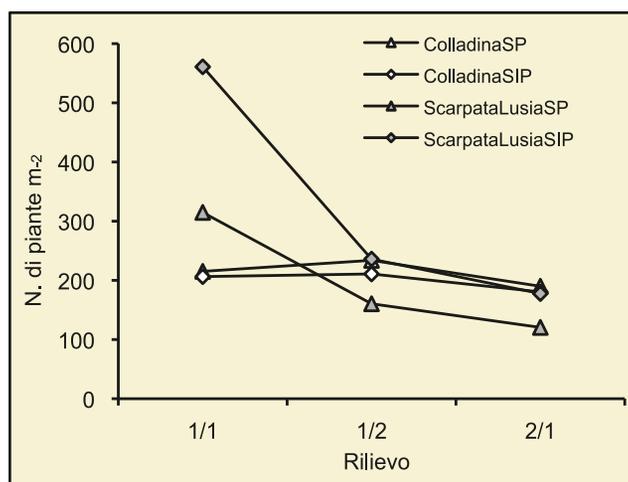


Fig. 1.4.3.6. Evoluzione della densità di piante sugli inerbimenti della frana Colladina e Tognola effettuati con diversi metodi di semina. Il significato dei codici dei metodi SIP ed SP è riportato in tabella 1.4.2.2.

Esprese in numero di semi m⁻² le dosi di seme da spazzolatrice impiegate sulla frana Colladina e sul Tognola variavano tra 2100 e 13000 nel primo caso e tra 7100 e 21400 nel secondo. Anche le più basse di queste dosi erano più che sufficienti per conseguire le densità massime di piante registrate nei due inerbimenti che, come sopra evidenziato, variavano poco in conseguenza di densità di semina anche molto diverse. Da questi risultati si può dedurre

che, a parità di tipo di seme impiegato, il numero di piante che si insediano dipende per lo più da fattori diversi dalla dose di semina i quali agiscono in modo simile su tutti i trattamenti. Tali fattori non possono essere che quelli stazionali (caratteristiche del suolo) e quelli meteorologici.

A tali considerazioni si giunge anche valutando l'evoluzione della densità di piante registrata nelle varie prove di inerbimento seminate nei diversi anni (Fig. 1.4.3.7). Al riguardo, i tipi di andamento che si riscontrano sono due. Il primo riguarda i tre inerbimenti di alta quota seminati nel 2002 (Campo Le Cune, Tognola 1 e 2) e l'inerbimento della Colladina ed è caratterizzato da una variazione della densità di piante abbastanza limitata anche se vi si osserva un incremento iniziale e un successivo decremento. Il secondo tipo di andamento riguarda gli inerbimenti di alta quota seminati nel 2003 e nel 2004 (Scarpata Lusia e Tognola 6) e si caratterizza per l'insediamento iniziale di un elevato numero di piante seguito da una grande riduzione della densità, più intensa sulla prova Tognola 6 che sulla scarpata Lusia. Si osserva che i tre inerbimenti di Tognola 1 e 2 e di Tognola 6, compiuti nella stessa stazione e nella stessa epoca (seconda metà di agosto) ma in anni diversi, presentano diverso andamento della densità di piante. Al contrario, gli inerbimenti di Tognola 1 e 2 e di Campo Le Cune, compiuti nello stesso anno, nella stessa epoca e in località vicine, presentano andamento analogo anche se non effettuati nella medesima stazione. Questi risultati sono quasi certamente da attribuire alla variabilità degli andamenti termo-pluviometrici successivi alla semina che possono o meno favorire la germinazione dei semi e l'insediamento delle giovani plantule. Tuttavia, la frequenza temporale dei rilievi compiuti non è tale da consentire una comprensione dettagliata delle cause meteorologiche determinanti per ciascun andamento registrato.

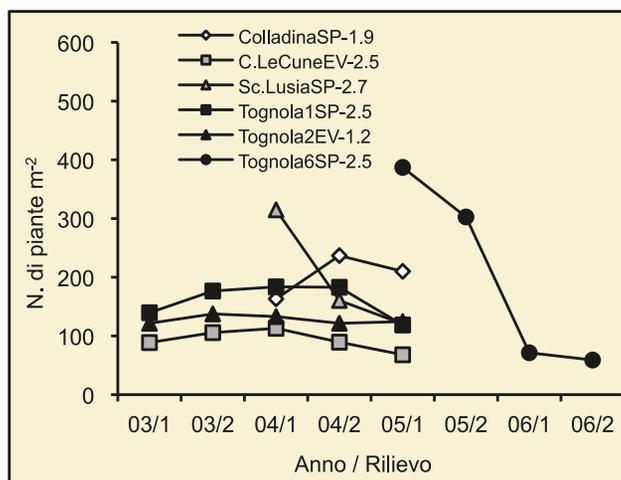


Fig. 1.4.3.7. Evoluzione della densità di piante su inerbimenti effettuati in diversi anni e in diverse località con seme da spazzolatrice (SP) o da erba verde (EV). Il numero dopo il trattino indica la dose di semina in $g\ m^{-2}$.

Alle dosi di seme impiegate, le densità di piante ottenute sembrano dunque dipendere molto più dal numero di situazioni microstazionali e meteorologiche favorevoli alla germinazione e all'insediamento delle plantule che dal numero di semi distribuiti e in ogni caso le più basse tra le dosi di semina adottate

(2000 semi m⁻² a bassa quota e 3300 semi m⁻² ad alta quota, corrispondenti rispettivamente a 1.9 e 0.8 g m⁻²) appaiono comunque in grado di produrre la densità di piante necessaria per un'evoluzione positiva dell'inerbimento.

c. Effetti della modalità di semina e del post-trattamento sulla dimensione delle piante

Se, dunque, la tecnica e la dose di semina, presentano un effetto limitato sull'andamento del numero di piante che si insediano, il raggiungimento di una copertura con efficacia antierosiva dipende dalla diversa velocità di crescita delle singole piante successivamente al loro insediamento. Tale velocità risulta determinata dall'andamento meteorologico e dalla fertilità della stazione. Di queste due caratteristiche, la seconda può essere in una certa misura influenzata dalla gestione attraverso la concimazione.

A bassa quota, la copertura media per pianta evolve molto rapidamente già nel corso del primo anno dopo la semina (Fig. 1.4.3.8a). Benché la crescita sia nettamente più intensa nel caso di presenza di concimazione, ciò vale anche per i trattamenti non concimati. Evidentemente la fertilità intrinseca della stazione consente di sostenere un elevato sviluppo anche delle piante non concimate. Nella primavera del secondo anno dopo la semina, quando la copertura del suolo è completa in tutti i trattamenti, nel caso di concimazione il suolo è coperto da 160 piante, ciascuna con copertura di 63 cm² circa, mentre in assenza di concimazione le piante sono più numerose (210 circa) (Fig. 1.4.3.4) ma meno ricoprenti (48 cm²). La velocità di crescita delle piante è confermata dall'area basimetrica media dei cespi di graminacee che nel corso dei pochi mesi del primo anno dopo la semina passano in media da 8.5 a 15 cm² (Fig. 1.4.3.8b). In questo caso, tuttavia, in presenza di concimazione l'evoluzione è più lenta in quanto il maggiore sviluppo degli apparati fogliari fino alla completa copertura determina una minore penetrazione della luce sul suolo e, di conseguenza, anche un minore accestimento delle graminacee.

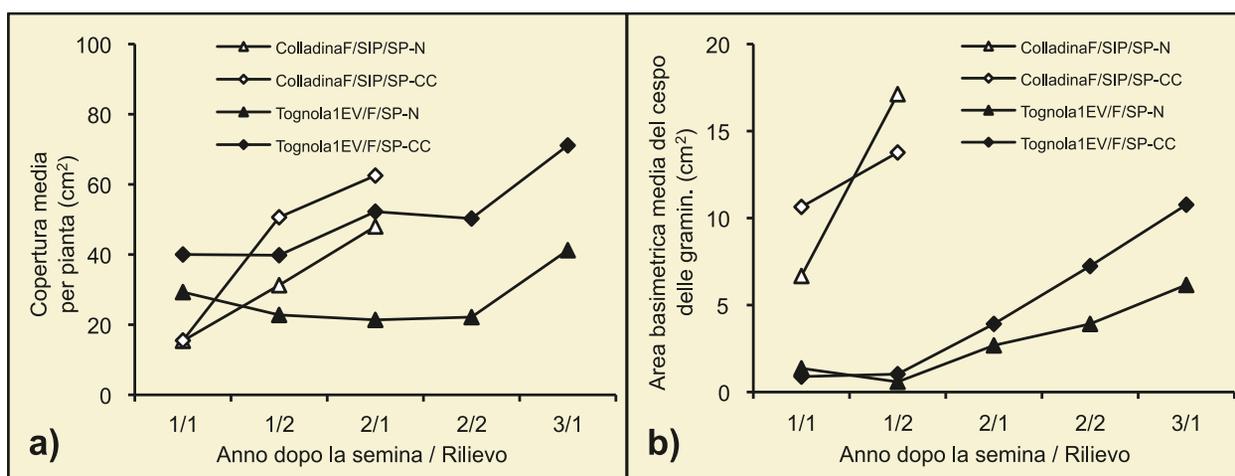


Fig. 1.4.3.8. Evoluzione della copertura media per pianta (a) e dell'area basimetrica media del cespo delle graminacee (b) sugli inerbimenti della frana Colladina e di Tognola 1 post-trattati con concimazione continua o non post-concimati. Il significato dei codici dei metodi EV, F, SIP, SP, N e CC è riportato in tabella 1.4.2.2.

Ad alta quota, la differenza di crescita della dimensione delle piante è molto più accentuata che sulla frana Colladina. La concimazione determina un incremento della copertura delle singole piante solo poco più lento di quello che si registra sulla Colladina. In assenza di concimazione un aumento deciso si registra solo nel terzo anno dopo la semina. Inoltre, l'andamento dell'area basale del cespo delle graminacee è simile a quello della copertura media per pianta: infatti, anche in questo caso la linea dei trattamenti non concimati rimane sempre al di sotto di quelli concimati. Ciò è dovuto al fatto che lo sviluppo degli apparati aerei non è mai tale da limitare fortemente la penetrazione della luce fino alla superficie del suolo nemmeno nei trattamenti concimati in cui, dunque, oltre allo sviluppo dell'apparato aereo, anche il numero di accestimenti, risulta più elevato.

1.5 Catasto delle superfici da inerbire con specie native nel Parco Paneveggio Pale di San Martino

1.5.1 Obiettivi e metodi di realizzazione del catasto

Negli ultimi decenni del secolo scorso le montagne poste tra il Primiero e le valli di Fiemme e di Fassa sono state interessate dalla realizzazione di sempre più estesi impianti sciistici. L'impatto di tali impianti è andato crescendo nel tempo a causa dell'ampliamento delle piste di discesa e degli impianti di risalita, degli spianamenti, realizzati con grandi scavatori e necessari per una ottimale gestione della neve disponibile, nonché della realizzazione delle strutture necessarie per l' innevamento artificiale. Con ciò le vegetazioni naturali presenti nelle aree coinvolte venivano pesantemente compromesse e per risolvere i conseguenti problemi di erosione si fece sempre più ricorso a miscugli di inerbimento commerciali.

Il risultato attuale di questa evoluzione è la presenza di estese superfici poste tra il piano montano e quello alpino dove il suolo è stato spianato e la vegetazione naturale è stata sostituita con fitocenosi erbacee di origine artificiale e spesso instabili. Sotto il limite del bosco, tali fitocenosi sono per lo più persistenti e dense ma sono costituite, nella maggior parte dei casi, da materiali vegetali, a volte anche specie, non nativi. Per contro, negli ambienti climaticamente più difficili delle aree poste sopra il limite del bosco, di solito le coperture erbacee non riescono a raggiungere stabilità e persistenza. Nei primi anni dopo la costituzione, esse possono essere dense ed efficaci contro l'erosione ma in seguito si diradano. Infatti, molte delle piante nate dal seme distribuito non sono particolarmente adatte al clima freddo delle alte quote e muoiono senza essere sostituite da altre nate da seme di ecotipi locali. Con ciò il suolo rimane indifeso contro l'erosione e diviene così necessario ripetere periodicamente l'intervento di inerbimento.

La situazione attuale è pertanto caratterizzata dalla presenza di molte aree a copertura erbacea densa e persistente ma artificiale (bassa quota) e di numerose altre a copertura erbacea più rada e a rischio di erosione (alta quota). In entrambi i casi, la soluzione che può essere prospettata e che è in grado di soddisfare sia l'esigenza di rendere persistenti gli inerbimenti

effettuati sia quella di reintrodurre le specie native eliminate, consiste nell'impiego di materiale vegetale di propagazione nativo e adatto alle alte quote, anziché dei miscugli di seme commerciale di specie erbacee fino a qui impiegati.

Per avviare tale attività di rinaturalizzazione è utile, innanzitutto, conoscere la situazione attuale degli inerbimenti realizzati sulle piste da sci e in particolare la loro estensione nei diversi ambienti climatici e il loro stato relativamente a densità della vegetazione, composizione floristica ed efficacia antierosiva. Con questo scopo nel triennio 2002-2004 venne realizzato un catasto delle piste da sci che in passato sono state interessate da inerbimenti.

In una fase iniziale, le piste da sci presenti nel parco vennero digitalizzate e riportate su G.I.S. utilizzando allo scopo la carta tecnica provinciale e le varie cartografie progettuali disponibili.

In una seconda fase, le piste furono visitate durante il periodo vegetativo, allo scopo di:

- individuare aree omogenee per quota, pendenza, suolo e copertura vegetale;
- caratterizzare le aree omogenee relativamente agli aspetti importanti per descriverne lo stato attuale e la necessità di inerbimento e, in particolare, alcune caratteristiche del suolo (profondità, pH, granulometria, pietrosità superficiale divisa nelle categorie 20-75 mm e >75 mm, segni di erosione diffusa e localizzata) e della vegetazione (copertura, ripartita in specie native e specie provenienti da risemina);
- valutare l'opportunità, l'urgenza e il tipo di inerbimento con specie native.

Infine, i dati rilevati in campo vennero implementati nel G.I.S. precedentemente costituito e furono elaborati allo scopo di caratterizzare lo stato delle coperture vegetali nei diversi ambienti, di definire criteri di intervento e di individuare aree in cui intervenire con la rinaturalizzazione.

1.5.2 Il catasto delle superfici da inerbire con specie native

Nel Parco, le piste da sci sono distribuite in cinque comprensori, Tognola, Val Cigolera - Ces, Col Verde, Passo Rolle e Passo Lusia. Alcune di queste piste (o tratti di pista), poste soprattutto a quote più basse, sono esterne alla superficie del parco, ma per completezza di analisi sono state considerate assieme a tutte le altre.

Sul totale delle piste presenti, 34.3 km (134 ha) vennero analizzati nel triennio 2002-2004. 25.8 km (16.9 entro parco e 8.9 fuori parco) sono stati interessati da inerbimenti che sono distribuiti su 24 piste (19 nel parco e 5 fuori) e occupano una superficie complessiva pari a 94 ha circa (65 entro e 29 fuori parco). Le aree inerbite, 177 sul totale dei 217 tratti omogenei individuati, sono distribuite tra i 1450 e i 2352 m essendo comunque prevalente la fascia di quota 1800-2200 m. La pendenza supera solo raramente il 45%. Le esposizioni più frequenti sono quella più fredda NO-NE e quella mediamente fredda NE-SE. I suoli hanno profondità in gran parte inferiore a 20 cm e pietrosità superficiale totale (pietre con dimensioni maggiori di 20 mm) maggiore del 20% in quasi il 60% dei casi (Fig. 1.5.2.1).

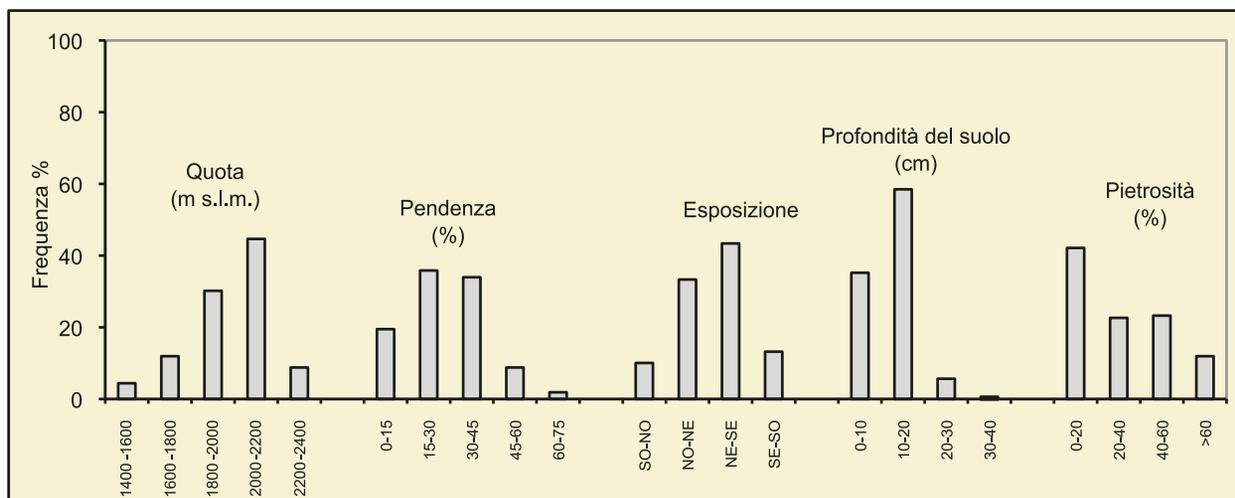


Fig. 1.5.2.1. Alcune caratteristiche ambientali importanti delle piste da sci del Parco Paneveggio Pale di San Martino.

In ordine di importanza decrescente, i substrati geologici prevalenti sono Micascisti e filladi, Daciti e riolaciti, Formazione carbonatiche varie (a Bellerophon, Werfen, Servino e Carniola) e Molassa post-ercinica (Arenarie di Val Gardena e Verrucano lombardo) (Tab. 1.5.2.1). Le caratteristiche dei suoli interessati dagli inerbimenti sono in buona parte influenzate dal substrato geologico. I valori più elevati di reazione e di contenuto di carbonati sono presentati dalle Formazioni carbonatiche in cui il pH è sub-basico e i carbonati costituiscono circa il 5% della terra fine. Reazione subacida presentano, invece, le Daciti e riolaciti e i Micascisti e filladi, in cui il contenuto di carbonati si riduce a circa l'1%. Infine, la Molassa post-ercinica presenta reazione fortemente acida e contenuto quasi nullo di carbonati. Anche le caratteristiche fisiche sono influenzate dal substrato geologico. Nelle prime tre categorie geologiche la pietrosità superficiale è mediamente elevata (intorno al 30% con punte massime del 95%) e i suoli sono in media poco profondi (11-13 cm). Tuttavia, nelle Daciti e riolaciti prevale la pietrosità più grossolana, mentre negli altri due substrati è quasi esclusiva quella di dimensioni ridotte. Nella Molassa post-ercinica la pietrosità superficiale è molto meno abbondante (in media 5%) e la profondità del suolo è più elevata (23 cm).

Caratteristica	Daciti e riolaciti	Formazioni carbonatiche varie (1)	Micascisti e filladi	Molassa post-ercinica (2)
Area di inerbimenti interessata (ha)	33.9	25.7	50.7	24.1
pH	6.3	7.5	6.0	5.4
Contenuto totale di carbonati (%)	1.3	5.1	1.4	0.1
Profondità (cm)	13.1	11.0	12.8	23.3
Pietrosità superficiale 20-75 mm (%)	13.4	22.5	22.2	3.9
Pietrosità superficiale >75 mm (%)	16.4	6.1	8.1	1.0
Pietrosità superficiale totale (%)	29.8	28.6	30.3	4.9

Tab. 1.5.2.1. Caratteristiche dei suoli derivanti dai diversi substrati geologici. Legenda. (1) Formazione a Bellerophon, Formazione di Werfen, Servino, Carniola (2) Arenarie di Val Gardena o Verrucano lombardo.

Oltre che dal substrato geologico, la profondità del suolo e la pietrosità superficiale sono influenzate negativamente dalla quota. Ciò risulta soprattutto dai rilievi effettuati nei comprensori di Passo Lusia, Tognola e Val Cigolera – Ces in cui i dislivelli sono sufficientemente elevati da evidenziare tali relazioni (Fig. 1.5.2.2). Alle quote più elevate i suoli sono naturalmente più pietrosi e meno profondi in quanto le basse temperature determinano una minore velocità del processo pedogenetico. Inoltre, i modellamenti effettuati sulle piste, agendo su substrati più superficiali e più pietrosi, portano in superficie una quantità maggiore di pietre.

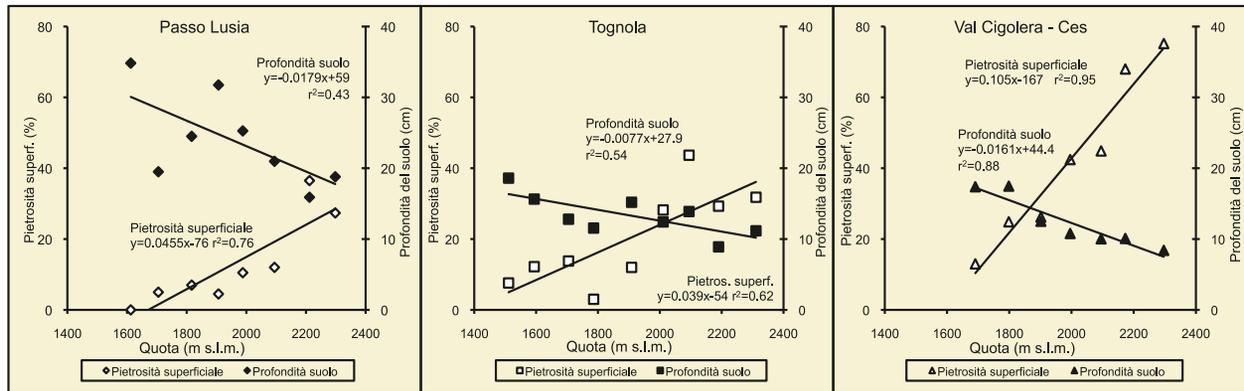


Fig. 1.5.2.2. Variazione della pietrosità superficiale (diametro > 20 mm) e della profondità del suolo in funzione della quota. I valori mostrati sono la media di quelli dei tratti di pista posti in intervalli di quota di 100 m.

I tipi di vegetazione presenti nelle aree circostanti alle piste rispecchiano le caratteristiche pedologiche sopra descritte. A suoli acidi e poco profondi dominanti corrispondono, infatti, praterie, lande e boschi acidofili. Le praterie prevalgono di gran lunga, rappresentando il 34% delle piste: si tratta di Nardeti che interessano tratti di pista posti sia nel piano alpino che in quello subalpino (1575-2315 m s.l.m.) e costituiscono importanti aree di pascolo. Le lande interessano il 13% delle piste e sono Rododendro – Vaccinieti o Junipereti acidofili localizzati soprattutto nell'orizzonte alpino (1925-2346 m). Infine, circa il 12% delle piste è interessato da boschi acidofili del tipo Pecceta o Larici-Cembreta, distribuiti nell'orizzonte subalpino tra i 1475 e i 2060 m s.l.m. Su superfici meno estese sono, poi, presenti tra le praterie i Festuceti a *Festuca varia* e i Curvuleti e praterie acidofile discontinue su macereto e, tra gli arbusteti, le Mughete acidofile e le Alnete ad *Alnus viridis*. Solo nel caso delle poche aree a substrato calcareo e a suolo alcalino, intorno alle piste sono presenti Peccete carbonatiche.

Tra le caratteristiche ambientali rilevate, quelle che più influenzano la copertura vegetale dei 177 tratti di pista inerbiti sono la quota, la pietrosità superficiale e la profondità del suolo (Fig. 1.5.2.3). Con l'aumentare della quota diminuiscono sia la copertura vegetale totale (pari in media al 60% circa tra i 2330 e i 2440 m) (Fig. 1.5.2.3A), sia la copertura della parte di suolo interessata da materiale con diametro inferiore ai 20 mm (Fig. 1.5.2.3a). La diminuzione della copertura vegetale è determinata in buona parte dall'au-

mento della pietrosità superficiale (Fig. 1.5.2.3b e B) che, come già osservato, incrementa fortemente con l'aumentare dell'altitudine. L'elevata quantità di pietre con diametro superiore ai 20 mm sembra essere correlata anche con una minore capacità da parte delle piante di colonizzare la restante parte di suolo (Fig. 1.5.2.3b). Ciò è probabilmente dovuto al fatto che con elevata pietrosità superficiale anche la parte di suolo che presenta diametri minori ai 20 mm è caratterizzata da una granulometria mediamente più grossolana e, di conseguenza, da minori contenuti di elementi nutritivi e di acqua.

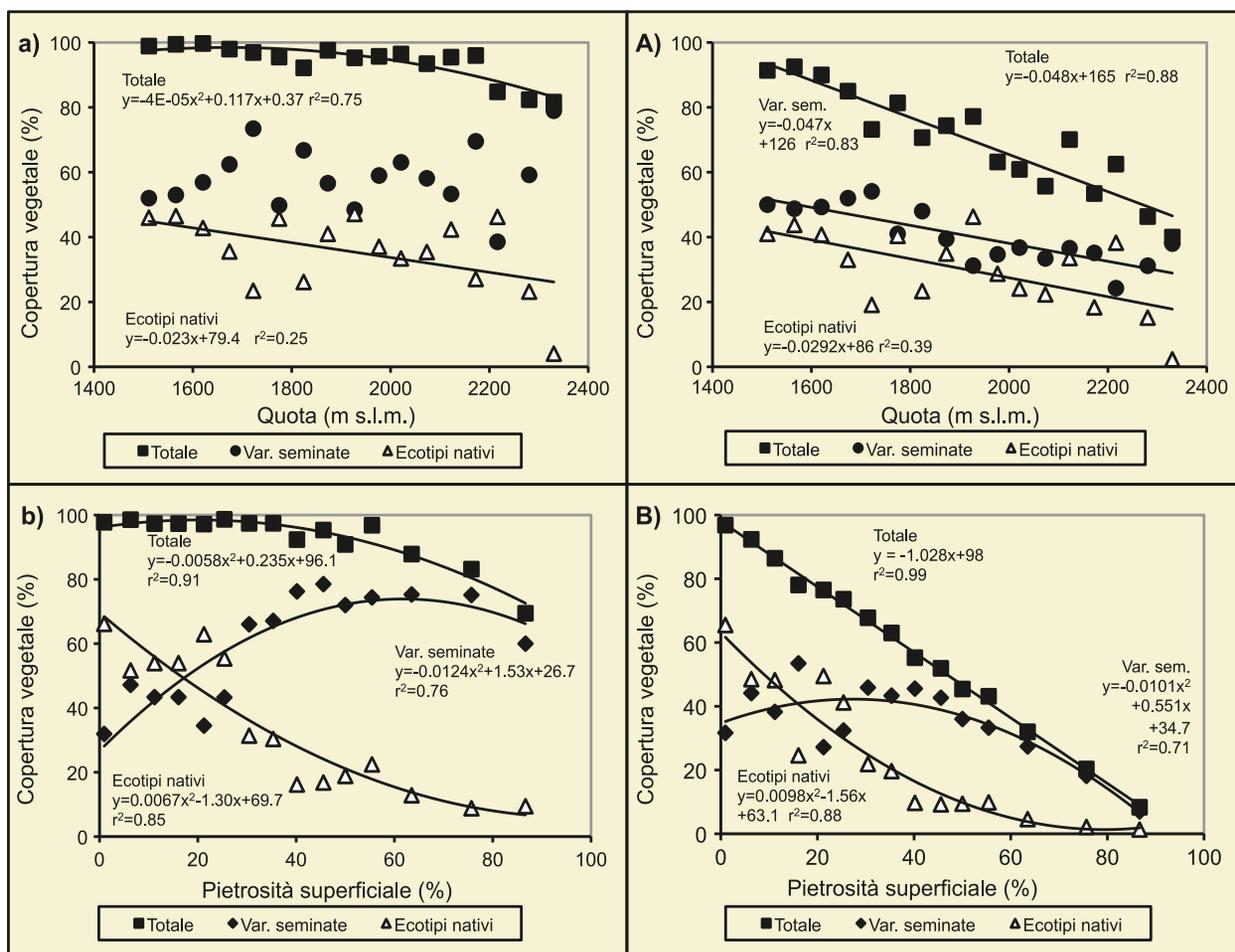


Fig. 1.5.2.3. Andamento della copertura vegetale totale e delle varietà seminate o degli ecotipi nativi in funzione della quota (a e A) e della pietrosità superficiale (pietre con diametro >20 mm) (b e B). Le coperture della vegetazione sono rapportate alla superficie di suolo coperta da materiale fine (100 - % pietrosità 2-20 mm - % terra fine) in a e b e a tutta la superficie in A e B. I valori mostrati sono la media di quelli dei tratti di pista posti in intervalli di quota di 50 m e di pietrosità del 5%.

Il rapporto tra varietà seminate e specie native è fortemente influenzato soprattutto dalla pietrosità superficiale (Fig. 1.5.2.3b e B). All'aumentare di questa incrementa anche la quota di varietà seminate e diminuisce quella di ecotipi nativi. Ciò non significa che questi ultimi non siano in grado di occupare i suoli più pietrosi delle piste da sci. Piuttosto è vero che nei suoli

molto pietrosi l'ingresso degli ecotipi nativi è lento, tanto che il decadimento dell'inerbimento realizzato con cultivar commerciali costringe alla reiterazione delle semine e, di conseguenza, al mantenimento di cotiche artificiali.

Quanto più passa il tempo dopo l'esecuzione dell'inerbimento, tanto più incrementa la quota di specie native rispetto alle varietà seminate (Fig. 1.5.2.4) in quanto le prime sostituiscono progressivamente le seconde. Sotto i 2000 m, la quantità di ecotipi nativi presente subito dopo l'inerbimento è maggiore rispetto alle quote più elevate, ma per la buona competitività delle varietà seminate la sostituzione di queste ultime ad opera delle prime avviene più lentamente.

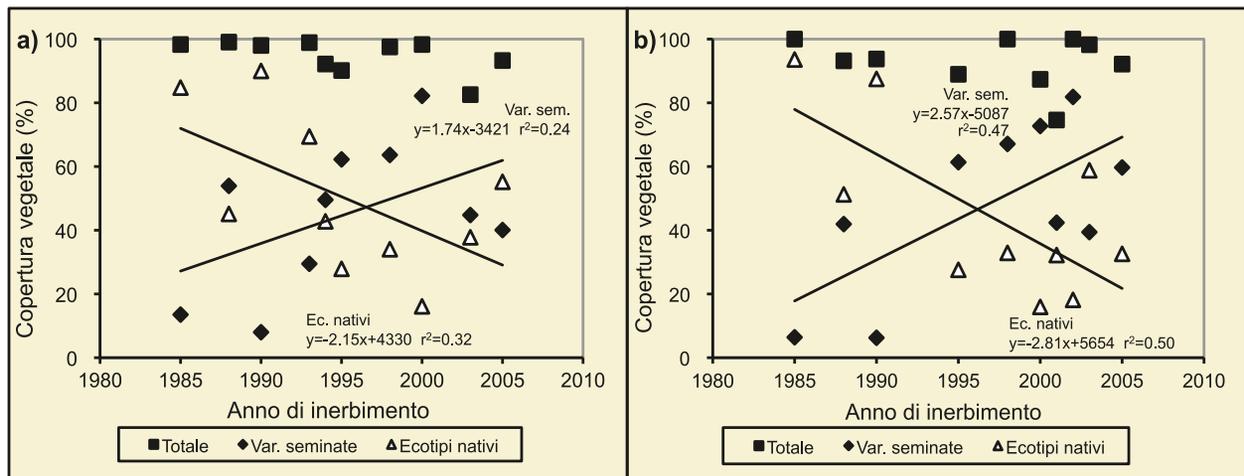


Fig. 1.5.2.4. Evoluzione della copertura vegetale in funzione all'età dell'inerbimento al di sotto (a) e al di sopra (b) della quota 2000 m s.l.m..

Il numero di varietà seminate presenti nelle aree inerbite varia tra 0 e 9 ed è in media pari a 3.9. La caratteristica assume valori più elevati a bassa quota dove nella fascia 1500-1850 m si aggira intorno al 5, mentre si riduce progressivamente alle quote più elevate dove, oltre i 2300 m, scende a 2.4 specie. In ordine di importanza, le specie seminate che più frequentemente si ritrovano sulle piste sono *Festuca gr. rubra*, *Phleum pratense*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium hybridum*, *Dactylis glomerata* e *Trifolium pratense*. Altre specie presenti nei miscugli (*Vicia* spp., *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis* e *Lolium multiflorum*) si ritrovano poi raramente negli inerbimenti. Delle specie frequenti, solo *Festuca gr. rubra*, *Phleum pratense* e *Trifolium pratense* hanno la capacità di insediarsi con frequenza simile a tutte le quote. Le altre, invece, riducono la loro presenza mano a mano che la quota cresce: *Lotus corniculatus*, *Trifolium hybridum* e *Dactylis glomerata* giungono fino ai 2050 m circa, *Trifolium repens* fino ai 2250, *Lolium perenne* anche più in alto seppur con frequenza limitata.

Il numero di specie native è in media pari a 8.7 (range 0-28 specie). A differenza delle varietà seminate, tale numerosità rimane più o meno simile a tutte le quote ad esclusione di quelle superiori ai 2250 m dove si riduce

un po' scendendo a circa 6.4. La specie nativa con maggiore frequenza di insediamento è l'infestante *Deschampsia caespitosa*, seguita da *Agrostis capillaris*, *Alchemilla* gr. *vulgaris*, *Poa alpina*, *Ranunculus acris*, *Euphrasia rostkoviana* ecc. Le entità che riescono ad insediarsi con buona frequenza fino ad oltre i 2300 m sono *Poa alpina*, *Pedicularis verticillata*, *Agrostis rupestris* e *Hieracium pilosella*. *Nardus stricta*, *Anthoxanthum odoratum* o *alpinum* e *Phleum rhaeticum* aumentano la loro presenza con la quota ma solo fino ai 2200 m circa. Molto più numerose sono, invece, le specie che con l'incrementare della quota riducono la loro frequenza (ad es. *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis capillaris*, *Alchemilla* gr. *vulgaris*, *Ranunculus acris*, *Euphrasia rostkoviana*, *Trifolium repens*, *Plantago mayor*, *Trifolium pratense* e *Alnus viridis*).

In conseguenza della tendenza alla sostituzione delle varietà seminate da parte degli ecotipi nativi, per il futuro è possibile prevedere di limitare l'impiego degli ecotipi nativi agli inerbimenti da compiere ex novo su superfici nude e, solo in situazioni particolari, alla rinaturalizzazione di superfici già inerbite in passato. In particolare, su queste ultime superfici appare opportuno inerbire o rinaturalizzare con ecotipi nativi nei casi in cui sussistano contemporaneamente due condizioni (Tab. 1.5.2.2):

- la copertura vegetale complessiva rispetto al suolo copribile non sia elevata (max 70%): questa condizione è necessaria perché vi sia lo spazio fisico per l'insediamento degli ecotipi nativi apportati con seme;
- le superfici presentino una ridotta presenza di ecotipi nativi.

Cop. % vegetaz. rispetto a suolo diam.< 20 mm	Cop. % ecotipi nativi rispetto a totale vegetaz. presente	Tipo di intervento	Priorità di intervento *	Superficie interessata (ha)	N. di tratti interessati
0-30	0-100	Inerbimento con ecotipi nativi o rinaturalizzazione	1	0	0
30-50	0-100	Inerbimento con ecotipi nativi o rinaturalizzazione	2	0.36	1
50-70	0-33	Rinaturalizzazione con ecotipi nativi	3	1.96	4
50-70	33-67	Rinaturalizzazione con ecotipi nativi	4	0.60	1
70-100	0-67	Tenere sotto controllo, rinaturalizzaz. in caso di diradamento	-	61.20	121
50-70	67-100	Non è necessario alcun intervento	-	0	0
70-100	67-100	Non è necessario alcun intervento	-	29.95	50
Vegetazione naturale		-	-	40.34	40
Totale				134.41	217

Tab. 1.5.2.2. Criteri e tipi di intervento sulle superfici già inerbite delle piste da sci del Parco Paneveggio Pale di San Martino.

* Priorità 1, intervento da realizzare subito; priorità 4, intervento per il quale si può attendere qualche anno; priorità 2 e 3 interventi ad urgenza intermedia tra 1e 4.

La priorità dell'intervento sulle superfici già inerbite, valutata in una scala da 1 a 4, dipende innanzitutto dalla copertura complessiva della vegetazione che determina la sua efficacia antierosiva. Aree con copertura vegetale inferiore al 50% sono da rinaturalizzare a breve termine in quanto presentano

rischio immediato di erosione mentre aree con coperture tra il 50 e il 70% e caratterizzate da ridotta o media presenza di ecotipi nativi possono attendere qualche anno. In ogni caso la priorità va considerata solo nel caso in cui numerosi tratti di pista che necessitano di inerbimento rientrino nello stesso comprensorio sciistico tanto da rendere difficile la esecuzione immediata e contemporanea di tutte le rinaturalizzazioni richieste. Qualora, invece, le superfici da inerbire siano poco estese, tutti gli interventi possono essere considerati di priorità 1.

I tratti di pista su cui risulta opportuno un intervento più o meno immediato (priorità 1-4) risultano solo sei e occupano una superficie complessiva di 2.92 ha (Tab. 1.5.2.2). In quattro casi essi sono posti nel comprensorio sciistico di Val Cigolera – Ces a quote per lo più superiori ai 2000 m e in due casi nei comprensori Tognola e Lusìa.

La gran parte dei tratti (121 su 217, 61.2 ha) necessita, invece, di essere tenuta sotto controllo negli anni futuri per eseguirvi un intervento di rinaturalizzazione nel caso in cui la quota di varietà seminate scenda sotto il 70% del suolo copribile da vegetazione rendendo così possibile l'ingresso delle piante native. Ciò potrà verificarsi soprattutto nelle aree collocate al di sopra dei 2000 m: si tratta di 60 tratti di pista (corrispondenti a 24.5 ha) distribuiti nei comprensori di Tognola, Val Cigolera – Ces, Rolle e Lusìa, dove le difficili condizioni ambientali accelerano la riduzione di copertura delle varietà seminate.

Infine, su 50 tratti di pista inerbiti non risulta necessario alcun intervento nemmeno per il futuro in quanto la vegetazione si è quasi completamente rinaturalizzata. A questi vanno aggiunti i 40 tratti non interessati in passato da inerbimento e costituiti da vegetazione naturale.

Parte II
La rivegetazione
a minimo impatto:
stato dell'arte
di metodi utilizzabili
in ambiente alpino

2.1 Obiettivi del manuale

Dopo la pubblicazione in lingua italiana del testo di H. M. Schiechl sulle opere di consolidamento (Schiechl, 1986), in Italia settentrionale sono stati pubblicati numerosi manuali che hanno diffuso l'impiego di tecniche naturalistiche nel ripristino ambientale di aree montane.

Da allora, gli obiettivi e i metodi impiegati per la rivegetazione in ambiente alpino sono rimasti grosso modo gli stessi. Tuttavia, negli ultimi 15-20 anni, due "fatti nuovi" hanno modificato la prospettiva degli interventi di rivegetazione. La convenzione internazionale sulla biodiversità di Rio de Janeiro (1992) e le numerose leggi nazionali che ne sono scaturite (in Italia, il Piano Nazionale sulla Biodiversità del 1997) hanno posto sempre più l'accento sulla necessità di proteggere la flora e la fauna native da possibili contaminazioni. Inoltre, il ripristino ambientale in aree montane è stato sempre più inteso anche come restauro ecologico anziché solo come rinverdimento antierosivo.

Delle due decisioni importanti che riguardano il ripristino, e cioè la scelta del metodo e la scelta delle specie, questa nuova sensibilità influenza soprattutto la seconda. Infatti, numerose ricerche effettuate negli ultimi anni si sono confrontate con il tema del reperimento e della produzione del materiale di propagazione nativo. Al riguardo, i problemi da affrontare riguardano soprattutto: la provenienza del materiale che deve essere autoctono rispetto all'area geografica di intervento; l'ampliamento del numero di specie disponibili, che consentirebbe di rendere la rivegetazione più simile al restauro ecologico; la valorizzazione delle analisi ecologiche e vegetazionali, che sono utili per la definizione della fitocenosi che si intende ottenere e del materiale vegetale da impiegare.

Oltre che con la soluzione di questi problemi strettamente tecnici, la diffusione di pratiche di ripristino meno impattanti si realizza oggi anche attraverso il deciso contrasto alla convinzione diffusa che la rivegetazione ben eseguita sia solo quella che porta a una copertura vegetale lussureggiante nel più breve tempo possibile. Un tale risultato viene di solito ottenuto con l'impiego di materiali geneticamente selezionati a forte capacità di crescita nonché di elevate dosi di semina e di concimazione. Soluzioni di questo tipo risolvono nel breve periodo il problema dell'erosione, ma sono spesso poco durature e, comunque, fortemente in contrasto con la progressività dei processi di ricostituzione di vegetazioni naturali in equilibrio con l'ambiente.

I problemi cui si è fatto accenno non sono ancora stati del tutto risolti, tanto è vero che, almeno in Italia, la rivegetazione viene tuttora realizzata quasi sempre con materiale vegetale non nativo. Tuttavia, sono ora disponibili tanti risultati di prove sperimentali o dimostrative che vale la pena di far conoscere, seppure in modo sintetico, affinché possano cominciare a fare da "sfondo" agli interventi di ripristino almeno per quanto riguarda gli obiettivi da raggiungere ma, quando possibile, forniscano anche idee concrete per interventi meno impattanti di restauro ecologico.

2.2 Le difficoltà della rivegetazione in aree montane

Per gran parte della loro estensione, le Alpi sono caratterizzate da condizioni pedoclimatiche favorevoli ai processi di formazione e sviluppo delle coperture vegetali.

Tuttavia, rispetto alla pianura, la rivegetazione in ambiente alpino viene spesso influenzata negativamente da due elementi caratteristici della montagna: la pendenza e le difficili condizioni climatiche.

A causa della pendenza, buona parte dell'acqua meteorica scorre in superficie portandosi via anche il seme eventualmente presente nei primi centimetri di suolo. Inoltre, la granulometria degli orizzonti superficiali del terreno diviene più grossolana in quanto il materiale fine, più facilmente erodibile, viene asportato dalle precipitazioni. Entro certi limiti, l'aumento delle dimensioni granulometriche degli orizzonti superficiali del suolo ha un effetto positivo sulla disponibilità di semi, in quanto incrementa la scabrezza che favorisce l'arresto dei propaguli in arrivo sull'area denudata e la loro penetrazione nel suolo (Chambers et al., 1991). Tuttavia, nello stesso tempo il suolo più grossolano possiede minore ritenzione idrica e diviene quindi meno favorevole alla germinazione dei semi, soprattutto di quelli di maggiori dimensioni (Harper e Benton, 1965) e all'insediamento dei germinelli. Inoltre, lo scorrimento superficiale di buona parte delle precipitazioni determinato dall'inclinazione riduce l'infiltrazione e, quindi, la disponibilità idrica per semi e piante.

In ambiente alpino, le condizioni climatiche possono risultare limitanti per la crescita delle piante soprattutto al di sopra del limite del bosco, negli orizzonti alpino e subnivale. Qui la vegetazione è dominata dall'ambiente fisico: la disponibilità di calore è limitata, la stagione vegetativa è breve e le stagioni presentano fluttuazioni di temperatura estreme. La ventosità, combinata con la pietrosità e la superficialità dei suoli, contribuisce a creare condizioni idriche difficili, tanto che la morte dei germinelli avviene soprattutto per stress idrico estivo o invernale oltre che per gelo e danni da erbivori (Urbanska e Schütz, 1986).

Oltre il limite del bosco, la ricolonizzazione spontanea (non assistita) di aree denudate può così impiegare centinaia di anni prima di ricostituire, attraverso un lungo processo di evoluzione del suolo e della vegetazione, una fitocenosi naturale in grado di assicurare una sufficiente protezione contro l'erosione (Stolz, 1984). Anche gli inerbimenti effettuati in passato con specie ed ecotipi alloctoni e inadatti alla stazione sono stati spesso pesantemente compromessi nella loro persistenza dalle difficili condizioni ambientali (Krautzer et al., 2006). La copertura erbacea è inizialmente densa, ma le piante, non adatte al breve ciclo vegetativo, formano riserve insufficienti rispetto a quelle necessarie per superare il lungo inverno e, inoltre, non giungono a maturare il seme. La conseguenza è che molte di esse muoiono durante l'inverno senza essere prontamente sostituite da altre nate dal seme prodotto in loco o proveniente dalle aree circostanti (Wittmann e Rücker, 1995). In questo modo, l'inerbimento si dirada velocemente e le precipitazioni riprendono ad erodere il suolo, tanto da rendere necessaria la reiterazione dell'inerbimento.

In ambiente alpino, la lentezza della ricolonizzazione spontanea e l'esito negativo dei ripristini compiuti con le tecniche attualmente disponibili inducono a sconsigliare interventi di modificazione del territorio in aree poste al di sopra dei 2400 m di quota e soprattutto in vegetazioni di suoli poveri ed esposti quali praterie acidofile a *Carex curvula* o a *Juncus trifidus* e praterie basifile a *Carex firma* o a *Carex sempervirens* e *Sesleria albicans* (Krautzer et al., 2000).

Sotto il limite del bosco, situazioni climatiche limitanti si possono avere nelle stazioni calde e ventose, ad esposizione meridionale e caratterizzate da substrati molto sciolti, derivanti da detriti di falda o da scarti di lavorazione delle cave di materiale lapideo. In questi ambienti le sfavorevoli condizioni idriche del suolo rallentano sia la ricolonizzazione spontanea sia l'evoluzione delle coperture vegetali create con il ripristino ambientale.

2.3 Problemi ambientali provocati dal rinverdimento e vantaggi offerti dall'impiego di materiale vegetale nativo

Nei rinverdimenti come vengono attualmente realizzati sono due gli elementi che spesso provocano impatti ambientali importanti: il modellamento effettuato su estese superfici attraverso le macchine scavatrici e l'utilizzo di materiale vegetale non autoctono.

Il modellamento delle superfici è a volte lo scopo stesso dell'intervento (realizzazione di piste da sci, di strade ecc.), altre volte solo il mezzo per ridare al versante una sua pendenza di stabilità (frane). In ogni caso, l'esito del modellamento è quasi sempre un ambiente più o meno uniforme, privo di quella variabilità morfologica che sta all'origine della diversità di specie e di biocenosi caratteristica delle aree montane (Foto 2.3.1). Il livello di uniformità morfologica che si ottiene dipende soprattutto dalla dimensione dei mezzi utilizzati. Con un intervento manuale si eliminano solo le microvariabilità del suolo mentre i ragni e i grandi scavatori consentono rispettivamente di creare uniformità a media e a grande scala. Nel modellamento con grandi scavatori è spesso impossibile tener conto delle piccole e medie variabilità morfologiche e anche quando potrebbe essere fatto, ciò non avviene, in quanto uniformare l'ambiente riduce i costi del modellamento stesso e delle successive fasi del rinverdimento. E' da sottolineare, tuttavia, che almeno sotto l'aspetto paesaggistico l'uniformità morfologica costituisce un problema soprattutto quando la vegetazione finale è una copertura erbacea mentre è molto meno evidente nel caso di vegetazione finale di tipo arboreo (Foto 2.3.1 in basso).

Un'altra importante conseguenza della lavorazione con grandi scavatori e del modellamento uniformante è l'eliminazione dei residui di vegetazione autoctona eventualmente presenti, che di solito non si ritiene necessario conservare per via del costo limitato dei rinverdimenti oggi realizzabili con macchine apposite e con materiali vegetali facilmente acquisibili sul mercato.

Il secondo e più importante tipo di impatto ambientale è l'impiego di materiale vegetale non autoctono. Negli ultimi decenni, piante e semi di specie legnose



Foto 2.3.1. Frana Gravon (Pieve Tesino, TN), prima (sopra) e dopo (sotto) gli interventi di ripristino. Nella foto in basso si osserva che l'uniformità morfologica conseguente al modellamento è molto più evidente con vegetazione finale di tipo erbaceo (parte sinistra della foto, sotto le abitazioni) che di tipo arboreo (parte destra della foto) (Foto Carbonari).

ed erbacee prodotti nei vivai e nelle coltivazioni specializzate da seme sono giunti sul mercato a così basso prezzo da rendere facilmente realizzabili rinverdimenti in tutte le situazioni. Anzi, il basso prezzo ha spesso mascherato gli eventuali insuccessi degli interventi effettuati in stazioni difficili, poiché in questi casi era sempre possibile, a costi limitati, reiterare le semine. Il costo ridotto è, ovviamente, un vantaggio importante dell'impiego di materiale vegetale non autoctono. Tuttavia, negli ultimi anni sono stati messi in evidenza sempre più frequentemente sia i problemi tecnici che gli impatti ambientali derivanti da questa pratica.

Le varietà selezionate introdotte presentano spesso bassa crescita radicale ed elevata crescita aerea con la conseguenza che, in aggiunta ad una limitata capacità di stabilizzazione profonda del suolo, si ha spesso anche un elevato costo di mantenimento del rinverdimento (Engelhardt, 2000). Inoltre, soprattutto in ambienti difficili (climi rigidi di alta quota o suoli molto secchi e sterili) si può avere la morte, la crescita limitata oppure la ridotta capacità riproduttiva delle piante (Millar e Libby, 1989). Ciò può portare alla necessità di rinnovare la semina e al conseguente incremento dei costi di rivegetazione (Krautzer, 1998).

Le specie esotiche possono comportarsi in modo invasivo soppiantando o impedendo il reingresso di quelle native (Commissione svizzera per la conservazione delle piante selvatiche, 2002) e, di conseguenza, possono portare alla formazione di fitocenosi artificiali dentro (Krautzer, 1998) e fuori l'area di intervento (Belnap, 1995; ANPC, 2000). Questi risultati negativi si hanno anche nel caso di introduzione di varietà selezionate di alta crescita di specie pur presenti in loco (Scotton et al., 2000; Scotton et al., 2005). L'introduzione di varietà o ecotipi non nativi di specie già presenti in loco può determinare la contaminazione genetica delle popolazioni locali nelle quali può venire compromessa la struttura naturale della variabilità genetica sia di tipo neutro (dovuta a DNA non trascritto e non legata alle condizioni ambientali) che di tipo adattativo (connessa con DNA trascritto e legata alle condizioni ambientali) (Warren, 1997; Millar e Libby, 1989). Inoltre, essa può determinare depressione da incrocio delle popolazioni locali (ad es. minore sopravvivenza e minore massa dei semi) (Keller et al., 2000; Havens, 1998). In altri casi, la popolazione introdotta può essere più competitiva di quella locale e, in questo modo, soppiantarla fino a modificare la diversità e la funzionalità dell'ecosistema coinvolto (Gray, 2002).

Sono stati proprio questi problemi tecnici e ambientali derivanti dall'impiego di specie ed ecotipi alloctoni che hanno portato, negli ultimi due decenni, alla ricerca di metodi di reperimento di materiale di propagazione nativo, il cui utilizzo costituisce un elemento imprescindibile perché una rivegetazione possa chiamarsi restauro ecologico.

Infatti, rispetto al seme di varietà geneticamente selezionate, soprattutto nelle stazioni difficili le popolazioni native sono probabilmente quelle meglio adattate al proprio ambiente (Gray, 2002) tanto che l'impiego del materiale di propagazione da esse ricavato consente un insediamento più efficace e riduce i costi di manutenzione. Inoltre, il loro impiego migliora la continuità visiva con l'ambiente circostante e promuove le interazioni biologiche con le comunità naturali (Urbanska e Chambers, 2002).

2.4 Obiettivi del restauro ecologico e criteri di scelta delle specie e della vegetazione di riferimento

In senso stretto, il restauro ecologico si propone di ricreare un ecosistema fotocopia di quello presente nella stazione prima del disturbo. Per diversi motivi questo principio è solo raramente applicabile (Bradshaw, 2002).

Infatti, spesso le situazioni di riferimento precedenti al disturbo possono essere molteplici (Hall, 1997). Si pensi, ad esempio, a una frana verificatasi su una prateria semi-naturale utilizzata come tale negli anni immediatamente prima del franamento ma derivata dal taglio di un precedente bosco naturale. Nel caso di interventi di urbanizzazione, le fitocenosi eliminate possono non essere adatte all'utilizzo previsto del territorio. Ad esempio, in bosco la costruzione di una pista da sci comporta necessariamente l'eliminazione degli alberi e degli arbusti presenti e la loro sostituzione con una vegetazione erbacea.

Un concetto più pragmatico di restauro ecologico oggi accettato è invece "l'insieme di quelle attività che cercano di migliorare la qualità delle aree danneggiate e di ricreare territorio che era stato distrutto riportandolo ad uno stato di utilità, in una forma in cui è recuperato il potenziale biologico" (Bradshaw, 2002).

2.4.1 Il problema della delimitazione delle aree di reperimento e di impiego degli ecotipi nativi

Nella concreta attuazione degli interventi di restauro ecologico è quasi da tutti accettato il principio che il materiale (vegetale o animale) impiegato sia di origine nativa a livello sia di specie che di ecotipo. Il motivo principale di ciò risiede nell'opportunità della conservazione della biodiversità, dichiarata dalla citata convenzione di Rio de Janeiro (1992). Tale principio include la conservazione della diversità genetica locale come parte della diversità totale di una specie e come ricettacolo delle informazioni ereditate dalle attuali popolazioni relativamente all'evoluzione storica e geografica delle specie stesse (Gray, 2002). A questa motivazione si aggiunge la maggiore efficienza tecnica dell'impiego del germoplasma nativo (maggiore probabilità di insediamento e di sopravvivenza, assenza dei problemi derivanti dalla ibridizzazione e di diffusione di genotipi invasivi).

Optare per l'utilizzo di materiale di propagazione nativo significa, innanzitutto, definire che cosa è nativo rispetto all'area di intervento. In senso lato, in Europa per specie native di una determinata area geografica si intendono normalmente quelle specie che si sono introdotte spontaneamente nell'area o che vi sono state introdotte dall'uomo prima del 1500 dopo Cristo (Commissione svizzera per la conservazione delle piante selvatiche, 2002; Flora Locale, 2000). Le aree geografiche di cui le varie specie presenti in un territorio possono essere considerate native sono indicate negli atlanti corologici. Tuttavia, di solito nel suo areale di distribuzione una specie presenta una differenziazione più o meno accentuata in sottospecie ed ecotipi, popolazioni differenziate per adattarsi alle particolari condizioni ambientali del proprio habitat e caratterizzabili in termini di frequenze geniche e genotipiche (Lorenzetti et al., 1994). Con riferimento agli ecotipi, dunque, al termine nativo deve essere attribuito un significato non tanto geografico quanto genetico. Infatti, un'identica variazione genetica può aver luogo sia sulle brevi che sulle grandi distanze (Warren, 1997; Millar e Libby, 1989; Guinon, 1993).

Da queste considerazioni deriva che la definizione delle aree di reperimento e di impiego degli ecotipi andrebbe effettuata attraverso lo studio della va-

riabilità genetica territoriale presente entro e tra popolazioni della medesima specie. Studi di questo tipo sono stati realizzati, ad esempio, per molte specie forestali presenti del nord America (Guinon, 1993) e talvolta anche in Italia (ad esempio sulla farnia: Belletti, 1998), ma sono tuttora indisponibili per la gran parte delle specie utilizzabili nelle rivegetazioni, comprese quelle di maggiore impiego. Inoltre, appare irrealistico aspettarsi di avere nel breve termine informazioni complete per tutte le specie utilizzabili e, d'altra parte, è difficile e probabilmente arbitrario compiere generalizzazioni sulla base di conoscenze relative a un limitato numero di specie (Havens, 1998). Infatti, la vicinanza geografica tra due popolamenti non è proporzionale alla somiglianza genetica nella stessa misura per tutte le specie, perché questa dipende dalle diverse strategie riproduttive attuate dalle specie stesse (Longcore et al., 1997).

Pertanto, allo stato attuale, riguardo alle distanze massime entro cui reperire il materiale di propagazione, affinché siano evitati errori grossolani vengono fornite indicazioni generali che, tuttavia, variano da autore ad autore. Ad esempio, nelle grandi pianure dell'America settentrionale, dove non esistono barriere geografiche disposte nel senso della latitudine, alcuni autori consigliano distanze massime di 400-500 km verso nord e 150-250 km verso sud mentre le distanze nel senso est-ovest vengono fatte dipendere da precipitazioni e quota (Gerling et al., 1996): altri autori indicano distanze di 300 km e dislivelli di 500 m (Smith e Smith, 1997; Morgan e Collicutt, 1994). Molto più cautelatamente, nel parco di Yellowstone e in altri parchi americani le distanze ammesse sono di 5 km per specie autogame a vita breve, 8 km per specie allogame a vita breve e 16 km per specie allogame a vita lunga (Majerus, 2000).

Un secondo criterio impiegato per la definizione delle aree di impiego degli ecotipi nativi è il riferimento alle aree biogeografiche omogenee, definite in base alla distribuzione della flora e della fauna, alla morfologia, alla geologia e all'uso del territorio e all'impatto antropico (Gonseth et al., 2001; English Nature, 1998-2007). Ad esempio, il territorio svizzero è stato suddiviso in 4 macroregioni biogeografiche, a loro volta ripartite in undici sottoregioni e quello della Gran Bretagna in 120 aree (97 terrestri e 23 marine). Come ordine di grandezza, si osserva che le estensioni medie delle regioni e sottoregioni biogeografiche svizzere e delle aree biogeografiche della Gran Bretagna sono rispettivamente di 10322 e 3750 km² nel primo caso e di 2400 km² circa nel secondo.

Oltre all'area geografica, anche l'altitudine e le proprietà del suolo (umidità, contenuto di elementi nutritivi e reazione) influiscono sulle caratteristiche genetiche dell'ecotipo e devono quindi essere tenute in considerazione in modo che i siti di provenienza e di impiego del materiale di propagazione abbiano caratteristiche simili (Millar e Libby, 1989; Meyer e Monsen, 1993). Tuttavia, la strategia può anche essere differenziata in funzione dell'estensione e dell'intensità del disturbo (Lesica e Allendorf, 1999). In aree estese e poco disturbate (ambiente poco diverso da quello precedente il disturbo) è da preferire materiale di propagazione ottenuto da "piante locali" provenienti da habitat vicini molto simili a quello da ripristinare. In aree estese e molto disturbate sarebbero da preferire i "miscugli di genotipi" ottenuti

da popolazioni ecologicamente distinte. Infine, in aree poco estese e molto disturbate sono da preferire le “cultivar”, genotipi selezionati per la capacità di colonizzare particolari siti molto disturbati o con forti stress ambientali e che consentono, quindi, una rapida colonizzazione senza, tuttavia, provocare un forte flusso genetico verso le popolazioni native circostanti.

A titolo di esempio delle prescrizioni relative alle aree di reperimento e di impiego degli ecotipi nativi, nella scheda 1 si riporta una sintesi delle indicazioni fornite dalla Commissione svizzera per la conservazione delle piante selvatiche (2002), cui fanno riferimento le direttive per la compensazione ecologica dell'ufficio federale dell'agricoltura.

SCHEDA 1.

Raccomandazioni per la produzione e l'impiego di sementi e piantine di piante selvatiche

Commissione svizzera per la conservazione delle piante selvatiche

(componenti: Landolt E., Hegg O., Dietl W., Gigon A., Lambelet-Haueter C. e Derron M.: www.cps-skew.ch)

Raccomandazioni generali

A. Le sementi e le piante utilizzate per la creazione di una superficie di compensazione ecologica o per il restauro di una comunità vegetale devono provenire dalla zona geograficamente ed ecologicamente più vicina.

B. Origine geografica: la semente deve provenire dalla stessa regione fitogeografica nella quale si trova la superficie da rinverdire.

La Svizzera è suddivisa in 11 regioni. Per piante molto frequenti e geograficamente poco differenziate le regioni possono essere raggruppate in 4 grandi regioni (Fig. 1).

C. Caratteristiche ecologiche: piante e semi devono provenire da stazioni con caratteristiche simili per:

- **altitudine:** piante e semi devono provenire dallo stesso orizzonte altitudinale considerando i seguenti tre orizzonti: collinare e montano (fino a circa 1200 m s.l.m. (1400 m nelle Alpi centrali)), subalpino (da 1200 (1400) m s.l.m. fino al limite del bosco), alpino (sopra il limite del bosco).
- **suolo:** umidità (suolo secco o umido), contenuto di elementi nutritivi (suolo povero o ricco) e reazione (suolo basico-debolmente acido o molto acido).

D. Altre raccomandazioni

- le specie e le sottospecie non indigene in Svizzera non devono essere introdotte nei miscugli di sementi o di piante destinati alla creazione di superficie di compensazione ecologica o per la rivegetazione di altri habitat;
- devono assolutamente essere evitate l'introduzione, l'insediamento e la propagazione di specie indesiderate (specie invasive: neofite, ma anche qualche specie indigena);
- è vietata l'introduzione nell'ambiente di organismi geneticamente modificati (OGM).

Raccomandazioni particolari

2.1. Prati previsti come superfici di compensazione ecologica (prati estensivi o poco intensivi)

Specie utilizzabili: miscuglio di base (lista Ia, provenienza dalla grande regione) + miscuglio complementare (lista Ib provenienza dalla grande regione o lista Ic provenienza dalla regione) oppure fiorume appropriato.

2.2. Superficie di compensazione ecologica in campicoltura

- maggese fioriti e maggese da rotazione: liste IIa, IIb (provenienza dalla grande regione) e IIc (provenienza dalla regione);
- margini colturali estensivi: provenienza dalla regione.

2.3. Scarpate stradali e ferroviarie

Liste Ia, Ib e Ic indicate per i prati estensivi oltre a semine con fiorume.

2.4. Zone edificate

- prati: liste Ia, Ib e Ic e IIa, IIb e IIc;
- siepi: usare specie indigene: *Euonymus europaeus*, *Viburnum lantana*, *V. opulus*, *Ligustrum vulgare*, *Corylus avellana* e *Lonicera xylosteum*. Sotto queste siepi, utilizzare specie forestali presenti nella grande regione: *Carex sylvatica*, *C. pilosa*, *Hedera helix*, *Vinca minor* e *Galium odoratum*;
- tetti rinverditi: usare solo piante indigene della regione d'intervento.

2.5. Sistemazione di piste da sci e altri movimenti di terra agli orizzonti subalpino e alpino

Sopra il limite del bosco, a causa della lenta e a volte impossibile ricostituzione della vegetazione, evitare movimenti di terra su grandi superfici: per aree maggiori di 2000 m² redigere una valutazione di impatto ambientale.

Per terreni denudati: semina di 10-15 specie della lista IIIa e 4-6 specie della lista IIIb con aggiunta di impianto a isole (1 m²) di piantine coltivate nell'orizzonte subalpino e protette contro l'erosione. Sopra i 1200 m di quota, provenienza dalla stessa regione.

2.6. Vigneti

Reintroduzione di bulbose avventizie tipiche dei vigneti sarchiati o diserbati: *Tulipa sylvestris*, *Gagea villosa*, *Muscari racemosum*, *M. neglectum* e *Calendula arvensis*: provenienza dalla regione.

2.7. Riserve naturali e altri ambienti rari

Fino a 100 m², semi e piante di specie indigene della stessa regione e da stazioni simili, oltre i 100 m² riferimento all'ufficio cantonale competente.

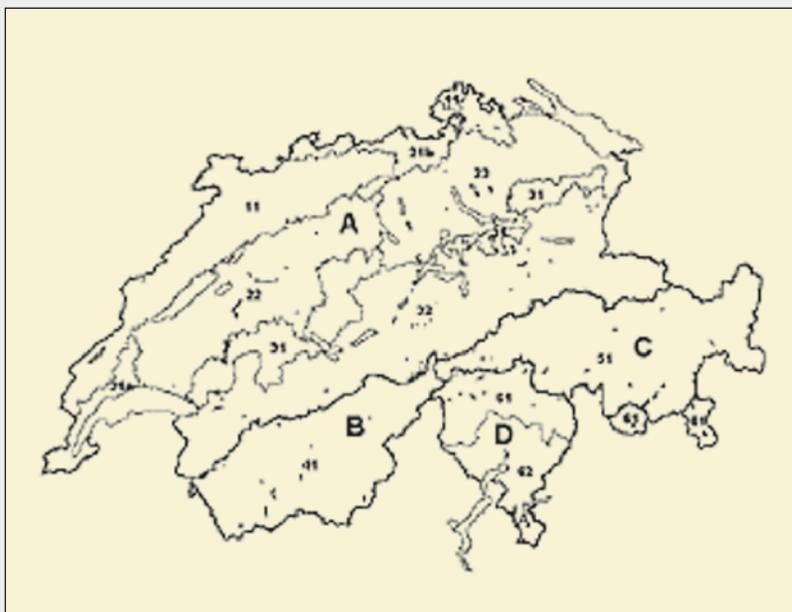


Fig. 1. Regioni e grandi regioni fitogeografiche svizzere. Regioni (linee sottili): 11 Giura; 21a Bacino lemanico; 21b Bacino renano; 22 Altipiano occidentale; 23 Altipiano orientale; 31 Prealpi; 32 Alpi settentrionali; 41 Alpi centrali occidentali; 51 Alpi centrali orientali; 61 Alpi meridionali; 62 Ticino meridionale. Grandi regioni (linee spesse): A Altipiano, Giura, Alpi settentrionali; B Alpi centrali occidentali; C Alpi centrali orientali; D Alpi meridionali.

ALLEGATI

I Liste di specie per prati previsti come superficie di compensazione ecologica

Lista Ia: miscuglio di base (specie frequenti) (provenienza del seme di base dalla grande regione): *Agrostis capillaris*, *Arrhenatherum elatius*, *Bromus erectus* s.str., *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata* *, *Festuca pratensis* s.str., *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*, *Poa pratensis* *, *Trisetum flavescens*, * Utilizzare solo piccole quantità!

Lista Ib: specie complementari relativamente frequenti (provenienza del seme di base dalla grande regione): *Achillea millefolium*, *Agrostis gigantea*, *Briza media*, *Campanula glomerata* s.str., *Carum carvi*, *Cirsium oleraceum*, *Clinopodium vulgare*, *Daucus carota*, *Galium verum* s.str., *Helictotrichon pubescens*, *Hieracium pilosella*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare* s.str., *Medicago lupulina*, *Myosotis arvensis*, *Myosotis nemorosa*, *Onobrychis viciifolia*, *Picris hieracioides* s.str., *Pimpinella major*, *Plantago media*, *Potentilla neumanniana*, *Primula elatior*, *Prunella grandiflora*, *Ranunculus bulbosus*, *Salvia pratensis*, *Sanguisorba minor* s.str., *Sanguisorba officinalis*, *Silene dioica*, *Silene flos-cuculi*, *Silene nutans* s.str., *Silene vulgaris* s.str., *Stachys officinalis* s.str., *Tragopogon pratensis* subsp. *orientalis*, *Vicia sepium*.

Lista Ic: specie complementari poco frequenti o polimorfe (provenienza del seme di base dalla regione): *Campanula papula*, *Campanula rapunculus*, *Campanula rotundifolia*, *Centaurea jacea* s.str., *Centaurea scabiosa* s.str., *Geranium sylvaticum*, *Helianthemum nummularium* subsp. *obscurum*, *Knautia arvensis*, *Knautia dipsacifolia* s.str., *Myosotis sylvatica*, *Polygonum bistorta*, *Primula veris* s.str., *Scabiosa columbaria* s.str., *Thymus pulegioides*, *Trollius europaeus*.

II Liste per superficie di compensazione ecologica in campicoltura

Lista IIa: specie annuali (provenienza del seme di base dalla grande regione): *Anagallis foemina*, *Buglossoides arvensis*, *Camelina sativa*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Erucastrum gallicum*, *Euphorbia exigua*, *Gnaphalium uliginosum*, *Kickxia elatine*, *Kickxia spuria*, *Legousia speculum-veneris*, *Melampyrum arvense*, *Papaver argemone*, *Papaver dubium*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis*, *Silene noctiflora*, *Spergula arvensis*, *Stachys annua*, *Trifolium arvense*, *Valerianella rimosa*, *Veronica agrestis*, *Veronica polita*.

Lista IIb: specie biennali e perenni (provenienza del seme di base dalla grande regione): *Campanula rotundifolia*, *Centaurea jacea* s.str., *Cichorium intybus*, *Daucus carota*, *Dianthus armeria*, *Echium vulgare*, *Hypericum perforatum* s.str., *Knautia arvensis*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum vulgare* s.str., *Lythrum salicaria*, *Malva moschata*, *Malva sylvestris* s.str., *Medicago falcata*, *Melilotus albus*, *Onobrychis viciifolia*, *Origanum vulgare*, *Pastinaca sativa* s.str., *Silene pratensis*, *Silene vulgaris* s.str., *Tragopogon pratensis* subsp. *orientalis*, *Verbascum densiflorum* *, *Verbascum lychnitis* *, *Verbascum thapsus* *, *Vicia villosa* s.str. * Non seminare insieme perché possono produrre bastardi.

Lista IIc: specie annuali, biennali e perenni, con distribuzione regionale (provenienza del seme di base dalla regione): *Adonis aestivalis*, *Agrostemma githago*, *Ajuga chamaepitys*, *Anchusa arvensis*, *Anthemis tinctoria*, *Bupleurum rotundifolium*, *Misopates orontium*, *Nigella arvensis*, *Orlaya grandiflora*, *Vaccaria hispanica*.

III. Liste per il restauro di piste da sci e altri movimenti di terra agli orizzonti subalpino e alpino

Simboli utilizzati per la ripartizione: b, solo suoli basici; a, solo suoli acidi; E, solo nelle Alpi centrali orientali; W, solo nelle Alpi centrali occidentali.

Lista IIIa: specie frequenti in grado di coprire in modo relativamente rapido il suolo (provenienza del seme di base dalla regione): *Agrostis gigantea* b, *Agrostis schraderiana* a, *Anthoxanthum alpinum*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *alpestris* b, *Arabis alpina*, *Avenella flexuosa*, *Campanula scheuchzeri*, *Carex sempervirens*, *Festuca nigrescens*, *Hippocrepis comosa* b, *Ligusticum mutellina*, *Phleum rhaeticum*, *Poa alpina*, *Sesleria caerulea*, *Trifolium badium* b, *Trifolium pratense* (razze alpine, compreso *Trifolium pratense* subsp. *nivale*) b.

Lista IIIb: specie d'alta quota a debole copertura del suolo (provenienza del seme di base dalla regione): *Achillea atrata* b, *Agrostis alpina*, *Agrostis rupestris*, *Astragalus alpinus* b, *Biscutella laevigata*, *Campanula cochleariifolia* b, *Festuca quadriflora*, *Hieracium alpinum* b, *Leucanthemopsis alpina* a, *Linaria alpina* s.str. b, *Lotus alpinus*, *Myosotis alpestris*, *Plantago alpina*, *Poa cenisia*, *Pritzelago alpina* = *Hutchinsia alpina*, *Senecio incanus* subsp. *carniolicus* a E, *Senecio incanus* subsp. *incanus* a W, *Trifolium thalii*, *Trisetum distichophyllum* b, *Trisetum spicatum*.

IV. Liste di specie indesiderate

Lista IVa: lista nera: neofite invasive particolarmente aggressive per le quali è necessario ridurre le popolazioni esistenti e impedire nuove introduzioni. (N, specie nocive per la salute umana). **Specie molto invasive:** *Heracleum mantegazzianum* (N), Caucaso; *Impatiens glandulifera*, Himalaya; *Reynoutria japonica*, Asia orientale; *Rubus armeniacus*, Caucaso; *Solidago canadensis* (compreso *S. altissima*) (N), Nord America; *Solidago gigantea* = *S. serotina* (N), Nord America. **Altre specie invasive:** *Ambrosia artemisiifolia* (N), Nord America; *Artemisia verlotiorum*, Asia orientale; *Buddleja davidii*, Cina; *Cornus sericea*, Nord America; *Elodea nuttalli*, Nord America; *Erigeron annuus*, Nord America; *Helianthus tuberosus* s.l., Nord America; *Impatiens parviflora*, Asia centrale e orientale; *Polygonum polystachyum* Himalaya; *Rhus typhina* = *R. hirta* (N), Nord America; *Robinia pseudoacacia*, Nord America; *Senecio inaequidens*, Sudafrica. **Specie invasive a Sud delle Alpi:** *Ailanthus altissima*, Cina; *Lonicera japonica*, Asia orientale; *Phytolacca americana*, Nord America.

Lista IVb: specie indigene suscettibili di invadere ambienti di grande valore patrimoniale in seguito a carenze o errori di manutenzione o per altri motivi, difficili da combattere. Suoli umidi o intrisi d'acqua: *Alnus glutinosa* (semi), *Cladium mariscus*, *Filipendula ulmaria*, *Frangula alnus*, *Juncus subnodulosus*, *Phragmites australis* = *P. communis*, *Populus tremula* (polloni), *Rubus caesius*, *Rubus fruticosus* s.l., *Salix cinerea*, *Typha latifolia*, *Urtica dioica*. **Ambienti aperti su suolo secco o fresco:** *Brachypodium pinnatum*, *Populus tremula* (polloni), *Prunus spinosa* (polloni), *Pteridium aquilinum*, *Rumex obtusifolius*; casi legati alle regioni calde del Ticino, *Carex fritschii*, *Cytisus scoparius* = *Sarothamnus scoparius*, *Molinia arundinacea* = *M. litoralis*. **Ambienti ruderali, campi, cave, ecc.:** *Agropyron repens*, *Arctium lappa*, *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense*, *Holcus mollis*, *Lactuca serriola*, *Rubus fruticosus* s.l., *Rumex obtusifolius*, *Senecio erucifolius* tossica, *Senecio jacobaea* tossica: solo a sud delle Alpi, *Artemisia vulgaris*.

In territori come quello italiano, caratterizzati da morfologia e clima molto variabili, appare più adatto l'approccio basato sulle aree biogeografiche che, tuttavia, per l'Italia non sono state ancora delimitate. In attesa di tale delimitazione, sulla base delle indicazioni svizzere sembra opportuno consigliare:

- + di restringere quanto più possibile l'area di impiego del materiale di propagazione nativo;
- + in ogni caso, di distinguere tra aree alpine interne, aree alpine centrali ed esterne, aree prealpine ed aree di pianura non andando oltre il livello di provincia;
- + di rispettare, oltre che il criterio biogeografico, anche quello della somiglianza stazionale relativamente ad altitudine e suolo.

2.4.2 La scelta del materiale di propagazione nativo da impiegare nella rivegetazione

Definito il quadro biogeografico di riferimento, la scelta delle specie e dei miscugli da utilizzare nella rivegetazione deve tenere conto di diversi aspetti: l'uso previsto della fitocenosi costituita, il tipo di vegetazione preso come riferimento e la disponibilità del materiale di propagazione.

L'uso previsto è decisivo relativamente alla fisionomia della fitocenosi creata: copertura erbacea, arbusteto, bosco misto, bosco di sole latifoglie o di sole conifere. Ad esempio, su una pista da sci o su una scarpata stradale, l'obiettivo della rivegetazione è normalmente costituito da una vegetazione erbacea: d'altra parte, su una frana in forte pendenza posta in un'area

instabile l'obiettivo finale dell'intervento è più frequentemente un bosco di latifoglie ad elevata capacità di radicazione.

Per ciascun uso previsto possono, tuttavia, essere anche diverse le fitocenosi naturali o semi-naturali da impiegare come riferimento per la scelta delle specie o come obiettivo della rivegetazione. Al riguardo, lo strumento più utile è costituito da una analisi ambientale generale seguita da un'analisi vegetazionale locale.

Con l'analisi ambientale, vengono delineati in modo sintetico i principali elementi dell'area di riferimento. Importanti sono: la caratterizzazione degli aspetti climatici più importanti per la crescita delle piante quali temperatura e precipitazioni e loro distribuzione; l'individuazione dei substrati geologici e del loro valore pedogenetico; la caratterizzazione fitogeografica utile per la definizione del contesto vegetale dell'area di intervento; la ricerca bibliografica sulle fitocenosi presenti nel territorio.

L'analisi vegetazionale locale ha come obiettivo principale la definizione della vegetazione di riferimento per il ripristino. Essa inizia con l'esecuzione di rilievi floristici in aree a vegetazione omogenea. Alcune aree di saggio sono da collocare entro la zona di intervento in situazioni stazionali e vegetazionali diverse. Inoltre, con l'obiettivo di individuare le associazioni vegetali presenti in loco, altre aree vanno localizzate su superfici esterne alla zona di intervento, entro tipi di vegetazione naturale o semi-naturale con fisionomia compatibile con quella scelta e con caratteristiche topografiche e geologiche simili alla zona di intervento. Nella successiva fase di interpretazione, i rilievi eseguiti vengono riportati in un'unica tabella floristica in cui sia le specie che i rilievi vengono riuniti in gruppi omogenei, in base all'analogia di comportamento nelle diverse aree di saggio, le prime, e alla somiglianza di composizione floristica, i secondi. Infine, i gruppi omogenei di rilievi floristici vengono attribuiti ad uno specifico tipo vegetazionale individuato sulla base del confronto con i tipi descritti in bibliografia.

La descrizione delle fitocenosi presenti in loco e nelle aree circostanti prima dell'intervento costituisce la base per la scelta relativa alla vegetazione di riferimento per il ripristino o, quanto meno, per l'individuazione del miscuglio di seme da impiegare. È necessario osservare, comunque, che in aree montane la formazione di una copertura erbacea è quasi sempre ritenuta necessaria anche quando l'arbusteto o il bosco costituiscono l'obiettivo finale della rivegetazione. Infatti, nei primi anni alberi e arbusti, ancora poco cresciuti, non sono in grado di proteggere adeguatamente il suolo dall'erosione, azione che invece le piante erbacee sono in grado di esercitare fin quasi da subito.

Nei casi più fortunati la vegetazione di riferimento può essere identica a quella già presente. Ad esempio, nei modellamenti realizzati su prateria per la costruzione di piste da sci, la ridistribuzione dello strato superficiale di suolo ricco di propaguli adeguatamente conservato consente spesso di ricostituire la vegetazione preesistente. In altri casi ciò non è possibile o perché dopo gli interventi il substrato è radicalmente mutato o perché non è disponibile il materiale di propagazione. Spesso nei ripristini su

cave e su frane, il substrato risultante è molto più sassoso e inospitale per le piante di quello iniziale, per cui la vegetazione cui riferirsi per il ripristino è necessariamente un tipo di fitocenosi meno evoluto di quello preesistente.

La disponibilità del materiale di propagazione locale è il limite principale all'impiego dei miscugli definiti attraverso l'analisi vegetazionale. Il primo problema è il livello di sviluppo delle tecniche di reperimento e di produzione di seme di ecotipi nativi raggiunto in ciascuna area geografica. Tale livello, molto differenziato nei paesi dell'area alpina, dipende, soprattutto, dall'importanza attribuita politicamente alla conservazione della biodiversità, attribuzione che si traduce in norme e in incentivazioni all'impiego degli ecotipi nativi.

Il secondo problema, più strettamente tecnico, è la disponibilità di superfici da cui prelevare il materiale di propagazione a costi sostenibili. Da questo punto di vista, in ambiente alpino le situazioni ambientali più favorevoli sono quelle di bassa e media quota in cui sono ancora disponibili superfici più o meno estese di prateria permanente impiegate a scopo foraggiero e in cui è possibile reperire seme in modo meccanizzato. Eventualmente in tali situazioni ambientali, il problema può essere la spesso eccessiva intensivizzazione della coltivazione (soprattutto della concimazione) che determina composizioni floristiche tipiche di suoli ricchi di elementi nutritivi, poco adatte al ripristino dei suoli normalmente poco fertili delle stazioni oggetto della rivegetazione antierosiva. Di frequente, le situazioni meno favorevoli sono, invece, quelle di alta quota. Qui, infatti, i prati semi-naturali un tempo usati a scopo foraggiero e che di solito presentano una superficie transitabile anche con mezzi meccanici, sono stati spesso abbandonati per la loro produttività limitata e la loro lontananza dalle aziende zootecniche. D'altra parte, ad alta quota praterie pascolate che siano facilmente accessibili alle macchine non sono molto frequenti. Inoltre, a quote molto alte la raccolta di seme è spesso limitata agli anni di buona produzione di seme (Urbanska e Chambers, 2002). Il recupero al taglio di prati di alta quota solo di recente abbandonati e interventi leggeri di miglioramento della transitabilità dei pascoli più favorevoli costituirebbero due interventi molto utili per aumentare la disponibilità di aree di reperimento meccanizzato di materiale di propagazione nativo.

Un terzo problema è la difficoltà di mettere in coltivazione o di reperire in loco tutte le numerose specie utilizzabili nella rivegetazione e, in particolare, quelle tipiche delle quote oltre il limite del bosco. Da questo punto di vista, negli ambienti dove l'area da rivegetare è inserita in un contesto ricco sotto l'aspetto floristico (ad esempio alle quote medio-alte) un'utile strategia consiste nell'impiegare poche specie comuni nelle praterie e in grado di dare avvio all'evoluzione della fitocenosi: molte altre specie si insedieranno spontaneamente facendo evolvere la comunità vegetale verso forme autosostenibili (Commissione svizzera per la conservazione delle piante selvatiche, 2002; Urbanska e Chambers, 2002). Le poche specie da impiegare possono essere dedotte dall'analisi vegetazionale realizzata secondo i criteri sopra descritti. Utili sarebbero soprattutto le specie a più

ampia valenza ecologica, individuate in numerose situazioni vegetazionali a diverso grado di evoluzione del suolo: queste danno, infatti, maggiore garanzia sia di adattarsi ai suoli inizialmente difficili sia di mantenersi nel tempo anche in seguito all'evoluzione del suolo e della copertura vegetale.

2.5 Metodi di reperimento del materiale di propagazione nativo

Definita l'opportuna area geografica di reperimento del materiale di propagazione, questo può essere ottenuto in quantità sufficienti per la rivegetazione in due modi principali, attraverso il ricorso a coltivazioni specializzate da seme oppure con la raccolta diretta da vegetazioni naturali.

Entrambe queste modalità sono attuabili sia per le specie erbacee sia per quelle legnose e consentono di ottenere materiale di propagazione ad alto valore naturalistico. Tuttavia, alla prima modalità si è fatto più ampiamente ricorso negli ultimi decenni soprattutto negli stati in cui sono presenti aziende specializzate per la produzione di seme e che hanno trasferito le conoscenze acquisite nella produzione di seme di varietà selezionate a quella degli ecotipi nativi (vedasi ad esempio, Svizzera, Austria e Germania). Più recentemente sono divenute importanti anche le tecniche di reperimento diretto dalle vegetazioni naturali. Infatti, spesso a scala locale i rinverdimenti da effettuare sono poco estesi e necessitano di quantitativi ridotti di seme, tali da non giustificare l'avvio di apposite coltivazioni specializzate. Inoltre, questo metodo di reperimento del materiale di propagazione può essere attuato anche nelle situazioni in cui mancano le aziende agricole specializzate in colture da seme.

Le due modalità non si escludono a vicenda, anzi sono tra loro integrabili. Ad esempio, per alcune specie importanti che possono essere impiegate in dosi elevate e su aree geografiche più ampie è possibile pensare di produrre seme in coltivazioni specializzate, mentre i miscugli di base composti da tali specie possono essere arricchiti con piccole quantità di seme raccolte direttamente da vegetazioni naturali.

2.5.1 Produzione di seme di specie erbacee in coltivazioni specializzate

La coltivazione specializzata da seme degli ecotipi nativi adotta le tecniche agronomiche sviluppate per la produzione di seme delle varietà geneticamente selezionate. Superfici ad elevata fertilità vengono coltivate con le tecniche convenzionali che prevedono le diverse fasi di preparazione del letto di semina, semina, controllo delle malerbe e raccolta (Foto 2.5.1.1). Rispetto alle varietà selezionate, a causa del loro lento sviluppo e della loro modesta capacità competitiva, gli ecotipi nativi richiedono, di solito, lotta alle malerbe e trattamenti fitosanitari particolarmente accurati (Krautzer et al., 2004). Altre possibili difficoltà riguardano la maggiore scalarità della maturazione del seme e, talvolta, la minore qualità e quantità della produzione (Smith e Smith, 1997). Inoltre, affinché il seme prodotto mantenga la variabilità genetica degli ecotipi da propagare sono necessari particolari accorgimenti che riguardano sia la raccolta del seme di base sia le diverse fasi della propagazione.



Foto 2.5.1.1. *Poa alpina*, ecotipo Passo Sella (a destra), e *Festuca nigrescens*, ecotipo Lusìa (a sinistra), in coltivazione da seme su piccole superfici (Foto Carbonari).

Per una raccolta appropriata del seme di base vengono date indicazioni valide per specie di cui sia conosciuta oppure no la struttura genetica, per specie endemiche di piccole aree geografiche e per specie rare e in pericolo di estinzione (Guinon, 1993 e Guerrant e Pavlik, 1997). Quali indicazioni generali viene raccomandato che il seme sia raccolto da un numero minimo di piante donatrici (ad es. 50-100) distribuite sull'intera area di raccolta e sufficientemente distanziate l'una dall'altra. Come piante donatrici devono essere evitate quelle che vivono isolate o vicine ad ambienti antropizzati. Tutto ciò deve avvenire tenendo conto delle caratteristiche ecologiche della specie. L'eventuale conoscenza della struttura genetica delle popolazioni di una specie può fornire ulteriori importanti indicazioni per una raccolta più efficace del seme.

Nella propagazione del seme si devono adottare tecniche in grado di evitare fenomeni di selezione naturale e di deriva genetica che modificherebbero le caratteristiche fenotipiche o genotipiche delle popolazioni costituite nelle generazioni successive rispetto alla popolazione iniziale. In funzione anche della diversità dell'ambiente di coltivazione rispetto all'ambiente di prelievo del seme di base, ciò può avvenire in diversi stadi della produzione (Majerus, 2000):

- le condizioni ambientali alla germinazione e all'emergenza possono determinare la sopravvivenza delle plantule più vitali;
- nella competizione per la luce e per i nutrienti, alcune piante possono soccombere;
- nello stock di seme prodotto giungono solo i semi maturi al momento della raccolta;
- nella pulitura del seme possono essere esclusi i semi grandi o piccoli.

Per evitare queste forme di selezione involontaria viene consigliato di coltivare in un ambiente non strettamente agricolo e con caratteristiche simili a quelle delle stazioni di impiego del seme prodotto, di limitare al minimo il numero di generazioni successive impiegate nella coltivazione, di effettuare raccolte a diverse date e di coltivare in ambienti isolati dal flusso genetico (Knapp e Rice, 1994). Inoltre, viene raccomandato il periodico rinnovamento dei capostipiti a partire da seme raccolto dalle popolazioni naturali di origine o da piante madri mantenute nei pressi di tali popolazioni.

Riguardo alle specifiche tecniche di produzione di seme di ecotipi di specie native utili nei rinverdimenti di ambiente alpino si citano i risultati delle recenti ricerche effettuate in Austria che riportano indicazioni dettagliate per diverse *Poaceae* (*Anthoxanthum odoratum*, *Avenella flexuosa*, *Poa variegata*, *Briza media*, *Bromus erectus*, *Bromus inermis*, *Cynosurus cristatus*, *Deschampsia caespitosa*, *Festuca nigrescens*, *Festuca picturata*, *Festuca pseudodura*, *Festuca supina*, *Festuca varia*, *Koeleria pyramidata*, *Phleum hirsutum*, *Phleum rhaeticum*, *Poa alpina* e *Sesleria albicans*), *Fabaceae* (*Anthyllis vulneraria*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *alpestris*, *Trifolium alpinum*, *Trifolium badium* e *Trifolium pratense* subsp. *nivale*) e Altre specie (*Achillea millefolium* e *Leontodon hispidus*) (Krautzer et al., 2004). Si ricordano anche i risultati di alcune ricerche francesi relative ad *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium badium*, *Trifolium pratense* subsp. *nivale*, *Lotus corniculatus* e *Poa alpina* (Dinger, 1997).

Allo stato attuale le specie alpine utili per rivegetazioni di montagna e di cui viene prodotto il seme in coltivazioni specializzate sono quelle riportate nella tabella 2.5.1.1. Tale tabella è interessante perché indica le specie importanti di cui già sono state messe a punto le tecniche di coltivazione. Tuttavia, si sottolinea che nell'ottica della protezione della biodiversità locale, il seme degli ecotipi svizzeri e austriaci di queste specie non sono utilizzabili al di fuori di tali aree geografiche.

Considerato che il seme prodotto viene utilizzato localmente, risulta particolarmente importante che le varie fasi della produzione e commercializzazione siano organizzate in base ad una stretta connessione con il territorio. Al riguardo, un aspetto importante riguarda la stima dell'estensione e del tipo di superfici annualmente da rivegetare, stima che può essere effettuata sulla base della documentazione disponibile presso gli uffici pubblici predisposti alla concessione delle autorizzazioni di intervento. La produzione del seme può essere organizzata secondo modelli diversi. In alcuni paesi alpini (Austria e Svizzera) essa viene attualmente gestita soprattutto da ditte sementiere specializzate che subappaltano ad agricoltori la fase di campo, fornendo la consulenza necessaria e assicurando il ritiro, la conservazione e la commercializzazione del prodotto. In Germania esistono ditte private che a contratto producono seme a partire da materiale di base raccolto dalla ditta stessa oppure fornito dal committente. In altri casi, la produzione di seme viene realizzata dagli uffici pubblici cui competono interventi di ripristino ambientale (servizi forestali, Parchi ecc.). Il controllo della produzione e, talvolta, anche la fornitura del seme da moltiplicare nonché la certificazione del seme commercializzato vengono effettuati direttamente dall'ente pubblico.

Specie	Svizzera (1)	Austria (2)	Specie	Svizzera (1)	Austria (2)
<i>Poaceae</i>			<i>Fabaceae</i>		
<i>Agrostis alpina</i>	L		<i>Anthyllis vulneraria</i>		S
<i>Agrostis capillaris</i>		S	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpestris</i>	Rb	P
<i>Agrostis gigantea</i>	Rb		<i>Astragalus alpinus</i>	Lb	
<i>Agrostis rupestris</i>	L		<i>Hippocrepis comosa</i>	Rb	
<i>Agrostis schraderiana</i>	Ra		<i>Lotus alpinus</i>	L	
<i>Agrostis stolonifera</i>		S	<i>Lotus corniculatus</i>		S
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	R		<i>Trifolium badium</i>	Rb	
<i>Avenella flexuosa</i>	R	P	<i>Trifolium pratense</i>	Rb	S
<i>Poa variegata</i>		P	<i>Trifolium pratense</i> subsp. <i>nivale</i>	Rb	P
<i>Briza media</i>		S	<i>Trifolium repens</i>		S
<i>Carex sempervirens</i>	R		<i>Trifolium thalii</i>	L	
<i>Cynosurus cristatus</i>		S	Altre famiglie		
<i>Deschampsia caespitosa</i>		P	<i>Achillea atrata</i>	Lb	
<i>Festuca airoides</i>		P	<i>Achillea millefolium</i>		S
<i>Festuca nigrescens</i>	R	P	<i>Arabis alpina</i>	R	
<i>Festuca picturata</i>		P	<i>Biscutella laevigata</i>	L	
<i>Festuca pseudodura</i>		P	<i>Campanula cochlearifolia</i>	Lb	
<i>Festuca quadriflora</i>	L		<i>Campanula scheuchzeri</i>	R	
<i>Festuca rubra</i>		S	<i>Hieracium alpinum</i>	Lb	
<i>Festuca varia</i>		P	<i>Pritzelago alpina</i>	L	
<i>Koeleria pyramidata</i>		P	<i>Leontodon hispidus</i>		S
<i>Phleum hirsutum</i>		P	<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Lb	
<i>Phleum rhaeticum</i>	R	P	<i>Ligusticum mutellina</i>	R	
<i>Poa alpina</i>	R	P	<i>Linaria alpina</i>	Lb	
<i>Poa cenisia</i>	L		<i>Myosotis alpestris</i>	L	
<i>Poa supina</i>		P	<i>Phyteuma orbiculare</i>		
<i>Sesleria caerulea</i>	R		<i>Plantago alpina</i>	L	
<i>Trisetum distichophyllum</i>	L		<i>Senecio incanus</i> subsp. <i>carniolicus</i>	La	
<i>Trisetum spicatum</i>	L		<i>Senecio incanus</i> subsp. <i>incanus</i>	La	

Tab. 2.5.1.1. Specie utili per rivegetazioni antierosive propagate in forma di ecotipi nativi in Svizzera e in Austria.

Legenda. (1) Da Commissione svizzera per la conservazione delle piante selvatiche, 2002. R, specie frequenti e ricoprenti il suolo in modo veloce ed elevato; L, specie ricoprenti il suolo in modo lento e limitato; b, solo su suoli basici; a, solo su suoli acidi. (2) Da Krautzer et al., 2006. P, specie principali, reperibili in commercio; S, specie secondarie non sempre reperibili in commercio.

Per ottenere seme di specie native in coltivazioni specializzate sono necessarie almeno tre annate vegetative, la prima per reperire il seme, la seconda per creare l'impianto, la terza per fare il primo raccolto (Majerus, 2000). Nella maggior parte dei casi, la raccolta di seme è limitata al primo anno dopo la semina. Infatti, a causa della ridotta competitività degli ecotipi nativi, i loro impianti da seme sono molto facilmente infestati.

Infine, si rileva che l'approvazione di leggi e regolamenti mirati all'attuazione pratica dei principi di conservazione della biodiversità contenuti nella Convenzione di Rio de Janeiro attraverso l'impiego del materiale di propagazione nativo costituisce una condizione importante perché la produzione di tale materiale possa prendere avvio.

2.5.2 Metodi di raccolta del seme da praterie permanenti polifite

Il materiale di propagazione raccolto in una prateria permanente può essere utilizzato direttamente negli interventi di rivegetazione. Rispetto alla coltivazione specializzata da seme questa forma di reperimento presenta sia vantaggi che svantaggi. Il rischio di una selezione del materiale è più limitato in quanto si raccoglie seme da un numero di piante molto elevato e ciò determina un incremento della variabilità e dell'adattabilità del seme ottenuto. In secondo luogo, il seme prelevato appartiene sempre a numerose specie vegetali e oltre al seme vengono raccolti e poi distribuiti sulle aree da rivegetare anche animali (uova, larve ecc.): con ciò la rivegetazione si avvicina di più al vero e proprio restauro ecologico (Engelhardt, 2000). Infine, la raccolta da praterie permanenti può consentire sia di valorizzare l'utilizzo di molte superfici foraggere montane che negli ultimi decenni sono state tagliate con il contributo pubblico solo a scopo paesaggistico, sia di favorire il recupero di altre che, pur abbandonate, hanno conservato una composizione floristica prevalentemente erbacea.

D'altra parte, la raccolta del seme potrebbe determinare effetti negativi sulle caratteristiche delle praterie interessate. Innanzitutto, l'asporto del seme riduce la presenza di propaguli che sono necessari per la persistenza della prateria stessa. Inoltre, il ritardo del taglio spesso adottato per consentire una maggiore maturazione del seme e lo stesso calpestamento della prateria da parte delle macchine possono determinare cambiamenti della struttura floristica della prateria. Questi effetti potrebbero rivelarsi dannosi soprattutto nel caso di praterie di particolare pregio. Tuttavia, i risultati di alcuni studi indicano che tali rischi sono molto ridotti anche nelle praterie primarie (Packard e Mutel, 1997) e possono essere limitati adottando particolari modalità di raccolta (Porter, 1994). Ulteriori possibili svantaggi rispetto alle coltivazioni specializzate riguardano la qualità del seme che di solito è minore (minore germinabilità, maggiore dormienza) (Krautzer, 1995) o difficilmente valutabile in quanto le diverse specie che costituiscono il miscuglio raccolto da una prateria permanente possono presentare una varietà di esigenze di germinazione difficilmente simulabili in una prova standard di germinabilità (Molder, 2000). Sotto l'aspetto organizzativo, il ricorso alla raccolta diretta da praterie permanenti richiede, di solito, un maggiore sforzo di programmazione. Infatti, normalmente l'accordo con i proprietari delle praterie e la raccolta del seme devono aver luogo prima o almeno contemporaneamente all'esecuzione degli interventi di rivegetazione.

Il costo del seme ottenuto da praterie permanenti varia molto in funzione del metodo di raccolta e delle caratteristiche della prateria quali l'estensione, la produttività e la vicinanza all'azienda. Tuttavia, nel caso di praterie con caratteristiche favorevoli esso può risultare inferiore rispetto ai miscugli

commerciali di ecotipi nativi ottenuti da coltivazioni specializzate, in quanto per ottenere il seme non sono necessari elevati investimenti né onerose operazioni colturali (Porter, 1994).

I metodi di reperimento di seme da praterie permanenti sono la raccolta manuale, la raccolta come erba verde o come fieno seguita oppure no dalla trebbiatura, la raccolta con macchina raccogli-seme e la raccolta con mietitrebbia.

La **raccolta manuale** è utile soprattutto per ottenere seme di base per la propagazione in colture specializzate, mentre per i costi elevati è poco adatta al reperimento di seme da impiegare direttamente nella rivegetazione. Essa consente di separare già in campo le singole specie e risulta utile soprattutto nel caso di superfici di difficile accesso alle macchine o quando le piante di cui si devono raccogliere i semi sono distribuite su grandi spazi o sono concentrate in gruppi piccoli e isolati. Inoltre, essa diviene importante anche quando le specie interessate hanno maturazione del seme troppo precoce o tardiva rispetto all'epoca dell'eventuale intervento meccanizzato (Lochner, 1997).

Nella **raccolta come erba verde** l'erba ricca di seme viene tagliata e caricata su un mezzo di trasporto che la trasferisce alla superficie da rivegetare su cui viene distribuita in uno strato alto qualche centimetro affinché con l'essiccazione lasci cadere al suolo il seme contenuto. Taglio, trasporto e distribuzione vanno eseguiti in stretta successione per evitare la fermentazione dell'erba umida e la conseguente perdita di vitalità del seme contenuto. Questo metodo ha il vantaggio di consentire la raccolta di tutto (o quasi tutto) il seme presente nella prateria di provenienza al momento del taglio e di ridurre il costo del reperimento al solo taglio e trasporto. Tuttavia, costringendo ad eseguire la distribuzione dell'erba immediatamente dopo il taglio, limita il tempo di possibile esecuzione dell'inerbimento alla sola epoca di maturazione del seme nella prateria di origine.

Nella **raccolta come fieno**, l'erba ricca di seme viene tagliata, fatta essiccare in loco e trasportata in un luogo di deposito oppure subito distribuita sulla superficie da rivegetare. Lo stato secco del fieno e del seme contenuto ne consente una conservazione relativamente lunga. Pertanto, la sua distribuzione sulla superficie da rinverdire può aver luogo anche parecchio tempo dopo il taglio, benché non oltre l'anno successivo quello della raccolta, pena una sensibile perdita di vitalità del seme. L'efficienza del metodo e, in particolare, la quota e la qualità del seme raccolto rispetto a quello presente nella prateria, dipende molto dall'andamento meteorologico. Col bel tempo l'essiccazione avviene rapidamente (1-3 giorni) e la perdita rapida di umidità impedisce l'instaurarsi di fermentazioni dannose per la qualità del seme. Inoltre, il numero di rivoltamenti dell'erba necessari è limitato e in questo modo anche la perdita di seme al suolo è ridotta. Al contrario, con il cattivo tempo qualità e quantità del seme raccolto vengono fortemente ridotti. La quantità di seme ottenuto può, dunque, variare fortemente tra il 20 e l'80% di quello presente nel prato al momento della raccolta.

Le raccolte come erba verde e come fieno non richiedono investimenti particolari rispetto alle macchine ampiamente diffuse nelle aziende zootecniche (trattore, falciatrice, ranghinatore, carro raccogli fieno, imballatrice).

La **trebbiatura del fieno**, eseguita direttamente in campo oppure in azienda,

consente di separare il seme dai fusti e dalle foglie. Questi ultimi possono essere impiegati come foraggio mentre il fiorume ottenuto dalla trebbiatura, formato da seme e da frammenti residui di fusti e foglie, viene usato come materiale di propagazione.

La **raccolta meccanizzata** può essere eseguita con macchine che raccolgono il seme senza tagliare l'erba la quale viene colpita con fili di nylon attaccati ad un asse rotante, sottoposta ad aspirazione oppure spazzolata. Il seme maturo che si stacca dalla pianta, assieme a frammenti di fusti e foglie e ad animali presenti in forme diverse (adulti, uova ecc.), viene trascinato verso un contenitore posto dietro la macchina. Dopo la raccolta, il materiale viene essiccato in modo da renderne possibile una lunga conservazione. Sullo stesso popolamento, la raccolta può essere effettuata a diverse altezze e più volte nel corso dell'anno in modo da ottenere seme di specie che occupano strati diversi della prateria o che maturano in epoche diverse. Ad ogni passaggio vengono prelevati solo (o prevalentemente) i semi maturi, quelli immaturi vengono lasciati sul posto e possono venire raccolti in date successive (Smith e Smith, 1997). Tale metodo può trovare impiego in tutte le praterie ma è particolarmente utile in quelle primarie di pregio in quanto, non prevedendo il taglio, provoca effetti limitati sulle caratteristiche della fitocenosi (Packard e Mutel, 1997). Date le dimensioni e i pesi non elevati, molte delle macchine in commercio possono essere utilizzate anche su superfici in pendenza e non troppo sconnesse. Tuttavia, normalmente esse non sono disponibili nelle aziende zootecniche, per cui richiedono un certo investimento iniziale. Questo è variabile in funzione del tipo di macchina ma, comunque, mai molto elevato.

I modelli disponibili sono portatili, semoventi o trainati. Tra i primi rientrano le **macchine spazzolatrici portatili**. Si tratta di strumenti di piccole dimensioni, poco pesanti e poco costosi, simili ai decespugliatori. Essi sono



Foto 2.5.2.1. Raccolta con macchina spazzolatrice portatile.

dotati di un asse che viene fatto ruotare da un piccolo motore a scoppio: i flagelli attaccati all'asse rotante colpiscono le infiorescenze staccando il seme maturo che viene portato verso un contenitore posto dietro l'asse (Foto 2.5.2.1). Con questi strumenti è possibile raccogliere il seme delle piante desiderate abbassando lo strumento solo sulle loro infiorescenze. Inoltre, questo modello è particolarmente utile su superfici non accessibili agli autoveicoli oppure di particolare pregio floristico, poiché l'impatto sulla prateria è quasi esclusivamente limitato al calpestamento dell'operatore. L'efficienza di raccolta può raggiungere i 4 kg di seme per ora (Morgan e Collicutt, 1994).

Le **macchine spazzolatrici trainate** sono dotate di una spazzola larga fino a 4 m che viene fatta ruotare da un motore a scoppio autonomo o da una presa di forza proveniente dal veicolo trainante (Foto 2.5.2.2). In alcuni modelli la spazzolatrice è priva di ruote e viene montata sul lato frontale di un trattore: in altri è montata su un telaio con ruote e viene trainata, in posizione laterale posteriore, da un veicolo a quattro ruote motrici. In funzione dell'altezza della vegetazione, la spazzola può essere bassa (a livello del suolo) o alta, fino ad oltre 1.5 m. Rispetto alle cotiche basse, in quelle alte la quota di specie raccolta sul totale delle specie presenti è inferiore in quanto l'azione della spazzola, tenuta al livello delle infiorescenze delle specie dominanti, non può interessare le specie dello strato inferiore. In certi tipi di macchina, la rotazione della spazzola sul lato di avanzamento può avvenire sia in senso orario (settaggio per erba alta) che antiorario (settaggio per erba bassa): ciò



Foto 2.5.2.2. Spazzolatrice trainata. In primo piano la spazzola che ruotando strappa il seme dalle piante.

consente di ottenere la maggiore efficienza di raccolta in ciascuno dei due tipi di prateria. La velocità di rotazione della spazzola può essere modificata a seconda delle necessità. In praterie di bassa quota e molto produttive l'efficienza può giungere fino a 30 kg di seme per ora (Morgan e Collicutt, 1994) mentre in praterie poco produttive di alta quota si aggira intorno ai 2-4 kg per ora (Scotton et al., 2003).

Le **macchine aspiratrici** aspirano il seme maturo con una corrente d'aria creata da un ventilatore azionato da un motore a scoppio e lo convogliano in un contenitore posto dietro la bocca di aspirazione. Il principio di funzionamento è identico a quello delle macchine aspiratrici impiegate per la pulizia dei giardini dalle foglie cadute dagli alberi. Tra i modelli disponibili, alcuni hanno peso ridotto e sono portatili, altri hanno peso maggiore e vengono montati sul cassone di un autoveicolo. Questi strumenti esercitano una ridotta forza di distacco dei propaguli dalla pianta e sono quindi utili per raccogliere solo il seme maturo di quelle specie di cui le macchine spazzolatrici tenderebbero invece ad asportare anche i semi immaturi. Un limite di questi strumenti è la piccola dimensione della bocca di aspirazione (ad esempio 12 x 8 cm) che riduce l'efficienza oraria della raccolta (Waters et al., 2001).

In praterie permanenti, la raccolta con **mietitrebbia** può essere effettuata con modelli di piccole dimensioni (ad es. quelli impiegate per sperimentazioni di tipo parcellare) (Foto 2.5.2.3) ma che comunque costituiscono un investimento elevato. L'efficienza di raccolta è buona, maggiore di quella delle macchine spazzolatrici (Steinauer, 2003). Tuttavia, l'uso della macchina presenta dei limiti. Le superfici pendenti o sconnesse sono difficilmente transitabili. Inoltre, a differenza delle macchine spazzolatrici, la mietitrebbia taglia l'erba e quindi il suo impiego non consente di effettuare diversi passaggi sulla stessa superficie per la raccolta di seme di specie di diversa precocità.



Foto 2.5.2.3. Mietitrebbie di piccole dimensioni come quelle delle prove parcellari di cereali possono essere impiegate anche per la raccolta del seme da praterie permanenti (Foto Wintersteiger AG).

Nelle praterie permanenti, la scelta dell'**epoca di raccolta** del seme è resa difficile dal fatto che tali fitocenosi sono costituite da numerose specie che possono presentare cicli fenologici a precocità molto differenziata (Scotton e Piccinin, 2003). Inoltre, negli ecotipi nativi più che nelle varietà selezionate, tra i diversi individui del popolamento e persino entro il medesimo individuo la maturazione del seme può avvenire con una notevole scalarità.

Questi fatti hanno come conseguenza che in qualsiasi momento la raccolta venga eseguita, una quota elevata di seme rimane sulla prateria. Da un lato, ciò è positivo in quanto il seme prodotto è necessario alla fitocenosi stessa per rinnovarsi. Dall'altro, un'efficienza di raccolta troppo bassa sarebbe evidentemente un aspetto negativo. Un'altra conseguenza è che la composizione del miscuglio ottenuto può essere molto variabile in funzione del momento di intervento.

Tali difficoltà sono di solito meno accentuate nelle praterie utilizzate a prato che in quelle utilizzate a pascolo o in quelle primarie. Nei prati, infatti, la maggior parte delle specie ha fenologia tale da consentire la maturazione del seme antecedentemente al primo taglio, mentre nelle seconde le specie hanno un range fenologico più ampio (Edwards et al., 2007).

Nelle praterie tagliate, il momento migliore per eseguire la raccolta è posto alla fine del primo ricaccio, quando la maggior parte delle specie dominanti del prato ha maturato il seme ma prima che questo sia caduto al suolo in quantità elevata (Krautzer e Wittmann, 2006).

Anche nei pascoli o nelle praterie primarie una raccolta compiuta alla fine del ricaccio primaverile, quando le graminacee dominanti hanno maturato il loro seme, consente di ottenere le quantità più elevate. Tuttavia, in questo caso, soprattutto se è abbondante la presenza di specie con ciclo fenologico molto precoce (ad es. *Anthoxanthum* spp. o *Poa alpina*) oppure molto tardivo (ad es. *Agrostis capillaris*), risulta difficile la scelta del momento più idoneo. In tali situazioni, la raccolta in almeno due momenti diversi, seguita dal mescolamento del seme, consente di ottenere un miscuglio più equilibrato e più simile alla composizione della prateria di origine.

Sia per la fienagione seguita da trebbiatura sia per la spazzolatura e per la mietitrebbiatura sono possibili due diverse **strategie di raccolta**: 1. ottenere tanto seme in un unico intervento oppure 2. effettuare più interventi successivi sulla medesima superficie per ottenere, nel complesso, il più ampio spettro possibile di specie raccolte. Nella fienagione e nella mietitrebbiatura, la prima strategia si realizza tagliando tutta la prateria nel momento di massima presenza del seme desiderato mentre la seconda viene attuata suddividendo la prateria in settori che vengono tagliati in epoche successive (Krautzer e Wittmann, 2006). Nella spazzolatura, la prima strategia viene attuata operando con bassa velocità di traino della macchina e alta velocità di rotazione della spazzola: la spazzolatura è vigorosa e si raccoglie anche seme poco maturo ma in maggiore quantità e di un maggior numero di specie. La vegetazione viene sensibilmente disturbata, tanto che più raccolte successive sono difficilmente realizzabili e flora e fauna possono essere danneggiate. Perciò questo tipo di intervento si adatta male a fitocenosi di pregio. Per attuare la seconda strategia si opera, invece, con alta velocità di traino e

bassa velocità di rotazione della spazzola: la spazzolatura è poco energica e viene asportato solo seme ben maturo. In questo caso, la vegetazione è poco disturbata e, in questo modo, sulla stessa superficie sono possibili più raccolte successive.

La scelta tra le due strategie dipende anche dall'obiettivo della rivegetazione. La prima situazione si adatta di più al caso in cui si desideri soprattutto costituire una copertura efficace sotto l'aspetto antierosivo che possa, poi, evolversi floristicamente con il contributo del seme proveniente dalle aree circostanti. Per contro, la seconda strategia, integrata dall'eventuale raccolta manuale di specie molto precoci o molto tardive, è da attuare quando si voglia ottenere una prateria quanto più possibile simile a quella di raccolta del seme.

Dopo una prima grossolana **pulitura** del fiorume compiuta con un vaglio che separa i frammenti di fusti e foglie di maggiori dimensioni, il materiale ottenuto da spazzolatrice contiene una quota di seme vero e proprio pari a circa il 30-40% (Foto 2.5.2.4). Nel fiorume da fienile grossolanamente vagliato, la quota di seme puro è sensibilmente inferiore e pari a circa il 3-10%. Ciò è dovuto al fatto che, rispetto all'erba verde da cui viene raccolto il fiorume da spazzolatrice, nel fieno, fusti e foglie essiccati si frammentano molto più facilmente, mescolandosi così al seme. Nei fiorumi, siano essi ottenuti sia da spazzolatrice sia da fienile, la separazione del seme vero e proprio dai frammenti di fusti e foglie di minore dimensione è di solito difficile da realizzare. Infatti, sia il seme sia lo sporco residuo presentano dimensioni e pesi molto variabili, tanto che le normali macchine soffiatrici, più che dividere il seme dalle impurità, separano semi e impurità leggeri da semi e impurità pesanti. Rispetto al fieno e all'erba verde, la riduzione della massa ottenuta con la raccolta meccanizzata rende più facili l'impiego in aree



Foto 2.5.2.4. Fiorume da spazzolatrice dopo vagliatura grossolana (foto Vescovo).

pendenti o in cantieri complessi nonché la certificazione della provenienza e della qualità del seme. Inoltre, è possibile mescolare i materiali ottenuti dalla medesima prateria lavorata in epoche diverse, ottenendo così un miscuglio con composizione specifica più ricca e più simile a quella della prateria di origine (Kirmer et al., 2006). Infine, il materiale presenta il grosso vantaggio di poter essere conservato più a lungo. Infatti, la riduzione di volume ne rende possibile il deposito in cella frigorifera dove, alla temperatura di 2 °C, la vitalità si conserva per diversi anni. L'eventuale conservazione va preceduta dall'essiccazione fino al raggiungimento di un'umidità di equilibrio di circa il 3-7% (Davy, 2002).

2.5.3. Le possibilità offerte dalla ricolonizzazione spontanea e altri metodi di reperimento di materiale di propagazione di ecotipi nativi

A patto che il suolo abbia raggiunto una sua stabilità, nella maggior parte della montagna alpina i processi spontanei di rivegetazione sono in grado da soli di generare coperture vegetali efficienti (Scotton e Piccinin, 2004). Fondamentale perché ciò si possa verificare è che sulla superficie denudata giunga (o vi sia già) una sufficiente quantità di propaguli, e cioè semi o parti vegetative di piante in grado di dare origine a nuovi individui vegetali. La **pioggia del seme** che giunge su una superficie nuda dipende innanzitutto dalla produzione di seme delle aree circostanti (Fig. 2.5.3.1). Questa è per lo più non limitante nelle aree poste sotto il limite del bosco, ma nelle praterie di alta quota può essere molto ridotta e variabile di anno in anno sia per quantità che per qualità. Ad esempio, le analisi descritte ai punti 1.2.1.1 e 1.2.1.2 indicano che nel primo ricaccio dell'Arrenatereto (piano submontano) e nel Festuco-Agrostideto (piano subalpino) possono essere prodotti in un anno rispettivamente 59000 e 21000 semi m⁻² di sole graminacee. Nel

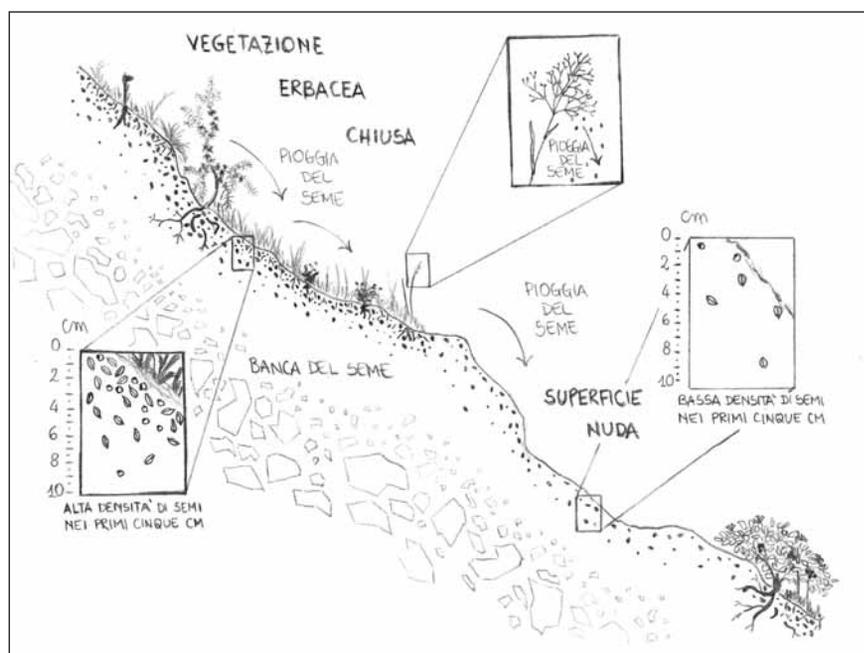


Fig. 2.5.3.1. Pioggia del seme e banca del seme nel suolo (disegno di Matteo Coraiola).

piano alpino i valori si riducono di molto. Ad esempio, in una vegetazione svizzera a *Caricion curvulae* Urbanska et al. (1998) determinarono 930 semi m⁻², mentre in praterie neozelandesi a graminacee cespitose Spence (1990) contò circa 1300 semi m⁻².

Nel piano alpino, il seme della maggior parte delle specie presenta distanze di propagazione molto limitate. In un settore di pista da sci posto a 2500 m Urbanska (1997) misurò distanze pari a 0.1-1 m nel 50% delle specie e a 1-18 m per quasi tutte le restanti. Per questo motivo, la quantità di seme che a partire da aree vegetate può giungere su una vicina area denudata risulta molto limitata. In una pista da sci posta a 2450 m circa e vicina ad una vegetazione del *Caricion curvulae* Urbanska et al. (1998) rilevarono una pioggia di circa 100 semi m⁻². In aree nude vicine ad una prateria dell'orizzonte subalpino superiore dell'Oregon, Ingersoll e Wilson (1993) constatarono una riduzione della banca del seme nel suolo da 2876 propaguli entro una distanza di 0.5 m dall'area vegetata a 1189 propaguli per distanze superiori a 0.5 m.

Sulle Alpi, le specie delle vegetazioni naturali che hanno maggiore capacità di propagarsi per seme nelle aree nude a substrato silicatico sono *Poa supina* e *alpina*, *Deschampsia caespitosa*, *Cerastium cerastioides* e *fontanum*, *Sagina saginoides*, *Gnaphalium supinum*, *Epilobium anagallidifolium*, *Potentilla erecta* ed *aurea*, *Phleum rhaeticum*, *Trifolium pratense* subsp. *nivale* e *Leucanthemopsis alpina*. Le prime tre entità sono particolarmente favorite in caso di concimazione (Spatz, 1985). Su substrati sassosi si aggiungono *Agrostis rupestris*, *Luzula multiflora* e *Leontodon helveticus* (Klug-Pümpel e Krampitz, 1996). Sui substrati carbonatici sono frequenti *Arabis alpina* e *pumila*, *Campanula scheuchzeri*, *Poa alpina*, *Minuartia verna*, *Moehringia ciliata*, *Leontodon montanus*, *Gnaphalium hoppeanum*, *Sedum atratum*, *Hutchinsia alpina*, *Carex firma*, *Soldanella alpina* e *Ranunculus alpestris* (Urbanska, 1997).

Ad alta quota, il limite principale ad una rapida ricolonizzazione delle aree nude sembra essere, ancora più che il basso numero di propaguli provenienti dalle vicine aree vegetate, la ridotta disponibilità di "safe sites", i micrositi favorevoli alla cattura e germinazione dei semi e all'insediamento dei germinelli (Urbanska e Schütz, 1986). Al riguardo, Urbanska (1997) constatò che anche in presenza di un ridotto apporto di seme dalle aree vegetate circostanti, la sola copertura del suolo con stuoia di fibra di legno determina una accelerazione del processo di ricolonizzazione che porta alla ricostituzione di un ecosistema funzionale ed efficace contro l'erosione in un tempo molto più limitato (7-9 anni) rispetto ai lunghi tempi della ricolonizzazione non assistita.

Una seconda possibile fonte di seme utile per i processi di ricolonizzazione spontanea è costituita dalla **banca del seme nel suolo** delle vegetazioni erbacee presenti prima degli interventi di lavorazione (Fig. 2.5.3.1). Similmente alla produzione di seme, anche la banca del seme nel suolo può variare molto per quantità in funzione dell'ambiente. Nelle praterie mesotrofiche di bassa e media quota, essa ammonta di solito a più di 10000 semi per m². Smith et al. (2002) contarono 36700 semi germinabili m⁻² in un prato-pascolo a *Lolium*

perenne e *Cynosurus cristatus* e 103200 m⁻² in un prato ad *Anthoxanthum odoratum* e *Geranium sylvaticum*. Per contro, ad alta quota e nelle praterie magre, quasi mai la banca del seme supera i 10000 individui. In praterie alpine, Hatt (1991) contò 1500-2500 semi per m², mentre in praterie di alta quota del Montana Chambers (1993) ne rilevò 3200-4650. Tuttavia, ad alta quota è stata osservata una maggiore persistenza dei semi nel suolo in quanto essi vengono conservati più a lungo dalle basse temperature (McGraw e Vavrek, 1989). In ogni caso, la maggior parte dei semi è concentrata nei primi 5 cm di suolo (Smith et al., 2002; Luzuriaga et al., 2005).

Per l'impianto di una copertura erbacea possono essere impiegate anche **zolle erbose**. In molte situazioni queste possono essere ottenute dalla stessa superficie dove, dopo i movimenti terra, è previsto il ripristino. E' il caso, ad esempio, di frane in cui l'eventuale scoronamento va ad interessare praterie vicine oppure di modellamenti di piste da sci eseguiti su vegetazioni erbacee primarie o secondarie. In altri casi le zolle possono essere ritagliate da aree di vegetazione naturale vicine ed ecologicamente simili alle superfici da rivegetare. Questa ultima modalità di reperimento è tuttavia da escludere ad alta quota dove la ricrescita del cotico è molto lenta. Le zolle, divise in pezzi di 0.2-0.5 m² con spessore fino a 20 cm, possono essere conservate all'ombra in cumuli quadrati di 1 m di lato e non più alti di 60 cm in modo tale che l'erba non muoia per essiccazione o per asfissia. La conservazione può durare diversi mesi in inverno, ma al massimo quattro settimane nel periodo vegetativo (Schiechtl, 1986).

Piante in pane di terra possono essere ottenute a partire da seme, da singoli germogli o da accestimenti raccolti in natura e coltivati in vivaio (Majerus, 1997) (Foto 2.5.3.1). Le piante da utilizzare nell'orizzonte alpino vanno prodotte in vivai localizzati nella fascia del limite del bosco per tutta la durata della coltivazione oppure almeno per la sua fase finale: ciò consente un adattamento al clima di alta quota già nella fase di produzione (Urbanska e Chambers, 2002). Il ciclo di coltivazione è relativamente rapido. Ad esempio, in autunno, anche dalle stesse superfici di cui è prevista la rivegetazione, intere piante di graminacee vengono prelevate e trasferite in serra. Qui, dopo una prima fase di coltivazione, vengono divise in diverse piccole piante, ognuna costituita da diversi accestimenti. Queste vengono allevate fino a febbraio quando hanno formato ciascuna numerosi nuovi accestimenti. In questa epoca, gli accestimenti di ciascuna pianta vengono isolati e piantati singolarmente in pani di terra 3 x 2 x 10 cm dove cresceranno per alcuni altri mesi (foto 2.5.3.2). Quando è terminato il rischio di gelate, i pani di terra vengono portati in un vivaio posto a quota più alta e in estate vengono piantati sulle superfici di destinazione (Krautzer et al., 2000). In modo simile, piante di graminacee e di specie di altre famiglie possono essere ottenute anche a partire da seme.

L'impiego del **forume da fienile**, il miscuglio di seme e di frammenti di fusti e foglie che si accumula sul pavimento del fienile dopo che tutto il foraggio è stato utilizzato, era il metodo di inerbimento più comunemente impiegato prima dell'avvio delle coltivazioni specializzate da seme delle varietà geneticamente selezionate. Attualmente questo metodo viene raramente adottato



Foto 2.5.3.1. Piante di *Festuca nigrescens* coltivate in pane di terra (foto Gallmetzer).



Foto 2.5.3.2. Piante erbacee in pane di terra, conservate in cassette, nella fase finale di crescita in vivaio (foto Gallmetzer).

soprattutto per l'inerbimento di piccole superfici. Questo materiale di propagazione presenta il vantaggio di contenere seme di molte specie native. Per il suo impiego è, tuttavia, necessario rispettare alcune regole importanti. Il suo utilizzo in un inerbimento deve avvenire entro l'anno successivo a quello in cui il fieno è stato prodotto, pena un'eccessiva perdita di vitalità del seme. È, quindi, opportuno che il fiorume venga recuperato ad ogni fine primavera, anche se non ne è previsto un impiego nei mesi immediatamente successivi perché solo in questo modo il seme fresco non si mescola a quello ormai poco vitale degli anni precedenti. Eventualmente il fiorume non utilizzato nel corso dell'annata può essere conservato in cella frigorifera. Una seconda regola per l'uso del fiorume riguarda il tipo di prato da cui il fieno proviene che

deve essere composto da ecotipi nativi e non derivare da semina di miscugli commerciali. Purtroppo, la sempre più frequente conservazione del fieno in balle ha ridotto la quantità di fiorume disponibile, perché i semi che possono cadere sul pavimento sono solo quelli che si trovano sulla superficie esterna della palla. D'altra parte, le aziende che praticano la fienagione in due tempi producono notevoli quantità di fiorume, in quanto di solito l'erba viene portata in essiccatoio dopo un solo giorno dal taglio, prima che abbia perduto sul prato un'elevata quota del seme presente.

2.5.4. Reperimento di seme e di piante di specie legnose

Allo stato attuale delle conoscenze, contrariamente a quanto vale per le specie erbacee la propagazione degli ecotipi nativi di specie legnose non costituisce un problema né tecnico né economico. Il motivo principale è che il numero di arbusti e alberi necessari per unità di superficie da rivegetare è relativamente basso, al massimo alcune migliaia per ha rispetto alle alcune migliaia per m² delle specie erbacee. Per questo motivo, le specie legnose possono essere raccolte localmente come seme (Foto 2.5.4.1) ed eventualmente propagate in vivaio a costi sostenibili (Foto 2.5.4.2).



Foto 2.5.4.1. Raccolta dei frutti (cinorrodi) di *Rosa canina*. La diffusione delle specie native di *Rosa* è in calo a causa della riduzione delle pratiche di pascolamento estensivo.

Nell'area geografica alpina, numerosi servizi forestali di enti pubblici hanno organizzato la produzione di ecotipi nativi di piante legnose. Tale attività si basa su un registro di aree o di piante di raccolta che vengono visitate nella stagione opportuna per il prelievo del seme. Per molte specie importanti considerate nel Libro Nazionale dei Boschi da Seme la raccolta viene effettuata del Corpo Forestale dello Stato, per altre specie, invece, viene realizzata direttamente dai servizi regionali o provinciali. Il seme raccolto

Foto 2.5.4.2. In vivaio possono essere prodotte a costi sostenibili anche quantità limitate di arbusti o alberi di origine nativa (foto Carbonari).



viene trattato con le tecniche vivaistiche convenzionali (vedasi ad esempio Gradi, 1996; Piotto, 1992; Bellari et al., 1991) per ottenere semenzali o trapianti, a radice nuda o in pane di terra, posti sul mercato o messi gratuitamente a disposizione per gli interventi di rivegetazione.

Occorre, tuttavia, osservare che le tradizionali attività vivaistiche organizzate secondo la legge istitutiva del Libro Nazionale dei Boschi da Seme (Legge 269/1973 “Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento”) non rispondono in modo del tutto adeguato alle esigenze di conservazione della biodiversità. Infatti, la legge citata non stabilisce criteri geografici di impiego dei popolamenti iscritti al Libro, per cui, di fatto, le varie provenienze possono essere diffuse in tutto il territorio nazionale. Come nel caso delle specie erbacee, è fondamentale che anche per le specie legnose vengano definite Regioni di provenienza relativamente omogenee entro cui limitare la raccolta e l’impiego degli ecotipi nativi (Calvo, 2003).

Nonostante i problemi sopra indicati, l’organizzazione adottata per i Boschi da Seme si adatta bene anche per propagare ecotipi di specie legnose originari dello stesso luogo in cui deve essere effettuato il ripristino. Al riguardo è sufficiente che in previsione dell’intervento (uno o più anni prima dei lavori) venga effettuata una raccolta di seme da piante poste in aree vicine e con caratteristiche stazionali simili a quelle delle stazioni da rivegetare. La raccolta va compiuta in modo tale da ottenere seme rappresentativo della variabilità del popolamento: il numero di piante da cui raccogliere deve essere elevato (almeno 20 – 30), le piante devono essere tra loro distanti almeno 60 – 70 m ed essere rappresentative di una popolazione consistente (Ducci, 2003). Degli aspetti vivaistici, altrettanto importanti per la conser-

vazione della biodiversità nel ciclo produttivo successivo alla raccolta del materiale di origine, possono, poi, essere incaricati, anche su contratto, vivai specializzati pubblici o privati.

2.6 Metodi di rivegetazione a minimo impatto

In questa parte sono descritti solo i metodi di rivegetazione la cui esecuzione può essere sensibilmente modificata rispetto a quanto indicato da Schiechl (1986) dall'impiego di materiale di propagazione nativo. In particolare, vengono considerate solo le tecniche indicate dall'autore citato come "metodi di rivestimento" e che fanno uso di specie erbacee. Si tralasciano, invece, gli altri metodi di rivestimento nonché le sistemazioni stabilizzanti, le sistemazioni miste di sostegno e incanalamento e i prosciugamenti biotecnici. Questi ultimi, infatti, prevedono l'impiego soprattutto di specie legnose il cui reperimento in forma di materiale nativo, come già ricordato nel capitolo 2.5.4, è relativamente facile, tanto da consentire una loro attuazione con modalità simili a quelle descritte dall'autore.

2.6.1 Dose di semina, pacciamatura e concimazione

Rispetto alle cultivar geneticamente selezionate, il ricorso ad ecotipi di specie erbacee presenta costi unitari maggiori. Infatti, quando il seme di ecotipi nativi ottenuto in coltivazioni specializzate viene impiegato in aree geografiche ristrette, come deve essere nella prospettiva di conservazione della biodiversità, il suo costo aumenta sensibilmente a causa della ridotta scala di produzione e commercializzazione. D'altra parte, anche la raccolta diretta di seme dalle praterie naturali e semi-naturali può costituire una pratica relativamente costosa in quanto di solito tali praterie hanno produzioni raccogliabili molto meno elevate delle coltivazioni specializzate.

La difficoltà e il costo del reperimento di materiale nativo di specie erbacee influiscono sensibilmente sulle modalità di esecuzione dell'inerbimento stesso. Affinché il costo dell'inerbimento rimanga sostenibile, diviene innanzitutto necessario ridurre considerevolmente la **dose di semina**. Ciò è, effettivamente, quanto si è venuto a verificare negli ultimi decenni. Nel 1973, Schiechl consigliava dosi di semina pari a 10-20 (30) g m⁻² per miscugli di sole graminacee e di 25-75 g m⁻² per miscugli misti di graminacee e leguminose: inoltre, indicava in 15000-60000 m⁻² il n. di semi da apportare. Recentemente per la ricostituzione di fitocenosi semi-naturali vengono indicate dosi di 1-5 g m⁻² e quantità di semi germinabili variabili tra 2000 e 3000 m⁻² (Rieger, 2006; Stolle 2006; Krautzer et al., 2000). Anche i risultati delle prove effettuate nel parco di Paneveggio indicano che dosi di pochi grammi e poche migliaia di semi m⁻² sono sufficienti per formare coperture antierosive efficaci anche in stazioni difficili.

L'impiego di dosi ridotte di seme di ecotipi nativi determina una diversa evoluzione temporale della copertura rispetto alle dosi elevate. In stazioni favorevoli, dosi elevate di seme di cultivar geneticamente selezionate, di solito caratterizzate da crescita rapida, danno origine in poco tempo (2-3

settimane) a coperture dense costituite da tante piccole piante, il cui numero va poi progressivamente e rapidamente riducendosi per competizione inter e intraspecifica. Per contro, dosi ridotte di semi degli ecotipi nativi, che normalmente presentano una minore velocità di crescita, portano alla formazione di fitocenosi inizialmente poco dense e costituite da un minor numero di piante ma che, tuttavia, nel giro di alcuni mesi – pochi anni giungono ugualmente alla copertura totale.

La maggiore durata del periodo in cui viene raggiunta la copertura completa presenta diversi vantaggi. Innanzitutto, le specie meno competitive presenti nel miscuglio hanno maggiori possibilità di insediarsi in quanto soffrono meno della competizione delle specie a crescita rapida. Inoltre, nel periodo in cui la copertura non è ancora completa, specie provenienti dalle vegetazioni circostanti possono facilmente inserirsi nella vegetazione. Ne risultano maggiori diversità e adattamento alla stazione della fitocenosi.

D'altra parte, il ritardo del raggiungimento della copertura completa prolunga il periodo in cui il suolo può essere a rischio di erosione. A causa di ciò, soprattutto nelle aree in pendio, l'impiego di materiale di propagazione nativo va effettuato con metodi in grado di proteggere adeguatamente il suolo per periodi relativamente lunghi e, in particolare, con la **pacciamatura** di fieno, paglia ecc. (300-700 g per m²) oppure con la stesura di reti biodegradabili di fibra vegetale (di juta, cocco o legno). Tale pratica è particolarmente importante sopra il limite del bosco, dove la semina senza pacciamatura non consegue buoni risultati (Wild e Florineth, 1999). Per essere costituito da foglie e fusti più sottili e flessibili, rispetto alla paglia il fieno aderisce meglio al substrato ed è meno facilmente asportato dal vento. Inoltre, è in grado di fermare meglio i semi sulla superficie del suolo. D'altra parte, la paglia, più grossolana, degrada più lentamente e protegge meglio il suolo dall'erosione. Tuttavia, la sua degradazione comporta una riduzione della disponibilità di azoto nel suolo che viene impiegato dai batteri degradatori in competizione con le piante nate da seme. In forte pendio e nelle zone ventose, il materiale pacciamante (soprattutto la paglia) va fissato al suolo. Ciò può essere realizzato con picchetti di legno di 20-30 cm piantati verticalmente nel suolo a densità di 1 per m², con emulsione bituminosa instabile diluita con acqua fredda oppure, dove ne è vietato l'uso (aree di rispetto di sorgenti), con collanti organici chiari. Per piccole superfici, la fissazione può avvenire anche con una rete di nylon leggera (rete per fagioli) distesa per fasce orizzontali, fermata al suolo con picchetti di legno e poi facilmente asportata ad erba cresciuta. In caso di necessità, la pacciamatura può essere ripetuta anche negli anni successivi alla semina, ad esempio, a seconda della velocità di degrado del mulch, già un anno (quote basse e medie) oppure due anni dopo (quote elevate).

Un secondo strumento utile per accelerare l'incremento della copertura è la tradizionale **concimazione**. La sua adozione è opportuna solo nelle stazioni poco fertili (suoli a granulometria grossolana) e in condizioni climatiche limitanti, quali quelle di quote elevate. Qui essa sostiene la crescita e la sopravvivenza delle piante e ne anticipa e aumenta la capacità riproduttiva, favorendo in questo modo, l'avvio di una fitocenosi autosostenibile (Urbanska e Chambers,

2002). Per contro, essa è da evitare anche alla semina nel caso di stazioni fertili, dove non è necessaria per il raggiungimento di una rapida e completa copertura del suolo e, inoltre, riduce la biodiversità e l'ingresso delle specie non seminate, poiché incrementa l'abbondanza delle graminacee di alta taglia. I fertilizzanti da distribuire sono quelli dotati di un rapporto equilibrato di elementi nutritivi. Sono adatti concimi di origine biologica quali il letame maturo e i compost ma possono essere impiegati anche concimi organico-minerali o minerali purché a lenta cessione. Per contro, vanno evitati il liquame e il colaticcio, in cui la maggior parte dell'azoto è rapidamente disponibile. Quando necessario, la concimazione va realizzata alla semina ed eventualmente ripetuta al secondo o terzo fino al raggiungimento di una copertura vegetale adeguata (75% delle superficie copribile). Sia alla semina che nella post-concimazione, quantità idonee di elementi nutritivi da distribuire sono 25, 60 e 90 kg di N, P₂O₅ e K₂O rispettivamente (Dietl et al., 1999). Con il ridotto apporto di azoto le graminacee non sono eccessivamente favorite e hanno maggior possibilità di crescita le specie delle altre famiglie e, in particolare, le leguminose con il loro importante ruolo nella fissazione dell'azoto atmosferico. L'eventuale concimazione negli anni successivi alla semina va effettuata in primavera (Lichtenegger, 2003) o divisa in più apporti l'anno.

L'epoca ottimale di distribuzione del materiale di propagazione varia a seconda del materiale. La distribuzione di seme nelle sue diverse forme (miscugli da coltivazioni specializzate, fiorume ottenuti in vario modo o seme contenuto nel fieno o nell'erba) va eseguita dopo lo scioglimento della neve, quando non ci siano più rischi di gelate tardive (a media e alta quota mai prima della fine di maggio) (Felber et al., 1991). In questo modo, il suolo umido e le temperature crescenti favoriscono la germinazione e la crescita delle piante. Nel caso di aree difficilmente accessibili (strade chiuse per neve anche dopo il suo scioglimento nelle stazioni da rivegetare) è da preferire una semina autunnale molto tardiva (Urbanska e Chambers, 2002): le ormai basse temperature non consentono più la germinazione del seme che ha luogo, invece, nella primavera successiva. E' da evitare, invece, una semina autunnale precoce perché le condizioni climatiche sono ancora favorevoli alla germinazione del seme, ma i giovani semenzali possono essere danneggiati da eventuali gelate precoci. La distribuzione dell'erba verde ricca di seme deve avvenire, forzatamente, appena dopo il suo taglio, pena la decomposizione del materiale. La collocazione a dimora di piante già radicate in suolo (zolle erbose e piante in pane di terra) può essere effettuata durante tutta la stagione vegetativa ma a quote elevate è da preferire il trapianto tardo-autunnale in quanto assicura una maggiore sopravvivenza invernale dei trapianti (Urbanska e Chambers, 2002).

2.6.2 Preparazione del substrato

Prima della rivegetazione il substrato va predisposto per limitare la perdita di suolo e l'erosione superficiale e per facilitare la germinazione del seme e l'insediamento delle piante.

Nel caso di piste da sci, le lavorazioni vanno eseguite in tre fasi. Lo scavatore raccoglie in cumuli lo strato superficiale di suolo, esegue poi il modellamento

e, infine, ridistribuisce la terra dei cumuli in modo da ricostituire uno strato di suolo favorevole all'insediamento delle piante. Sulle aree in pendenza, in quest'ultima fase la terra fine va rimescolata con i 20-30 cm superiori del substrato più sciolto e pietroso sottostante. Infatti, una certa presenza di pietre anche in superficie riduce la forza erosiva dell'acqua limitando anche l'asporto della terra fine (Felber et al., 1991).

Nelle stazioni con substrato sciolto e pendenza bassa o nulla il pericolo di erosione è ridotto e non sono necessarie opere particolari di smaltimento dell'acqua. Nel caso della formazione di coperture erbacee, il letto di semina ottimale è costituito da una superficie regolarizzata ma solo grossolanamente lavorata (ad esempio con estirpatore). Infatti, la maggior parte delle specie di prateria germina in presenza di luce e quindi il seme, distribuito in superficie, non viene interrato. Ciò, tuttavia, sfavorisce il contatto tra seme e suolo necessario per l'assorbimento di acqua e per la germinazione. L'inconveniente può essere, almeno in parte, contrastato con una lavorazione del suolo in grado di creare sulla sua superficie numerose piccole cavità entro le quali il seme trova una maggior contatto con il terreno e un microclima umido idoneo alla germinazione. Questo risultato può essere ottenuto anche con un passaggio con rullo tipo Cambridge compiuto dopo la semina (Stolle, 2006).

Nei substrati sciolti e pendenti è opportuno realizzare gradoni posti lungo le curve di livello e con leggera contropendenza verso monte, utili sia per interrompere gli eventuali scorrimenti idrici superficiali sia per facilitare l'accesso degli operai al versante. La loro larghezza può essere molto limitata (20-40 cm) se vengono scavati a mano ma anche molto maggiore (1-2 m) se vengono realizzati con scavatore o miniescavatore.

Su piste da sci, quando si temano scorrimenti idrici superficiali consistenti potenzialmente dannosi soprattutto nel periodo immediatamente successivo ai lavori, è necessaria la realizzazione di fossi di drenaggio in terra nuda inerbita o pavimentati con pietrame locale. I fossi vanno scavati trasversalmente al versante con inclinazione massima del 4-5%, larghezze e profondità di 40-80 cm e interdistanze di 20-35 m (Dinger, 1997). Fossi di questo tipo intercettano i deflussi superficiali convogliandoli lateralmente verso corsi d'acqua naturali o cunette appositamente predisposte e protette dall'erosione pavimentando il fondo con massi di pietra locale o costruendo piccole briglie in legname e pietrame.

Quando possibile, soprattutto nei modellamenti eseguiti sopra i 1500 m, è opportuno conservare aree intatte di vegetazione naturale che funzionando da isole di propagazione del seme accelerano la ricostituzione della copertura vegetale (Felber et al., 1991).

2.6.3 Metodi di rivegetazione che valorizzano la ricolonizzazione spontanea

La rivegetazione può essere ottenuta anche solo sfruttando la produzione di propaguli delle fitocenosi naturali presenti in loco attraverso metodi che si limitano a favorire la germinazione del seme presente nel suolo prima delle lavorazioni o ad intercettare la pioggia del seme proveniente dalle aree circostanti dopo l'intervento.

2.6.3.1 Impiego di suolo ricco di propaguli

Questa pratica è simile a quella già in uso sulle piste da sci oggetto di interventi di modellamento quando si intende recuperare la terra fine presente (Fig. 2.6.3.1.1). Lo scavatore raccoglie in cumuli lo strato superficiale di terra fine, esegue poi lo spianamento e, infine, ridistribuisce la terra dei cumuli in modo da riformare uno strato di suolo favorevole all'insediamento delle piante. Nel caso delle vegetazioni erbacee, i primi 5 cm di suolo contengono molti propaguli (semi e parti vegetative) delle piante presenti prima degli interventi e che possono contribuire a ricostituire la vegetazione distrutta. Tuttavia, di solito lo strato di terreno raccolto è maggiore dei 5 cm superficiali e, quindi, dopo la redistribuzione, molti dei semi presenti si vengono a trovare ad una profondità maggiore del limite dei 3 cm, al di sotto del quale essi non sono più in grado di dar vita a nuove piante (Fenner, 1985).

Una versione modificata dell'intervento sopra descritto può essere utile sia per recuperare il suolo a granulometria fine sia per valorizzare maggiormente lo strato superficiale ricco di seme. L'intervento può, cioè, essere effettuato in cinque fasi anziché in tre. Nella prima e nella seconda vengono rimossi e posti in cumuli rispettivamente lo strato superficiale ricco di seme (5 cm) e quello immediatamente sottostante di terra fine, nella terza avviene il modellamento, infine nella quarta e nella quinta vengono ridistribuiti prima la terra fine e poi il suolo ricco di seme. L'altezza dello strato di terra ricca di propaguli da distribuire può essere fatta variare tra un minimo di 1 e un massimo di 3 cm. Anche se non impossibile per un operatore esperto, la rimozione del sottile strato superficiale ricco di propaguli è difficile da realizzare con un normale scavatore.

In alternativa allo scavatore, per questa operazione possono essere impiegate anche speciali frese portate da una trattoria che asporta e sminuzza lo strato superficiale di suolo depositandolo sul cassone trainato da una seconda trattoria attraverso un apposito nastro trasportatore (Foto 2.6.3.1.2). Non disponendo di macchine speciali come queste, l'operazione può essere eseguita con una fresa o una martellante che lasciano in loco il suolo superficiale sminuzzato. Questo può essere così raccolto in cumuli che dopo gli interventi di modellamento possono essere ridistribuiti in modo omogeneo sulla superficie lavorata. Ad operazione avvenuta, il suolo va pacciamato con paglia in modo da proteggerlo contro l'erosione e da creare una condizione ottimale di crescita dei semi che ora sono quasi tutti vicini alla superficie. Se possibile, gli interventi di spianamento andrebbero effettuati nel corso della stagione vegetativa appena dopo la maturazione e la caduta del seme delle specie dominanti in modo che il suolo si arricchisca di propaguli freschi di annata. Ciò è importante soprattutto per le specie che formano una banca del seme transitoria che altrimenti sarebbero sottorappresentate nel suolo. Nel caso dei pascoli, è utile anche l'esclusione del pascolamento nel periodo precedente gli interventi in modo che possa andare a frutto un maggior numero di fusti. La terra ricca di seme conservata nei cumuli va protetta dalle precipitazioni affinché il seme non vi germini ancora prima della sua redistribuzione.

Un aspetto problematico di questo approccio è la possibile differenza di composizione floristica della banca del seme nel suolo rispetto alla vegetazione

presente prima dell'intervento, dovuta soprattutto alla diversa persistenza dei semi delle varie specie nel suolo. La conseguenza più importante è che la vegetazione ottenuta può essere anche sensibilmente dissimile da quella originaria e ciò può costituire un problema soprattutto se le specie che più si diffondono dopo la rivegetazione sono infestanti. E' il caso di *Deschampsia caespitosa*, specie inappetita ai bovini che, possedendo una banca persistente del seme, si propaga facilmente nei suoli aperti (Grime et al., 1986), come quelli degli inerbimenti effettuati su pascoli modellati per la costruzione di piste da sci. In questi casi, è importante il controllo dell'evoluzione della fitocenosi negli anni successivi alla rivegetazione.



Foto 2.6.3.1.1. Pista da sci Tognola, sopra San Martino di Castrozza, modellata con asportazione e redistribuzione dello strato di suolo ricco di propaguli. Nella foto sopra, in alto, i lavori sono in corso: tra i due edifici, si vedono i cumuli di terra che a modellamento concluso saranno ridistribuiti sulla superficie spianata. In basso, il lavoro è concluso nell'anno precedente la foto. Nella foto sotto, le piante nate dal seme e dai propaguli vegetativi contenuti nel suolo stanno ricolonizzando la superficie con una densità iniziale di 70-140 individui per m².



Foto 2.6.3.1.2. Asportazione dello strato superficiale di suolo ricco di propaguli con apposita macchina “strappatrice di suolo” (topsoil stripper) (foto Van de Haar Groep, Olanda).

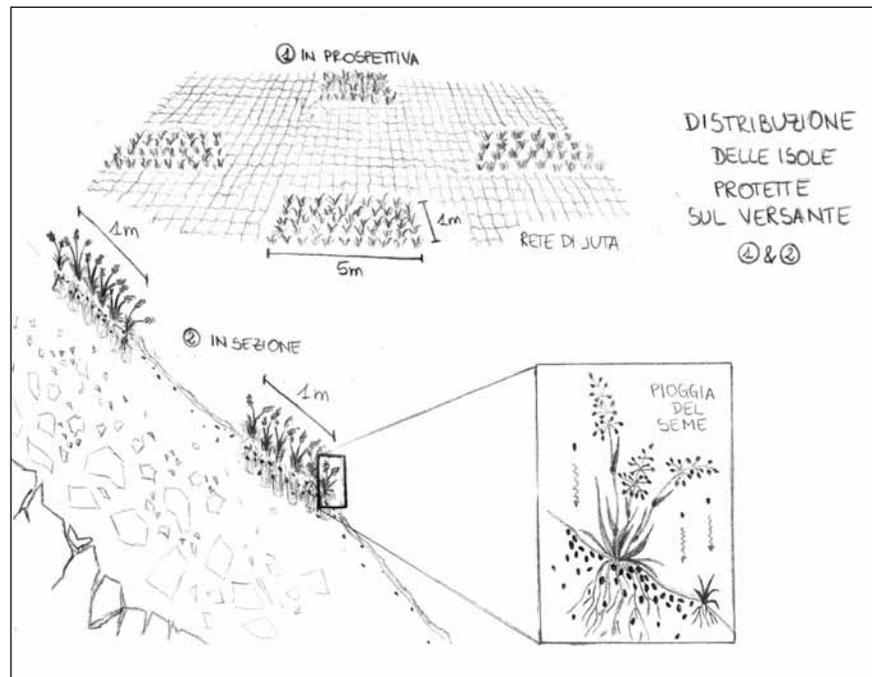
2.6.3.2 Creazione di isole protette

Un'isola protetta (safe island) è un'area da rivegetare in cui piante in pane di terra vengono poste a dimora ad interdistanze di 20 cm (50 piante per m²) su superfici rettangolari di 5 x 1 m con lato maggiore parallelo alle curve di livello (Urbanska e Chambers, 2002) (Fig. 2.6.3.2.1). Dopo il trapianto, il suolo nudo tra le piante viene ricoperto da una rete di fibra vegetale. I trapianti devono presentare un buon sviluppo radicale (pane di terra di 8 cm e più). Le specie impiegate possono essere di graminacee in cespi a più accestimenti, di leguminose, meglio se provviste di noduli di rizobio, o di altre famiglie. Il metodo è efficace soprattutto nelle stazioni più difficili dell'orizzonte alpino dove i substrati sono sassosi, la pioggia del seme e la banca del seme nel suolo sono limitate e la semina diretta dà scarsi risultati. In queste situazioni, il metodo presenta numerosi vantaggi: i trapianti sopravvivono meglio e producono seme più velocemente dei semenzali, agiscono da trappole del seme portato dal vento e proteggono nella loro crescita le piante nate dai propaguli prodotti dai trapianti stessi o di provenienza esterna.

2.6.3.3 Sola pacciamatura

In situazioni favorevoli, la rivegetazione può essere promossa anche con la sola distribuzione di uno strato di materiale pacciamante (paglia a culmo lungo, stuoie di cellulosa o di legno) (Krautzer et al., 2000) ben fissato al suolo. La stesura e la fissazione del materiale fibroso non viene seguita dalla distribuzione di alcun miscuglio di seme. In questo modo l'evoluzione vegetazionale del sito è determinata esclusivamente dall'ingresso di propaguli dalle aree circostanti catturati e fermati al suolo dal materiale pacciamante. Quest'ultimo, inoltre, protegge il terreno dall'erosione e, limitando l'evaporazione dell'acqua presente nel suolo, migliora le condizioni microclimatiche

Fig. 2.6.3.2.1. Schema di realizzazione di isole protette su una superficie nuda in pendio (disegno di Matteo Coraiola).



di germinazione dei semi e di crescita dei germinelli. La sola pacciamatura può essere adottata soprattutto in aree distanti fino a 10-15 m da vegetazioni in grado di funzionare come possibile fonte di seme e prive di specie alloctone e invasive. La posizione superiore dell'area vegetata rispetto all'area nuda risulta favorevole, poiché il seme può essere trasportato su quest'ultima oltre che dal vento anche dallo scorrimento idrico superficiale. Inoltre, nel caso di aree vicine a prati e pascoli, durante le prime due stagioni vegetative successive all'intervento è utile posticipare l'utilizzazione a dopo la maturazione e la caduta del seme delle specie dominanti in modo da favorire un maggiore afflusso di propaguli. Con questo metodo potrebbero essere trattate soprattutto:

- le scarpate poco pendenti di strade che attraversano praterie o boschi dotati di uno strato erbaceo ben sviluppato e tale da poter funzionare come sorgente efficace di propagazione del seme;
- fasce laterali di piste da sci vicine a vegetazioni erbacee native (di solito pascoli) oppure anche aree centrali di piste da sci collocate nelle vicinanze di isole di vegetazione nativa non interessate dagli interventi.

2.6.4 Metodi di rivegetazione con semina o impianto di materiale di propagazione nativo

Quando la quantità di seme in arrivo dalle vegetazioni circostanti o già disponibile nel suolo è troppo limitata per poter avviare la rivegetazione in modo sufficientemente veloce, diviene necessario adottare una tecnica che preveda l'apporto diretto di quantità più o meno elevate di materiale di propagazione.

2.6.4.1 Distribuzione di fieno

Per inerbire una superficie è possibile distribuirvi il fieno ottenuto da una idonea prateria spontanea (Foto 2.6.4.2.1). Sulla superficie da rivegetare il fieno lascia cadere al suolo il seme contenuto e, contemporaneamente, esercita le positive funzioni della pacciamatura. Nelle praterie tagliate più volte all'anno il fieno da impiegare è soprattutto quella del primo taglio. Infatti, per effetto della massiccia fioritura delle graminacee che avviene prevalentemente al primo ricaccio annuale, esso contiene quantità di seme maggiori rispetto ai tagli successivi. Tuttavia, nel caso in cui il fieno di primo taglio contenga una ridotta quantità di seme di specie diverse dalle graminacee, anch'esse molto importanti per la biodiversità, si può aggiungere fieno di secondo taglio che di solito è più ricco di leguminose e altre specie. La quantità di fieno da apportare viene di solito indicata come rapporto tra la superficie da rivegetare e quella di reperimento del seme. Al riguardo, in funzione della produttività di fitomassa e di seme della prateria di origine, si indicano rapporti variabili tra 2:1 e 1:10 (Kirmer, 2006) secondo questi valori indicativi:

- praterie rade con ridotta produzione di sostanza secca e di seme (praterie pioniere a terofite, praterie meso-xerofile): rapporti tra 1:4 e 1:10
- praterie mediamente produttive (prati freschi e prati tagliati poco intensivi): rapporti tra 1:2 e 1:5;
- fitocenosi molto produttive (prati pingui e umidi, canneti, fitocenosi a grandi carici, brughiere) rapporti tra 2:1 e 1:2.

In questo modo la quantità di materiale distribuito varia, grosso modo, tra 0.3 e 2 kg di fieno per m². I quantitativi più elevati (1-2 kg per m²) sono da impiegare sulle superfici più pendenti. In alcuni casi il fieno può provenire dalla stessa superficie che deve essere rivegetata. Ad esempio, nel caso di modellamento di pascoli a topografia poco accidentata per la costruzione di piste da sci, prima delle lavorazioni l'area viene esclusa dal pascolamento affinché possa andare a seme. A maturità, essa può essere affienata e conservata per essere distribuita sulla stessa superficie dopo il modellamento. Il fieno può essere distribuito subito dopo la fienagione oppure dopo un periodo di conservazione in fienile. In quest'ultimo caso, assieme al fieno va recuperato e sparso anche il seme caduto sul pavimento del fienile. Nella distribuzione, i fusti e le foglie vanno lasciati interi (nessuna trinciatura) in modo che, intrecciandosi, possano creare uno strato pacciamante resistente al vento e alle piogge. L'operazione può essere effettuata con carro spandiletame in modo da creare uno strato alto 5-10 cm, soffice e permeabile alla luce. Su superfici piane o poco pendenti, questo strato si assesta divenendo resistente al vento e alla pioggia anche senza particolari interventi di fissazione. In aree pendenti, invece, lo strato va fissato al suolo per impedirne lo scivolamento verso il basso. Nel caso del fieno, l'emulsione bituminosa è poco adatta perché tende a compattarlo troppo (Krautzer et al., 2000). Meglio si adatta l'uso di picchetti piantati nel terreno oppure di una rete di nylon leggera fissata al suolo con picchetti di legno facilmente asportabile una volta cresciuta l'erba.

Foto 2.6.4.2.1. Distribuzione di fieno. In questa modalità di inerbimento, il fieno esercita contemporaneamente la funzione di materiale di propagazione e di pacciamatura (foto Carbonari).



2.6.4.2 Distribuzione di erba verde

Al posto del fieno è possibile distribuire anche erba verde ricca di seme appena tagliata. La maggior parte delle indicazioni date per la distribuzione di fieno valgono anche per l'erba verde. E' da aggiungere, tuttavia, che, non potendo essere conservata come tale, l'erba verde va distribuita subito dopo il taglio, necessità che riduce il periodo utile per la rivegetazione. D'altra parte, la quantità di seme presente è maggiore rispetto al fieno in quanto le perdite della sola raccolta sono minori di quelle che si hanno durante la fienagione. Ciò consente di ridurre del 20-60% i rapporti indicati per il fieno tra superficie di origine e superficie di distribuzione. Considerato questo aspetto e insieme anche l'elevato contenuto d'acqua dell'erba verde (70% circa rispetto al 20% del fieno), la quantità di erba da distribuire aumenta rispetto al fieno passando da 0.3-2 kg a 0.4-4.3 kg circa per m².

2.6.4.3 Semina con mulch

Nel caso dell'impiego di seme di ecotipi nativi questo metodo viene applicato con le modalità analoghe a quelle valide per la semina di varietà selezionate. Sulla superficie da rivegetare viene distribuita la coltre protettiva (mulch) costituita, di solito, da paglia a culmo lungo oppure da fieno in quantità di 300-700 g di s.s. per m² (Foto 2.6.4.3.1). Segue la distribuzione del seme, dell'eventuale fertilizzante e, soprattutto in pendio, la fissazione del mulch. Quest'ultima operazione può essere effettuata con picchetti piantati nel terreno, emulsione bituminosa, collanti organici o rete leggera di nylon. Come materiale di propagazione possono essere utilizzati i fiorumi ottenuti da spazzolatrice, da fienile, da trebbiatura di fieno e da mietitrebbiatura oppure miscugli di seme di ecotipi nativi prodotti in coltivazioni specializzate

da seme. Nel caso di impiego di fiorume da fienile, la pacciamatura può non essere necessaria. Infatti, se il materiale non viene setacciato, contiene anche una grande quantità di frammenti di fusti e foglie con efficacia pacciamante. In questo caso, lo strato di fiorume da distribuire è di circa due cm. Per favorirne la fissazione esso va sparso dopo inumidimento o su suolo bagnato oppure va fatto aderire al suolo con rete metallica o di fibra vegetale asportabile dopo l'insediamento delle piante.



Foto 2.6.4.3.1. Semina con mulch. In pendenza, la distribuzione del seme va effettuata dopo la pacciamatura: in questo modo il seme, fermato al suolo dal materiale pacciamante, non scivola fino alla base della scarpata (foto Carbonari).

2.6.4.4 Idrosemia semplice e idrosemia con mulch

Gli stessi fiorumi e miscugli impiegati nella semina con mulch possono essere distribuiti anche con la tecnica dell'idrosemia (Foto 2.6.4.4.1). Prima dell'aspersione, il miscuglio formato da acqua, eventuale concime, materiale legante, sostanze miglioratrici del suolo e fiorume va ben rimescolato nella botte in quanto le dosi di seme sono basse rispetto a quelle impiegate nel caso delle varietà selezionate e una ridotta omogeneità di distribuzione potrebbe determinare una locale assenza di seme. Per questo stesso motivo, la sola idrosemia andrebbe realizzata solo sui suoli più favorevoli, e cioè quelli posti in piano o poco pendenti e ricchi di umidità e di elementi nutritivi. In quelli meno favorevoli, invece, anche l'idrosemia va fatta seguire dalla distribuzione di mulch. In questo modo la protezione del seme viene doppiamente garantita, dalla miscela di idrosemia in cui il seme è inglobato e dallo strato pacciamante disteso dopo l'idrosemia. A causa delle difficili condizioni ambientali, la sola idrosemia (non protetta con la pacciamatura) è sempre da sconsigliare anche sopra il limite del bosco (Krautzer et al., 2000). In aree molto pendenti, dove la fissazione del mulch non è possibile, l'idrosemia può essere effettuata dopo la stesura di una rete di fibra vegetale oppure, su pareti rocciose, di una rete di filo di ferro zincato in grado di arrestare la caduta di pietre.



Foto 2.6.4.4.1. Idrosemina. Una scarpata rocciosa molto pendente viene inerbata con una soluzione contenente seme di ecotipi nativi (foto Carbonari).

2.6.4.5 Impianto di zolle erbose

Al posto della semina, sulle superfici nude interessate dai movimenti terra possono essere impiantate zolle erbose. L'impianto può interessare tutta la superficie da rivegetare, soluzione costosa e raramente realizzata, oppure può avvenire a scacchiera. Il primo caso riguarda di solito gli interventi di spianamento di piste da sci eseguiti su vegetazioni erbacee. In tali situazioni, l'intervento va eseguito nelle cinque fasi descritte nel capitolo 2.6.3.1. Impiego di suolo ricco di propaguli (Felber et al., 1991). Nel secondo caso, le aree intermedie lasciate nude possono essere ricolonizzate spontaneamente a partire dai propaguli sia vegetativi (rizomi e stoloni) sia gamici (semi) delle piante presenti sulle zolle. Nelle superfici in piano, le aree tra le zolle possono essere lasciate nude. Nelle superfici in pendenza, invece, è necessario almeno proteggerle dall'erosione con la distribuzione di materiale pacciamante che crea anche condizioni favorevoli all'intercettazione e alla germinazione del seme portato dal vento e all'insediamento delle giovani piante. Se possibile, la pacciamatura va realizzata con erba verde o fieno proveniente da prateria nativa idonea oppure va integrata con seme o fiorume di ecotipi nativi. Inoltre, in pendenza le zolle poste a scacchiera vanno opportunamente fissate al suolo con picchetti alti 50 cm completamente piantati nel suolo (Schiechtl, 1986).

2.6.4.6 Impianto di piante in pane di terra

Dato il costo elevato, piante in pane di terra prodotte con le modalità indicate al capitolo 2.5.3 possono essere utilizzate soprattutto ad alta quota per l'infittimento di inerbimenti radi. L'impianto va effettuato in estate entro fori creati con apposito bastone perforatore (Fig. 2.6.4.6.1).



Foto 2.6.4.6.1. Impianto di piante erbacee in pane di terra (foto Gallmetzer).

2.7 Controllo e manutenzione della rivegetazione

Negli anni dopo l'intervento, il controllo e la manutenzione sono particolarmente importanti sopra i 1500 m dove il raggiungimento di una copertura stabile può impiegare fino a diversi decenni. I sopralluoghi vanno effettuati: poco dopo la conclusione degli interventi; 1-5 anni dopo l'intervento (verifica della composizione floristica e della radicazione della cotica); sopra il limite del bosco, 10-50 anni dopo l'intervento (verifica dell'evoluzione dell'inerbimento).

Gli elementi più importanti da tenere sotto controllo sono l'efficacia antierosiva della copertura conseguita e la composizione floristica della vegetazione. In caso di presenza di erosione vanno eseguite la post-pacciamatura, meglio se effettuata con erba verde o fieno proveniente da praterie idonee ed eventualmente anche assieme alla post-concimazione compiuta secondo le indicazioni date al capitolo 2.6.1.

Il taglio e il pascolamento delle coperture erbacee sono di per sé non necessari per il mantenimento di una copertura efficace (Schiechtl, 1986). In loro assenza, al di sotto del limite del bosco le vegetazioni erbacee si evolvono verso il bosco e ciò avviene più o meno facilmente soprattutto in funzione della distanza della foresta. Mano a mano che ciò si verifica, lo strato erbaceo viene sostituito da quello arbustivo e arboreo anche nella sua funzione antierosiva. Quando, invece, è richiesto il mantenimento della copertura erbacea (ad esempio su piste da sci), il pascolamento estensivo oppure il taglio, eseguito annualmente o almeno ogni 2-3 anni e seguito o meno dall'asporto dell'erba tagliata, divengono irrinunciabili.

Sui suoli fertili e a bassa o media quota, tali pratiche, eseguite in modo equilibrato, sono possibili già a partire dal primo anno dopo la semina. Invece, in stazioni difficili (suoli poco fertili, alta quota, pendenze elevate), nei primi anni è da evitare il pascolamento, soprattutto con animali pesanti che con il calpestamento possono danneggiare la cortice ancora aperta. Se necessario, allo scopo possono essere realizzate recinzioni in filo pastore che dovrebbero contenere anche fasce laterali di vegetazione intatta da cui possono giungere propaguli di piante native utili alla rinaturalizzazione delle aree interessate dagli interventi (Felber et al., 1991). Sempre nelle stazioni difficili, è utile il taglio che favorisce l'accestimento delle graminacee e l'infittimento della cortice. Esso va, comunque, eseguito dopo la fruttificazione della maggior parte delle specie presenti e, nel caso di inerbimenti ancora radi, senza l'asporto dell'erba. In questo modo, non si riduce la quantità di seme che giunge al suolo e che dà un contributo importante all'evoluzione positiva della copertura vegetale. Contemporaneamente, le aree ancora scoperte vengono ulteriormente protette contro l'erosione dall'erba tagliata la quale, degradandosi, incrementa la quantità di humus nel suolo (Dinger, 1997).

Soprattutto in stazioni difficili, l'evoluzione della vegetazione porta inizialmente alla formazione di fitocenosi la cui composizione floristica è caratterizzata da una mescolanza, a volte anche caotica, delle specie seminate e di specie provenienti da vegetazioni circostanti. Tali fitocenosi sono difficilmente avvicinabili a vegetazioni caratterizzabile sotto l'aspetto fitosociologico che si formano solo con il tempo, anche in funzione del trattamento eseguito (taglio o pascolamento, assenza o presenza di concimazione ecc.). Nel corso di tale evoluzione è da evitare soprattutto che specie invasive, caratterizzate da forte capacità di crescita e in grado di diffondersi in una copertura ancora parzialmente aperta, prendano il sopravvento. A media e alta quota, ciò vale, ad esempio, per una specie di alta taglia quale *Deschampsia caespitosa* che tende a formare fin da subito cespi di grandi dimensioni non appetiti dagli animali e, nel caso delle piste da sci, dannosi per una corretta gestione del manto nevoso. A quote più basse, sono da controllare soprattutto specie esotiche quali *Robinia pseudoacacia* e *Senecio inequidens* ma a volte anche megaforbie o arbusti autoctoni quali *Cirsium arvense*, *Artemisia vulgaris*, *Rubus fruticosus* ecc. (Foto 2.7.1).



Foto 2.7.1. In primo piano, inerbimento invaso da *Cirsium arvense* quattro anni dopo la semina.

2.8 Suggerimenti per la progettazione e la realizzazione degli interventi di rivegetazione

Un progetto di rivegetazione ispirato ai criteri del restauro ecologico deve prevedere come obbligatorie le prescrizioni tecniche relative all'impiego di materiale di propagazione nativo scelto in base al suo adattamento al sito da rivegetare e alla vegetazione di riferimento. Tali prescrizioni devono, inoltre, entrare come elementi irrinunciabili nel capitolato di appalto.

Durante la realizzazione degli interventi i tecnici incaricati del controllo (direttore lavori e collaudatori) devono prestare particolare attenzione al rispetto delle prescrizioni di cui sopra, perché soprattutto da esse dipende la buona riuscita dell'intervento sotto l'aspetto più importante, quello della conservazione biologica del territorio.

Nel corso degli studi e dei sopralluoghi compiuti per la progettazione, oltre ai consueti rilevamenti topografici necessari per la realizzazione delle planimetrie e delle sezioni di progetto, è necessario valutare alcuni importanti aspetti stagionali delle aree da rivegetare. Queste vanno assolutamente divise in settori omogenei. In montagna, infatti, l'ambiente può variare repentinamente. Ad esempio, dall'alto verso il basso, una pista da sci può attraversare aree con substrati geologici e pendenze diversi, su ciascuna delle quali si originano suoli e vegetazioni specifici.

La conoscenza del substrato geologico è importante perché dal substrato dipendono in buona misura le caratteristiche del suolo, soprattutto dopo gli interventi di modellamento che spesso mescolano gli strati superficiali con quelli profondi fortemente influenzati dalla roccia madre. È poi importante valutare il tipo di suolo e, in particolare la profondità, la granulometria, la reazione e la ricchezza di elementi nutritivi. Le informazioni acquisite sono

utili per prendere decisioni riguardanti non solo l'entità delle lavorazioni ma anche gli accorgimenti da adottare per la conservazione del suolo. Inoltre, sono fondamentali per valutare anche l'eventuale necessità della concimazione e la fitocenosi di riferimento cui tendere con la rivegetazione. Le caratteristiche topografiche (pendenza, esposizione e quota) sono per lo più rilevabili dalle carte tecniche, ma spesso in loco sono rilevabili informazioni importanti relativamente alla loro variabilità su scala media non deducibili dalle carte.

L'importanza del rilievo della vegetazione presente nelle superfici da rivegetare e in quelle circostanti è già stata discussa nel capitolo 2.4. Qui si aggiunge che esso è utile anche per definire i modi e le aree in cui la vegetazione preesistente può essere recuperata e riutilizzata come materiale di propagazione per la ricostituzione della copertura dopo l'intervento oppure per individuare le aree dove probabilmente la pioggia del seme provenienti dalle zone circostanti costituisce una fonte sufficiente di materiale di propagazione.

Come osservato nel capitolo 2.6.2, il mantenimento di aree intatte di vegetazione originaria entro le superfici modellate accelera la ricostituzione di una copertura vegetale nativa su queste ultime. Nel progetto si deve pertanto evitare di prevedere lavorazioni generalizzate su grandi estensioni, individuando e prescrivendo il mantenimento di tutte quelle zone dove non è strettamente necessaria l'eliminazione della vegetazione nativa. Le aree intatte previste devono essere quanto più possibile ben distribuite entro tutta la superficie di intervento.

Il materiale di propagazione e il metodo di rivegetazione scelti in fase progettuale possono, dunque, variare in funzione della zona omogenea dell'area di ripristinare. Il materiale di propagazione deve il più possibile essere ottenuto dalla stessa superficie da rivegetare (valorizzazione della pioggia del seme dalle aree circostanti, recupero del terreno ricco di propaguli, di fieno o seme da spazzolatrice raccolti prima degli interventi, di semi o talle di specie legnose ecc.). Quanto non reperibile in loco va recuperato su superfici vicine e idonee oppure va ottenuto sul mercato anche con contratti effettuati ad hoc con ditte o istituzioni specializzate per la moltiplicazione di specie legnose e di seme di ecotipi nativi di specie erbacee. Le superfici idonee per il prelievo del materiale di propagazione vanno individuate e valutate relativamente alla quantità di materiale ottenibile e alla disponibilità del proprietario. In certi casi, tali superfici possono essere anche aree rivegetate in passato con successo (copertura completa e stabile, vegetazione con alto grado di naturalità). Tutte queste superfici potenzialmente utili vanno indicate nel progetto.

Negli interventi di grosse dimensioni, il materiale di propagazione di ecotipi nativi effettivamente disponibile può non essere sufficiente per rivegetare in una sola annata tutta la superficie. In questi casi, per quanto possibile il progetto deve ripartire su più anni gli interventi o anche la sola fase della rivegetazione. Inoltre, esso deve prevedere tempi di esecuzione che consentano di valorizzare al meglio il materiale di propagazione nativo locale: ad esempio, in un'area a pascolo in cui per la rivegetazione si voglia reimpiegare

lo strato superficiale di suolo ricco di propaguli, va previsto di realizzare il modellamento del versante subito dopo il picco di fruttificazione delle specie presenti in modo tale che prima della rottura del cotico il suolo si arricchisca di seme. Nella programmazione temporale degli interventi è opportuno tenere presente i tempi necessari per il reperimento del materiale di propagazione. Per ottenere seme da praterie naturali in vista di un suo utilizzo diretto serve almeno il periodo corrispondente al primo ricaccio primaverile. Per la propagazione del seme in coltivazioni specializzate sono necessari almeno 3 anni (vedi capitolo 2.5.1.). La produzione di piante in pane di terra o zolle è invece possibile in meno di 1 anno (vedi capitolo 2.5.3.).

Il progetto deve, anche, indicare e descrivere le opere di manutenzione che presumibilmente si renderanno necessarie dopo la rivegetazione, inserendone anche i relativi costi nel budget complessivo del progetto. L'effettiva realizzazione di tali opere può essere, tuttavia, decisa dal tecnico di fiducia del committente tramite appositi sopralluoghi eseguiti negli anni successivi alla rivegetazione.

Infine, in considerazione del tempo necessario per il raggiungimento di coperture efficaci contro l'erosione, il progetto deve prevedere tempi di collaudo della rivegetazione diversi rispetto a quelli delle opere ingegneristiche. I momenti del collaudo e le condizioni minime che la copertura vegetale deve possedere affinché esso sia positivo vanno differenziati in funzione delle caratteristiche stazionali, e in particolare della quota, della fertilità del suolo e della pendenza.

Bibliografia

Bibliografia

- ÄSCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D. M. e THEURILLAT J. P., 2004. Flora alpina. Zanichelli Bologna.
- ANPC (Alberta Native Plant Council), 2000. A Rogue's gallery of invasive non-native plants. [Http://www.anpc.ab.ca](http://www.anpc.ab.ca).
- BELLARI C., GIANNINI R. e PROIETTI PLACIDI A. M., 1991. Semi e piantine di latifoglie arboree ed arbustive. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste, Caccia e Pesca. 200 pp.
- BELLETTI P., 1998. Analisi della variabilità genetica presente in popolazioni forestali dell'Italia nord-occidentale. Atti della Giornata Preparatoria al Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, 18-25.
- BELNAP J., 1995. Genetic Integrity: Why Do We Care? An Overview of the Issues. In Roundy, Bruce A.; McArthur, E. Durant; Haley, Jennifer S.; Mann, David K., comps. 1995. Proceedings: wildland shrub and arid land restoration symposium; 1993 October 19-21; Las Vegas, NV. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-315. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 384 p.
- BRADSHAW A., 2002. Introduction and philosophy. In Perrow M. R. e Davy A. J. (editori). Handbook of Ecological Restoration Volume 1 Principles of restoration. Cambridge University Press, Cambridge, 3-9.
- CALVO E., 2003. 2.3. Strategie di buona gestione per la difesa della biodiversità nei processi vivaistici 2.3.1. Orientamenti per l'identificazione di regioni di provenienza per la raccolta di materiale sementiero. In Mezzalira G. e PIOTTO P. (editori), Biodiversità e vivaistica forestale. Aspetti normativi scientifici e tecnici. APAT e ANARF, 136 pp.
- CHAMBERS J. C., 1993. Seed and vegetation dynamics in an alpine herb field: effects of disturbance type. *Canadian Journal of Botany* 71, 471-485.
- CHAMBERS J. C., MACMAHON J. A. e HAEFNER J. H., 1991. Seed entrapment in alpine ecosystems: effects of soil particle size and diaspore morphology. *Ecology* 72 (5), 1668-1677.
- COMMISSIONE SVIZZERA PER LA CONSERVAZIONE DELLE PIANTE SELVATICHE, 2002. Raccomandazioni per la produzione e l'impiego di sementi e piantine di piante selvatiche – Stato 2001. *Agrarforschung* 9 (1), I-XII.
- DAVY A. J., 2002. 12. Establishment and manipulation of plant populations and communities in terrestrial ecosystems. In Perrow M. R. e Davy A.J. (editori), Handbook of ecological restoration. Volume 1. Principles of restoration. Cambridge University Press, Cambridge. 444 pp.
- DIETL W., LEHMANN J. e TROXLER J., 1999. Begrünung im Gebirge. Merkblatt 15. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues. 4 pp.
- DINGER F., 1997. Végétalisation des espaces dégradés en altitude. Cemagref Editions. 144 pp.
- DUCCI F., 2003. 2.3.2. Criteri ed indirizzi per la raccolta del materiale forestale di propagazione. In Mezzalira G. e Piotto P. (editori), Biodiversità e vivaistica forestale. Aspetti normativi scientifici e tecnici. APAT e ANARF. 136 pp.
- EDWARDS A. R., MORTIMER S. R., LAWSON C. S., WESTBURY D. B., HARRIS S.

- J., WOODCOCK B. A. E BROWN V. K., 2007. Hay strewing, brush harvesting of seed and soil disturbance as tools for the enhancement of botanical diversity in grasslands. *Biological conservation* 134, 372-382.
- ENGELHARDT J., 2000. Das Heudrusch-Verfahren als kostengünstige Alternative zur Anlage autochthoner Pflanzenbestände. XXX. Internationales Rasenkolloquium 2000. Langlau am Brombachsee (Deutschland), 18-20 September 2000, 28-31.
- ENGLISH NATURE, 1998-2007. Natural areas boundaries. [Http://www.english-nature.gov.uk/text_version/science/natural/boundary.asp](http://www.english-nature.gov.uk/text_version/science/natural/boundary.asp)
- FELBER H. U., HIRSCH M. E WALTHER P., 1991. Landschaftseingriffe für den Skisport. Wegleitung zur Berücksichtigung des Natur- und Landschaftsschutzes. Eidgenössische Departement des Innern, Berna. 74 pp.
- FENNER M., 1985. *Seed Ecology*. Chapman and Hall Ltd, London. 151 pp.
- FLORA LOCALE, 2000. Planting with wildlife in mind: Code of Practice for collectors, growers and suppliers of native flora. [Http://www.naturebureau.co.uk/pages/floraloc/resources/codes_prac/code_practice.html](http://www.naturebureau.co.uk/pages/floraloc/resources/codes_prac/code_practice.html).
- GERLING, H. S., WILLOUGHBY M. G., SCHOEPF A., TANNAS K. E. E TANNAS C. A., 1996. A guide to using native plants on disturbed lands. Alberta Agriculture, Food and Rural Development, and Alberta Environmental Protection. 247 pp.
- GONSETH Y., WOHLGEMUTH T., SANSONNENS B. E BUTTLER A., 2001. Les régions biogéographiques de la Suisse. Explications et division standard. Cahier de l'Environnement 137. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage Berne, 48 p.
- GRADI A., 1996. Manuale tecnico-pratico per l'allevamento in vivaio delle piantine forestali. Regione Autonoma Friuli – Venezia Giulia, Direzione Generale delle Foreste e dei Parchi. Arti Grafiche Friulane, Tavagnacco (UD). 243 pp.
- GRAY A., 2002. A species perspective. In Perrow M. R. e Davy A. J. (editori). *Handbook of Ecological Restoration Volume 1 Principles of restoration*. Cambridge University Press.
- GRIME J. P., HODGSON J. G. E HUNT R., 1986. *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. Unwin Hyman LTD, London. 742 pp.
- GUERRANT E. O. JR. E PAVLIK B. M., 1997. Reintroduction of rare plants: Genetics, demography and the role of ex situ conservation methods. In: Fieldler P. L. e Kareiva P. (editori). *Conservation Biology for the Coming Decade*. 2nd edition. Chapman e Hall, New York, 80-108.
- GUINON M., 1993. Promoting gene conservation through seed and plant procurement. In: Landis, T.D., technical coordinator. *Proceedings, Western Forest Nursery Association; 1992 September 14-18; Fallen Leaf Lake, CA. General Technical Report RM -221*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 38-46.
- HALL M., 1997. Co-workers with nature. The deeper roots of restoration. *Restoration and management notes* 15 (2), 173-178.
- Harper J. L. E BENTON R. A., 1966. The behaviour of seeds in soil: II. The

germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. *The journal of ecology* 54 (1), 151-166.

HATT M., 1991 Samenvorrat zweier alpiner Böden. *Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel* 57, 41-71.

HAVENS K., 1998. The genetics of Plant Restoration. An Overview and a Surprise. *Restoration and Management Notes* 16 (1), 69-72.

INGERSOLL C. A. E WILSON M. V., 1993. Buried propaguli bank of a high subalpine site: microsite and comparisons with aboveground vegetation. *Canadian Journal of Botany* 71, 712-717.

KELLER M., KOLLMANN J. E EDWARDS P. J., 2000. Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. *Journal of Applied Ecology* 37, 647-659.

KIRMER A., 2006. 5.1 Samenreiches Mahdgut und Heumulch. 5.1.1 Hinweise für die Umsetzung. In Kirmer A. e Tischew S. (editori). *Handbuch naturnahe Begrünung von Rohboden*. Teubner, Wiesbaden, 39-41.

KIRMER A., STOLLE M., LORENZ A., GRÜTTNER A. E ENGELHARDT J., 2006. 3. Naturnahe Methoden: ein Überblick. In Kirmer A. e Tischew S. (editori). *Handbuch naturnahe Begrünung von Rohboden*. Teubner, Wiesbaden, 20-26.

KLUG-PUMPEL B. E KRAMPITZ Ch., 1996. Conservation in alpine ecosystems: the plant cover of ski runs reflects natural as well anthropogenic environmental factors. *Die Bodenkultur* 47, 97-117.

KNAPP E. E. E RICE K. J., 1994. Starting from seed: genetic issues in using native grasses for restoration. *Restoration and management notes* 12, 40-45.

KRAUTZER B., 1995. Untersuchungen zur Samenvermehrbarkeit alpiner Pflanzen. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irnding, Heft 24. 76 pp.

KRAUTZER B., 1998. Re-establishment of species-rich alpine meadows with seeds of indigenous plants. In Boller B. e Stadelmann F. J. (editori). *Breeding for a multifunctional agriculture*. Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Zuerich-Reckenholz, 118-122.

KRAUTZER B., WITTMANN H. E FLORINETH F., 2000. Richtlinie für standortgerechte Begrünungen. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau. 29 pp.

KRAUTZER B., PERATONER G. E BOZZO F., 2004. Specie erbacee idonee al sito. Produzione del seme ed utilizzo per l'inerbimento in ambiente montano. Provincia di Pordenone. 112 pp.

KRAUTZER B. E WITTMANN H., 2006. Restoration of alpine ecosystems. In van J. Andel J. e Aronson J. (editori). *Restoration Ecology*. Blackwell Publishing, 208-220.

KRAUTZER B., WITTMANN H., PERATONER G., GRAISS W., PARTL C., PARENTE G., VENERUS S., RIXEN C. E STREIT M., 2006. Inerbimenti idonei al sito in ambienti d'alta quota nelle Alpi. Lo stato dell'arte. Federal Research and Education Centre (HBLFA) Raumberg - Gumpenstein, Irnding.

LESICA P. E ALLENDORF F. W., 1999. Ecological genetics and the restoration of plant communities: mix or match? *Restoration ecology* 7, 42-50.

LICHTENEGGER E., 2003. Hochlagenbegrünung unter besondere Berücksichtigung

- sichtigung von Skipisten. Eigenverlag Pflanzensoziologisches Institut, Klagenfurt. 207 pp.
- LOCHNER D., 1997. Prairie seed harvesting. *Restoration and Reclamation Review*, Volume 2. SPRING 1997: Restoration Techniques. [Http://www.hort.agri.umn.edu/h5015/rrr.htm](http://www.hort.agri.umn.edu/h5015/rrr.htm).
- LONGCORE T., MATTONI R., PRATT G. E RICH C., 1997. On the perils of ecological restoration: lessons from the El Segundo Blue Butterfly. Pp. 281-286 in Keeley J., Baer-Keeley M. e Fotheringham C.J., eds. *2nd Interface Between Ecology and Land Development in California*, U.S. Geological Survey Open-File Report 00-62, Sacramento, CA.
- LORENZETTI F., FALCINELLI M. E VERONESI F., 1994. Miglioramento genetico delle piante agrarie. Edagricole, Bologna. 329 pp.
- LUZURIAGA A. L., ESCUDERO A., OLANO J. M. E LOIDI J., 2005. Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. *Acta Oecologica* 27, 57-66.
- MAJERUS M., 1997. Restoration of disturbances in Yellowstone and Glacier National Parks. *Journal of soil and water conservation* 52, 232-236.
- MAJERUS M., 2000. Restoration with native indigenous plants in yellowstone and glacier national parks. *Billings Land Reclamation Symposium. 2000 Billings Land Reclamation Symposium. Striving for Restoration, Fostering Technology and Policy for Reestablishing Ecological Function*. GP/RM Hazardous Substance Research Center. Manhattan, KS 66506. Reclamation Research Unit Publication No. 00-01, Montana State University-Bozeman.
- MCGRAW J. B. E VAVREK M. C. 1989. The role of buried viable seeds in arctic and alpine plant communities. In Leck M.A., Parker V.T. e Simpson R.L. (editori). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press, Inc. San Diego, California. 462 pp.
- MEYER S., MONSEN E. E STEPHEN B., 1993. Genetic Considerations in propagating native shrubs, forbs, and grasses from seed. In Landis T. D. (technical coordinator). *Proceedings, Western Forest Nursery Association; 1992 September 14-18; Fallen Leaf Lake, CA. General Technical Report RM-221*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 47-54.
- MILLAR C. I. E LIBBY W. J., 1989. Disneyland or Native Ecosystem: Genetics and the Restorationist. *Restoration & Management Notes* 7(1).
- MOLDER F., 2000. Qualitätssicherung bei regionalen Saatgut - eine Methodik zur Untersuchung der Keimfähigkeit von Heudrusch-Saat. XXX. Internationales Rasenkolloquium 2000. Langlau am Brombachsee (Deutschland), 18-20 September 2000, 32-33.
- MORGAN J. P. E COLLICUTT D. R., 1994. Seed Stripper Harvesters. *Restoration and Management Notes* 12(1):51-54.
- PACKARD S. E MUTEL C. F., 1997. *The Tallgrass restoration handbook: for prairies, savannas, and woodlands*. The Society for Ecological Restoration. 462 pp.
- PIOTTO B., 1992. Semi di alberi e arbusti coltivati in Italia: come e quando seminarli. Società Agricola e Forestale. Roma. 78 pp.
- PORTER K., 1994. Seed harvesting: a hay meadow dilemma. *Enact* 2(1), 4-5.

- RIEGER E., 2006. Die Ausschreibungspraxis für Wildsaatgut in Deutschland. Erosionssicherung, gesicherte Herkunft, Aussatstärke. In Krautzer B. e Hacker E., (editori), Soil-Bioengineering: ecological restoration with native plant and seed material. HBLFA Raumberg-Gumpenstein e German federation for soil-bioengineering.
- SCHIECHTL H. M., 1973. Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. Callwey, Monaco di Baviera.
- SCHIECHTL H. M., 1986. Bioingegneria forestale. Edizioni Castaldi. Feltre.
- SCOTTON M. e PICCININ L., 2003. Seed production of mountain permanent meadows. Grassland Science in Europe: 8, 67-70.
- SCOTTON M. e PICCININ L., 2004. I rinverdimenti della frana storica di Valmorel (BI): efficacia e naturalità delle fitocenosi risultanti a confronto con interventi recenti realizzati in Trentino. L'Italia Forestale e Montana, Anno LIX - numero 1 - gennaio - febbraio 2004, 25-53.
- SCOTTON M., PICCININ L., DAINESE M. e SANCIN F., 2009. Seed harvesting for ecological restoration: efficiency of haymaking and seed-stripping on different grassland types in the eastern italian Alps. Ecological restoration, March 2009, 27:1, 66-75.
- SCOTTON M., PICCININ L., DAINESE M. e SANCIN F., 2009. Seed production of an *Arrhenatherion elatioris* hay-meadow in the eastern Italian Alps. Grass and Forage Science, 64, 208–218. doi: 10.1111/j.1365-2494.2009.00684.x.
- SCOTTON M., SANCIN F. e PICCININ L., 2005. Evolution of species richness in anti-erosion revegetation in North-Eastern Italy. Grassland Science in Europe: 10, 289-293.
- SCOTTON M., SARTORI F. e MEZZANOTTE M., 2000. Analisi di inerbimenti di aree dissestate in Trentino. Monti e Boschi. Anno LI – n. 1: 17-26.
- SCOTTON M., VESCOVO L. e CARBONARI A., 2003. Grassland seed harvesting for ecological restoration. Grassland Science in Europe: 8, 588-591.
- SMITH S. R. e SMITH S. (editori), 1997. Native Grass Seed Production Manual. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (NRCS), Ducks Unlimited Canada, Manitoba Forage Seed Association e University of Manitoba. 157 pp.
- SMITH R. S., SHIEL R. S., MILLWARD D., CORKHILL P. e SANDERSON R. A., 2002. Soil seed banks and the effects of meadow management on vegetation change in a 10-year meadow field trial. Journal of Applied Ecology 39, 279-293.
- SPATZ G., 1985. Zur Ausdauer von Skipistenbegrünungen in Hochlagen. Rasen – Turf – Gazon 1, 15-19.
- SPENCE J. R., 1990. Seed rain in grassland, herbfield, snowbank, and fellfield in the alpine zone, Craigieburn Range, South Island, New Zealand. New Zealand Journal of Botany 28, 439-450.
- STEINAUER G., 2003. A guide to prairie and wetland restoration in Eastern Nebraska. Prairie plains resource institute and Nebraska game and parks commission.
- STOLLE M., 2006. 5.4 Ansaaten (Offenland) 5.4.1 Hinweise fuer die Umsetzung. In Kirmer A. e Tischew S. (editori). Handbuch naturnahe Begrünung von Rohboden. Teubner, Wiesbaden, 92-93.
- STOLZ G., 1984. Entwicklung von Begrünungen oberhalb der Waldgrenze

- aus der Sicht der Botanik. Zeitschrift für Vegetationskunde 7, 29-34.
- URBANSKA K. M., 1997. Restoration ecology research above the timberline: colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. *Biodiversity and Conservation* 6, 1655-1670.
- URBANSKA K. M. E SCHÜTZ M., 1986. Reproduction by seed in alpine plants and revegetation research above timberline. *Botanica helvetica* 96 (1), 43-60.
- URBANSKA K. M., ERDT S. E FATTORINI M., 1998. Seed rain in natural grassland and adjacent ski run in the Swiss Alps: A preliminary report. *Restoration ecology* 6 (2), 159-165.
- URBANSKA K. M. E CHAMBERS J., 2002. High-elevations ecosystems. In Perrow M. R. e Davy A. J. (editori). *Handbook of Ecological Restoration Volume 2 Restoration in practice*. Cambridge University Press, Cambridge, 376-400.
- WATERS C., WHALLEY W. E HUXTABLE C., 2001. Methods of seed harvesting. [Http://www.agric.nsw.gov.au/reader/gu-seedharvproc/gu22.htm](http://www.agric.nsw.gov.au/reader/gu-seedharvproc/gu22.htm).
- WARREN J., 1997. The Geographic Spread of Genetic Variation and the Case for Local Provenance. [Http://www.naturebureau.co.uk/pages/floraloc/resources/genetics/geog_spread.html](http://www.naturebureau.co.uk/pages/floraloc/resources/genetics/geog_spread.html).
- WILD A. E FLORINETH F., 1999. Untersuchungen von Begrünungsmethoden über der Waldgrenze. *Rasen - Turf - Gazon* 1, 4-13.
- WITTMANN H. E RÜCKER Th., 1995. Über eine neue Methode der Hochlagenbegrünung. *Carinthia-Sonderband zum 8. Österreichischen Botanikertreffen*, 134-136.

*Finito di stampare
nel febbraio 2010
dalla Litografia EFFE e ERRE, Trento*