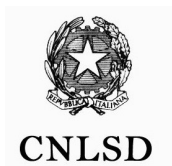




Accademia Italiana di
Scienze Forestali



*Comitato Nazionale per
la Lotta alla Siccità e
alla Desertificazione*



RIMBOSCHIMENTI E LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE IN ITALIA

Piermaria CORONA, Barbara FERRARI,
Francesco IOVINO, Tommaso LA MANTIA,
Anna BARBATI

Viterbo, Gennaio 2008

Indice

| | |
|--|----|
| Introduzione | 6 |
| 1. Desertificazione e misure di lotta diretta | 9 |
| 1.1 Desertificazione: inquadramento generale | 9 |
| 1.2 Desertificazione nell'Europa mediterranea | 11 |
| 1.3 Stadi del processo e valutazione del rischio di desertificazione ... | 12 |
| 1.4 Rischio di desertificazione in Italia | 13 |
| 1.5 Manifestazioni della desertificazione: sistemi degradati | 16 |
| 1.6 Strumenti istituzionali di lotta alla desertificazione: il ruolo delle misure forestali | 17 |
| 2. Rimboschimenti per il recupero ecologico dei sistemi territoriali degradati | 18 |
| 2.1 Generalità | 18 |
| 2.2 Riforestazione o rimboschimento, afforestazione o imboschimento | 19 |
| 2.3 Attività di rimboschimento nei Paesi del nord-Mediterraneo: prospettiva storica | 21 |
| 2.4 Rimboschimenti e restoration ecology | 24 |
| 3. Effetti ambientali dei rimboschimenti | 29 |
| 3.1 Rimboschimenti ed ecologia del paesaggio | 29 |
| 3.1.1 Eterogeneità del mosaico paesaggistico | 29 |
| 3.1.2 Degrado nei paesaggi agrari e conseguenze sulla desertificazione ... | 30 |
| 3.1.3 Frammentazione degli habitat naturali | 35 |
| 3.1.4 Incremento della contiguità tra habitat naturali attraverso il rimboschimento | 37 |
| 3.2 Rimboschimenti e conservazione del suolo | 40 |
| 3.3 Rimboschimenti e biodiversità | 44 |
| 3.4 Rimboschimenti e assorbimento di carbonio atmosferico | 46 |
| 4. Elementi conoscitivi sui rimboschimenti nelle aree a rischio di desertificazione | 48 |
| 4.1 Politiche di rimboschimento e interventi per l'arboricoltura da legno in Italia | 48 |
| 4.2 Tipologia dei rimboschimenti del passato | 52 |
| 4.3 Attuali problematiche selvicolturali e gestionali | 54 |
| 4.3.1 Diradamenti | 55 |
| 4.3.2 Rinaturalizzazione | 58 |
| 5. Arboricoltura da legno: limiti e opportunità nelle aree a rischio di desertificazione | 61 |
| 6. Sistemi agroforestali nelle aree a rischio di desertificazione | 68 |
| 6.1 Sistemi agroforestali | 68 |
| 6.1.1 Misure di salvaguardia dei sistemi agroforestali | 70 |

| | |
|--|-----|
| 6.1.2 Realizzazione di sistemi agroforestali | 72 |
| 6.2.1 Alberature frangivento..... | 74 |
| 6.2.2 Fasce arboree tampone | 75 |
| 7. Misure di rimboschimento e arboricoltura da legno nel quadro normativo-programmatico regionale | 78 |
| 7.1 Orientamenti normativi..... | 78 |
| 7.2 Creazione e gestione di rimboschimenti e strumenti pianificatori | 87 |
| 7.2.1 Piani forestali regionali..... | 87 |
| 7.2.2 Piani per l'assetto idrogeologico..... | 92 |
| 7.2.3 Piani anticendi boschivi..... | 99 |
| 8. Strategia di intervento nelle aree a rischio di desertificazione | 104 |
| 8.1 Riforma di medio termine della Politica Agricola Comunitaria: nuovi terreni per il rimboschimento?..... | 104 |
| 8.2 Selezione di aree prioritarie | 106 |
| 8.2.1 Criteri generali..... | 106 |
| 8.2.2 Localizzazione a scala di bacino..... | 107 |
| 9. Tecniche colturali | 110 |
| 9.1 Tecniche di impianto | 112 |
| 9.1.1 Decespugliamento | 113 |
| 9.1.2 Lavorazione del suolo..... | 115 |
| 9.2 Scelta delle specie..... | 123 |
| 9.3 Mescolanza di specie | 128 |
| 9.4 Disegno del rimboschimento | 129 |
| 9.5 Materiale di impianto..... | 133 |
| 9.6 Messa a dimora..... | 135 |
| 9.7 Periodo di impianto..... | 143 |
| 9.8 Cure post-impianto | 147 |
| 9.9 Recupero dei rimboschimenti degradati | 152 |
| 10. Valutazione funzionale degli interventi di rimboschimento | 154 |
| 10.1 Indicatori di efficienza funzionale dei rimboschimenti | 154 |
| 10.1.1 Efficienza ecologico-produttiva..... | 158 |
| 10.1.2 Effetto sulla struttura spaziale del mosaico paesistico | 160 |
| 10.1.3 Effetto sui processi funzionali di rinnovazione e successione secondaria..... | 162 |
| 11. Schema per l'ammissibilità e selezione dei progetti di rimboschimento | 165 |
| 11.1 Vulnerabilità al rischio desertificazione | 165 |
| 11.2 Vulnerabilità al rischio idrogeologico | 166 |
| 11.3 Uso del suolo nel bacino interessato dall'intervento di rimboschimento | 166 |
| 11.4 Uso del suolo modificato dall'intervento di rimboschimento... | 167 |
| 11.5 Preservazione di aree aperte di interesse conservazionistico | 167 |

| | |
|---|-----|
| 11.6 Obiettivi funzionali attesi dalla realizzazione del rimboschimento | 167 |
| 11.7 Obiettivi a livello di paesaggio | 168 |
| 11.8 Effetti sulla struttura spaziale degli habitat naturali..... | 168 |
| 12. Considerazioni conclusive..... | 169 |
| Appendice A.1. Attualità del rimboschimento per l'implementazione sinergica delle Convenzioni ambientali..... | 175 |
| A.1.1 Programma quadro per il settore forestale | 176 |
| A.1.2 Piano Nazionale per la riduzione dei gas responsabili dell'effetto serra 2003-2013 | 176 |
| A.1.3 Piano paesaggistico e salvaguardia dei paesaggi degradati..... | 178 |
| Appendice A.2. Linee guida operative per i progetti di rimboschimento ai fini di lotta alla desertificazione in Italia | 181 |
| Summary | 191 |
| Bibliografia..... | 196 |
| Indice analitico | 221 |
| Acronimi..... | 227 |

Introduzione

La desertificazione è uno dei più allarmanti processi di degradazione ambientale a scala globale. Epperò il tema è ancora frequentemente ignorato o sottovalutato. Nella sensazione comune si tende a confondere il fenomeno con un processo naturale – l’espansione dei deserti – e si pensa che questo interessi soltanto nazioni lontane e Paesi in via di sviluppo.

La desertificazione è invece un processo di degrado determinato da fattori antropici oltre che climatici, che interessa da vicino le zone semi-aride e aride del nostro e di altri Paesi del Mediterraneo, che si manifesta in una riduzione persistente della produttività ecologica ed economica degli ecosistemi e dei territori agricoli, con conseguenze devastanti a livello ambientale e sociale.

Un aspetto ambientale, su cui probabilmente non si riflette abbastanza, è che le aree interessate da processi di desertificazione non ospitano biocenosi animali e vegetali strutturate come, invece, quelle zone dove i deserti costituiscono degli ecosistemi naturali.

La vastità delle aree suscettibili o affette da desertificazione e le ripercussioni sulle popolazioni colpite – le zone aride interessano un terzo della superficie delle terre emerse e ospitano il 40% della popolazione mondiale – fa della lotta alla desertificazione una delle attuali principali sfide ambientali a livello globale.

Il rimboschimento – intervento di ricostituzione di soprassuoli forestali attraverso l’impianto di specie arboree e/o arbustive su terreni nudi o degradati o abbandonati – è da tempo riconosciuto tra le misure dirette più efficaci nella lotta alla desertificazione. La ricostituzione delle coperture forestali favorisce un recupero, in tempi relativamente brevi, della funzionalità ecologica di un territorio, alterata o perduta in seguito ai processi di degrado. La lotta alla desertificazione attraverso il rimboschimento si configura quindi, direttamente e indirettamente, come una azione di salvaguardia degli ecosistemi propri delle zone temperate.

Da tempo è nota la validità dell’attività di rimboschimento ai fini del recupero di aree degradate nei Paesi del Nord-Mediterraneo, dove la ricostituzione boschiva ha caratterizzato significativamente gli interventi forestali fin dall’inizio del secolo scorso.

Attualmente ai rimboschimenti sono riconosciute molteplici finalità, integrate in una visione sinergica del ruolo polifunzionale delle coperture forestali, così come attestato dalle Convenzioni ambientali delle Nazioni Unite (*United Nations Convention to Combat Desertification* - UNCCD, *United Nations Convention on Biological Diversity* - UNCBD, *United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC).

La presente monografia si colloca all'interno di questo quadro concettuale, con l'intento di analizzare le potenzialità degli interventi di rimboschimento ai fini della lotta alla desertificazione in Italia e di delineare una strategia basata su questo tipo di attività. Obiettivi del lavoro sono, in particolare:

- puntualizzare il ruolo degli interventi di rimboschimento nella lotta alla desertificazione in relazione anche ad altri aspetti della funzionalità ecologica di un territorio (conservazione della biodiversità, assorbimento di carbonio atmosferico, riqualificazione del paesaggio);
- definire criteri per la selezione di aree da rimboschire in via prioritaria nei territori interessati dal rischio di desertificazione;
- fornire strumenti di supporto operativo per la:
 1. valutazione (*ex ante*) dei progetti di rimboschimento, basata sulla loro potenzialità sinergica in termini di lotta alla desertificazione e, più in generale, di conservazione del suolo, riequilibrio dell'uso delle risorse locali rispetto alle vocazioni di uso del territorio e riduzione dei fenomeni di frammentazione dell'habitat forestale;
 2. formulazione di indirizzi tecnici per la progettazione di interventi di rimboschimento finalizzati alla lotta alla desertificazione.

La monografia è articolata in tre sezioni principali:

- la prima parte (§ 1-3), prevalentemente informativa, richiama e chiarisce i principali concetti di riferimento, approfondisce il ruolo dei rimboschimenti sulla pedogenesi e sulla conservazione del suolo, nell'assorbimento del carbonio atmosferico, nell'incremento della funzionalità ecologica del paesaggio e nella conservazione e aumento della biodiversità;

- la seconda parte (§§ 4-7) traccia un panorama storico delle politiche di rimboschimento in Italia ed esamina gli strumenti normativi, programmatici e pianificatori disponibili per la realizzazione di interventi di rimboschimento nell'ambito della lotta alla desertificazione; vengono inoltre brevemente esaminati limiti e opportunità dell'arboricoltura da legno (§ 5) e dei sistemi agroforestali (§ 6) quali possibili misure forestali di accompagnamento al rimboschimento nella lotta alla desertificazione;

- la terza parte (§§ 8-11) rappresenta la sintesi operativa della monografia e contiene:

- i) elementi per una strategia di lotta alla desertificazione basata sul rimboschimento (criteri di selezione delle aree da rimboschire in via prioritaria e tecniche di rimboschimento applicabili);

- ii) criteri di valutazione funzionale degli interventi di rimboschimento in termini di efficienza ecologico-produttiva, di effetti sulla struttura spaziale delle superfici forestali a scala di paesaggio e di influenza sui processi di rinnovazione e successione secondaria (questi criteri sono applicati come caso di studio alla valutazione funzionale degli interventi di rimboschimento in Sicilia);

- iii) uno schema operativo utilizzabile dalle Amministrazioni pubbliche per definire criteri di ammissibilità e selezione delle proposte progettuali di rimboschimento per contrastare i processi di desertificazione.

Fanno da corollario due Appendici:

- in Appendice A.1 è evidenziata l'importanza del rimboschimento quale misura di implementazione sinergica delle Convenzioni ambientali delle Nazioni Unite e della Convenzione europea del Paesaggio;

- in Appendice A.2 sono sintetizzati in forma di scheda i principali orientamenti tecnici per l'elaborazione di progetti di rimboschimento in aree a rischio di desertificazione.

1. Desertificazione e misure di lotta diretta

1.1 Desertificazione: inquadramento generale

La comunità internazionale, attraverso la UNCCD, ha definito la desertificazione (Parigi, 1994) «il degrado delle terre, nelle zone aride, semi-aride e sub-umide secche attribuibile a varie cause, fra le quali variazioni climatiche ed attività antropiche».

L'identificazione delle zone aride, semi-aride e sub-umide secche – di seguito complessivamente indicate, per semplicità, come zone aride – avviene sulla base dell'*indice di aridità* (IA), che esprime il rapporto tra la precipitazione media annua e l'evapotraspirazione potenziale media annua. IA assume valori inferiori a 0,5 nelle zone aride e semi-aride, e compresi tra 0,5 e 0,65 nelle zone sub-umide secche.

L'espressione *degrado delle terre* a sua volta designa «la diminuzione o scomparsa (...) della produttività biologica o economica e della complessità delle terre coltivate non irrigate, delle terre coltivate irrigate, dei percorsi, dei pascoli, delle foreste o delle superfici boschive (...)».

Con il termine desertificazione si intende quindi un processo distribuito nel tempo – la cui dinamica è governata in modo significativo da uno sfruttamento non razionale delle risorse naturali da parte dell'uomo – e che si manifesta in un sostanziale e persistente declino della produttività biologica delle zone aride. Queste sono presenti, con superfici più o meno estese, anche nei Paesi del bacino del Mediterraneo (Figura 1.1).

In assenza di impatti antropici, nelle zone aride si verificano naturalmente fluttuazioni nella produttività biologica degli ecosistemi naturali, attribuibili al regime irregolare delle precipitazioni e alla ciclicità degli episodi di siccità. Le biocenosi degli ambienti aridi sono, entro certi limiti, adattate alla mutevolezza delle condizioni climatiche: si pensi alla capacità di alcune specie, soprattutto terofite, di fiorire e riprodursi in tempi rapidissimi.

Viceversa, in zone aride soggette a uso antropico una riduzione

persistente della produttività primaria netta al di sotto delle potenzialità stazionali, e che non scompare durante i periodi più umidi, può identificare aree soggette a desertificazione (PRINCE, 2002).

La desertificazione non va confusa con la *desertizzazione*, cioè l'espansione naturale dei deserti, processo causato da fattori esclusivamente naturali.

I fenomeni di desertificazione sono governati a scala locale da sistemi complessi di cause (ultime e prossime) naturali e antropiche, che possono essere individuati solo su un'ampia scala temporale di osservazione.

In Figura 1.2 è riportato un modello esemplificativo delle dinamiche di desertificazione. Come riconosciuto dalla UNCCD, il livello di povertà e di instabilità economica e politica è tra i fattori che maggiormente concorrono ai fenomeni di desertificazione a scala globale e al conseguente deterioramento delle condizioni di vita nelle aree interessate. Le misure di lotta alla desertificazione dovrebbero quindi essere inserite all'interno di programmi globali di riduzione della povertà. Di fatto, le relazioni tra povertà e funzionalità degli ecosistemi sono spesso ignorate o misconosciute (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005a).

Nei Paesi europei mediterranei i processi di desertificazione sono più frequentemente causati da un uso improprio del territorio legato a fenomeni di marginalità sociale e connessi in qualche caso alla perdita di conoscenze tradizionali: è il caso della gestione dei pascoli oggi affidata in larga parte a lavoratori immigrati senza adeguato *know-how*.

Non esistono dati certi circa l'entità delle aree desertificate a scala globale: si può verosimilmente affermare (65-85% di probabilità) che le aree desertificate si attestano intorno al 10-20% delle zone aride del pianeta (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005a).

La vastità delle dimensioni dei processi coinvolti, gli effetti drammatici sulle popolazioni che vivono nei territori interessati e i riflessi a scala regionale e mondiale (es. incentivazione ai flussi migratori dai Paesi africani verso l'Europa) rendono la desertificazione uno dei più allarmanti processi di degradazione ambientale a scala globale, con oltre un terzo della popolazione

mondiale minacciata.

1.2 Desertificazione nell'Europa mediterranea

La desertificazione è un processo antico e storicamente attestato nel bacino del Mediterraneo (ARCHAIOMEDES, 1998a, 1998b, 1998c).

Tutti i Paesi europei Mediterranei, Italia inclusa, sono interessati dai processi di desertificazione (Paesi dell'Annesso IV della UNCCD: Albania, Bosnia Erzegovina, Croazia, Cipro, Francia, Grecia, Italia, Malta, Portogallo, San Marino, Slovenia, Spagna, Turchia). Secondo Dismed (Desertification Information System for the Mediterranean; http://dismed.eionet.europa.eu/index_html), nei Paesi dell'Europa mediterranea per i quali sono disponibili i dati un terzo del territorio (circa 37 milioni di ettari) presenta una vulnerabilità alla desertificazione da bassa a moderata (EEA, 2005). Questa vulnerabilità è comunque largamente inferiore ai livelli dei Paesi della sponda meridionale.

In Europa i territori con maggior presenza di aree vulnerabili alla desertificazione si trovano in Portogallo meridionale, Spagna, Grecia, Sardegna e Sicilia, dove tra il 65% e l'85% del territorio presenta livelli di vulnerabilità tra bassa e moderata (EEA, 2005).

La desertificazione nella regione nord-mediterranea è attribuibile alla diffusa presenza di fattori fisici predisponenti (clima semi-arido, ricorrenza di periodi siccitosi, suoli con marcata tendenza all'erosione) che, in concomitanza con elevate pressioni antropiche sulle risorse naturali, determinano l'instaurarsi di processi di degrado (YASSOGLOU, 1999; GEESON *et al.*, 2002).

Come osservano LOPÉZ BERMUDEZ *et al.* (1999), i fattori che producono la desertificazione sono inanellati in relazioni di feedback positivo non facili da spezzare: gli effetti di processi naturali sono amplificati dagli effetti di forme di utilizzo non sostenibile delle risorse naturali (Figura 1.3).

Anche la cessazione dell'attività agricola può rappresentare sia un sintomo che una causa di fenomeni di desertificazione (COLOMBO *et al.*, 2006). A esempio, l'assenza di presidio e manutenzione del territorio, conseguente all'abbandono, comporta il collasso dei

pendii terrazzati, la diffusione degli incendi e il pascolo incontrollato. Tutti fattori che comportano l'acuirsi del rischio di desertificazione in territori vulnerabili (vd. § 1.3).

1.3 Stadi del processo e valutazione del rischio di desertificazione

Il concetto di area desertificata è di comprensione relativamente immediata: una forma estrema e irreversibile di degrado del territorio che ne preclude sostanzialmente le possibilità di utilizzazione a fini agricoli, pastorali o forestali (*sterilità funzionale*; Foto 1.1). Un'area desertificata potrebbe nuovamente essere utilizzata per scopi agro-silvo-pastorali: tuttavia l'input economico e sociale necessario al recupero della stessa è, in genere, talmente elevato da rendere questa scelta quasi sempre poco applicata (CRA-INEA-MIPAF, 2005).

Meno semplice è il riconoscimento dei territori a *rischio di sterilità funzionale* o *desertificazione*, che è alla base della lotta alla desertificazione. Secondo la terminologia adottata nel progetto *Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione* (CRA-INEA-MIPAF, 2005) le aree a rischio comprendono:

- *aree sensibili alla desertificazione*, che appaiono in fase attiva di forte degradazione anche se il suolo non presenta ancora sterilità funzionale (Foto 1.2);
- *aree vulnerabili alla desertificazione*, che hanno condizioni ambientali (es. caratteristiche pedologiche) tali da portare alla sterilità; tuttavia alcuni fattori (es. copertura vegetale, irrigazione) attenuano con successo il processo di desertificazione; esso può essere innescato qualora tali fattori di equilibrio cambino o vengano alterati (Foto 1.3).

Per l'analisi e il monitoraggio dei processi di desertificazione sono stati proposti vari sistemi di indicatori basati sulla valutazione di fattori di rischio (bio-fisici, socio-economici, gestionali), le cui reciproche interazioni possono essere modellizzate attraverso algoritmi di combinazione o modelli logico-interpretativi (BARBATI e CORONA, 2006; COLOMBO *et al.*, 2006).

In questo campo, la metodologia ESA (*Environmental Sensitive Areas*) sviluppata nell'ambito del progetto MEDALUS

(*Mediterranean desertification and land use*; KOSMAS *et al.*, 1999) rappresenta lo standard di riferimento più consolidato a livello europeo per la stima del rischio di desertificazione. In questo sistema la vulnerabilità ambientale alla desertificazione è intesa quale risultato di interazioni tra fattori elementari riferibili a quattro principali tipologie di componenti: suolo, clima, vegetazione, gestione del territorio; i fattori elementari, singolarmente o nel loro insieme, sono più o meno collegati a fenomeni di degrado. La vulnerabilità complessiva ai processi di desertificazione è stimata attraverso un indice sintetico di rischio costruito attraverso la combinazione (media geometrica) di punteggi attribuiti ai fattori ambientali considerati, in ragione del loro grado di correlazione con i livelli di vulnerabilità alla desertificazione.

Attraverso un approccio di tipo ESA, considerando le sole componenti ambientali (fattori pedologici, vegetazionali e climatici), è stata prodotta dal DISMED una mappa della vulnerabilità ambientale alla desertificazione dell'intero bacino del Mediterraneo: in Figura 1.4 è riportata la cartografia ottenuta per l'Italia, realizzata a una scala nominale 1:1.250.000.

1.4 Rischio di desertificazione in Italia

In Italia la metodologia ESA è stata applicata per una valutazione multitemporale del rischio di desertificazione a scala nazionale (SALVATI *et al.*, 2005). Nell'ambito del progetto finalizzato Climagri è stato elaborato un indice sintetico di rischio a partire da quindici variabili derivate da serie storiche di dati climatici, di uso del suolo e socio-demografici e ha prodotto un geo-database diacronico del rischio di desertificazione relativo a tre periodi di riferimento: 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000. La metodologia ESA è stata modificata nell'approccio computazionale: in particolare, è stata applicata l'analisi delle componenti principali per determinare l'eventuale ridondanza e importanza relativa (peso) di ciascuna variabile. L'indice sintetico di rischio di desertificazione è stato ottenuto dalla somma pesata delle variabili. L'analisi statistica ha permesso di valutare come la componente climatica (rappresentata in particolare dall'indice di aridità) e quella dei suoli (essenzialmente, la capacità idrica di campo o

available water capacity) rappresentino i fattori di maggior peso nella formazione dei profili di rischio, con un contributo più limitato delle variabili legate alla vegetazione, alla demografia e alla gestione agricola e pastorale.

Va tuttavia sottolineato che, data la scala della valutazione, l'indice sintetico di rischio non considera in modo esplicito la presenza di squilibri nella gestione agricola e pastorale del territorio – es. aree agricole abbandonate, sovrappascolamento – che possono sensibilmente modificare i profili di rischio a scala locale (vd. *aree vulnerabili*, § 1.3).

La mappatura del rischio di desertificazione relativa al periodo 1971-2000 è stata utilizzata come base conoscitiva per la localizzazione dei territori caratterizzati da maggiori condizioni di rischio in Italia. Questi sono stati individuati attraverso un *ranking* derivante dalla ripartizione in quintili della distribuzione dell'indice sintetico a scala nazionale; è stato convenuto che i territori con indice di rischio pari o superiore al valore del penultimo quintile della distribuzione dell'indice sintetico a scala nazionale possano rappresentare le zone con maggiore rischio (relativo) di desertificazione. I risultati ottenuti indicano che le zone a maggiore rischio in Italia interessano oltre un terzo della superficie territoriale di otto Regioni (Tabella 1.1). In Sardegna, Sicilia e Puglia, l'incidenza supera l'80% del territorio regionale. L'analisi diacronica ha inoltre evidenziato un recente peggioramento dei profili di rischio in quasi tutte le Regioni. Questo peggioramento viene attribuito sia a fattori climatici – espansione delle aree semi-aride – sia all'incremento delle pressioni antropiche nelle aree costiere (*litoralizzazione*) e all'intensificazione dell'attività agricola.

Nella Figura 1.5 è riportata la distribuzione sul territorio nazionale delle zone a maggior rischio relativo di desertificazione; la cartografia è stata elaborata sulla base del valore medio assunto dall'indice di rischio per Comune e, pertanto, rappresenta l'insieme di territori comunali con valori medi dell'indice di rischio negli ultimi due quintili della distribuzione nazionale.

Tabella 1.1 – Incidenza dei territori a maggior rischio relativo di desertificazione in Italia (per dettagli, vd. testo; fonte: progetto Climagri).

1. Desertificazione e misure di lotta diretta

| <i>Regione</i> | <i>Superficie regionale (ha)</i> | <i>Superficie a maggior rischio (ha)</i> | <i>Superficie a maggior rischio (%)</i> |
|-----------------------|----------------------------------|--|---|
| Sardegna | 2.399.116 | 2.120.500 | 88 |
| Puglia | 1.953.594 | 1.631.500 | 84 |
| Sicilia | 2.575.147 | 2.142.700 | 83 |
| Molise | 446.103 | 229.600 | 51 |
| Basilicata | 1.007.280 | 517.700 | 51 |
| Abruzzo | 1.083.015 | 386.100 | 36 |
| Calabria | 1.522.338 | 501.000 | 33 |
| Emilia Romagna | 2.212.324 | 696.800 | 31 |
| Lazio | 1.722.629 | 474.900 | 28 |
| Marche | 974.954 | 259.900 | 27 |
| Piemonte | 2.538.879 | 485.200 | 19 |
| Campania | 1.367.046 | 241.900 | 18 |
| Toscana | 2.294.614 | 397.800 | 17 |
| Liguria | 540.595 | 70.400 | 13 |
| Umbria | 846.108 | 102.000 | 12 |
| Lombardia | 2.386.386 | 118.900 | 5 |
| Valle d'Aosta | 326.093 | 11.100 | 3 |
| Veneto | 1.842.400 | 49.600 | 3 |
| Friuli Venezia Giulia | 785.993 | 2.000 | 0 |
| Trentino Alto Adige | 1.360.077 | 1.100 | 0 |

1.5 Manifestazioni della desertificazione: sistemi degradati

Nei Paesi ove è stato applicato (Spagna, Grecia, Portogallo, Italia, Algeria, Egitto, Marocco, Libia, Tunisia, Francia, Turchia) l'approccio della metodologia ESA per l'individuazione di aree a diversa vulnerabilità alla desertificazione risulta adattarsi bene alle situazioni reali di degrado (FERRARA, 2005; AA.VV., 2005b). Il metodo si presta quindi a stratificare il territorio in aree ove è *verosimile* che i processi di desertificazione siano in atto o comunque potenzialmente innescabili.

Poiché i processi di desertificazione si manifestano con una riduzione persistente della produttività ecologica ed economica sia degli ecosistemi di origine naturale che dei territori agricoli, il monitoraggio di tale produttività è la strada più logica per rilevare processi di desertificazione in atto. Secondo l'approccio proposto nel contesto del MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005b), la produttività può essere misurata in termini di servizi forniti dagli ecosistemi a un ampio insieme di beneficiari di differente natura. Questo tipo di approccio rende quantificabile il processo di degradazione poiché molti dei servizi forniti dagli ecosistemi sono misurabili e regolarmente monitorati.

Nei territori forestali, in particolare, i processi di degrado si manifestano in un progressivo declino dell'efficienza funzionale (BARBATI e CORONA, 2006), ovvero della capacità di:

- produzione di risorse rinnovabili (legno, altri prodotti forestali, foraggio);
- protezione del territorio (conservazione del suolo, regimazione e tutela della qualità delle acque, assorbimento di carbonio atmosferico);
- conservazione della biodiversità e del paesaggio;

Da un punto di vista operativo l'individuazione di sistemi forestali interessati da processi di degrado si realizza attraverso il monitoraggio di indicatori di desertificazione nei territori forestali inclusi nelle aree maggiormente esposte al rischio di desertificazione (CORONA *et al.*, 2006).

Il degrado dei sistemi forestali è attribuibile a un complesso quadro causale in cui giocano un ruolo fondamentale pressioni di origine

antropica (cause prossime), alimentate da forze guida (cause ultime) riconducibili a fattori politici, sociali e economici di varia natura (Figura 1.6).

1.6 Strumenti istituzionali di lotta alla desertificazione: il ruolo delle misure forestali

La identificazione delle aree interessate da processi di desertificazione è prerequisite essenziale alla lotta alla desertificazione in quanto consente di pianificare gli interventi, stabilire le priorità e verificarne l'efficacia.

La UNCCD identifica nel *Programma di Azione Nazionale* (PAN) lo strumento attraverso il quale adottare e realizzare interventi di lotta alla desertificazione nei Paesi affetti.

In Italia il PAN attualmente in vigore è stato predisposto da un organismo tecnico multidisciplinare - il *Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione* (CNLSD) - ed è stato adottato con la Deliberazione 229/99 del *Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica* (CIPE).

Analizzando i PAN (o linee guida ai PAN) dei Paesi dell'Annesso IV emerge come le scelte strategiche che investono il settore forestale seguano due principali direttrici di azione (MOURAO e LOURO, 2004):

- conservazione e protezione del patrimonio forestale esistente mediante la *gestione forestale sostenibile*; in questa prospettiva per l'Italia sono stati definiti standard programmatici specificatamente orientati alla prevenzione e al contenimento dei processi di desertificazione nei territori forestali compresi nelle aree maggiormente esposte al rischio di desertificazione (CORONA *et al.*, 2006);
- recupero delle aree più degradate attraverso interventi di *rimboschimento*, che trovano nella cosiddetta *restoration ecology* (ANDEL e ARONSON, 2006) il paradigma scientifico di riferimento.

2. Rimboschimenti per il recupero ecologico dei sistemi territoriali degradati

2.1 Generalità

La lotta al degrado dei suoli ha sempre visto i rimboschimenti come strumento fondamentale.

Con il termine *rimboschimento* - indicato nella letteratura straniera come *reforestation* (EN), *reboisement* (FR), *reforestación*, *repoblación forestal* (ES), *wiederaufforstung* (DE) - si intende, in generale, la ricostituzione della copertura forestale attraverso mezzi naturali (riproduzione gamica e agamica) o artificiali (piantagione, semina) (IUFRO, 2005). Nel gergo tecnico è invalsa la seconda accezione del termine, per cui con rimboschimento viene indicato un intervento di ricostituzione di soprassuoli forestali attraverso l'impianto di specie arboree (ed eventualmente arbustive). Un termine, come sottolinea NOCENTINI (1999), usato in modo generico per indicare attività con differenti finalità:

1. costituire un soprassuolo per la produzione di materiale legnoso in grande quantità o di alta qualità;
2. rappresentare l'input per il ripristino di un sistema naturale.

La scelta dei siti di intervento e dei metodi colturali applicati discendono dalle finalità sopraindicate.

Gli impianti di cui al punto 1 sono oggi generalmente realizzati in aziende agrarie (es. terreni con colture agricole in eccedenza o ritirati dalla produzione) e comportano la sostituzione (eventualmente reversibile) di colture agrarie con impianti forestali gestiti secondo algoritmi colturali intensivi orientati alla produzione legnosa. Questo tipo di attività, strettamente connessa all'ordinamento colturale dell'azienda agraria e finalizzata alla creazione di veri e propri agro-ecosistemi, è più correttamente identificata con il termine di *arboricoltura da legno* (CIANCIO *et al.* 1981, 1982). Limiti e opportunità di questo tipo di attività nelle zone a rischio di desertificazione sono esaminati nel § 5.

Gli interventi di cui al punto 2 vengono generalmente realizzati su:

- suoli nudi o comunque fortemente degradati;
- terreni agricoli abbandonati in aree a tipica vocazione forestale.

Per evitare confusioni sul piano concettuale e tecnico, nel testo che segue si indicherà con *rimboschimento* l'attività forestale legata a questa tipologia di interventi, ben differenziata per finalità e metodi dall'arboricoltura da legno come sopra definita.

L'orientamento colturale attualmente più seguito per la gestione dei rimboschimenti esistenti è la cosiddetta *rinaturalizzazione* (vd. § 4.3.1). Soprattutto nel caso di suoli degradati, l'intervento di rimboschimento catalizza un processo di ricostituzione della copertura forestale che in genere potrebbe avvenire spontaneamente (es. ricolonizzazione delle aree pedologicamente meno compromesse, a partire dal mantello di formazioni forestali limitrofe) ma in tempi molto più lunghi. Come verrà illustrato (vd. § 3), il rimboschimento accelera non solo la ricostituzione del soprassuolo forestale, ma attiva anche il recupero di altre funzioni tipiche dei sistemi forestali perdute o indebolite dai processi di degrado: *in primis*, la regimazione delle acque e conseguentemente la riduzione dell'erosione superficiale.

2.2 Riforestazione o rimboschimento, afforestazione o imboschimento

Nel contesto del *Global Forest Resources Assessment 2005* (FRA2005) e del Protocollo di Kyoto per indicare le attività di piantagione forestale sono adottati i termini *riforestazione* (*reforestation*) e *afforestazione* (*afforestation*).

Poiché l'uso di tali termini è sempre più diffuso a livello politico e normativo, anche in Italia, ma talora non altrettanto chiaro è il loro significato, si ritiene opportuno richiamare le definizioni adottate a livello internazionale per distinguere la diversa natura di queste attività (Tabella 2.1).

Tabella 2.1 – Definizioni di afforestazione e riforestazione secondo FRA2005 (FAO, 2004) e UNFCCC e connessa attuazione del Protocollo di Kyoto.

| | <i>FRA2005</i> | <i>Protocollo di Kyoto</i> |
|--|----------------|----------------------------|
|--|----------------|----------------------------|

2. Rimboschimenti per il recupero ecologico dei sistemi territoriali degradati

| | | |
|--|--|--|
| Afforestazione o imboschimento (afforestation) | Realizzazione di piantagioni forestali su un terreno non classificato in precedenza come foresta Implica una trasformazione da non- bosco a bosco | Conversione – direttamente indotta dall'uomo – di terre che non risultino boscate da almeno 50 anni in terre forestali, attraverso la piantagione, la semina e/o la promozione della disseminazione naturale |
| Riforestazione o rimboschimento (reforestation) | Realizzazione di piantagioni forestali su un terreno temporaneamente privo di soprassuolo forestale, già classificato come foresta | Conversione – direttamente indotta dall'uomo – di terre non boscate in superfici forestali, attraverso la piantagione, la semina e/o la promozione della disseminazione naturale, in terre che erano boscate ma che sono state convertite in terre non boscate Per il primo periodo di impegno (2008-2012), la riforestazione è limitata a terre non coperte da foreste al 31 dicembre 1989 |

La differenza sostanziale tra le definizioni adottate per l'implementazione del Protocollo di Kyoto e di FRA2005 è: afforestazione (imboschimento) e riforestazione (rimboschimento) implicano sempre una conversione di un terreno non boscato (da tempi più o meno lunghi) in boscato, mentre per FRA2005 tale conversione caratterizza solo l'afforestazione.

La distinzione dei termini avviene dunque in base alla storia del sito in cui la piantagione forestale viene realizzata e non rispetto alle finalità e alle modalità di coltivazione. Le attività di rimboschimento o la realizzazione di impianti di arboricoltura da legno implicano, oggi e in Italia, *sempre* una trasformazione di un

terreno non boscato in boscato e sono dunque ambedue pienamente assimilabili a interventi di afforestazione o riforestazione *sensu* Protocollo di Kyoto. Non è stato sempre così in passato: vi sono casi di piantagioni forestali che hanno sostituito boschi spontanei (vd. § 3.1.3).

Nella presente trattazione si preferisce l'uso dei termini rimboschimento e arboricoltura da legno in quanto più esplicativi sotto il profilo tecnico; afforestazione (o imboschimento) e riforestazione verranno impiegati solo per la citazione di documenti normativi o programmatici regionali e nazionali che adottano questa terminologia.

2.3 Attività di rimboschimento nei Paesi del nord-Mediterraneo: prospettiva storica

La necessità di una rapida ricostituzione di un soprassuolo forestale su terreni degradati è il motivo principale per cui storicamente in tutti i Paesi del Nord-Mediterraneo sono state impiegate – su vasta scala e frequentemente al di fuori del loro naturale areale di provenienza – prevalentemente specie (autoctone e non) del genere *Pinus* (*Pinus nigra* Arn., *Pinus halepensis* Mill., *Pinus brutia* Ten., *Pinus pinaster* Aiton, *P. pinea* L., *Pinus eldarica* Medw., *P. radiata* Don., *P. canariensis* C. Smith) o comunque di altre conifere (*Cedrus*, *Cupressus*): ciò in relazione al temperamento frugale di queste specie ritenute complessivamente più adattabili a condizioni climatiche difficili e a suoli degradati, rispetto alle latifoglie autoctone della fascia infra-, termo-, e meso-mediterranea.

Altre ragioni del largo impiego delle conifere nei rimboschimenti possono essere individuate nella loro capacità di usare al meglio le poche risorse disponibili in suoli degradati, nella loro facile propagazione, e, secondo QUÉZEL e MÉDAIL (2003), in una presunta migliore qualità tecnologica del legno rispetto alle latifoglie autoctone.

A partire dalla fine del XIX secolo sono stati realizzati milioni di ettari di rimboschimenti nei Paesi dell'Europa mediterranea. A esempio, in Spagna, tra il 1940 e il 1984 oltre 4,5 milioni di ettari sono stati rimboschiti attraverso il *Plan Nacional de Repoblación*

(COSTA-TENORIO *et al.*, 2005). In Portogallo, dal 1896 al 1936 sono stati rimboschiti 23.500 ettari e successivamente altri 420.000 ettari tra terreni dunali e altri terreni di proprietà pubblica (Regione a nord del fiume Tago) attraverso il *Plano de Povoamento Florestal* del 1938 (DIRECÇÃO-GERAL DAS FLORESTAS, 2000). In Italia, la superficie complessivamente rimboschita dallo scorso secolo a oggi, in più riprese e attraverso diversi strumenti legislativi, può essere stimata in almeno 1.280.000 ha (vd. § 4).

Le finalità e le valenze del rimboschimento si sono coevolute e diversificate con le esigenze socio-economiche e di protezione ambientale emerse nel corso della storia recente. Nei Paesi dell'Europa mediterranea la differenziazione delle molteplici potenzialità riconosciute ai rimboschimenti può essere ricondotta ai seguenti momenti storici (VALLEJO *et al.*, 2004):

- fine del XIX secolo/ultimo quarto del XX secolo, gli interventi di rimboschimento sono stati realizzati nell'ambito della sistemazione idraulica dei bacini montani, tesa a contrastare la degradazione dei suoli attraverso l'opera di ricostituzione boschiva (in Italia, la cosiddetta *bonifica montana*) e il consolidamento e la protezione delle dune costiere; nel contempo, si cercava di assicurare la massima occupazione di manodopera, anche se temporanea, in zone svantaggiate (Foto 2.1-2.3);
- dagli anni '60 in poi: inizia a diffondersi l'impiego del rimboschimento per la creazione di nuove aree forestali anche per finalità ricreative e, più in generale, paesaggistiche e culturali;
- metà degli anni '70 in poi: con la prima Conferenza delle Nazioni Unite sulla desertificazione (Nairobi, 1977) il rimboschimento diventa strumento prioritario di lotta ai processi di desertificazione;
- dagli anni '80 in poi: il rimboschimento è riconosciuto come possibile misura di intervento per la riduzione dei fenomeni di frammentazione degli habitat naturali entrando a far parte delle strategie di conservazione della biodiversità;
- dagli anni '90: con la UNFCCC e il Protocollo di Kyoto (1997), la creazione di nuove superfici forestali con finalità principale di sequestro del carbonio è inserita tra le misure di intervento per la mitigazione dei cambiamenti climatici.

Ulteriori potenzialità per gli interventi di rimboschimento derivano dalla Convenzione Europea del Paesaggio, sottoscritta a Firenze nel 2000; la Convenzione definisce il paesaggio come «una determinata parte del territorio, così come percepita dalle popolazioni, i cui caratteri derivano dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni». Finalità della Convenzione è promuovere la salvaguardia, la gestione e la pianificazione dei paesaggi, compresi quelli *degradati*. In tale prospettiva il rimboschimento si configura quale possibile strumento di intervento per il recupero di caratteri strutturanti e identitari nei territori degradati (vd. §§ 3 e A1.2.3).

I rimboschimenti hanno dunque caratterizzato l'attività forestale di buona parte dello scorso secolo e hanno avuto una notevole rilevanza per la vastità delle opere realizzate, per le conseguenze positive sul piano della conservazione del suolo e per i riflessi su quello del paesaggio ed economico e sociale. In molte aree è stata avviata la ricostituzione boschiva proprio grazie a tali rimboschimenti, definiti, in modo riduttivo, *rimboschimenti protettivi*, attribuendo così la finalità dei dispositivi legislativi che ne hanno consentito il finanziamento (a esempio le leggi *ad hoc* sulla difesa del suolo) all'intervento stesso (IOVINO, 2004).

È pur vero che in alcuni casi i rimboschimenti non hanno dato risultati soddisfacenti, ma ciò è in larga parte attribuibile alla mancata applicazione di adeguate cure colturali, legata a problemi amministrativi nella gestione delle aree rimboschite (vd. § 4.3).

I rimboschimenti hanno quindi rappresentato uno strumento per il recupero delle aree degradate nei Paesi del Nord-Mediterraneo ben prima del riconoscimento formale dei fenomeni di desertificazione da parte della comunità internazionale.

Soltanto in tempi recenti le molteplici finalità via via attribuite ai rimboschimenti vengono integrate in una visione sinergica. Ciò anche in relazione a una mutata sensibilità generale sul ruolo polifunzionale delle foreste. Pertanto, i futuri programmi di rimboschimento dovranno sempre più configurarsi come interventi integrati contemporaneamente rispondenti a obiettivi multipli quali la lotta alla desertificazione, l'assorbimento di carbonio atmosferico e il miglioramento della biodiversità e del paesaggio.

2.4 Rimboschimenti e restoration ecology

Molti rimboschimenti realizzati nei Paesi dell'Annesso IV della UNCCD possono essere assimilati a ecosistemi recuperati secondo i criteri della *restoration ecology*. Questa disciplina, nata negli anni '80 (BRADSHAW, 1983), si propone come specifica base teorica e metodologica per interventi finalizzati al recupero di ecosistemi degradati. Segnatamente, per *ecological restoration* si intendono tutte quelle attività che hanno per obiettivo il miglioramento ecologico di ambienti degradati, danneggiati o distrutti (SER, 2004).

L'idea di valutare gli interventi di rimboschimento nella prospettiva del *recupero ecologico* di sistemi ambientali degradati è stato il principio informatore del progetto europeo Reaction (*Restoration Action to Combat Desertification in the Northern Mediterranean*, <http://80.59.212.244/wwwrestauracion/web/search.php>).

Il progetto ha avuto l'obiettivo di recuperare e valorizzare il patrimonio conoscitivo e tecnico maturato in oltre un secolo di attività di rimboschimento nei Paesi del Nord-Mediterraneo e di identificare, su tale base, buone pratiche tecniche per il recupero ambientale di aree degradate, con finalità prioritarie di lotta alla desertificazione. Il progetto Reaction ha prodotto una banca dati consultabile on-line (vd. sito <http://www.gva.es/ceam/reaction/>) che, in riferimento ai criteri della *restoration ecology*, documenta in modo dettagliato i progetti di rimboschimento realizzati (es. descrizione del sito, impatti e cause del degrado, finalità dell'intervento, scelta delle specie, tecniche di rimboschimento, risarcimenti e cure colturali) e ne valuta la riuscita in termini ecologici (strutturali, funzionali) e di effetti dell'intervento sul paesaggio e sul tessuto socio-economico (vd. § 10.1; SCOTTI *et al.*, 2004).

Il recupero ecologico viene valutato facendo riferimento ai principi definiti da SER (2004): l'ecosistema si considera recuperato quando presenta sufficienti risorse biotiche e abiotiche per procedere nel proprio sviluppo senza ulteriore assistenza. In altre parole, l'ecosistema è capace di sostenersi dal punto di vista strutturale e funzionale e mostra una capacità di resilienza rispetto a normali pressioni e disturbi ambientali e vi è interazione con gli

ecosistemi contigui in termini di flussi biotici e abiotici. Il processo di recupero ecologico si ritiene dunque compiuto quando il sistema inizialmente degradato acquisisce un insieme di caratteristiche ecologiche tali da consentirgli una *traiettoria ecologica* nella direzione di un incremento della sua complessità strutturale e funzionale (Tabella 2.2, Figura 2.1).

Nella concezione dell'*ecological restoration*, per guidare l'ecosistema degradato verso uno stato considerato più naturale da un punto di vista strutturale e funzionale si assume come termine di riferimento, tanto nella progettazione che nella valutazione degli interventi, un *modello di naturalità* o *ecosistema di riferimento*. Tuttavia, come dimostra NOCENTINI (2006), l'individuazione dell'ecosistema di riferimento presenta significative carenze teoriche e limitazioni pratiche.

Tabella 2.2 – Caratteristiche qualificanti gli ecosistemi recuperati attraverso interventi di *ecological restoration* (SER, 2004).

| |
|--|
| 1. L'ecosistema recuperato presenta una combinazione caratteristica delle specie presenti nell'ecosistema di riferimento, che fornisce un'adeguata struttura alla biocenosi |
| 2. L'ecosistema recuperato è costituito dalla maggior quantità praticamente possibile di specie autoctone; negli ecosistemi recuperati di origine culturale può essere consentita la presenza di specie vegetali esotiche naturalizzate e di specie ruderali e segetali non invasive, presumibilmente coevolute con esse; sono definite ruderali le piante che colonizzano i siti disturbati e segetali quelle che si sviluppano tipicamente frammiste alle specie colturali |
| 3. Sono presenti tutti i gruppi funzionali – gruppi di specie che svolgono simili funzioni all'interno dell'ecosistema: es. produttori primari, impollinatori, decompositori ecc. – necessari alla prosecuzione dello sviluppo e/o alla stabilità dell'ecosistema recuperato oppure, se non presenti, è possibile una ricolonizzazione naturale da parte dei gruppi mancanti |
| 4. L'ambiente fisico dell'ecosistema recuperato è capace di sostenere la riproduzione di popolazioni delle specie vegetali necessarie alla sua stabilità durevole o al suo sviluppo lungo la traiettoria voluta |
| 5. L'ecosistema recuperato mostra le caratteristiche di funzionalità |

| |
|--|
| ecologica tipiche della fase di sviluppo in cui si trova |
| 6. L'ecosistema recuperato è integrato adeguatamente in una matrice ecologica o di paesaggio più esteso, con cui interagisce attraverso flussi biotici e a biotici |
| 7. Le possibili minacce alla salute e all'integrità dell'ecosistema recuperato provenienti dal paesaggio circostante sono state eliminate o contenute o ridotte al minimo |
| 8. L'ecosistema recuperato è sufficientemente resiliente da superare gli eventi periodici di stress, che fanno parte del dinamismo dell'ecosistema stesso |
| 9. L'ecosistema recuperato è in grado di auto-mantenersi, al pari del corrispondente ecosistema di riferimento, e può potenzialmente persistere indefinitamente nelle condizioni ambientali esistenti; tuttavia, alcuni aspetti della sua biodiversità, struttura e funzionalità possono variare, secondo le dinamiche naturali dell'ecosistema, e possono fluttuare in risposta a periodici stress e occasionali eventi di disturbo di maggiore impatto; nell'ecosistema recuperato, come in tutti gli ecosistemi integri, la composizione specifica e altri attributi possono evolvere al mutare delle condizioni ambientali |

NOCENTINI (2006) propone che nella rinaturalizzazione dei rimboschimenti (ma il ragionamento è valido in generale per il recupero ecologico di sistemi degradati) il riferimento non possa che essere lo stesso luogo nello stesso momento: ciò implica l'adozione di un *approccio adattativo* in cui la reazione a ogni intervento, a partire dall'impianto, dovrà essere monitorata per verificarne la efficacia. L'obiettivo è attivare una sorta di coevoluzione tra gli interventi e la crescita di complessità e funzionalità dell'ecosistema, senza prefissare modelli di riferimento.

Come mostra la Figura 2.1, il recupero ecologico parziale (*rehabilitation*) o completo (*restoration*) della complessità strutturale e funzionale attraverso il rimboschimento rappresenta una delle tre possibili opzioni di intervento a fronte di un ecosistema degradato. Questa opzione non è sempre perseguibile o giustificabile nelle aree a rischio di desertificazione; in particolare, per evitare spreco di energie e di investimenti finanziari è

consigliabile identificare le condizioni di degrado entro le quali l'intervento di rimboschimento non solo è tecnicamente fattibile, ma presenta possibilità di successo sotto il profilo economico e sociale (VALLEJO *et al.*, 2004).

Le alternative a questa opzione sono due: *non intervento* e *sostituzione*.

La linea del non intervento è stata sostenuta anche in Italia da illustri studiosi nel dibattito storico sull'opportunità di ricorrere ai rimboschimenti per la ricostituzione dei boschi degradati. Secondo COTTA e PAVARI (1921), a esempio, il rivestimento delle terre nude doveva essere affidato all'opera lenta della natura, ovvero alla successione erba-cespugli-bosco. Questa posizione, tuttavia, non è prevalsa nella pratica: gli interventi di ricostituzione boschiva garantivano effetti immediati sulla conservazione del suolo, nonché l'occupazione di lavoratori agricoli.

Come indicato in Figura 2.2, il non intervento può anche determinare una dinamica regressiva dell'ecosistema degradato (vd. il ruolo degli incendi nelle dinamiche regressive degli ecosistemi mediterranei in CULLOTTA e PASTA, 2004) qualora non vengano messe in atto azioni per controllo o la riduzione delle cause di degrado (*recupero passivo*). In determinati ambienti, a esempio, la semplice difesa dagli incendi può garantire effetti confrontabili a quelli conseguiti con il rimboschimento (LA MANTIA *et al.*, 2007a).

L'assenza di interventi lascia ai processi evolutivi naturali la ricostituzione, più o meno rapida, della comunità vegetale. Questa evoluzione può avvenire in assenza di disturbi ripetuti, quali gli incendi, che altrimenti provocherebbero un continuo azzeramento delle dinamiche evolutive, costringendo la comunità ad uno sforzo via via crescente a causa del depauperamento delle risorse.

Inoltre, in molte situazioni dove si sono diffuse il rovo e i cisti o specie alloctone, quali la robinia e l'ailanto, la successione appare bloccata. Ciò può non destare alcuna preoccupazione se l'unico interesse è garantire la protezione del suolo attraverso la copertura vegetale; altrimenti è opportuno intervenire per facilitare la rinaturalizzazione o comunque la dinamica evolutiva.

La *sostituzione* si ha quando, per ragioni di varia natura, si decide di rimpiazzare un ecosistema degradato con un sistema differente. Costituiscono un significativo esempio in tal senso gli eucalitteti impiantati su suoli degradati in varie zone della Sicilia, Sardegna e Calabria, con l'obiettivo di protezione del suolo e, nel contempo, di produzione di legno per sviluppare attività industriali in queste Regioni. Di fatto, nelle zone ecologicamente idonee, con la sostituzione artificiale si può avere un recupero di alcune funzioni dell'ecosistema degradato (produttività biologica, capacità di protezione del suolo), tuttavia non comparabile alla funzionalità bioecologica potenzialmente recuperabile attraverso la ricostituzione di un sistema biologico complesso.

Questa modalità di sostituzione appare quindi, in molti casi, come un modo per accorciare i tempi e per garantire, attraverso l'uso di specie arboree, un recupero della produttività del sistema. Tuttavia soprattutto nei contesti pedologicamente più degradati l'impiego di specie arbustive o erbacee coerenti con i caratteri ambientali dell'area è una sostituzione ecologicamente più coerente, per avviare un processo di costituzione di un sistema forestale ecologicamente più funzionale (vd. Box 9.2).

3. Effetti ambientali dei rimboschimenti

3.1 Rimboschimenti ed ecologia del paesaggio

La conversione delle terre da non boscate a boscate tramite rimboschimento rappresenta una trasformazione sensibile nell'assetto del paesaggio, anche relativamente rapida, se confrontata con le dinamiche successionali naturali. Questa trasformazione investe sia la dimensione percettiva del paesaggio, «il volto visibile del territorio» (TURRI, 2002), sia la funzionalità ecologica del paesaggio inteso come «mosaico di ecosistemi e di usi del suolo che interagiscono tra loro in una configurazione stazionale riconoscibile su un'area più o meno estesa» (FORMAN, 1995). Nei paragrafi successivi si cercherà di approfondire questo secondo aspetto: in particolare saranno evidenziate le potenzialità del rimboschimento in termini di incremento della funzionalità ecologica del paesaggio, nonché le cautele necessarie alla progettazione di questi interventi di trasformazione del paesaggio.

3.1.1 Eterogeneità del mosaico paesaggistico

Qualsiasi paesaggio, inteso in senso ecologico, presenta un certo grado di eterogeneità dovuto alla sua specifica configurazione di mosaico (*patchiness*) di usi del suolo e ecosistemi. D'altro canto, anche l'eterogeneità del mosaico 'percepita' dalle zoocenosi a esso legate è diversa da specie a specie e da organismo a organismo, in funzione delle loro dimensioni, caratteristiche ecologiche ed etologiche (WIENS, 1999).

Questa eterogeneità deriva dall'interazione tra:

- *caratteri fisici* (clima, litologia, morfologia) che determinano sul territorio un'eterogeneità di ambiti che, per zone bioclimatiche omogenee, danno origine a un insieme di comunità vegetali tra loro dinamicamente collegate (*serie di vegetazione*) e tendenti verso una stessa tappa matura;
- *interventi antropici* che storicamente hanno trasformato e tuttora trasformano, temporaneamente o permanentemente, l'eterogeneità (o l'omogeneità) potenziale del mosaico paesistico.

In Italia, l'elevata eterogeneità potenziale dovuta a innumerevoli combinazioni spaziali di fattori fisici (BLASI, 2005) è stata profondamente modificata dalle trasformazioni territoriali avvenute a carico degli ecosistemi naturali primari (praterie, foreste, zone umide) per ottenere superfici utilizzabili come terreni coltivati o urbanizzati (MARCHETTI e BARBATI, 2005).

Non necessariamente la capacità dell'uomo di plasmare il paesaggio ha prodotto paesaggi di minor 'valore': di fatto, i paesaggi policolturali dell'agricoltura tradizionale hanno non soltanto valenza produttiva, ma anche elevata funzionalità nella conservazione del suolo e della biodiversità e contribuiscono, attraverso la loro caratteristica eterogeneità paesaggistica (es. colture promiscue terrazzate, alberature, siepi, boschi), a connotare in maniera significativa l'identità di un territorio (AGNOLETTI, 2002; BARBERA *et al.*, 2005).

Dove i sistemi produttivi e le forme di insediamento sono svincolate dalla capacità di adattamento alle limitazioni imposte dalle condizioni ambientali locali – codificata nelle tecniche tradizionali di trasformazione e gestione delle risorse territoriali – viene obliterato tanto l'*imprinting naturalistico* dei luoghi (BLASI *et al.*, 2005) che la diversità paesaggistica frutto dell'integrazione delle comunità locali nell'ambiente naturale (PAOLELLA, 2002). Il prodotto di questo 'scollamento' sono paesaggi banalizzati e omogenei, quali i paesaggi monoculturali dell'agricoltura industriale, in cui all'uniformità dei sistemi e delle tecniche di produzione corrisponde l'uniformità della produzione, caratterizzata da vaste estensioni monoculturali e dalla selezione di un numero ridotto di specie a elevata redditività (PAOLELLA, 2002).

Le conseguenze negative di questa perdita di eterogeneità non sono soltanto di carattere percettivo-estetico, ma soprattutto funzionali: *degrado* dei paesaggi agrari e *frammentazione* degli habitat naturali.

3.1.2 Degrado nei paesaggi agrari e conseguenze sulla desertificazione

In Italia, come nel resto dell'Europa, a partire dagli anni '60 si è

assistito a un processo di polarizzazione dei sistemi agricoli (BARBERA *et al.*, 2005): *intensivizzazione* nelle aree più idonee, per caratteri ambientali, a ospitare i modelli colturali e i mezzi tecnici propri dell'agricoltura industriale (spinta meccanizzazione, irrigazione, elevati apporti energetici sussidiari esterni); *marginalizzazione* dei territori non idonei alla semplificazione colturale, che si è tradotta nell'*estensivizzazione* (es. conversione a pascolo di colture agricole) fino all'*abbandono* delle attività agricole e degli insediamenti rurali. Questi processi hanno svolto un ruolo nell'incrementare la desertificazione (OÑATE e PECO, 2005) e hanno prodotto conseguenze negative sulla funzionalità ecologica del paesaggio, particolarmente pericolose nei territori rurali fisicamente vulnerabili a processi di desertificazione (vd. a esempio per la Sicilia, LA MANTIA e BARBERA, 2003).

In passato, la Politica Agricola Comunitaria (PAC), offrendo forme di sussidio vincolate alla produzione, ha di fatto incoraggiato i processi di intensificazione dell'attività agricola; queste sono state estese anche in territori non idonei a un utilizzo agricolo o zootecnico intensivo, innescando, nelle aree fisicamente vulnerabili, processi di degrado del suolo e desertificazione (WILSON, 2005). In Italia, manifestazioni della desertificazione osservate nelle aree agricole meridionali (erosione, perdita di fertilità, *salinizzazione*, *sodicizzazione*) sono spesso il risultato finale dell'eccessiva semplificazione delle tecniche di produzione (es. monosuccessione dei cereali) tipica dei metodi di produzione intensivi; è quanto accaduto, a esempio, in Sicilia nelle Maccalube di Aragona (Prov. di Agrigento) che rappresentano un caso esemplare di questo fenomeno (PASTA e LA MANTIA, 2001a). La rottura dell'equilibrio tra uso e riproducibilità delle risorse (in particolare, suolo), assicurato dalle tecniche tradizionali di realizzazione delle singole operazioni colturali (ordinamenti colturali complessi, lavorazioni di ridotta intensità, maggese, pacciamatura, sovescio), è riconosciuta come una delle principali cause di tali processi (QUARANTA e SALVIA, 2005).

La trasformazione del paesaggio agricolo da policolturale tradizionale a monoculturale industriale ha avuto profondi effetti sulla conservazione della fertilità del suolo (Tabella 3.1); l'intensificazione ha inoltre determinato la rarefazione della vegetazione naturale spontanea e degli habitat all'interno degli

agroecosistemi tradizionali: vegetazione ripariale, filari, siepi, piccole, superfici boscate o arbusteti, zone umide, cumuli di rocce. La semplificazione strutturale e funzionale del paesaggio agrario associata all'intensificazione comporta effetti negativi sulla biodiversità (Tabella 3.2).

Tabella 3.1 - Modifiche intervenute in alcuni agroecosistemi meridionali (Massa e La Mantia, 2007).

| <i>Agroecosistemi</i> | <i>Sistema tradizionale (ante anni '50- '60)</i> | <i>Sistema moderno (post anni '60)</i> |
|-----------------------|--|---|
| Cerealicolo | Rotazioni con leguminose | Monocoltura |
| | Concimazioni con letame e scarse integrazioni con concimi di sintesi | Concimazioni con fertilizzanti di sintesi |
| | Lavorazioni manuali o con animali | - Lavorazioni meccaniche - Diserbo chimico |
| | Vecchie varietà | Nuove varietà |
| | | Concia del seme |
| Frutticolo | - Fertilizzazioni con letame - Sovesci (colture in asciutto) | Concimazioni con fertilizzanti di sintesi |
| | Lavorazioni manuali o con animali | - Lavorazioni meccaniche - Diserbo chimico |
| | Potature | Per alcune specie modifica delle forme di allevamento e quindi nuove tecniche di potatura |
| | Lotta alle avversità con fitofarmaci | Lotta alle avversità con fitofarmaci di nuova generazione |

| | | |
|-----------|--|--|
| | Vecchie varietà | Nuove varietà e specie |
| | Sistemi irrigui tradizionali | Introduzione di nuovi sistemi di irrigazione |
| Pastorale | Transumanza | Stabulazione fissa |
| | Alimentazione con prodotti esclusivamente vegetali e non prodotti in sistemi intensivi | Integrazioni alimentari |
| | Vecchie razze | Nuove razze |

Tabella 3.2 – Effetti sulla biodiversità delle caratteristiche dell'agroecosistema e delle tecniche agronomiche applicate (Barbera *et al.*, 2005).

| <i>Effetti positivi sulla biodiversità</i> | <i>Effetti negativi sulla biodiversità</i> |
|--|--|
| Tecniche di agricoltura sostenibile (biologica, biodinamica, ecc.) | Tecniche di agricoltura ad elevati input esterni |
| Struttura a mosaico del paesaggio | Paesaggio semplificato, eliminazione della vegetazione spontanea, omogeneizzazione |
| Policoltura, selvicoltura | Monocoltura |
| Germoplasma diversificato (specifico e intraspecifico) | Germoplasma semplificato |
| Siepi e vegetazione diversa da quella oggetto di coltura | Eliminazione della vegetazione spontanea |
| Riqualficazione fluviale e dei fossi di scolo | Drenaggio tubolare e assenza di fossi di scolo, inalveamenti e difese di sponda |
| Rotazioni, con leguminose in particolare | Monosuccessione |

| | |
|--|--|
| Pacciamatura con piante o materiali organici | Diserbo chimico, suolo nudo |
| Colture erbacee intercalari | Coltivazioni omogenee |
| Campi di ridotte dimensioni o circondati da siepi | Campi di ampia superficie |
| Sostegni vivi | Sostegni artificiali |
| Tecniche di non lavorazione o di ridotta lavorazione del suolo | Diserbo chimico, arature tradizionali |
| Ordinamenti colturali complessi | Ordinamenti colturali semplificati |
| Coltivazione a strisce | Coltivazione tradizionale |
| Fertilizzazione organica | Fertilizzazione chimica |
| Lotta biologica | Lotta chimica convenzionale, lotta integrata |
| Varietà resistenti | Varietà suscettibili |

Il rovescio della medaglia dell'intensificazione, che è l'abbandono colturale dei paesaggi dell'agricoltura tradizionale, può innescare altrettanti fenomeni di degrado. Disturbi di origine antropica (pascolo brado, incendi) avvenuti sia prima che durante la fase iniziale di colonizzazione dei terreni abbandonati da parte della vegetazione spontanea condizionano sensibilmente le dinamiche successionali (PIUSSI, 2002), determinando persino, almeno nel breve periodo, una successione regressiva dove le condizioni ambientali sono più difficili. Nell'isola di Pantelleria, a esempio, è stato osservato che le aree terrazzate in abbandono ubicate su morfologie acclivi e esposte a sud sono soggette a intensi processi erosivi dovuti allo scalzamento dei muretti a secco per assenza di manutenzione (BARBERA e LA MANTIA, 1998). Nelle aree esposte a nord, invece, in presenza di piante in grado di disseminare si sono verificati rapidi processi di ricolonizzazione da parte della vegetazione spontanea. Ciò deve far riflettere sull'importanza di una pianificazione puntuale degli interventi di rimboschimento

nelle aree agricole abbandonate: la necessità dell'intervento è condizionata da fattori biofisici locali. Di più: i paesaggi agricoli tradizionali andrebbero salvaguardati non soltanto per ragioni culturali e estetiche, ma per tutelare sistemi di produzione funzionali in termini di conservazione del suolo e della biodiversità. È possibile farlo, laddove sia ottenibile un valore aggiunto da queste produzioni (vd. § A.1).

La complementarità tra misure forestali e interventi nel settore agricolo è alla base della strategia di lotta alla desertificazione delineata nel § 8.

3.1.3 Frammentazione degli habitat naturali

Le trasformazioni storiche degli ecosistemi naturali in aree agricole o urbanizzate e la trasformazione della produzione agricola verso sistemi a elevati input esterni hanno determinato nel corso del tempo una suddivisione degli ecosistemi naturali e semi-naturali in frammenti più o meno disgiunti e progressivamente più piccoli e isolati.

Tale processo, indicato come frammentazione, interviene su una eterogeneità (o omogeneità) paesaggistica preesistente producendo una nuova eterogeneità, giustapposizione di sistemi ecologici e usi del suolo differenti strutturalmente e funzionalmente fra di loro. Ciò comporta conseguenze a tutti i livelli di organizzazione ecologica.

Il primo e più significativo effetto consiste nella progressiva contrazione della superficie delle fitocenosi che, portata alle estreme conseguenze, determina la loro scomparsa a livello locale. Ciò può determinarsi anche per effetto della sostituzione di specie o la semplificazione di porzioni di superfici forestali. È quello che è successo a esempio in alcune aree della Sicilia dove la sughereta è stata in alcune porzioni sostituita da eucalitteti, pinete o impianti con altre specie.

BARBATI *et al.* (2006) hanno valutato quantitativamente il livello di frammentazione delle principali tipologie di coperture forestali del nostro Paese, mappate attraverso il geodatabase Corine Land Cover 2000 (MARICCHIOLO *et al.*, 2005) su scale territoriali di

estensione crescente, applicando finestre mobili di 529 ha (2,3x2,3 km), 1125 ha (3,5x3,5 km) e 5929 ha (7,7x7,7 km). La valutazione si basa sull'assunzione che l'habitat forestale possa considerarsi ben connesso – pertanto non frammentato – qualora esso interessi più del 60% del mosaico paesistico locale delimitato dalla finestra mobile (vd. soglia di percolazione, STAUFFER e AHARONY, 1994); si può così determinare, per differenza, la quota parte di superficie forestale frammentata alla scala territoriale considerata. I risultati indicano che almeno il 40% della superficie complessiva delle fisionomie forestali tipiche della regione mediterranea si presenta frammentata anche a scale relativamente piccole (2,3x2,3 km) e che il grado di frammentazione aumenta sensibilmente all'aumentare della scala di indagine (Figura 3.1).

La frammentazione della superficie forestale determina modificazioni del bilancio idrico a scala di bacino con incrementi dei processi di erosione del suolo e aumento del trasporto solido dei corsi d'acqua.

La frammentazione ha inoltre effetti sensibili su importanti funzioni fisiologiche ed ecologiche delle fitocenosi: a esempio, può alterare i rapporti con gli insetti impollinatori, in risposta ai cambiamenti di tipo fisico e biotico indotti dalla frammentazione; la risposta è, comunque, strettamente specie-specifica e, tra l'altro, è legata alla modalità di riproduzione (ROBINSON *et al.*, 1992). La frammentazione può anche modificare i processi di decomposizione e riciclo dei nutrienti, la dispersione del seme e i meccanismi di predazione (HARRISON e BRUNA, 1999). Effetti negativi si manifestano anche nei processi di rinnovazione naturale dei popolamenti forestali riconducibili a (BATTISTI, 2004):

- mortalità proporzionalmente maggiore degli alberi nei frammenti residui, per cause legate all'effetto margine, che può provocare una riduzione della produzione di semi rispetto ad aree non frammentate;
- maggiore tasso di predazione da parte di specie animali generaliste, provenienti dalla matrice limitrofa trasformata, che possono utilizzare i semi di alcune specie forestali come risorsa trofica; la riduzione della quantità di semi e del tasso di germinazione *in situ* delle specie predate determina una rapida riduzione della loro densità rispetto ad aree non frammentate.

Effetti, spesso drammatici, della frammentazione si manifestano nelle zoocenosi a livello di (BATTISTI, 2004):

- individuo (capacità di dispersione);
- popolazione (rarefazione, riduzione delle possibilità di sopravvivenza, estinzione locale);
- comunità (variazioni della composizione specifica e alterazioni della ricchezza specifica, progressiva perdita delle specie sensibili).

Le soglie critiche di frammentazione per la sopravvivenza di una specie animale a scala locale sono specie-specifiche e le possibilità di sopravvivenza aumentano se gli individui di una popolazione riescono a spostarsi efficacemente da un blocco all'altro di frammenti di habitat residui (MASSA, 1999). In linea generale, le specie animali più vulnerabili ai processi di frammentazione sono quelle che hanno intrinseca sensibilità ecologica e comportamentale (specie poco vagili e stenoecie).

3.1.4 Incremento della contiguità tra habitat naturali attraverso il rimboschimento

Quanto precedentemente illustrato rende evidente le potenzialità ecologiche degli interventi di rimboschimento in mosaici paesaggistici caratterizzati da matrice poco permeabile (es. aree agricole con elevati input esterni) e da elevata frammentazione degli habitat forestali, condizione diffusa nelle regione mediterranea del nostro Paese.

Il mantenimento di una continuità fisico-territoriale ed ecologico-funzionale fra gli ambienti naturali è riconosciuta come strategia per la mitigazione degli effetti della frammentazione su popolazioni e comunità (BATTISTI, 2004).

Gli interventi di rimboschimento possono infatti modificare sensibilmente la connessione fisica (*connectedness*) tra i frammenti di ecosistemi naturali presenti nel mosaico paesaggistico (CHIRICI *et al.*, 1999). L'aumento della connessione fisica tra ecosistemi naturali non corrisponde comunque in mod automatico a una accresciuta funzionalità per le specie animali e vegetali in esso residenti o a un aumento di biodiversità (BAILEY, 2007); a parità di

struttura del mosaico paesistico ogni specie potrà percepire differenti livelli di connettività (*connectivity*) in funzione delle preferenze ambientali e, nel caso di specie animali, comportamentali (BENNETT, 1999; FARINA, 2001; FRANCO, 2003). Al tempo stesso, determinati mosaici paesistici potranno essere funzionalmente connettivi per alcune specie animali (es. quelle in grado di volare) anche quando i frammenti di habitat non sono fisicamente connessi.

Premessa la differenza tra aspetti fisico-territoriali ed ecologico-funzionali legati al concetto di continuità e in assenza (o nell'impossibilità di ottenere) dati ecologici sulle specie residenti nel mosaico paesaggistico, si può assumere quale principio precauzionale la necessità di preservare o ripristinare comunque condizioni di contiguità tra gli habitat naturali, considerando quest'ultima come una caratteristica utile a garantire anche una connettività per le specie animali più vulnerabili ai processi di frammentazione (GARIBOLDI, 1999; ROMANO, 2001). Il rimboschimento può soddisfare pienamente tali finalità, qualora in fase di progettazione si tenga conto di alcuni criteri base.

Innanzitutto, nell'area oggetto di intervento la localizzazione spaziale, la dimensione e la forma delle tessere di rimboschimento deve essere tale da incrementare la connessione tra frammenti residui di habitat naturali eventualmente presenti.

A tal fine è necessario individuare, a una scala di dettaglio adeguata, i frammenti residui di habitat naturali (boschi e altre tipologie di vegetazione erbaceo-arbustiva) presenti nel mosaico paesistico. I dati spaziali relativi ai frammenti residui consentono l'individuazione di contiguità e discontinuità fra le tessere di habitat naturali del paesaggio. L'aumento della contiguità può quindi essere conseguito introducendo tessere di rimboschimento diversificate per forme e dimensioni, che possano ripristinare o creare ex novo una condizione di contiguità tra gli habitat naturali.

Nuclei di rimboschimento più estesi nelle zone a maggior discontinuità contribuiscono a creare nuove superfici di habitat con funzioni di colonizzazione. CORONA e MARCHETTI (2002) osservano che per ogni tipo di paesaggio andrebbe valutata una dimensione minima delle nuove tessere atta a garantire condizioni nemorali sufficientemente soddisfacenti in relazione alle necessità

ecologiche ed etologiche delle popolazioni potenzialmente residenti. A esempio, SANTOS *et al.* (2006) ritengono che solamente interventi di rimboschimento che interessino superfici accorpate superiori a 2 ha possano produrre un effetto positivo sulla biodiversità delle comunità ornitiche legate a boschi mediterranei.

La realizzazione o la ricostituzione di fasce lineari di vegetazione che colleghino habitat di maggior estensione (*corridoi*), costituite da fasce boscate o siepi, può permettere lo spostamento della fauna selvatica attraverso una matrice poco permeabile (Figure 3.2 e 3.3).

Nella progettazione di tali elementi occorre comunque porre particolare attenzione a evitare la creazione di soluzioni di continuità all'interno di paesaggi agricoli rilevanti ai fini della conservazione della biodiversità, con particolare riferimento ad alcune tipologie di *aree aperte* (colture cerealicolo-zootecniche asciutte, praterie, garighe) habitat di specie minacciate, soprattutto di uccelli (MASSA e LA MANTIA, 2007).

La creazione di pietre da guado (*stepping stones*), ovvero di uno o più nuclei di rimboschimento di piccola estensione con funzione di aree di sosta e di rifugio, distribuite in modo discontinuo nel mosaico paesaggistico (localizzate, a esempio, sugli incolti delle aziende agricole) può essere invece funzionale a quelle specie animali che risultano poco sensibili a livelli medio-alti di frammentazione ambientale (specie altamente vagili, come gran parte di uccelli, insetti e chiroteri).

I nuclei di rimboschimento devono avere forme preferibilmente isodiametriche, margini lobati e strutturati secondo fisionomie del mantello (CORONA, 1993a,b). Le forme isodiametriche sono infatti quelle che, a parità di superficie, presentano un minore rapporto perimetro/area e dunque una proporzione inferiore di ambienti marginali: i disturbi connessi all'effetto margine (cambiamento nel tasso di germinabilità e di sopravvivenza dei semi, invasione di specie alloctone, aumento del tasso di predazione, ecc.) interessano settori più ridotti della tessera di rimboschimento e, pertanto, le popolazioni sensibili a tali disturbi possono disporre di una superficie più ampia di habitat idoneo, a parità di altre condizioni.

La sagomatura lobata dei margini dell'impianto (Figura 3.4) e la

sua strutturazione verticale secondo le fisionomie tipiche del mantello delle formazioni naturali (successione dall'interno verso l'esterno di specie arboree, arbustive ed erbacee) aumenta il livello di protezione del rimboschimento da interazioni esterne e favorisce l'utilizzo delle fasce ecotonali come fonti trofiche e corridoi da parte della fauna. Inoltre, migliora la percezione estetica dell'intervento.

I criteri di progettazione sopraindicati si integrano alla necessità di conferire eterogeneità compositiva alle tessere di rimboschimento prevedendo l'impiego di più specie arboree, preferibilmente distribuite a gruppi, di estensione relativamente ridotta (vd. §§ 9.3-9.5).

3.2 Rimboschimenti e conservazione del suolo

L'obiettivo che si persegue con il rimboschimento è di ricostituire un vero e proprio bosco. Un obiettivo che non si raggiunge in pochi anni o decenni ma richiede tempi più lunghi.

Il susseguirsi delle fasi di preparazione del suolo, semina o piantagione e cure colturali rappresenta l'avvio di un processo i cui effetti iniziano a manifestarsi fin dai primi anni e gradatamente proseguono, tranne dove subentrano fenomeni di disturbo dovuti a cause antropiche (incendi, pascolo) o a cause naturali. La gradualità è insita nel sistema: a una fase iniziale in cui gli effetti immediati sulla regimazione delle acque lungo i versanti e sul controllo dell'erosione sono dovuti alle tecniche di preparazione del suolo, come nel caso del gradonamento, subentra quella di protezione del suolo (per effetto della copertura arborea) e poi quella di miglioramento delle caratteristiche biologiche e fisico chimiche del suolo.

Il popolamento a sua volta modifica le condizioni microstazionali perché varia la quantità, la qualità delle radiazioni solari e la distribuzione delle luce al suolo, variano anche le condizioni di temperatura e di umidità e si hanno apporti di sostanza organica al suolo (CIANCIO e IOVINO, 1995; CORONA *et al.*, 1996; BARBATI, 2001). Il miglioramento del suolo può avvenire lentamente per le difficili condizioni pedologiche di partenza (suoli molto erosi), per la quantità di materia organica che nei giovani popolamenti non è

abbondante, per la densità dei popolamenti stessi, per la lenta decomposizione della sostanza organica e della lettiera che tende ad accumularsi sul suolo e/o per la modesta attività della pedofauna dovuta ai suoli fortemente degradati.

La valutazione delle modificazioni apportate dai rimboschimenti in ecosistemi degradati richiede un'accurata conoscenza della condizione pedologica di partenza. Come osserva MANCINI (1961), in casi di estremo degrado pedologico-vegetazionale (Foto 3.1, 3.2) «si può arguire che si partisse da zero o quasi. Cioè che la progressione del suolo abbia avuto inizio all'atto del rimboschimento, a spese dei detriti del substrato e di quel poco che restava dell'antico profilo, del fogliame e altri resti della scarsa vegetazione spontanea e di quella piantata». Ove il rimboschimento sia stato realizzato in aree dove il suolo fosse soltanto un po' decapitato o su ex-pascoli e coltivi, risalire con esattezza alla situazione immediatamente pre-rimboschimento diventa invece difficile.

L'influenza del rimboschimento sulla evoluzione del suolo varia in funzione delle caratteristiche del sito di intervento (substrato, morfologia, clima). Secondo MANCINI (1975), nel caso di rimboschimenti con latifoglie l'influenza sulla pedogenesi è marcata già a partire dai primi anni dopo l'impianto (rapida trasformazione delle caratteristiche fisico-chimiche dell'orizzonte A o B, nel caso di suoli decapitati da forte erosione); il processo è meno rapido nelle stazioni molto aride su substrati calcarei ove la pedogenesi è rallentata dalla carenza di acqua nel periodo estivo.

Diverso è anche l'apporto quantitativo e qualitativo che la lettiera di specie diverse fornisce al suolo: molte latifoglie mediterranee, quali a esempio il leccio (*Quercus ilex* L.), sono in grado di fornire lettiera quantitativamente maggiore, più ricca di azoto e di basi e più facilmente incorporabile negli orizzonti profondi rispetto ai pini mediterranei (MANCINI, 1961; 1975); questa diversità può determinare un diverso trend nella pedogenesi, verso suoli meso ed eutrofici nel caso del leccio e lisciviati nel caso delle pinete.

A parità di specie arboree e di caratteristiche climatiche della stazione, la pedogenesi è significativamente influenzata dalle caratteristiche fisico-chimiche del substrato geologico, che determina il rifornimento in basi del suolo e la stessa composizione

della lettiera (CIANCIO e IOVINO, 1995). Nei substrati calcarei, l'azione congiunta del carsismo e della pedogenesi determina frequentemente una significativa variabilità delle proprietà fisico-chimiche del suolo, anche su piccole superfici. Spesso non si è potuto tenere in adeguato conto di questa naturale eterogeneità, almeno con riferimento ai rimboschimenti effettuati in passato nelle zone mediterranee (Figura 3.5), poiché si è trattato in genere di interventi realizzati a grande scala: le superfici rimboschite costituivano complessi accorpati di vasta estensione su versanti completamente denudati (IOVINO e MENGUZZATO, 2002). Sono così spesso sfuggite situazioni ove condizioni pedologiche localmente favorevoli avrebbero consentito l'impiego di specie diverse dai pini che sono stati, invece, ampiamente utilizzati per le maggiori garanzie offerte (elevato attecchimento, rapido accrescimento e copertura del suolo) in presenza di condizioni pedologiche prevalentemente difficili (vd. § 4.2).

In condizioni fortemente limitanti dal punto di vista stazionario o del substrato (es. substrati argillosi con suoli ai primi stadi evolutivi) può essere consigliabile il ricorso a specie rustiche pioniere, soprattutto arbustive, che possano esercitare effetti positivi non solo sulla protezione dall'erosione ma anche in termini di miglioramento diretto delle caratteristiche fisico-chimiche del suolo (vd. § 9.2).

Ai fini del miglioramento delle caratteristiche del suolo, accanto a un'appropriata definizione delle tecniche di preparazione (§ 9.2), un fattore peculiare, soprattutto in un'ottica di lungo periodo, è rappresentato dalla capacità di selezionare quante più specie arboree idonee in relazione all'eterogeneità delle condizioni pedologiche del sito, con eventuale impiego anche di componenti arbustive (CORONA, 1993a). Gli impianti misti, attraverso l'apporto di sostanza organica diversificata, creano, in genere, condizioni per una più avanzata attività biologica nel suolo e, conseguentemente, condizioni edafiche più favorevoli: maggiore disponibilità nutritiva, migliori condizioni di porosità, aerazione, regime idrico, ecc. (CORONA *et al.*, 1996).

L'efficacia dei rimboschimenti nei confronti del dilavamento e dell'erosione superficiale dei versanti, nonché del miglioramento delle caratteristiche biologiche e fisico chimiche del suolo è

sperimentalmente dimostrata da tempo (MANCINI, 1975; STONE, 1975; DYCK e COOKE, 1981).

Gli effetti del rimboschimento sulla conservazione del suolo possono considerarsi opposti a quelli della distruzione del bosco, ma sono più gradualmente e, per un certo periodo, non altrettanto evidenti.

Come accennato, la gradualità è insita nel sistema: a una fase iniziale in cui gli effetti immediati sulla regimazione delle acque lungo i versanti sono dovuti alle tecniche di preparazione del suolo, segue quella di protezione del suolo per la copertura delle chiome e successivamente di miglioramento del suolo per gli apporti di lettiera che variano con le specie impiegate.

In ogni caso, affinché i rimboschimenti possano agire in modo significativo, bisogna che ricoprano ampie superfici e si attui una gestione che ne asseconi l'evoluzione verso veri e propri boschi (CIANCIO e IOVINO, 1995).

Il primo aspetto deriva dalla considerazione che per avere effetti sensibili sul bilancio idrologico di un bacino è necessario che le variazioni della superficie boscata costituiscano una percentuale considerevole dell'intero bacino. A tale riguardo, si riportano nel Box 3.1 alcune esperienze condotte in Calabria.

Box di approfondimento 3.1

Effetti dei rimboschimenti sull'idrologia superficiale e profonda dei versanti: alcuni esempi in Calabria

In Calabria a seguito della prima e seconda legge speciale, conseguenti alle tragiche alluvioni degli anni '50, le aree montane di molti bacini idrografici sono state interessate da rimboschimenti di pino laricio. A distanza di oltre cinquanta anni gli interventi realizzati, integrati da opere intensive, fanno sentire i propri effetti, che non si limitano alla difesa contro l'erosione e quindi alla diminuzione della portata solida dei corsi d'acqua, ma assumono notevole importanza sull'idrologia superficiale e profonda dei versanti.

Significativi sono a riguardo i dati riportati da PUGLISI (1986) di due eventi pluviometrici registrati nel bacino del Coriglianeto in Sila Greca; nel primo evento (1984) caddero in 24 ore 246 mm, con punte di 65 mm in un'ora; nell'altro (1985) piovvero 538 mm in circa quattro giorni, pari

al 46,4% della media annua (1159 mm in 91 giorni piovosi). A fronte di questi dati, Puglisi afferma che «i danni sono molto contenuti, per effetto delle opere idrauliche forestali eseguite con Legge Calabria».

Un altro studio, eseguito da PUGLISI e CINNIRELLA (1991) nel bacino del Trionto applicando un modello di simulazione, ha evidenziato un cambiamento, dal 1955 al 1983, nel comportamento idrologico del bacino. Gli Autori lo attribuiscono a un aumento della capacità di invaso conseguente all'incremento del 19% della superficie rimboschita, oltre al miglioramento dello stato del complesso suolo-soprassuolo dei boschi esistenti.

3.3 Rimboschimenti e biodiversità

La natura del mosaico paesaggistico nel quale gli interventi di rimboschimento vengono inseriti e le caratteristiche spaziali e strutturali degli impianti influenzano in modo sensibile la biodiversità locale. Il rimboschimento, modificando l'eterogeneità ecopaesistica, può creare nuove nicchie ecologiche e chiuderne altre esercitando una influenza determinante sulle biocenosi.

Il primo, e più significativo, effetto del rimboschimento sulla biodiversità locale è riuscire a catalizzare la ricostituzione di fitocenosi forestali coerenti con le cosiddette potenzialità vegetazionali dell'area in termini di composizione floristica e struttura. Se ciò avviene, il rimboschimento, oltre a costituire la base per un graduale recupero dell'*imprinting naturalistico* dei luoghi (§ 3.1.1), crea nuovi habitat per le zoocenosi.

Gli effetti di questa operazione sono marcatamente positivi e più apprezzabili nei paesaggi dell'agricoltura industriale (es. le monocolture maidicole), fortemente impoveriti dal punto di vista vegetazionale e faunistico. La ricostituzione ex novo di superfici forestali e fasce boscate, siepi e filari, ecosistemi ripariali, localmente eliminati a causa della meccanizzazione, può permettere il ritorno o l'incremento numerico di specie animali, al fine di avviare almeno un'inversione di tendenza in comprensori degradati (GARIBOLDI, 1999).

Sulla base dei rapporti ecologici che le specie animali stabiliscono con gli habitat forestali (fonte trofica, rifugio, riproduzione) è possibile tracciare considerazioni generali sull'influenza

dell'incremento di habitat forestali, attraverso il rimboschimento, sulle zoocenosi (TIBERI *et al.*, 2001; APOLLONIO, 2002):

- importanza fondamentale per le specie che risiedono stabilmente nei boschi e solo in esse riescono a vivere e riprodursi (specie stenoecie strettamente forestali) quali insetti monofagi o avifauna legata esclusivamente a habitat forestali; in proposito, LA MANTIA *et al.* (2002b) riportano una recente espansione delle popolazioni di picchio rosso maggiore (*Picoides major* L.) in Sicilia dovuta alla colonizzazione, a partire dai frammenti residui di boschi di origine naturale, delle piantagioni di eucalitto, pini e pioppi in cui trovano rilevanti risorse trofiche (larve di *Phoracanta semipunctata* F., linfa); un simile effetto è stato osservato nei paesaggi a seminativi del *plateaux* della Spagna centrale ove rimboschimenti di pini, di età pari a oltre 50 anni, presentano una ricchezza specifica delle comunità ornitiche comparabile a quella dei frammenti residui di boschi di leccio (SANTOS *et al.*, 2006);

- effetto utile per le specie che dipendono parzialmente dai soprassuoli arborei dove, però, non trovano soddisfatte tutte le loro necessità; a esempio: uccelli nidificanti nei boschi che stagionalmente e giornalmente si spostano negli habitat agrari per reperire cibo e habitat; invertebrati che necessitano tanto di specie arboree che di spazi aperti per completare il ciclo vitale; uccelli che sfruttano temporaneamente gli habitat forestali come fonti trofiche durante le migrazioni; uccelli che utilizzano gli habitat forestali come dormitorio notturno o come posatoi per la caccia da appostamento.

Sebbene la maggior parte delle comunità animali dei rimboschimenti siano costituiti da specie eurivalenti, questa condizione è, per certi versi, positiva: sono spesso gli uccelli, in particolare, a favorire la diversità diffondendo semi di altre specie all'interno dei rimboschimenti (LA MANTIA e PASTA, 2001).

Affinchè l'effetto dei rimboschimenti sulle zoocenosi non sia riducibile a quello esplicito da strutture arboree semplificate quali le fasce frangivento (MASSA e LA MANTIA, 1997) andrebbe differenziato l'effetto sull'*alfa diversità* (numero di specie a scala locale), comunque positivo, da quello sulla qualità della biodiversità, con particolare riferimento all'incremento della presenza di specie stenoecie strettamente forestali. Questo ultimo

effetto dipende dalle qualità intrinseche del rimboschimento e della valenza che ha, laddove diventi elemento di connessione, per la sopravvivenza di specie forestali più esigenti.

Ne deriva che gli interventi di rimboschimento possono contribuire al miglioramento dello status della biodiversità locale (comparsa di specie precedentemente assenti o affermazione di altre già presenti ma con bassi livelli di popolazione) quanto più sono rispondenti ai seguenti requisiti (CORONA, 1993a; APOLLONIO, 2002; HARTLEY, 2002; CIANCIO *et al.*, 2005):

- diversificazione strutturale e compositiva dell'impianto forestale, a cui è associata una potenziale diversificazione delle nicchie spaziali e trofiche; tale diversificazione si consegue curando in fase di progettazione l'eterogeneità spaziale dell'impianto (salvaguardia di vegetazione spontanea esistente, scelta delle specie, grado di mescolanza e distribuzione spaziale, vd. § 9) e in fase di gestione il potenziamento della complessità strutturale e compositiva degli impianti attraverso opportuni interventi selvicolturali (CORONA *et al.*, 2006); è importante sottolineare che la scelta di specie autoctone favorisce una più rapida interazione trofica tra i rimboschimenti, i consumatori primari e decompositori localmente presenti nelle zoocenosi, fondamentale per il funzionamento dei processi di trasformazione della sostanza organica: da un lato, la lettiera forestale viene più facilmente degradata da microfaune del suolo già adattate; dall'altro, popolazioni di insetti fitomizi, defoliatori e xilofagi presenti a livello locale, ma con bassi livelli di popolazione, trovano nuove disponibilità di substrato alimentare;
- incremento della continuità fisico-territoriale tra i frammenti residui di ecosistemi naturali (forestali e non), che favorisce una maggior mobilità e scambio genetico tra individui, un aumento delle fasi di colonizzazione e la riduzione di eventuali effetti di isolamento dovuti alla frammentazione;
- incremento delle fasce ecotonali, con l'aumento di biocenosi di margine e potenziali effetti positivi sulla fauna a esse legate (es. avifauna a dieta mista, invertebrati).

3.4 Rimboschimenti e assorbimento di carbonio atmosferico

Uno degli effetti diretti più percettibili degli interventi di

rimboschimento è il recupero della produttività biologica intesa in senso ampio, ovvero l'incremento della biomassa e il correlato aumento dello stoccaggio di carbonio atmosferico non solamente a livello epigeo, ma anche ipogeo, e a livello di necromassa, lettiera e sostanza organica nel suolo. Per massimizzare i benefici in termini di stoccaggio bisogna comunque porre particolare attenzione alle tecniche di preparazione del suolo, con particolare riferimento ai rischi di mineralizzazione della sostanza organica preesistente.

Mediante rimboschimento il suolo inizialmente degradato si trasforma gradualmente, grazie all'aumento di biomassa e alla trasformazione della sostanza organica, in un serbatoio di carbonio sempre più ricco e diversificato nelle sue componenti funzionali.

Le suddette potenzialità hanno determinato uno specifico interesse dei programmi di attuazione del Protocollo di Kyoto nei confronti della realizzazione di impianti forestali, visti come interventi dalle ricadute sinergiche sulla difesa del suolo e sul sequestro di carbonio atmosferico. In questa prospettiva, anche l'Italia, nell'ambito delle azioni del *Piano Nazionale per la riduzione dei gas responsabili dell'effetto serra 2003-2013* (Delibera CIPE 123/2002), ha previsto investimenti pari a circa 500 milioni di Euro per la realizzazione di nuovi impianti forestali (afforestazione e riforestazione) per un potenziale di assorbimento di carbonio corrispondente a 2 MtCO₂ per anno (1,6% dell'impegno totale di riduzione nel primo periodo di impegno 2008-2012). Nell'allocatione degli stanziamenti sono privilegiati interventi su aree con fenomeni di dissesto idrogeologico o a rischio di desertificazione e degrado dei suoli, a dimostrazione di una volontà politica di ottimizzazione (*streamlining*) degli investimenti per attività future di rimboschimento in Italia, concentrando le risorse su interventi che massimizzino i benefici ambientali ottenibili (per maggiori dettagli, vd., § A.1.2).

4. Elementi conoscitivi sui rimboschimenti nelle aree a rischio di desertificazione

4.1 Politiche di rimboschimento e interventi per l'arboricoltura da legno in Italia

In Italia è stata svolta una politica dei rimboschimenti nell'ambito di quella che veniva definita *bonifica montana*, tesa a contrastare la degradazione dei suoli attraverso l'opera di ricostituzione boschiva. Dopo l'unità d'Italia un primo tentativo legislativo a favore dei rimboschimenti – in parte finalizzato a colmare le profonde lacune della legge Maiorana-Catalabiano (L. 3917/1877), in base alla quale dal 1879 al 1908 erano stati svincolati circa 2.300.000 ettari di terreni – si ebbe con la L. 5238/1888, che per la prima volta considerò il problema dei rimboschimenti nel più vasto ambito del bacino idrografico; lo Stato concorreva con i due quinti della spesa, ma i fondi a disposizione risultarono troppo esigui. Seguirono diverse leggi frammentarie e di efficacia locale: per la Basilicata (1904), per il bacino del Sele (1902), per la Calabria (1906), per la Sardegna (1907), per le Province pugliesi (1910). Solamente con la legge Luzzati 277/1910, completata con il T.U. 442/1912, si inizia, sia pure timidamente, a considerare il problema della montagna anche sotto l'aspetto economico, che troverà poi nella legge Serpieri un completo riordino (IOVINO e MENGUZZATO, 2002). In effetti, dall'unificazione del Regno d'Italia fino all'emanazione della legge Luzzati la politica forestale era imperniata soprattutto su provvedimenti di difesa del bosco di carattere restrittivo, cioè sull'applicazione di norme di polizia forestale che sortirono uno scarso risultato. I lavori di sistemazione e di rimboschimento, invece, furono nel complesso modesti tanto che PAVARI (1947) ricorda come dal 1867 al 1922 erano stati rimboschiti appena 51.000 ettari.

Con l'emanazione della Legge Luzzati e con il successivo R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267 (*Legge Serpieri*), che al Titolo II prevedeva esplicitamente interventi di sistemazione e di rimboschimento dei terreni montani, sorsero i primi movimenti diretti a una politica forestale e montana ispirata alla necessità di facilitare la difesa dei boschi esistenti e la creazione di nuovi boschi aumentando le

risorse complessive dell'economia montana. Tali dispositivi legislativi cominciarono a produrre effetti significativi, tanto che dal 1927 al 1940 la superficie rimboschita, compresi i rinfoltimenti di boschi degradati, era salita a 150.000 ettari. Successivamente al 1923 le leggi a favore del settore forestale ebbero carattere frammentario e spesso disorganico fino al 1949 (PIZZIGALLO, 1970). Il primo provvedimento a favore delle zone montane si ha con la L. 264/1949 (legge sui cantieri-scuola di rimboschimento e sistemazione montana) e la L. 646/1950 che istituiva la Cassa per il Mezzogiorno e destinava cospicui finanziamenti per la sistemazione dei bacini montani. Nel 1952 fu varata una legge speciale per la montagna (L. 991/1952) con la quale si intendeva affrontare organicamente e con abbondanza di mezzi il problema della bonifica integrale dei territori montani (ROMANO, 1986).

In seguito l'attività di rimboschimento trova nuovo impulso con l'emanazione del Piano verde 1 (L. 454/1961) e, cinque anni dopo, del Piano verde 2 (L. 910/1966) che prevedeva contributi per operazioni di rimboschimento e di ricostituzione forestale, anche se eseguiti su terreni non classificati montani e vincolati (IOVINO e MENGUZZATO, 2002).

Gli ambiti territoriali in cui sono stati eseguiti i rimboschimenti anzidetti ricadevano tipicamente nei terreni abbandonati dalle attività agro-pastorali nella fascia collinare e alla bassa montagna e le aree di intervento interessavano, in genere, superfici ampie e versanti ripidi ed erosi. Una quantificazione certa della superficie interessata dagli interventi realizzati tramite l'insieme di questi provvedimenti non è possibile: si stima comunque che tra il 1930 e il 1968 siano stati realizzati in Italia oltre un milione di ettari di rimboschimento. In questo periodo, l'attività di rimboschimento ha risposto a finalità di conservazione del suolo con ricadute di ordine eminentemente sociale (occupazione in zone svantaggiate; Foto 4.1-4.4). Ciò spiega la preferenza per interventi in territori gravati da vincolo idrogeologico, la resistenza all'introduzione di tecniche e specie capaci di assicurare una più elevata produttività legnosa, la quasi esclusiva attribuzione di competenze operative a enti pubblici e lo sviluppo di una dinamica sindacale intesa a favorire il massimo grado di occupazione bracciantile (ROMANO, 1986).

Una svolta significativa nella politica dei rimboschimenti in Italia

si è verificata a partire dalla seconda metà degli anni settanta. Accanto al persistere di interventi a prevalente finalità di conservazione del suolo (eseguiti sempre da parte dello Stato o degli Enti competenti per il territorio), sono state realizzate iniziative con l'obiettivo di esaltare la redditività del bosco, stimolando nel contempo l'attività privata di rimboschimento a scopo produttivo. La legge Quadrifoglio (L. 984/77) ha favorito il finanziamento di piantagioni con specie a rapido accrescimento. Finalità nettamente produttivistiche ha avuto in particolare il Progetto Speciale 24 della cosiddetta Cassa per il Mezzogiorno che si prefiggeva, attraverso interventi di cosiddetta forestazione produttiva su terreni pubblici e privati, un'integrazione intersettoriale tra il settore della produzione legnosa e la sua utilizzazione industriale. Nel complesso, tramite l'insieme di questi provvedimenti sono stati eseguiti rimboschimenti e miglioramenti boschivi per circa 120.000 ha.

A partire dagli anni ottanta, il rimboschimento ha acquistato rilevanza nell'ambito di misure comunitarie predisposte dalla Unione Europea. Il Reg. CEE 269/79 ha permesso la realizzazione di 43.000 ha di rimboschimento, mentre con il Reg. CEE 797/85 il rimboschimento ha assunto la rilevanza di destinazione d'uso dei terreni ritirati dalla produzione agricola. Il Reg. CEE 2088/85 (Piani integrati mediterranei) ha contribuito a un'ulteriore, seppur modesta, espansione della superficie rimboschita.

In seguito alla riforma della PAC e all'approvazione del Reg. CEE 2080/92, il rimboschimento, il miglioramento dei boschi esistenti e l'arboricoltura da legno diventano misure di accompagnamento della PAC. Le superfici ex agricole rimboschite tramite gli incentivi del Reg. CEE 2080/92 e collaudate all'anno 2000 assommavano a circa 104.000 ha, di cui 78.000 ha di latifoglie, quasi 23.000 ha di specie a rapida crescita e poco oltre 3.000 ha di conifere (COLLETTI, 2001).

Successivamente, con l'approvazione di Agenda 2000 e l'entrata in vigore del Regolamento generale sui Fondi Strutturali (Reg. 1260/99) e del Regolamento sul sostegno allo sviluppo rurale (Reg. 1257/1999) le misure forestali entrano nella formulazione delle politiche regionali strutturali e di sviluppo rurale. La spesa pubblica per l'imboschimento è stata, conseguentemente, quasi

completamente canalizzata nei Programmi Operativi Regionali (POR) e nei Piani di Sviluppo Rurale (PSR). Nel complesso la superficie agricola rimboschita con la programmazione PSR 2000-2006 ha interessato circa 12.000 ha (INEA, 2005).

Il rimboschimento e, in tempi più recenti, l'arboricoltura da legno hanno quindi avuto un ruolo rilevante nell'intervento pubblico nel settore forestale. Il peso preponderante rispetto alle altrettanto necessarie, se non prioritarie, misure di gestione delle foreste esistenti è stato anche oggetto di critiche. D'altra parte, i finanziamenti ai rimboschimenti hanno stimolato importanti attività di ricerca, sperimentazione, produzione vivaistica, formazione degli operatori, assistenza tecnica e consulenza (INEA, 2005), sebbene con rilevanti differenze a livello regionale. La recente incentivazione del rimboschimento su terreni privati con il sostegno finanziario dell'Unione Europea ha bilanciato il trend negativo connesso alla sempre più ridotta attività di rimboschimento e ricostituzioni boschive da parte di Enti pubblici.

Attualmente le stime elaborate sulla base dei dati dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC) quantificano la superficie occupata da formazioni di origine artificiale, in riferimento ai boschi e alle altre terre boscate, in oltre 430.000 ha (Tabella 4.1). Peraltro, il dato risulta sottostimato in quanto per parte delle superfici afferenti ai boschi e alle altre terre boscate non è disponibile l'informazione relativa all'origine del soprassuolo (9,1% per la categoria bosco, 37,7 % per la categoria altre terre boscate) (INFC, 2007).

Tabella 4.1 – Estensione della superficie forestale di origine artificiale in Italia (INFC, 2007).

| <i>Regione</i> | <i>Rimboschimenti</i> | <i>Impianti di arboricoltura da legno</i> |
|----------------|-----------------------|---|
| | ha | ha |
| Piemonte | 13.545 | 28.548 |
| Valle d'Aosta | 1.156 | 0 |

4. Elementi conoscitivi sui rimboschimenti nelle aree a rischio di desertificazione

| | | |
|----------------|---------|---------|
| Lombardia | 9.698 | 26.837 |
| Alto Adige | 2.398 | 0 |
| Trentino | 7.568 | 0 |
| Veneto | 9.741 | 2.090 |
| Friuli V.G. | 14.492 | 7.608 |
| Liguria | 7.328 | 366 |
| Emilia-Romagna | 26.113 | 9.746 |
| Toscana | 43.718 | 5.495 |
| Umbria | 7.373 | 3.388 |
| Marche | 14.121 | 1.215 |
| Lazio | 12.502 | 1.704 |
| Abruzzo | 17.348 | 1.123 |
| Molise | 3.904 | 891 |
| Campania | 16.203 | 1.156 |
| Puglia | 18.565 | 877 |
| Basilicata | 10.425 | 1.864 |
| Calabria | 76.118 | 2.639 |
| Sicilia | 73.228 | 1.137 |
| Sardegna | 50.368 | 25.562 |
| ITALIA | 435.906 | 122.252 |

4.2 Tipologia dei rimboschimenti del passato

I rimboschimenti storicamente effettuati con finalità di bonifica montana nelle regioni mediterranee del nostro Paese hanno, nella maggior parte dei casi, corrisposto alle attese favorendo la

ricostituzione boschiva di terreni intensamente degradati, in condizioni operative oggettivamente difficili: ampie superfici denudate o comunque erose e precipitazioni nel periodo autunno-invernale caratterizzate frequentemente da alta intensità e capaci di determinare una forte aggressività al suolo con conseguente dilavamento dei versanti. L'obiettivo che si voleva raggiungere era di riportare, in tempi rapidi, il bosco dove era stato distrutto o seriamente compromesso. Questi vincoli operativi hanno condizionato le scelte tecniche, la cui validità complessiva è confermata dall'incremento della superficie boscata, tanto più significativo in Regioni, come a esempio, la Sicilia, dove la presenza del bosco era fortemente ridotta (DELOGU *et al.*, 1998).

Gli impianti sono stati realizzati con varie tecniche di preparazione del suolo: buche, gradoni, strisce, ecc. I gradoni, in particolare, hanno contribuito sin dall'inizio alla protezione del suolo, almeno se di limitata ampiezza (vd. § 9.1.2.3). In taluni casi per favorire l'attecchimento delle piante si è proceduto addirittura al trasporto della terra sulla roccia nuda (NOCENTINI, 1999). Il contesto di degrado pedologico in cui si operava non ha lasciato grandi margini alla scelta delle specie. Questa ha riguardato prevalentemente conifere, considerate più rustiche, a più rapido accrescimento iniziale, e quindi in grado di ricoprire rapidamente il suolo per attenuare l'erosione, nonché di produrre legname, sebbene in assortimenti di ridotto valore unitario. Nelle zone a clima arido, semi-arido e sub-umido, corrispondenti approssimativamente ai piani di vegetazione termo e meso-mediterraneo, maggior diffusione hanno avuto i pini mediterranei (pino marittimo, pino domestico, pino d'Aleppo), mentre il pino laricio (*Pinus nigra* Arn. var. *laricio*) è stato impiegato principalmente in settori mediterraneo-montani a bioclina umido; in misura minore sono stati impiegati pino nero d'Austria, cedro dell'Atlante (*Cedrus atlantica* Manetti), cipressi e conifere esotiche, quali douglasia (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), pino insigne (*Pinus radiata* D. Don.) e pino strobo (*Pinus strobus* L.).

Tra le latifoglie una certa diffusione hanno avuto cerro (*Quercus cerris* L.), castagno (*Castanea sativa* Mill.), roverella (*Quercus pubescens* Willd.) e leccio. Gli eucalitti (soprattutto *Eucalyptus globulus* Labill., *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *Eucalyptus*

viminalis Labill., *Eucalyptus x trabutii* Vilm.) sono stati utilizzati prevalentemente in Sicilia, Calabria e Sardegna.

La densità di impianto è stata condizionata dalla necessità di provvedere a una rapida copertura del terreno: il principio generalmente applicato è una densità inizialmente elevata (da 1.250-1.650 piantine a ettaro in stazioni aride fino a 2.500-3.250 in quelle subumide) seguita da uno o più diradamenti quando la copertura del terreno era assicurata. Nel caso delle semine le densità erano più elevate: a esempio, in Calabria, per i pini mediterranei le semine su gradoni hanno condotto a densità anche superiori a 15.000 piantine per ettaro (IOVINO e MENGUZZATO, 2003).

In molti bacini l'aumento di superficie boscata ha complessivamente favorito il riequilibrio idrogeologico con effetti generalmente positivi sulla conservazione del suolo (vd. § 3.2). In merito al conseguimento degli obiettivi produttivi, invece, i risultati non sempre hanno corrisposto alle attese: specie utilizzate al di fuori del loro optimum ecologico – se non altro per le condizioni di degrado pedologico dei terreni – frequentemente non hanno potuto esprimere appieno il loro potenziale produttivo.

Anche lo status della biodiversità locale è stato talora influenzato negativamente, soprattutto laddove i sistemi preparatori impiegati abbiano comportato l'eliminazione di formazioni preforestali di interesse vegetazionale (PASTA e LA MANTIA, 2001b; LA MANTIA, 2002).

4.3 Attuali problematiche selvicolturali e gestionali

Al notevole sforzo sostenuto per l'esecuzione dei rimboschimenti non hanno spesso fatto seguito adeguate cure colturali e i diradamenti. La mancanza di questi interventi è risultato uno dei punti deboli della gestione dei rimboschimenti.

I fenomeni di concorrenza, manifestatisi con mortalità in alcuni casi anche del 50% rispetto alla densità iniziale di impianto (IOVINO e MENGUZZATO, 2002) non sono stati controllati con tempestività. Le conseguenze sotto l'aspetto della stabilità dei popolamenti e delle perdite di massa sono negative: i fusti tendono a essere caratterizzati da rapporti ipsodiametrici sfavorevoli e

diventano vulnerabili alle sollecitazioni delle intemperie.

Lo stato di abbandono ha inoltre reso gli impianti più suscettibili a vari fattori di disturbo, in particolare incendi e attacchi biotici. A esempio, in Sicilia, l'attività di rimboschimento si è scontrata con il ripetersi degli incendi che hanno determinato una stasi nell'incremento effettivo delle superfici imboschite (LA MANTIA, 2002).

La comparsa di epidemie, o comunque di danni crescenti, da parte di numerosi patogeni, tra cui marciumi radicali, necrosi corticali, ruggini o altre malattie fogliari, è dovuta alla presenza di impianti monospecifici su vaste superfici, prevalentemente di conifere, e all'abbandono colturale (ANSELMINI *et al.*, 1998). Negli ultimi decenni, le mutate condizioni climatiche (annate siccitose ripetute) congiuntamente all'aumento di inquinanti fitotossici nell'aria, ha favorito il manifestarsi di fenomeni di deperimento e l'aumento di pressione di inoculo di patogeni di debolezza (es. *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref.). La mancanza di cure colturali, anche a scopo fitosanitario, ha messo ulteriormente a rischio soprassuoli in discreto stato fisiologico.

4.3.1 Diradamenti

Come anticipato, interventi tempestivi di diradamento nei rimboschimenti possono prevenirne i fenomeni di degrado appena illustrati.

Nelle zone aride e semiaride, in particolare, il diradamento permette una distribuzione mirata delle limitate risorse disponibili a favore dei soggetti con le migliori qualità potenziali. La riduzione della densità dei popolamenti determina effetti sulle condizioni microclimatiche dei rimboschimenti, sull'attività biologica del suolo, sulle caratteristiche del sottobosco, sulla riserva idrica del suolo; aspetto, questo ultimo, di particolare valenza nelle aree a rischio di desertificazione. Esperienze condotte in ambiente mediterraneo sia in popolamenti di douglasia (CANTORE e IOVINO, 1989) che di pino laricio (CINNIRELLA *et al.*, 1993; COMPOSTELLA e IOVINO, 1999) hanno evidenziato come la riduzione di densità determini incrementi di umidità nel suolo, rispetto ai popolamenti non diradati; incrementi che aumentano con l'intensità del

diradamento e sono maggiori durante il periodo estivo. La maggiore disponibilità di acqua nel suolo determina una maggiore idratazione delle piante con effetti positivi sul loro accrescimento e quindi sulla stabilità dei popolamenti, un minore pericolo di stress idrico e di conseguenza una migliore efficienza fotosintetica, più idonee condizioni per l'insediamento e l'accrescimento di specie esigenti di umidità (aumento di diversità vegetazionale), una maggiore resistenza al fuoco dei popolamenti (IOVINO e VELTRI, 2004).

Il diradamento determina al contempo il miglioramento della produzione biologica individuale e complessiva, assicura migliori condizioni di stabilità dei popolamenti e crea condizioni ecologiche favorevoli per l'avvio di processi di rinaturalizzazione (vd. § 4.3.2). A esempio, un'esperienza condotta in Sardegna ha evidenziato come l'alleggerimento della copertura del piano dominante in rimboschimenti di pino insigne abbia innescato una significativa successione secondaria orientata all'ingresso del leccio (PUDDU *et al.*, 2002).

Gli effetti prodotti dal diradamento variano in funzione della tecnica applicata (tipo, grado, sistema e regime di diradamento). Il modulo colturale più opportuno è definito sulla base di fattori tra loro correlati: differenziazione sociale nell'ambito del popolamento, esigenze di spazio dei singoli individui in relazione al loro sviluppo, stabilità del soprassuolo (Tabella 4.2).

Nonostante esperienze effettuate in vari Paesi abbiano dimostrato che le perdite di produzione per autodiradamento in soprassuoli non sottoposti ad alcun intervento possano variare dal 20 al 40% (CIANCIO *et al.*, 1982), l'esecuzione degli interventi di diradamento nei rimboschimenti può incontrare significativi ostacoli di natura tecnica e finanziaria. I primi sono dovuti in larga misura alle obiettive difficoltà che la sperimentazione incontra per l'ottenimento di risultati conclusivi; dal punto di vista finanziario le difficoltà sono legate ai «cosiddetti diradamenti precommerciali e quelli con costi di attuazione che non consentono la remunerazione dell'intervento» (CIANCIO, 1986).

In proposito, SPINELLI *et al.* (2007) presentano un cantiere innovativo, sperimentato in impianti artificiali di pino d'Aleppo e domestico, che consente la meccanizzazione integrale del

diradamento selettivo puro. Il cantiere è caratterizzato da una notevole mobilità che permette spostamenti rapidi e frequenti e non richiede investimenti eccessivi in attrezzature specializzate. L'abbattimento e l'affastellamento sono effettuati con una sega a disco applicata a un piccolo caricatore cingolato del tipo comunemente impiegato in edilizia, l'esbosco è effettuato con un trattore agricolo compatto, equipaggiato con pinza da strascico posteriore. All'imposto le piante intere sono sminuzzate con una cippatrice mobile a motore autonomo che scarica il cippato direttamente nel cassone di un camion. Il prelievo della pianta intera consente di aumentare la quantità di prodotto vendibile ottenuto dall'intervento, così da ammortizzare meglio il costo e evita il rilascio di ramaglie in bosco, riducendo il rischio di incendio, particolarmente elevato nei rimboschimenti. Il costo del prelievo risulta contenuto, seppure oltre 4 ha il costo di conferimento diminuisce relativamente poco, mentre si riduce all'aumentare del diametro dei fusti: oltre 19 cm a petto d'uomo il diradamento diventa addirittura remunerativo. Il cantiere descritto prevede la circolazione diffusa nelle interfila, ed è adatto a terreni relativamente pianeggianti (I classe di pendenza).

Tabella 4.2 – Esempio di indicatori e di valori di riferimento per interventi di diradamento in rimboschimenti di zone a rischio di desertificazione.

| Criterio | Indicatori | Soglia massima |
|--------------------------|---|---|
| Differenziazione sociale | variabilità del diametro degli alberi in piedi | 20% in zone omogenee per fertilità ed età |
| | rapporto tra la differenza tra il diametro medio degli alberi rilasciati e quelli asportati e la deviazione standard dei diametri degli alberi in piedi prima dell'intervento | circa 1 |

| | | |
|--|--|---|
| Esigenze di spazio dei singoli individui | indice di Hart-Becking (S%) | <p>conifere a temperamento tendenzialmente eliofilo: 28</p> <p>conifere a temperamento tendenzialmente sciafilo: 20</p> |
| Stabilità dei singoli fusti arborei | rapporto di snellezza (altezza totale/diametro a petto d'uomo) | <p>frassino ossifillo: 130</p> <p>pino marittimo: 80</p> <p>querce caducifoglie: 115</p> |

4.3.2 Rinaturalizzazione

Malgrado l'abbandono colturale, in molti rimboschimenti sono in atto dinamiche successionali che determinano una graduale e continua trasformazione dei popolamenti e del paesaggio forestale. Ciò è attribuibile alla modifica, su ampie superfici, delle condizioni microambientali che, diventate più favorevoli all'insediamento di specie autoctone più esigenti, favoriscono processi di *rinaturalizzazione* dei rimboschimenti (NOCENTINI, 2000, 2001).

La rinaturalizzazione dei rimboschimenti si configura come una prosecuzione dell'attività di ricostituzione boschiva avviata nel secolo scorso quando, come indicato, gli interventi interessavano vaste superfici sottoposte a intensi fenomeni erosivi (IOVINO, 2004).

Di fatto, i popolamenti arborei impiantati, influenzando le condizioni microstazionali (quantità e qualità delle radiazioni solari, distribuzione della luce temperatura e di umidità al suolo, apporti di sostanza organica al suolo) hanno costituito la premessa per il manifestarsi di fenomeni di rinaturalizzazione, con l'insediamento di specie caratteristiche di stadi successionali più avanzati: questi processi sono in atto in molti rimboschimenti del nostro Paese e determinano anche una graduale e continua trasformazione del paesaggio.

In Calabria, così come in molte altre Regioni, si è passati dai versanti completamente denudati e fortemente erosi dei primi anni cinquanta a quelli modellati dal gradonamento fino agli attuali, con popolamenti monospecifici di conifere con una attiva dinamica evolutiva (IOVINO e MENGUZZATO, 2003).

In ambienti particolarmente esposti all'aridità, come quelli della Sardegna, il rimboschimento ha contribuito a promuovere una maggiore diversità specifica della rinnovazione naturale (BIANCHI *et al.*, 2002; PUDDU *et al.*, 2002). Nelle condizioni pedologiche più degradate (aree bruciate e radure) si osservano fenomeni di rinnovazione delle stesse conifere, il cui insediamento apre la strada a processi di rinaturalizzazione. In proposito, LA MANTIA (2002) riporta come in Sicilia, «dove si è intervenuti con specie mediterranee (es. pino d'Aleppo, pino domestico, ecc.), si assiste spesso a processi di rinnovazione naturale che, in particolare per il pino d'Aleppo, capace di colonizzare situazioni pedologicamente difficili, appaiono molto interessanti».

Una evidente conferma in tal senso si ha nell'arco ionico settentrionale della Calabria per quanto riguarda la colonizzazione degli alvei delle fiumare da parte del pino d'Aleppo, anche in aree prossime alla foce. In queste difficili situazioni il pino forma popolamenti la cui dinamica è legata agli eventi idrologici di particolare intensità, così come evidenziato con i nessi di causa-effetto tra gli eventi di piena e la distribuzione spaziale e temporale dei nuclei di pino. Nell'intervallo tra gli eventi di piena e in assenza di altri fattori di disturbo il pino colonizza prontamente e abbondantemente le aree periodicamente inondate, creando un sistema senza soluzioni di continuità con le pinete prossime all'alveo e rendendo il paesaggio delle fiumare meno arido, mitigandone anche l'impatto visivo (D'IPPOLITO *et al.*, 2006).

In molti casi in Sicilia (vd. a esempio MAGGIORE *et al.*, 2005) in rimboschimenti di pini mediterranei densi, mai diradati e con rinnovazione assente, sia dei pini stessi che di latifoglie autoctone, sono disturbi quali gli incendi a determinare spesso una accelerazione del dinamismo.

Nell'ottica di assecondare i processi naturali diventa importante programmare le scelte gestionali, osservando la tendenza successionale e valutando il grado di evoluzione raggiunto (LA

MARCA, 1999): non si tratta di guidare l'evoluzione verso una struttura o una composizione predeterminate, ma piuttosto di favorire i processi che si instaurano naturalmente nel sistema (NOCENTINI, 1995).

La rinaturalizzazione dei rimboschimenti richiede una valutazione dell'efficienza evolutiva e la verifica continua dell'efficacia dell'intervento culturale sull'aumento della complessità e dell'efficienza generale dei popolamenti (NOCENTINI, 2000). Si prescinde così da un modello di naturalità (composizione floristica e tipo strutturale predefinito) e si tende, invece, a valorizzare la dinamica evolutiva intrinseca dei popolamenti forestali, agevolando i nuclei promettenti e favorendo la rinnovazione naturale.

5. Arboricoltura da legno: limiti e opportunità nelle aree a rischio di desertificazione

La crisi delle aziende agricole e agro-forestali collinari e montane ha determinato, o favorito, l'abbandono o la trasformazione di molti terreni in cui oggi non risulta più conveniente o possibile attuare colture agrarie.

La nuova destinazione di questi terreni è strettamente connessa a fattori naturali (morfologia, stabilità...) e antropici (tipo di proprietà, accessibilità, mercato...). Negli ultimi decenni ha avuto un forte impulso l'arboricoltura da legno (vd. § 2.1), ovvero «la coltivazione di alberi, in terreni non boscati, finalizzata esclusivamente alla produzione di legno e biomassa» e caratterizzata dalla *reversibilità della coltura*, secondo la definizione di cui al D. Lgs. 227/2001. I Regolamenti emanati a livello nazionale e comunitario (es. Progetto Speciale 24 della Cassa per il Mezzogiorno, Regolamenti Unione Europea 2080/92, 1257/99 e 1698/05 e relativi Piani di Sviluppo Rurale) hanno incentivato interventi di arboricoltura da legno che hanno interessato superfici considerevoli. Ciò per una serie di fattori contingenti che negli ultimi decenni hanno contribuito alla espansione di questa tipologia colturale, ampliandone il significato e l'area di pertinenza: crescente disponibilità di terreni abbandonati o temporaneamente ritirati dall'agricoltura; politica agricola comunitaria tesa a ridurre le produzioni eccedentarie; esigenza di aumentare la produzione di legno; necessità di immagazzinare grandi quantità di carbonio atmosferico per combattere l'effetto serra; crescente domanda di materie prime rinnovabili.

I dati INFC stimano una superficie complessiva di impianti da arboricoltura da legno in Italia pari a oltre 122.000 ha (vd. Tabella 4.1 e successivo approfondimento in Tabella 5.1).

Tabella 5.1. – Superficie degli impianti di arboricoltura da legno nelle Regioni maggiormente affette da rischio di desertificazione in Italia (INFC, 2007).

| <i>Regioni</i> | <i>Piantagioni di latifoglie</i> | <i>Piantagioni di conifere</i> |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------|
|----------------|----------------------------------|--------------------------------|

| | <i>Pioppeti artificiali</i> | <i>Eucalitti</i> | <i>Altre latifoglie</i> | <i>Conifere native</i> | <i>Pseudotsuga menziesii</i> | <i>Pinus radiata</i> | <i>Altre conifere esotiche</i> |
|------------|---------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------|--|
| | ha | ha | ha | ha | ha | ha | ha |
| Molise | 491 | 0 | 401 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Puglia | 0 | 0 | 489 | 0 | 388 | 0 | 0 |
| Basilicata | 0 | 0 | 0 | 1.119 | 0 | 0 | 746 |
| Sicilia | 0 | 379 | 758 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sardegna | 0 | 17.396 | 1.106 | 3.341 | 0 | 2.978 | 746 |

D'altra parte, osservazioni condotte in piantagioni da legno realizzate nelle Regioni italiane maggiormente affette da rischio di desertificazione hanno messo in luce i limiti dell'arboricoltura da legno in contesti ambientali non particolarmente favorevoli alla coltivazione intensiva delle specie arboree forestali.

Di fatto, molti degli impianti realizzati, soprattutto nel contesto del Progetto Speciale 24 della Cassa per il Mezzogiorno, non hanno dato i risultati sperati sia per le difficili condizioni pedoclimatiche, avendo esteso la coltivazione su superfici troppo ampie, che per le specie utilizzate, in maggioranza esotiche (Tabella 5.1), di sovente impiegate al di fuori del loro *optimum* (NOCENTINI, 2001). Un esempio eclatante è rappresentato dalle piantagioni di eucalitti sul versante ionico calabrese e in Sicilia, dove le produzioni ottenute hanno di gran lunga disatteso le aspettative (CIANCIO *et al.*, 1982; IOVINO, 1998; BARBERA *et al.*, 2001; ARCIDIACO *et al.*, 2001; CORONA, 2003). In Sicilia, in particolare, la maggior parte degli impianti di eucalitti è stata realizzata in ambienti non idonei alla specie impiegata, come testimonia la scarsa produttività (incrementi medi di volume per ettaro per anno pari a 2-4 m³) e la notevole semplificazione strutturale degli impianti.

Analogamente, secondo ECCHER (2000), non più del 20% della superficie complessiva interessata dagli impianti di pino insignie in Italia è risultata in grado di assicurare incrementi medi annui sufficientemente elevati, superiori a 15 m³ha⁻¹: come per gli

eucalitti, ciò è dovuto soprattutto all'estensione della coltura in stazioni con caratteristiche inidonee per le finalità dell'arboricoltura da legno.

A differenza dagli interventi finanziati con il Progetto Speciale 24 della Cassa per il Mezzogiorno, gli impianti realizzati nell'ambito del Regolamento 2080 e successive misure, sono caratterizzati da dimensioni eccessivamente ridotte, con conseguenti limitazioni per una razionale gestione. In alcune Regioni, come la Sicilia, poi gli interventi non hanno tenuto conto dei caratteri dell'ambiente nella scelta della specie e si è consentito l'utilizzo, anche per le specie autoctone, di germoplasma alloctono.

A prescindere dalla loro capacità produttiva, gli impianti di arboricoltura da legno possono comunque svolgere funzioni ambientali di importanza non secondaria. A esempio, gli impianti realizzati nell'ambito del Regolamento 2080/92 avrebbero incrementato la funzione di assorbimento del carbonio svolta dai soprassuoli forestali nazionali di almeno il 5,4 % (COLLETTI, 2001). Non solo, ma dal momento che i terreni abbandonati sono spesso soggetti a fenomeni di degrado conseguenti a incendi e a forme di utilizzazione non sostenibili, il loro recupero consente di mitigare dissesti in atto e prevenire forme accentuate di erosione del suolo, e conseguentemente l'innescio di processi degradativi e di desertificazione (ARCIDIACO *et al.*, 2005).

Gli impianti di arboricoltura da legno, essendo per definizione temporanei, producono in genere effetti marginali sulla biodiversità. È comunque utile richiamarne alcuni.

La propagazione per seme negli impianti di noce da legno ha consentito la salvaguardia di genotipi adatti alle condizioni locali (BARONE *et al.*, 1997). Gli impianti finanziati dalla Cassa per il Mezzogiorno sono di fatto diventati permanenti, contribuendo in una certa misura alla diversificazione delle componenti biotiche di un paesaggio (LA MANTIA *et al.*, 2002b). Come già affermato nel caso dei rimboschimenti (§ 3.3), le caratteristiche strutturali e compositive degli impianti influenzano in modo sensibile la biodiversità locale: pertanto particolare attenzione va posta alle modalità di realizzazione (LA MANTIA, 2002). A esempio, il mantenimento della vegetazione spontanea preesistente (es. macchia) nella realizzazione dell'impianto permette di conservare

anche gli habitat e la diversità di specie animali e vegetali a essa legata. Viceversa, nelle aree ove l'impianto viene realizzato previa eradicazione totale della vegetazione spontanea si hanno sensibili alterazioni floristiche e riduzione della diversità faunistica.

La funzionalità degli impianti di arboricoltura in termini di conservazione del suolo è estremamente variabile: eucalitteti realizzati in difficili condizioni pedologiche dimostrano maggiore funzionalità in termini di controllo del deflusso superficiale e riduzione dei processi erosivi rispetto alla vegetazione erbacea spontanea (vd. Box 5.1); tuttavia, si hanno esempi evidenti di avanzati processi erosivi sotto la copertura di eucalitti (Foto 5.1).

Box di approfondimento 5.1

Ruolo degli eucalitteti realizzati lungo il versante ionico calabrese nella protezione del suolo

Gli eucalitteti impiantati in larga parte della fascia ionica calabrese in condizioni pedologiche limitanti (terreni argillosi evolventi a calanco) non hanno dato nel complesso risultati soddisfacenti in termini produttivi, almeno per quelle che erano le aspettative.

Invece, nonostante le difficili condizioni stazionali, la copertura con eucalitti ha esplicato un'efficace azione di protezione del suolo e di regimazione delle acque. I soprassuoli di eucalitto, sia a ceduo che a fustaia, pur essendo semplificati nella struttura e nella composizione, mostrano una maggiore capacità di controllo dei deflussi superficiali e di riduzione dell'erosione rispetto a coperture erbacee perenni. L'azione regimante è tanto più efficace quanto più le condizioni di copertura del piano arboreo sono uniformi e quanto più la densità dei soprassuoli rimane inalterata nel tempo (IOVINO e PUGLISI, 1990).

Tale azione non viene modificata sostanzialmente dalla ceduazione, il cui impatto può essere attenuato con il rilascio degli scarti di lavorazione sul letto di caduta (CANTORE *et al* 1994; CINNIRELLA *et al* 1998).

Questa esperienza dimostra come anche nel difficile contesto pedoclimatico in cui sono stati impiegati, gli eucalitteti possano svolgere un ruolo non trascurabile nella riduzione dei processi di degradazione del suolo, contribuendo a rallentare i processi di desertificazione. Tuttavia si deve sottolineare che l'efficienza di queste formazioni tende a ridursi nel tempo a causa del progressivo esaurimento della vitalità delle ceppaie e dell'assoluta insufficienza della rinnovazione gamica della specie. Di

conseguenza, l'obiettivo della conservazione del suolo in aree difficili come quella citata, potrà essere maggiormente garantita solo promuovendo graduali processi di dinamica vegetazionale verso formazioni ecologicamente più stabili e funzionali (CALLEGARI *et al.*, 2001).

L'acuirsi dei processi erosivi, attribuibili alla coltivazione intensiva, risultano dipendenti dalla gestione del sistema piuttosto che dal sistema stesso. La differenziazione delle modalità di gestione colturale in funzione delle caratteristiche dell'ambiente in cui si opera e delle finalità dell'impianto diventa fondamentale per non incorrere in fallimenti, che possono avere conseguenze tanto più negative quanto più l'area è a rischio di desertificazione.

A questo proposito, CIANCIO *et al.* (1981, 1982) distinguono tre luoghi economici in cui è possibile realizzare l'arboricoltura da legno:

- impianti sostitutivi delle colture agrarie;
- impianti su terreni marginali per l'attività agricola;
- impianti su terreni a tipica vocazione forestale.

Il primo luogo è quello elettivo, nell'ambito del quale viene ottimizzata una produzione di qualità attraverso un modulo colturale completo.

Su terreni marginali all'agricoltura o ritirati dalla produzione, frequenti in collina e in montagna, il grado di intensità della coltura deve essere calibrato in relazione alle potenzialità della stazione, alla presenza di aziende agricole vitali, alla disponibilità di manodopera specializzata, all'esistenza di un mercato attivo dei prodotti (di qualità o quantità) che si prevede di ottenere a fine ciclo.

In merito alla valutazione delle potenzialità della stazione, CORONA *et al.* (2002) hanno proposto una metodologia di classificazione del territorio applicato alla individuazione di ambiti territoriali potenzialmente idonei presentando un caso di studio riferito alle piantagioni di noce comune e douglasia in Basilicata, Calabria e Campania. Il modello di valutazione permette di produrre cartografie digitali georeferite di ambiti territoriali a scala

regionale e sovra-regionale potenzialmente idonei a ospitare piantagioni da legno e costituisce un contributo informativo a disposizione dei soggetti responsabili della programmazione agricolo-forestale e della pianificazione del territorio rurale per la *territorializzazione* degli interventi in oggetto in aree vocate (Servizi regionali di sviluppo agricolo, Servizi forestali regionali, ecc.).

Gli impianti di arboricoltura, se sostitutivi di colture agrarie più intensive o come scelta alternativa all'abbandono colturale di terreni agricoli marginali, possono offrire un significativo contributo alla lotta alla desertificazione nel territorio rurale. Nei territori che presentino condizioni di idoneità ambientale e di mercato, l'arboricoltura da legno può quindi essere indicata come misura forestale di *accompagnamento* per la lotta alla desertificazione, per contenere i fenomeni di degrado nei contesti rurali interessati da processi di spinta intensivizzazione o, al contrario, di marginalizzazione dell'agricoltura (vd. § 3.1.2).

Il monitoraggio del suolo in impianti di arboricoltura da legno realizzati in Piemonte su terreni ex-agricoli, alcuni dei quali soggetti a elevato rischio di deficit idrico, ha messo in evidenza come il cambio di coltura abbia portato alla mitigazione dei fenomeni di degrado attraverso un aumento del carbonio organico, il miglioramento della struttura del suolo, la differenziazione degli orizzonti e, su suoli utilizzati in passato per la risicoltura, l'innescare di processi di riossigenazione e riossidazione (PETRELLA e BONI, 2007).

Su terreni agricoli marginali, in base alle condizioni stazionali ed economiche, possono essere configurate tre opzioni di gestione:

- a fine ciclo si effettua il taglio e il reimpianto, mantenendo quindi la coltura arborea forestale;
- in condizioni di convenienza economica, si può prevedere il ritorno alla coltura agraria;
- la coltura si evolve verso la costituzione di un *silvosistema* (Foto 5.2).

Su terreni a tipica vocazione forestale il modulo colturale è di norma poco intenso e il sistema è transitorio, orientato a evolvere

verso un ecosistema forestale. In questo caso la coltivazione a medio termine diviene irreversibile e la scelta dei metodi colturali è decisiva per conseguire la rinnovazione naturale e il passaggio dall'*arboricoltura da legno* alla *selvicoltura*.

6. Sistemi agroforestali nelle aree a rischio di desertificazione

Il rimboschimento comporta la conversione di superfici nude o terreni agricoli in soprassuoli forestali. Questa trasformazione di uso del suolo non è attuabile in tutti i contesti territoriali; per quanto elevato sia il fabbisogno di interventi di rimboschimento nei territori di bassa collina e di pianura per contrastare il degrado dei suoli, conseguente a pratiche agricole intensive, improprie e gli effetti negativi della frammentazione (vd. § 3.1.2) è oggettivamente difficile in questi contesti reperire terreni da sottoporre al rimboschimento per il loro elevato valore fondiario e la redditività di usi del suolo alternativi (agricoli, infrastrutturali, residenziali, industriali). Proprio in questi ambienti possono trovar spazio altre tipologie di misure forestali quali *sistemi agroforestali*, *alberature frangivento* e *fasce arboree tampone* utili al contenimento dei fenomeni di degrado della produttività biologica e economica dei terreni.

Le alberature frangivento e le fasce arboree tampone svolgono funzioni ambientali simili; tuttavia trattandosi di tipologie di intervento nate in contesti storici diversi e comunque riferibili ad ambiti territoriali differenti, vengono qui trattate separatamente.

Per la loro ampia diffusione nei paesi del Mediterraneo, la conservazione di questi sistemi agroforestali, laddove ancora esistenti, assume un ruolo forse più rilevante che la loro creazione *ex novo* ai fini della lotta alla desertificazione.

6.1 Sistemi agroforestali

Negli anni si è assistito a una evoluzione del concetto di sistemi agroforestali (*agroforestry*). Nei paesi del Mediterraneo, in particolare, numerosi agro- e silvosistemi presentano i caratteri tipici dei sistemi agroforestali: deliberata consociazione in una stessa superficie di terreno di specie legnose (arboree e arbustive) e colture erbacee, frequentemente associate alla presenza di animali domestici. Questo tipo di sistema si basa su una sinergia positiva, ecologica e economica, tra selvicoltura e agricoltura che permette di combinare attività agricole (zootecnia, foraggicoltura,

cerealicoltura) alla produzione di prodotti forestali legnosi (es. legno, sughero, carrube, miele) secondo un'organizzazione consociativa sia spaziale che sequenziale.

In una recente analisi dello stato e del futuro dei sistemi «silvoarabili» in Europa, EICHHORN *et al.* (2006), considerano i sistemi agroforestali mediterranei differenti da quelli nord europei per la limitata disponibilità di risorse idriche. Molti dei sistemi agroforestali mediterranei sono diffusi in zone aride e a rischio desertificazione: si pensi alle sugherete e alle leccete della penisola iberica dove costituiscono le cosiddette *dehesas* e *montados*, ai sistemi ad *Argania spinosa* L. in Marocco e ad *Acacia tortilis* Hayne in Tunisia, ai carrubeti e ai frassineti in Sicilia.

Questi sistemi, diffusi e peculiari, caratterizzano i paesaggi rurali tradizionali delle zone aride mediterranee e hanno subito in questi anni un forte declino per le ragioni illustrate a proposito dei paesaggi dell'agricoltura tradizionale (§ 3.1.2). Anche l'aumento della siccità svolge un ruolo importante nel declino territoriale di queste formazioni, come accertato in Spagna (LOURO e SEQUEIRA, 1988; CEBALLOS *et al.*, 2004); anche in Sicilia in corrispondenza di annate con ripetuti eventi di scirocco si osserva una forte mortalità di roverella e del mandorlo nei sistemi agroforestali.

Anche il pascolo da componente fondamentale degli agroecosistemi e dei sistemi agroforestali mediterranei è spesso diventato, per via del sovrapascolamento, un fattore di degrado nei paesi del Mediterraneo (ENNE *et al.*, 2004).

Tra le numerose ragioni a favore di specifiche politiche e tempestive azioni di tutela dei sistemi agroforestali esistenti possono essere indicate:

- 1) la conservazione di agroecosistemi ecologicamente strutturati la cui sparizione può provocare un significativo decremento della biodiversità;
- 2) il ruolo che svolgono nello stoccaggio del carbonio, in quanto anche singoli alberi dei sistemi radi hanno effetti sul suolo e sulla sua funzionalità;
- 3) il ruolo di conservazione del paesaggio tradizionale.

Sotto il profilo tipologico, i sistemi agroforestali localizzati in aree

esposte alla desertificazione in Italia sono perlopiù *sistemi silvopastorali* e, in misura minore, *agrosilvopastorali*, a prevalenza di specie quercine. Sono invece esclusi i sistemi agroforestali destinati alla produzione legnosa sia di pregio (PARIS *et al.*, 2003; PARIS *et al.*, 2005) o di biomassa (GRUENEWALD *et al.*, 2007). Questi sono considerabili sistemi agroforestali *moderni*, risultato della combinazioni di specie e funzioni diverse da quelle tradizionali e non a caso diffusi in condizioni mesiche se non addirittura umide.

Gli interventi ipotizzabili per i sistemi agroforestali nelle aree a rischio di desertificazione sono due: salvaguardia e ripristino degli impianti esistenti e realizzazione di nuovi impianti.

6.1.1 Misure di salvaguardia dei sistemi agroforestali

Le poche analisi disponibili dimostrano come il ripristino dei sistemi agroforestali può in vari casi portare a vantaggi ambientali ed economici superiori a quelli ottenuti dai sistemi forestali propriamente detti (STAINBACK e ALAVALAPATI, 2004).

La salvaguardia necessita però di un cambiamento degli attuali orientamenti delle politiche agroforestali europee. Finora sono state privilegiate forme di intervento di minor valenza ambientale e legame con il territorio, quali la creazione *fasce arboree tampone* (vd. § 6.2.2), piuttosto che strategie di tutela concrete a favore dei sistemi agroforestali esistenti. Come dimostrano CARVALHO *et al.* (2002), questa politica si è rivelata inefficace per contrastare i processi di desertificazione nei Paesi mediterranei. In questo senso è significativo l'esempio delle sugherete, sistemi agroforestali per eccellenza che hanno subito, in Italia e in Portogallo, sensibili decrementi nella loro consistenza territoriale e fenomeni di deperimento (vd. BARBATI e CORONA, 2006; CORONA *et al.*, 2006).

Alla necessità di salvaguardare i sistemi agroforestali esistenti spesso si oppone l'argomentazione: l'abbandono può favorirne la rinaturalizzazione, trattandosi di sistemi culturali le cui specie arboree caratterizzano le cosiddette formazioni naturali potenziali (es. leccio, sughero, frassino). È quanto si osserva in molti uliveti percorsi dal fuoco in cui, nonostante la perdita della parte aerea e

quindi delle varietà, il ricaccio dalla base dell'ulivo selvatico contribuisce a creare un aspetto di maggiore naturalità; ciò è un vantaggio comunque apparente: in realtà l'abbandono produce, in gran parte dei casi, un decremento della biodiversità e la una perdita di caratteri identitari del paesaggio tradizionale. Inoltre, l'acuirsi dei fattori di degrado comporta una perdita di suolo e, in definitiva, una accelerazione dei processi di desertificazione.

La messa in atto di misure di salvaguardia di questi sistemi agroforestali dovrebbe quindi prevedere:

- 1) il coinvolgimento degli operatori agricoli che hanno o avevano gestito il sistema attraverso l'attivazione di risorse finanziarie a sostegno della loro attività;
- 3) l'applicazione di tecniche agronomiche e selvicolturali per la conservazione;
- 2) una strategia di commercializzazione dei prodotti ritraibili (sughero, manna, nocciole, etc.);
- 4) il sostegno alla ricerca nel settore, affinché possa trovare soluzioni agli aspetti che rendono antieconomico il mantenimento di questi sistemi.

Dati gli scopi di questa monografia, non possono essere qui fornite indicazioni dettagliate per ciascun singolo sistema agroforestale. Limitandosi ad esaminare le azioni fondamentali per la tutela delle sugherete – sistema agroforestale per il quale sono state disponibili pratiche consolidate di buona gestione (DETTORI, *et al.*, 2001; A.A. V.V., 2007) – i passi da compiere sono:

- 1) un impiego razionale delle risorse finanziarie; spesso queste formazioni sono state sostituite da rimboschimenti artificiali (che non hanno dato i risultati sperati) mentre la loro tutela, anche attraverso meccanismi di sostegno, avrebbe consentito di salvaguardare un ecosistema che non solo costituisce un paesaggio esclusivo, ma garantisce un prodotto commerciale, il sughero, ancora molto più richiesto dal mercato;
- 2) l'applicazione obbligatoria di tecniche di gestione anche *minimali* quali il decespugliamento per ridurre il rischio di incendio;

- 3) l'adozione di modalità di gestione coerenti con standard di gestione sostenibile delle sugherete appositamente individuati per le aree a rischio di desertificazione (vd. CORONA *et al.*, 2006);
- 4) l'integrazione tra la fase di produzione e i processi di trasformazione; ciò puntando su interventi che favoriscano la formazione di filiere di qualità, mediante la costituzione di reti che raccordino le varie realtà esistenti a livello regionale e nazionale;
- 5) la formazione di personale specializzato e addestrato ad operare con attrezzi tradizionali: nel caso della sughera il ricorso a personale non specializzato, per la delicatissima operazione della decortica, è particolarmente critico;
- 6) l'individuazione di un sistema condiviso di valutazione della qualità del sughero;
- 7) la valorizzazione della specie e del settore attraverso lo sviluppo di percorsi di fruizione del territorio integrati con altri settori produttivi (in particolare, enogastronomici).

Quanto indicato per la sughera è estendibile e generalizzabile a buona parte dei sistemi agroforestali mediterranei esistenti e può essere così sintetizzato: i) sostegno finanziario in virtù dei benefici ambientali e sociali che questi sistemi generano, ma spesso sottovalutati rispetto ai sistemi agrari propriamente detti; ii) adozione di tecniche sostenibili di gestione che prevedano anche il ricorso a tecniche moderne purché ecologicamente compatibili.

6.1.2 Realizzazione di sistemi agroforestali

La costituzione di nuovi sistemi agroforestali è una opzione alternativa al rimboschimento *sensu strictu* per il recupero della produttività biologica e economica di terreni degradati in zone aride. Si tratta di impianti arborei a densità ridotta, con un numero di piante ad ettaro variabili da 10 a 100 (GRUENEWALD *et al.*, 2007). Anche in questo caso sono disponibili pochi esempi soprattutto per la sughera o per sistemi di ambienti sub-umidi (GAKIS *et al.*, 2004).

Le funzioni svolte dagli alberi isolati e dalle formazioni arboree rade sono state fortemente rivalutate negli ultimi anni e

confermano le ragioni della loro vasta diffusione a livello mondiale (MANNING *et al.*, 2006). Alcune indicazioni tecniche di carattere generale per la realizzazione di queste formazioni sono:

1) la scelta delle specie deve essere non soltanto ecologicamente coerente con i caratteri ambientali dall'area interessata, ma deve tenere conto dell'obiettivo di conservare/recuperare componenti tipiche del paesaggio agricolo tradizionale; così in aree a prevalenza di sughera o dove questa si sia ridotta, a causa degli interconnessi processi di abbandono e degrado, va preferita questa specie. Esistono molti esempi in Italia che dimostrano come dove si è operato contravvenendo a tale principio i risultati sperati non sono stati conseguiti. Nell'altopiano Ibleo, a esempio, la sostituzione dei carrubeti con rimboschimenti di pini mediterranei ha portato all'inserimento di tessere forestali non coerenti con il paesaggio tradizionale, tessere peraltro più vulnerabili agli incendi che hanno pregiudicato i vantaggi ambientali attesi dai rimboschimenti. In Sardegna un fenomeno analogo si è verificato in alcune zone con l'inserimento di pino marittimo nelle aree a sughera;

2) scegliere genotipi di provenienza locale;

3) le tecniche di impianto (vd. § 9) devono privilegiare lavorazioni che non alterino la conservazione del suolo;

3) alle giovani piantine vanno garantite adeguate cure colturali; in particolare, essendo il pascolo verosimilmente presente, le piante vanno protette con *shelter* e, una volta cresciute, con reti come avviene in Sardegna per le piante da sughero. Possono essere altresì necessarie zappettature estive e irrigazioni di soccorso per garantire una elevata percentuale di attecchimento (così possono essere anche evitate densità iniziali elevate). Si può anche prevedere la costituzione di impianti inizialmente misti, con le latifoglie che edificheranno il sistema agroforestale (sughera e altre specie quercine, carrubo, ecc.) intercalate a conifere quali pini, purché si intervenga tempestivamente con interventi di diradamento per evitare fenomeni di concorrenza da parte di queste ultime (ABELTINO *et al.*, 2000);

4) i sistemi agroforestali trovano nel pascolo ragione di esistenza; nelle regioni mediterranee, tuttavia, una delle ragioni del degrado

delle superfici pascolive, praterie, garighe ecc. è legata all'elevata incidenza degli incendi conseguenti alla pratica messa in atto dai pastori di bruciare periodicamente queste formazioni, quando la copertura delle essenze non pabulari diventa eccessiva. In tal senso, nel caso di concessioni di aree demaniali ai pastori andrebbero introdotte norme per le pratiche di miglioramento dei pascoli basate, sull'eliminazione delle specie non pabulari attraverso lo sfalcio o l'eradicazione.

6.2.1 Alberature frangivento

Queste formazioni insieme alle siepi rappresentano formazioni forestali lineari che possono svolgere un ruolo importante nelle zone a rischio di desertificazione (FRANCO *et al.*, 2001).

Le *alberature frangivento* rappresentano barriere precipuamente concepite per la difesa dei terreni agricoli – storicamente derivanti, almeno nel nostro Paese, dalla bonifica delle paludi costiere – dall'azione dei venti (erosione eolica, trasporto e deposito di sabbia da aree costiere, trasporto di aerosol marino) e realizzate mediante l'impianto di uno o più filari di alberi disposti ortogonalmente alla direzione dei venti dominanti (BARBERA e LA MANTIA, 1991). In questo senso i frangiventi hanno svolto nei paesi del bacino del Mediterraneo un ruolo importante nella difesa dalla desertificazione. Molto spesso le molteplici funzioni da essi svolte fanno passare in secondo piano la difesa dal vento; questa dipende dall'altezza dei frangivento: infatti, essi proteggono la zona sottovento per una distanza sino a 10 volte la loro altezza, in relazione alla struttura della barriera.

L'abbattimento della velocità del vento comporta, in genere, una diminuzione delle escursioni termiche e igrometriche dell'aria, diurne e stagionali, e una riduzione dell'evapotraspirazione, con un risparmio idrico che può giungere al 25% delle perdite che si hanno in aperta campagna (ROOSE, 1994). La mitigazione climatica prodotta dai frangivento esercita effetti positivi sulla produttività delle colture agricole, particolarmente significativa nelle zone climaticamente predisposte alla desertificazione (PACUCCI *et al.*, 2002). Anche se spesso trascurata, ma non nelle aree desertiche, i frangiventi svolgono una preziosa funzione nella

difesa dal vento delle giovani piante forestali.

Altri effetti positivi delle barriere frangivento sulla funzionalità ecologica del territorio sono connessi alla loro potenzialità come corridoi ecologici e habitat per la fauna all'interno di agroecosistemi semplificati (MASSA e LA MANTIA, 1997; LO VERDE *et al.*, 2002). Purtroppo queste formazioni hanno subito un forte declino a causa dei processi di intensificazione dell'agricoltura in aree dove storicamente questa si è trasformata nell'agricoltura cosiddetta industriale – complice in alcuni casi, la ricomposizione fondiaria come in Friuli –, ma anche in aree dove l'agricoltura ricorre a minori input esterni (MARCHETTI *et al.*, 2002). Per il rilancio di questi sistemi occorre una adeguata informazione: gli svantaggi che determinano, come la concorrenza con le colture contermini è, infatti, più visibile dei vantaggi che si conseguono (AGRIMI e PORTOGHESI, 2002), a esempio perché ospitano preziosi ausiliari nella lotta agli artropodi dannosi (vd. LA MANTIA e MASSA, 1995). In questo senso, particolare attenzione bisogna porre nella scelta delle specie. A esempio gli eucalitti, pur avendo svolto storicamente un ruolo formidabile nelle operazioni di bonifica avvenute in Italia (vd. Agro pontino, Campidano), oggi non sono più proponibili (BARBERA e LA MANTIA, 1991).

6.2.2 Fasce arboree tampone

Nell'ambito delle attività di rimboschimento rientra anche la costituzione di *fasce tampone*. Questa soluzione, che consiste nell'inserimento di fasce boscate ripariali tra le zone coltivate e i corsi d'acqua, aggiunge alle potenzialità del rimboschimento (vd. § 3) la *fitodepurazione* – basata sul sistema suolo-vegetazione forestale quale filtro per la depurazione dell'acqua – azione particolarmente importante nei territori intensamente coltivati di bassa pianura o di fondovalle. Infatti, la ricostituzione di un ecosistema ripariale interposto tra coltivi e corsi d'acqua permette l'intercettazione e la riduzione dei flussi di inquinanti provenienti dalle aree soggette a pratiche agricole intensive. In tal senso, queste fasce boscate vengono anche definite *fasce tampone*. Le prestazioni depurative sono condizionate dalla struttura del tampone ripariale (larghezza, composizione, età). Si ritiene che fasce tampone a struttura mista (Figura 6.1), di larghezza non

inferiore a 30 m (zona adiacente al corso d'acqua a vegetazione forestale e zona adiacente al campo coltivato con vegetazione erbacea), possano ottimizzare l'effetto di intercettazione e di abbattimento dei principali inquinanti di origine agricola (BORIN, 2003).

La funzionalità ecologica delle fasce tampone non si limita alla fitodepurazione. BORIN (2003) indica le seguenti valenze ambientali delle fasce tampone:

- *barriere frangivento e/o assorbenti*, disposte ortogonalmente alla direzione del vento dominante, proteggono la zona sottovento; la potenzialità di fungere da barriera assorbente per polveri, aerosol e scarichi di varia natura (es. piombo e particolato) è di particolare interesse soprattutto in prossimità di infrastrutture viarie con elevato traffico veicolare che attraversano le aree agricole;

- *biodiversità*: le fasce, oltre a poter essere utilizzate come corridoi, costituiscono habitat permanenti per molti micromammiferi, siti di nidificazione e sosta per numerose specie di uccelli stanziali e migratori; esse influenzano positivamente la presenza di insetti predatori e sono quindi utili per il controllo biologico di insetti fitofagi.

Inoltre, realizzando la fascia tampone anche con specie idonee a un utilizzo produttivo può essere creata una opportunità di redditi integrativi per i proprietari.

Anche se, in ragione delle condizioni operative, queste formazioni vengono realizzate più facilmente nelle aree di pianura del Nord Italia, al sud e nelle isole i margini dei grossi invasi artificiali potrebbero essere destinati a questo scopo. Ciò contribuirebbe a diminuire il grave e diffuso fenomeno dell'interrimento e contribuirebbe ad aumentare la biodiversità. A esempio, questi boschetti, dove presenti, hanno svolto un ruolo importante nella diffusione degli ardeidi anche nell'Italia meridionale.

La realizzazione di fasce tampone deve prevedere (per approfondimenti, vd. FRANCO *et al.*, 2001):

- 1) la valutazione di cause ostative (es. incendi estivi) e la loro rimozione;
- 2) la valutazione degli spazi disponibili;

- 3) la scelta di specie coerenti con i caratteri ambientali della stazione;
- 4) la valutazione delle caratteristiche di sviluppo delle specie da impiegare e della loro eventuale potenzialità al fine di costituire luoghi di rifugio per specie dannose alle coltivazioni; a esempio, le specie pollonifere possono richiedere continue azioni di contenimento rispetto alle specie contermini;
- 4) una composizione specifica coerente con le finalità attribuite alla fascia tampone (produttive, protezione ambientale, habitat fauna);
- 5) un disegno di impianto a stratificazione verticale, ove possibile, mediante l'impiego di specie arboree e arbustive.

Contestualmente alla costituzione di fasce tampone è opportuno preservare la vegetazione ripariale spontanea. A esempio, in Sicilia negli ultimi anni molte fasce tampone naturali, costituite da numerose specie arboree e arbustive come salici e pioppi, hanno subito un declino a causa degli incendi delle aree agricole contigue coltivate a grano duro. In passato, le corrette pratiche agronomiche prevedevano la realizzazione, con il trattore, di una striscia lavorata attorno al campo, per evitare la propagazione del fuoco durante la bruciatura delle stoppie. Attualmente questa precauzione è realizzata con meno frequenza e gli incendi finiscono per interessare centinaia di ettari di aree ritenute di scarso valore ambientale (praterie, garighe, cespuglieti) e il loro danneggiamento contribuisce ad accelerare i processi di desertificazione su area vasta. Al degrado delle formazioni ripariali si contrappone la realizzazione di fasce tampone realizzate quasi esclusivamente con ginestra di Spagna e altre specie estranee alla flora siciliana, di scarso valore dal punto di vista ambientale (LA MANTIA e BARBERA, 2007). Anzichè concedere premi a chi realizza questo genere di fasce tampone andrebbero premiati gli agricoltori che mettono in atto pratiche agronomiche corrette, preservando le formazioni lineari esistenti.

7. Misure di rimboschimento e arboricoltura da legno nel quadro normativo-programmatico regionale

7.1 Orientamenti normativi

L'importanza della copertura forestale ai fini della protezione del suolo è riconosciuta da tempo, tanto da essere stata recepita a livello normativo già nel 1923 dal R.D. 3267, dove il rimboschimento è annoverato tra le opere di sistemazione idraulico-forestale e con esse disciplinato (art. 39).

Dal momento che si tratta di opere che svolgono una funzione i cui benefici sono a favore di tutta la comunità, l'approvazione del progetto esecutivo per la realizzazione di tali opere è di fatto una dichiarazione di pubblica utilità (art. 48). I lavori per la realizzazione delle opere di sistemazione sono a «cura e carico» dello Stato (art. 39), e ciò comporta la possibile totale o parziale sospensione di godimento da parte dei proprietari dei terreni da sistemare, sospensione compensata da una indennità annua (art. 50). Nello specifico caso di rimboschimenti o di ricostituzione dei boschi estremamente deteriorati su terreni sottoposti a vincolo idrogeologico, i lavori possono essere eseguiti direttamente dai proprietari oppure il terreno può essere ceduto temporaneamente all'ente che ha promosso l'intervento. In caso di inadempienza o mancata cessione, l'ente può procedere all'occupazione temporanea o all'espropriazione del terreno vincolato (art. 76). La gestione dei rimboschimenti realizzati con funzione protettiva, su terreni vincolati, è subordinata alla compilazione di un piano di coltura e conservazione (art. 54).

Negli anni settanta le competenze in merito al settore forestale, al vincolo idrogeologico e alle azioni di protezione del suolo sono state trasferite dallo Stato alle Regioni (D.P.R. 616/1977). I principi generali delineati nel Regio Decreto sono rimasti come cornice all'interno della quale sono state compilate le normative regionali afferenti al settore forestale e di difesa del suolo.

Nelle normative regionali (Tabella 7.1) l'ampliamento della

superficie boscata è sempre strettamente connesso alla difesa del suolo, e in particolar modo alle opere di sistemazione idraulico-forestale (Tabella 7.2).

Tabella 7.1 – Principali riferimenti normativi consultati.

| Regione/Prov. Autonoma | Riferimento normativo | Riferimento regolamentativo |
|------------------------|--|---|
| Abruzzo | L.R. n. 38 del 07.07.1982 e successive modifiche (L.R. n. 28 del 12.04.1994) | |
| Basilicata | L.R. n. 42 del 10.11.1998 e successive modifiche (L.R. n. 11 del 26.05.2004) | Regolamento applicativo della L.R. 42/1998 Delibera della Giunta Regionale n. 956 del 20.04.2000 |
| Calabria | L.R. n. 20 del 19.10.1992 | L.R. n. 1177/1955 Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale provinciali |
| Campania | L.R. n. 11 del 7.05.1996 e successive modifiche (L.R. n. 14 del 27.07.2006) | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale (2003) |
| Emilia-Romagna | L.R. n. 30 del 4.09.1981 e successive modifiche | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale (1995) |
| Friuli Venezia Giulia | L.R. n. 22 del 8.04.1982 e successive modifiche (L.R. n. 20 del 13.11.2000) L.R. n. 9 del 23.04.2007 | Regolamento forestale approvato con Decr. Pres. Giunta Reg. n. 23 del 12.02.2003 |
| Lazio | L.R. n. 39 del 28.10. 2002 | Regolamento regionale n.7 del 18.04.2005 |
| Liguria | L.R. n. 22 del 16.04.1984 L.R. n. 4 del 22.01.1999 | Regolamento regionale n. 1 del 29.06.1999 |
| Lombardia | L.R. n. 7 del 28.10.2004 | Regolamento regionale n. |

7. Quadro normativo-programmatico regionale

| | | |
|---------------|---|---|
| | | 1 del 23.02.1993 |
| Marche | L.R. n. 6 del 23.02.2005 | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale (2001) |
| Molise | L.R. n. 6 del 18.01.2000 | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale provinciali |
| Piemonte | L.R. n. 57 del 4.09.1979 e successive modifiche L.R. n. 20 del 3.04.1989 | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale |
| Bolzano | L.Prov. n. 21 del 21.10.1996 | Regolamento dell'ordinamento forestale Decr. Pres. Giunta Prov. n. 29 del 31.07.2000 |
| Trento | L.Prov. n. 48 del 23.11.1978 e successive modifiche L.Prov. n. 11 del 23.05.2007 | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale |
| Puglia | L.R. n. 18 del 30.11.2000 | Regolamento regionale n. 1 del 18.01.2002 |
| Sardegna | L.R. n. 24 del 9.06.1999 e successive modifiche (L.R. n.12 del 9.08.2002) | |
| Sicilia | L.R. n. 16 del 6.04.1996 e successive modifiche L.R.n.14 del 14.04.2006 | |
| Toscana | L.R. n. 39 del 21.03.2000 e successive modifiche | Regolamento forestale - Decr. Pres. Giunta Reg. n. 48/r del 8.08.2003 |
| Umbria | L.R. n. 28 del 19.11.2001 | Regolamento regionale |
| Valle d'Aosta | L.R. n. 4 del 22.08.1958 | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale (1930) |

7. Quadro normativo-programmatico regionale

| | | |
|--------|---|---|
| Veneto | L.R. n. 52 del 13.09.1978 L.R. n. 13 del 2.05.2003 e successive modifiche | Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale (1998) |
|--------|---|---|

Tabella 7.2 – Contenuti specifici inerenti i rimboschimenti nei riferimenti legislativi consultati.

| <i>Regione/Prov. Autonoma</i> | <i>Dichiarazione di pubblica utilità del rimboschimento</i> | <i>Ricostituzione di boschi degradati a carico pubblico</i> | <i>Rimboschimento compensativo</i> |
|-----------------------------------|---|---|--|
| Abruzzo | | | |
| Basilicata | | | |
| Calabria | | x | |
| Campania | | x | |
| Emilia-Romagna | x | x | |
| Friuli Venezia Giulia | | | x |
| Lazio | x | x | x |
| Liguria | x | | |
| Lombardia | | x | x |
| Marche | | | x |
| Molise | | | |
| Piemonte | | | |
| Bolzano | x | x | x |
| Trento | x | x | x |
| Puglia | | | |

| | | | |
|---------------|---|---|---|
| Sardegna | x | | |
| Sicilia | | x | |
| Toscana | x | | x |
| Umbria | | | x |
| Valle d'Aosta | | | |
| Veneto | | x | x |

Le opere di rimboschimento e la costituzione di fasce boschive sono considerate strumenti fondamentali di prevenzione e contrasto dell'erosione del suolo, particolarmente devastante su terreni nudi. Per tali motivi sono spesso dichiarate di pubblica utilità, urgenti e indifferibili (Tabella 7.2).

La Regione Sicilia, oltre agli interventi di conservazione del suolo, estende la dichiarazione di pubblica utilità anche agli interventi specificatamente finalizzati alla lotta alla desertificazione e ai cambiamenti climatici. Non essendo altresì specificate le tipologie, si suppone che tutti gli interventi con tali finalità, e dunque anche i rimboschimenti espressamente realizzati per contrastare la desertificazione, siano soggetti alla dichiarazione di pubblica utilità (art. 19 L.R. 16/1996 e successive modifiche). È comunque significativo che questa disposizione, riferita specificatamente alla lotta alla desertificazione, sia stata inserita nelle recenti modifiche della legge forestale regionale (L.R. 14/2006) e rappresenti l'unico caso riscontrato nell'ambito delle normative esaminate.

Nelle leggi regionali gli strumenti della cessione, o occupazione temporanea, e dell'esproprio ai fini della ricostituzione del soprassuolo e della difesa dei versanti hanno connotazioni simili a quanto definito nel R.D. 3267/1923. Da segnalare ancora una volta il caso della Sicilia che prevede l'occupazione o l'esproprio di boschi, anche di proprietà pubblica, che si trovino in condizioni di accentuato degrado (art. 43 L.R. 16/1996), mentre possono essere sottoposti a espropriazione i terreni ricadenti in zone sottoposte a vincolo idrogeologico, dove siano stati effettuati rimboschimenti volontari con contributo pubblico e che presentino un grado di

copertura arborea inferiore al 50% «qualora l'Amministrazione forestale riconosca la necessità di effettuare interventi di ripristino del soprassuolo ai fini della difesa e della stabilità dei versanti» (art. 27 L.R. 16/1996).

Le opere forestali connesse alle sistemazioni idraulico-forestali sono considerate di natura pubblica e pertanto eseguite a totale o prevalente carico dell'ente pubblico competente. Oltre al rimboschimento, anche la ricostituzione di boschi degradati può essere a totale carico delle Regioni o degli enti pubblici competenti (Tabella 7.2).

Tuttavia, rispetto al passato, quando gli interventi di rimboschimento e di miglioramento boschivo erano esclusivamente realizzati da Enti pubblici, oggi le politiche forestali regionali sono orientate a una partecipazione diretta dei soggetti privati sia nella progettazione che nella realizzazione del rimboschimento. Per favorire l'ampliamento della superficie boscata ai fini della conservazione del suolo sono previsti, infatti, contributi finanziari a favore di interventi anche nell'ambito della proprietà privata.

Le attività di rimboschimento, da realizzare prevalentemente in territori montani o soggetti a vincolo idrogeologico, ricevono il maggior contributo, in termini di spesa ammissibile, fino al 90% (Emilia-Romagna art. 4 L.R. 30/1981, Liguria art. 28 L.R. 4/1999). Nel Lazio i contributi pubblici per costituire, recuperare o ricostituire boschi pubblici o privati sono concessi solo a seguito dell'approvazione di un progetto di miglioramento e ricostituzione boschiva (Lazio art. 47 L.R. 39/2002). Marche e Veneto prevedono incentivi anche per la realizzazione di boschi in aree non montane. Nel primo caso gli incentivi sono a favore dell'impianto di «boschi naturaliformi aventi finalità protettive, paesaggistica ed ecologica, di tutela della fauna e finalità produttive» (art. 7 L.R. 6/2005). Nel secondo caso, un'apposita legge regionale disciplina la realizzazione di boschi nella pianura veneta mediante la concessione di contributi in conto capitale sino al 70% del costo di realizzazione dell'intervento (L.R. 13/2003). La Regione Lombardia all'art. 16 della L.R. 7/2004 istituisce il progetto Grandi Foreste: è finanziata la realizzazione di nuove grandi foreste e di nuovi sistemi forestali preferibilmente in territori privi o scarsi di vegetazione forestale. Il Progetto prevede la realizzazione, entro il

2009, di 10.000 ettari di nuovi boschi e sistemi forestali in applicazione delle Convenzioni ambientali internazionali. Parimenti, la legge promuove il finanziamento di progetti di rimboschimento in aree urbane, con lo scopo, tra gli altri, di mitigazione climatica.

La maggior parte degli interventi di rimboschimento è comunque realizzata da enti pubblici dal momento che ne è dichiarata la pubblica utilità. I rimboschimenti che non rientrano in questa categoria possono essere soggetti a un particolare regime autorizzativo, variabile da Regione a Regione.

In Piemonte, gli interventi di rimboschimento e arboricoltura da legno non necessitano di autorizzazione (art. 12 L.R. 20/89). È sufficiente una comunicazione preventiva in Liguria (art. 61 Regolamento regionale 1/1999) e in Emilia-Romagna (art. 71 Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale), solo nel caso di lavorazioni localizzate del terreno.

In Umbria il Regolamento di attuazione della L.R. 28/2001 (art. 72) prevede la comunicazione di intervento per tutti i rimboschimenti non eseguiti nell'ambito di misure comunitarie e statali; l'autorizzazione è invece necessaria per rimboschimenti, realizzabili esclusivamente a scopo di ricerca, con specie diverse da quelle elencate dal Regolamento forestale vigente (art. 7 L.R. 28/2001).

Il tipo di lavorazione del suolo condiziona il modello autorizzativo vigente nella Regione Toscana e disciplinato dal Regolamento forestale: su terreni saldi, la realizzazione di rimboschimenti tramite lavorazione andante del terreno è soggetta alla sola dichiarazione se l'intervento interessa superfici limitate (non superiori a 3 ha), pendenze inferiori al 25% e se sono rispettate le necessarie misure di salvaguardia contro l'erosione del suolo definite dallo stesso Regolamento; se queste condizioni non si verificano e non sono rispettate le norme tecniche previste, l'intervento deve essere autorizzato (art. 82 Regolamento forestale). Nella medesima Regione, nei terreni non boscati il rimboschimento non richiede né autorizzazione né dichiarazione purché le lavorazioni del terreno siano localizzate (art. 92 Regolamento forestale).

In Molise e Abruzzo sono agevolati i rimboschimenti su terreni gravati da uso civico; in particolare in Abruzzo non è richiesta l'autorizzazione per il mutamento di destinazione (art. 4 L.R. 28/1998).

In Friuli, il Regolamento forestale specifica la necessità di autorizzazione per imboschimenti su superfici prative (art. 33). La recente legge della Provincia di Trento in materia di gestione forestale prevede l'autorizzazione per la realizzazione di rimboschimenti volti al recupero o alla stabilizzazione di superfici degradate o manomesse qualora non espressamente previsti dai piani forestali e montani o dai piani di gestione forestale aziendale (art. 23 L.Prov. 23/2007). Nel Lazio l'impianto di nuovi boschi o di piantagioni forestali in aree sottoposte a vincolo idrogeologico è soggetto ad autorizzazione e si effettua sulla base di un progetto di miglioramento e ricostituzione boschiva; in questa Regione i lavori per l'impianto di nuovi boschi non sono soggetti ad autorizzazione quando sono realizzati su terreni con pendenza media non superiore al 20%, con valori massimi comunque inferiori al 35%, e per estensioni non superiori a 5.000 metri quadrati (art. 125 Regolamento forestale).

Le normative regionali possono prevedere la realizzazione di apposite cartografie per la selezione delle aree da rimboschire: a esempio, la Regione Emilia-Romagna prevede la compilazione di una carta, di validità decennale, dei terreni nudi suscettibili di rimboschimento (art. 2 L.R. 30/1981). La legge forestale della Regione Abruzzo predispone un catasto dei terreni da rimboschire nell'ambito del quale si accertano i terreni disponibili procedendo per bacini idrografici e individuando le priorità di intervento in base al grado di dissesto (art. 14 L.R. 38/1982).

Le normative forestali regionali sono elaborate al fine di implementare la politica regionale nel settore forestale, e pertanto assumono carattere di generalità, ma è possibile riscontrare alcuni riferimenti comuni di natura tecnica per la realizzazione dei rimboschimenti. Una norma ricorrente riguarda le specie da impiegare: si prescrive generalmente l'utilizzo di specie autoctone o naturalizzate di provenienza locale, di solito elencate in allegato alla normativa (Lazio artt. 40, 46 L.R. 39/2002, Umbria art. 15 L.R. 28/2001, Lombardia art. 16 L.R. 7/2004).

Ai sensi dell'art. 54 del R.D. 3267/1923, le leggi regionali prevedono la cura e la manutenzione dei nuovi impianti tramite un piano di coltura e conservazione. In particolare, per i nuovi impianti si prescrive la integrazione delle fallanze e idonee cure colturali (Liguria art. 9 L.R. 4/1999); è inoltre fatto obbligo di ripristinare la coltura in caso di incendio e di provvedere alla lotta antiparassitaria (Abruzzo art. 20 L.R. 38/1982). Ai fini della lotta alla desertificazione queste pratiche consentono la protezione e la difesa del bosco da alcune delle cause di degrado più diffuse e pericolose.

Nel Lazio, i boschi costituiti, recuperati o migliorati mediante contributo pubblico devono essere gestiti in conformità a un piano di gestione e assestamento forestale oppure, se di proprietà privata, almeno a un piano poliennale di taglio (art. 47 L.R. 39/2002).

Il *rimboschimento compensativo* rappresenta un'altra possibile forma di rimboschimento prevista dal D.Lgs. 227/2001 (art. 4) e recepita specificatamente nelle leggi forestali di alcune Regioni (Tabella 7.2). Esso viene realizzato per compensare la perdita di superficie boscata in seguito alla sua trasformazione in altro uso del suolo. Il rimboschimento viene effettuato con specie autoctone, preferibilmente di provenienza locale, su terreni non boscati. L'estensione minima dell'area boscata soggetta a trasformazione del bosco oltre la quale vale l'obbligo della compensazione è stabilita dalla Regione: in Toscana è pari a 2000 m² (art. 44 L.R. 39/2000), nel Lazio è di 5000 m² (art. 14 Regolamento forestale), in Friuli di 20.000 m² (art. 43 L.R. 9/2007).

Il rimboschimento compensativo è realizzato a spese del beneficiario dell'autorizzazione alla trasformazione, che è tenuto a rimboschire un terreno nudo generalmente di pari superficie a quella trasformata. Solo la Regione Lombardia, che prevede il rimboschimento compensativo «nelle aree con insufficiente coefficiente di boscosità, di norma identificate con quelle di pianura», prescrive che l'intervento sia realizzato su una superficie almeno doppia di quella trasformata (art. 4 L.R. 7/2004). Il D.Lgs. 227/2001 prescrive che la superficie da rimboschire ricada nel bacino idrografico in cui avviene la trasformazione (art. 4). L'identificazione delle aree da rimboschire, oltre che a caratteri geografici, potrebbe essere subordinata anche a un criterio di

priorità di difesa del suolo, connesso a diversi stadi di degrado: così il rimboschimento compensativo, pur non avendo uno specifico carattere sistematorio o protettivo, potrebbe comunque assumere valenza di opera di prevenzione e difesa del territorio da possibili cause di degrado e contribuire così alla lotta alla desertificazione.

7.2 Creazione e gestione di rimboschimenti e strumenti pianificatori

Le politiche forestali regionali vengono attuate attraverso numerosi strumenti: particolarmente significativi sono quelli relativi alla pianificazione dei settori agricolo-forestale, di difesa del suolo e tutela delle acque e di protezione dagli incendi boschivi. Sono stati esaminati i principali documenti di programmazione regionale (*piano forestale regionale - PFR, piano per l'assetto idrogeologico - PAI, piano di tutela delle acque - PTA, piano antincendi boschivi - AIB*) al fine di ricercare sinergie comuni nell'ambito della lotta alla siccità e desertificazione. In particolare, sono state evidenziate le misure di gestione e creazione di nuovi rimboschimenti contenute negli strumenti programmatici più recenti messi a punto nelle singole Regioni.

7.2.1 Piani forestali regionali

Ai sensi del D.Lgs. 227/2001, le Regioni definiscono le linee di tutela, conservazione e sviluppo del settore forestale nel territorio di loro competenza attraverso la redazione e la revisione di propri piani forestali. Il PFR individua gli obiettivi da conseguire e le azioni prioritarie relative al miglioramento del patrimonio forestale pubblico e privato, tenendo conto degli obiettivi della tutela ambientale e dello sviluppo socio-economico delle popolazioni interessate. Esso costituisce, inoltre, il quadro di riferimento per i piani pluriennali di opere e di interventi e per l'attuazione dei regolamenti comunitari inerenti il settore forestale.

Allo stato attuale risultano approvati i Piani o Programmi Forestali regionali di otto Regioni, mentre in Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento e Marche sono comunque disponibili altri documenti di indirizzo per il governo

delle risorse forestali regionali (Tabella 7.3).

L'ampliamento della superficie boscata rappresenta, in molti casi, un aspetto fondamentale delle linee programmatiche di indirizzo del settore forestale. La specificità degli interventi è connessa alle problematiche e alle peculiarità territoriali proprie di ciascuna Regione: tuttavia, denominatore comune è la valenza ambientale sempre più ampia attribuita ai rimboschimenti.

Tabella 7.3 – Principali documenti di programmazione regionale per il settore forestale.

| <i>Regione/Prov. Autonoma</i> | <i>Piano forestale regionale</i> | <i>Altri documenti di indirizzo per il governo delle risorse forestali regionali</i> | <i>Anno di approvazione/periodo di validità</i> |
|-------------------------------|----------------------------------|---|---|
| Abruzzo | x | | 2004-2006 |
| Basilicata | x | | 2005 |
| Calabria | x | Programma Autosostenibile di sviluppo nel settore forestale 2007-2009; Piano Attuativo AFOR 2007 | 2007-2013 |
| Campania | x | | 1997-2006 |
| Emilia-Romagna | Bozza | | 2006 |
| Lombardia | | Piano Agricolo Triennale Regionale 2000-2002 – Linee guida di politica forestale regionale | 2000-2002 |
| Marche | | Piano Agricolo Regionale | 2005 |
| Molise | x | | 2002-2006 |

| | | | |
|---------------|-------------|--|-----------|
| Piemonte | | Linee guida di politica per le foreste e i pascoli | 2005 |
| Trento | | Linee di indirizzo per la valorizzazione delle risorse forestali e montane | 2004 |
| Sardegna | x | | 2007 |
| Sicilia | Linee guida | | 2004 |
| Toscana | x | | 2001-2005 |
| Umbria | x | | 1997-2007 |
| Valle d'Aosta | | Piano generale per la selvicoltura | 1987 |
| Veneto | | Direttive di pianificazione forestale | 1997 |

Attraverso l'ampliamento della superficie boschiva si mira esplicitamente ad assolvere, oltre a finalità di difesa del suolo che rimangono prioritarie, anche altri obiettivi quali l'incremento dell'assorbimento del carbonio, la ricostituzione delle reti ecologiche, la tutela della biodiversità, la tutela delle risorse idriche per gli aspetti qualitativi e quantitativi, ecc., che rappresentano obiettivi strategici della politica nazionale, in attuazione delle Convenzioni internazionali relative all'ambiente (vd. § A.1). Di fatto, l'integrazione tra politiche di settore a livello regionale e linee di tutela e sviluppo delle risorse forestali definite in ambito internazionale e comunitario, e recepite dallo Stato, è un elemento che emerge con rilevanza sempre maggiore analizzando i documenti programmatici più recenti (Emilia-Romagna, Sardegna, Lombardia, Abruzzo, Sicilia, Basilicata, Calabria, Piemonte). A esempio, in Abruzzo, il Piano per il triennio 2004-2006 *Interventi di forestazione e valorizzazione ambientale* prevede tra gli obiettivi

il potenziamento del patrimonio boschivo esistente «mirando a soddisfare esigenze di protezione del suolo, ma soprattutto a rispondere alla finalità di incrementare i livelli di abbattimento dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera, ruolo nel quale è riconosciuta un'efficienza superiore ai boschi giovani rispetto a quelli maturi e stramaturi».

La localizzazione delle aree critiche da sottoporre a interventi di rimboschimento rappresenta un punto comune dei programmi e piani forestali analizzati. Il degrado ambientale e il dissesto idrogeologico caratterizzano le aree in cui gli interventi di rimboschimento assumono carattere prioritario tra quelle da sottoporre a interventi di rimboschimento. In particolare, Sicilia, Basilicata, Calabria e Sardegna comprendono le aree a rischio o soggette a desertificazione. Il Piano Forestale della Calabria, prevede una specifica azione (2B) per interventi di bonifica montana a carattere estensivo e relative misure di attuazione. Un'altra azione (2D) riguarda esplicitamente la prevenzione e il contenimento del rischio di desertificazione, con una specifica misura di attuazione relativa ai rimboschimenti. La Regione Sardegna rimanda al PTA per l'identificazione di aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione e per la loro designazione quali aree vulnerabili alla desertificazione, come previsto dall'art. 21 del D.Lgs. 159/99.

L'identificazione del dissesto idrogeologico, e quindi di aree più esposte a processi di degrado del suolo, coincide prevalentemente con terreni situati in zone montane. Tuttavia, i PFR delle Regioni interessate dal bacino del fiume Po localizzano gli interventi di rimboschimento prioritariamente in pianura e nella bassa collina. Mentre per le zone montane considera più urgente una politica di gestione dei rimboschimenti esistenti, in pianura l'Emilia-Romagna promuove la realizzazione di nuovi impianti forestali con finalità multiple (ricostruzione di habitat, assorbimento di inquinanti, costruzione di corridoi e reti ecologiche, consolidamento delle aree di connessione ambientale e delle zone perifluviali...) al fine di contrastare fenomeni di degradazione dei suoli e conservare la biodiversità soprattutto in zone ad agricoltura industriale.

In limitati casi, circoscritti geograficamente, il rimboschimento è

considerato quale possibile strumento di recupero forestale-ambientale per favorire la ricostituzione di popolazioni di specie endemiche: a esempio, il pino loricato (*Pinus heldreichii* Christ. var. *leucodermis* Ant.) in Calabria e il tasso (*Taxus baccata* L.) e l'abete bianco (*Abies alba* Mill.) sull'Appennino Lucano, oppure per ricucire habitat forestali frammentati (Basilicata).

I PFR sottolineano, in accordo con le politiche forestali espresse dalle leggi regionali di settore, la possibilità di intervento da parte del privato attraverso la concessione di incentivi pubblici (Sicilia, Emilia-Romagna, Toscana, Molise). Per l'identificazione dei fondi strutturali per la realizzazione dei rimboschimenti i PFR rimandano in genere alle misure specifiche contenute nei PSR (vd. § 4.1).

Gli effetti dell'opera di rimboschimento risultano tanto più efficaci quanto più ampia è la zona rimboschita (vd. § 3.1.4), ma la frammentazione della proprietà, non solo privata, può rappresentare un ostacolo alla realizzazione di tali opere. Per questa ragione, a esempio, il PFR della Sicilia incentiva la ricomposizione fondiaria dei complessi boscati demaniali regionali attraverso l'acquisizione di terreni nudi da rimboschire.

Il carattere di autoctonicità delle specie impiegate è la raccomandazione più ricorrente nei PFR (Toscana, Basilicata, Molise, Sardegna, Calabria). Per quanto riguarda altri specifici aspetti tecnici, invece, solo i PFR di Molise, Calabria e Sardegna approfondiscono le indicazioni.

Il documento programmatico del Molise specifica i principi naturalistici di base: la percentuale di specie autoctone non è inferiore al 75%, il numero totale di piante messe a dimora non è inferiore a 1.100 per ettaro, la distribuzione delle specie è legata alle condizioni stazionali e per determinate specie è prevista, in condizioni ottimali, la possibilità di realizzare impianti per gruppi monospecifici o totalmente monospecifici. Gli imboschimenti su base naturalistica mirano a creare popolamenti forestali in equilibrio con le condizioni ambientali della stazione e con altri complessi naturali circostanti; tuttavia la loro realizzazione è possibile anche in stazioni con condizioni difficili, dove è ammesso il ricorso a impianti monospecifici di specie pioniere, quali il pino nero.

Il PFR della Sardegna è strutturato in maniera gerarchica in ambiti tematici, misure e azioni, le quali si sviluppano a loro volta in sottoazioni e orientamenti gestionali. Il rimboschimento si configura come orientamento gestionale per il quale è fornita una scheda dettagliata che traccia le linee fondamentali in merito a: pianificazione, scelta della specie da utilizzare e del materiale di impianto, preparazione del terreno e lavorazioni, impianto, opere accessorie e cure colturali, monitoraggio. Tra le varie indicazioni è opportuno citare la previsione di un piano particolareggiato di rimboschimento da realizzarsi in presenza di comprensori relativamente estesi interessati da fenomeni di degrado del suolo. Il piano particolareggiato di rimboschimento classifica il comprensorio di riferimento sulla base delle priorità di intervento.

Il nuovo Piano Forestale Regionale della Calabria propone la redazione di piani comprensoriali per territori più o meno vasti con caratteristiche omogenee, a livello forestale e socio-economico, da gestire in base a obiettivi comuni e coordinati di pianificazione territoriale. Questi piani riguarderanno la gestione di territori di proprietà comunale, di enti o privati consociati tra loro; data la rilevante presenza di rimboschimenti in Calabria (vd. § 4.1), alcuni di essi potrebbero essere gestiti in modo unitario all'interno di piani comprensoriali, in modo da fornire uniformità alle indicazioni gestionali, migliorarne e incentivarne l'applicabilità.

Il PFR della Calabria prevede inoltre di localizzare a scala di bacino le aree cui realizzare nuove piantagioni forestali sulla base ad analisi di idoneità, quali la *Land Capability Classification*; ciò per consentire, in funzione del livello e del tipo di limitazioni stazionali, la preliminare discriminazione tra zone in cui è possibile realizzare impianti per arboricoltura da legno e quelle da recuperare al bosco mediante rimboschimenti (vd. anche § 8.2.2).

7.2.2 Piani per l'assetto idrogeologico

Il piano per l'assetto idrogeologico si configura come stralcio funzionale del settore della difesa idraulica e idrogeologica del piano generale di bacino previsto dalla L. 183/89. Il PAI costituisce lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale, in modo coordinato con i programmi nazionali, regionali e

sub-regionali di sviluppo economico e di uso del suolo, sono pianificate e programmate le azioni e norme di uso finalizzate ad assicurare in particolare la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e geologica, nonché la gestione del demanio idrico e la tutela degli aspetti ambientali a esso connessi.

Il PAI ha come oggetto l'identificazione sul territorio delle aree soggette ai vari livelli di rischio in relazione ai fenomeni di dissesto e la definizione della relativa normativa di attuazione: pertanto, individua e regola l'uso del suolo delle aree a rischio molto elevato, elevato, moderato e basso. In molti casi esso estende l'indagine anche alle situazioni di rischio potenziale e si configura come uno strumento di pianificazione specialistica che ha la capacità di incidere profondamente ai fini della tutela del territorio, costituendo un punto di riferimento anche al fine di indirizzare i soggetti preposti al governo del territorio verso scelte di programmazione coerenti con le reali possibilità di trasformazione del territorio stesso (GRUPPO 183, 2003).

Attualmente hanno completato l'iter burocratico, necessario per l'approvazione, i PAI di 18 Autorità di Bacino (Tabella 7.4).

Tabella 7.4 – Elenco dei piani per l'assetto idrogeologico approvati.

| <i>Autorità di Bacino</i> | <i>Indirizzi di uso del territorio per il settore agroforestale</i> |
|---------------------------|---|
| Basilicata | |
| Conca Marecchia | |
| Lao | |
| Reno | x |
| Sele | x |
| Arno | |
| Serchio | x |
| Po | x |
| Bacini Romagnoli | x |

| | |
|---------------------------|---|
| Calabria | |
| Campania Sarno | x |
| Campania Nord Occidentale | x |
| Liguria | |
| Marche | x |
| Magra | |
| Tevere | |
| Puglia | |
| Adige | |

Nonostante il PAI faccia riferimento a un ampio spettro di situazioni a diverso grado di rischio idrogeologico, il concetto di *desertificazione* non entra in maniera esplicita nei piani stralcio, se non nel caso dei PAI predisposti dalle Autorità di Bacino del fiume Arno, della Campania Nord Occidentale, della Puglia e della Basilicata. Nei primi due casi, ai sensi del D.Lgs. 152/1999, il piano prevede la perimetrazione di aree vulnerabili alla desertificazione e la definizione di specifiche misure di tutela in relazione al livello di vulnerabilità (art.16 PAI Arno; art. 23 PAI Puglia). Nel PAI predisposto dall'Autorità di Bacino della Basilicata viene introdotta la tematica della desertificazione nell'ambito delle problematiche agroambientali sottolineandone i rapporti di causa-effetto con l'agricoltura, mentre in merito all'identificazione delle aree sensibili e alla definizione degli interventi rimanda al più specifico Programma regionale per la lotta alla siccità e desertificazione (Deliberazione della Giunta Regionale 418/2002).

L'Autorità di bacino della Campania Nord Occidentale, nell'ambito del PAI, ha provveduto alla redazione della *Carta preliminare della vulnerabilità alla desertificazione*, nella quale sono state delimitate le *aree sensibili* e le *aree presumibilmente sensibili*. In entrambe i casi sono stati riconosciuti vari gradi di

priorità di interventi.

L'identificazione di aree a diverso livello di rischio idrogeologico e in dissesto, oggetto della pianificazione di bacino, evidenzia quelle più esposte all'innescò di fenomeni di degrado del suolo e quindi vulnerabili ai processi di desertificazione, se non si interviene con azioni di difesa. La programmazione di interventi di prevenzione e mitigazione dei processi di erosione del suolo, che rappresentano il contenuto fondamentale dei PAI, può quindi essere considerata a tutti gli effetti una programmazione ai fini della lotta alla siccità e desertificazione.

In genere, i PAI identificano il rimboschimento come misura specifica in tre particolari ambiti: il recupero e la riqualificazione del suolo in aree degradate, la gestione degli alvei e delle fasce fluviali, la manutenzione e la difesa dei versanti in stato di dissesto.

Le norme di attuazione, che costituiscono la parte tecnico-operativa di ciascun piano, prescrivono esplicitamente il rimboschimento tra le opzioni per la riqualificazione ambientale e la rinaturazione di aree degradate, in accordo con gli obiettivi della L. 183/1989.

Il PAI redatto dall'Autorità di bacino del fiume Serchio prescrive che l'intervento per il ripristino della copertura arborea risulti in continuità funzionale con interventi di regimazione idrica e consolidamento meccanico. Nello stesso documento sono definite in dettaglio le procedure di intervento da adottare in caso di area degradata da ricostituire: in tal caso si prevedono «interventi di ricostituzione e recupero ambientale volti alla difesa del suolo, la regimazione delle acque, la preservazione e il miglioramento della qualità dell'ambiente e del paesaggio» con particolare riguardo agli interventi per il contenimento dei processi erosivi del versante e il ripristino di un ecosistema paranaturale (rinaturalizzazione tramite tecniche di ingegneria naturalistica, ripristino della vegetazione autoctona, rimboschimento) mediante il corretto inserimento delle opere sotto il profilo estetico-paesaggistico nonché naturalistico.

In merito alla difesa e manutenzione dei versanti a diverso grado di dissesto, i PAI prevedono interventi di sistemazione e miglioramento ambientale finalizzati a ridurre il rischio

idrogeologico, compatibili con la stabilità dei suoli e in grado di favorire la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali. Tra questi è lecito collocare le opere di rimboschimento, interventi strutturali estensivi a complemento delle opere più specificatamente idrauliche. Ai rimboschimenti è data particolare enfasi nel PAI elaborato dall'Autorità di Bacino della Campania Nord Occidentale, dove si sottolinea «la necessità di intervenire nelle zone montane e collinari, dove più estese e intense sono le azioni erosive, con opere diffuse di rimboschimento (...)». L'approccio basato sull'emergenza, che ha portato alla realizzazione di opere intensive prevalentemente localizzate nelle aree della pianura campana, viene sostituito da un approccio basato su interventi estensivi e intensivi a lungo termine, da realizzare nella parte superiore del bacino, dove il fenomeno erosivo inizia a manifestarsi e la sistemazione agisce sulle cause di dissesto.

Il PAI dell'Autorità di bacino della Campania Nord Occidentale, comprende anche un Quaderno associato alla Carta degli Interventi Strutturali previsti nel PAI, che fornisce una elencazione commentata delle tipologie di interventi strutturali e non strutturali che possono essere impiegati per il risanamento idrogeologico e il recupero ambientale delle aste fluviali critiche e dei versanti in frana. Il Quaderno, fermo restando le valutazioni di dettaglio e le scelte tecniche proprie delle fasi di progettazione, è da considerare un documento di indirizzo che suggerisce, in accordo con gli attuali orientamenti del settore, il ricorso a opere a basso impatto ambientale; a tal fine esso propone, ove possibile, il ricorso a interventi di ingegneria naturalistica. Tra gli interventi strutturali di difesa attiva (o, anche, preventivi) finalizzati ad impedire l'innescio di fenomeni di dissesto, rientrano gli interventi di sistemazione dei versanti finalizzati al controllo dell'erosione superficiale: tra questi l'inerbimento e il rimboschimento.

Il monitoraggio e le cure colturali dei rimboschimenti sono garanzia del mantenimento dell'efficienza idrogeologica del sistema suolo-soprassuolo, perciò il PAI adottato dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere predispone la costituzione di un catasto degli interventi di rimboschimento e delle opere di sistemazione idraulico-forestali ai fini della programmazione degli interventi di manutenzione (art.19 Norme di Attuazione).

La gestione degli alvei e delle fasce fluviali comprende il recupero della qualità ambientale del corpo idrico e la difesa del territorio di pertinenza dei corsi d'acqua, obiettivi che possono essere realizzati attraverso interventi di rinaturalizzazione o rinaturazione. Tra gli interventi di rinaturazione delle fasce fluviali, il PAI del fiume Po comprende la riforestazione diffusa naturalistica, gli impianti di vegetazione arborea e arbustiva per ricostituire la continuità della fascia ripariale, il ripristino o costituzione di formazioni vegetali arboree, l'arboricoltura da legno a ciclo medio-lungo con specie autoctone in sostituzione di coltivazioni o usi a maggior impatto (Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle norme del PAI).

Oltre alle situazioni di ripristino della funzionalità idraulica, il rimboschimento può essere previsto come intervento di mitigazione del rischio idraulico delle fasce fluviali. A esempio, nei bacini dei fiumi Conca e Marecchia sono previsti interventi di rimboschimento nei versanti con fenomeni di dissesto idrogeologico comportanti significative ricadute sulle dinamiche fluviali per il controllo dell'apporto idrico e solido.

Inoltre, il rimboschimento, soprattutto lungo le aste fluviali, può assumere importanti significati ecologici: dalla formazione di corridoi per la salvaguardia della biodiversità (vd. § 3.1.3) alla creazione di *ecosistemi filtro* (vd. § 6.2.2) nelle aree di golena e di fondovalle.

Gli interventi predisposti dalla Autorità di Bacino sono finalizzati, nella logica complessiva del bacino, oltre che al risanamento del dissesto idrogeologico e del degrado ambientale, anche a un uso appropriato delle risorse del territorio. In particolare, i piani possono prevedere indirizzi di uso del territorio per il settore agroforestale al fine di promuovere un livello generale di protezione nei confronti dei fenomeni di degrado, che si possono instaurare in zone con più o meno marcata propensione al dissesto (Tabella 7.5).

I PAI si configurano come strumenti di programmazione a livello di settore: non entrano nel dettaglio tecnico delle opere di rimboschimento, ma possono fornire indicazioni di larga massima per la loro realizzazione in merito alle specie da impiegare, preferibilmente autoctone, o alla forma dell'impianto, geometricamente irregolare dove possibile.

Indicazioni tecniche più specifiche sono talora contenute in documenti a corollario del PAI. A esempio, l'Autorità di Bacino del fiume Po ha approvato una specifica direttiva tecnica per gli interventi di rinaturazione nell'ambito delle fasce fluviali, mentre l'Autorità di bacino della Campania Nord Occidentale ha realizzato il Quaderno degli Interventi prima menzionato che fornisce una elencazione commentata delle tipologie di interventi per il risanamento idrogeologico e il recupero ambientale delle aste fluviali critiche e dei versanti in frana (Tabella 7.5).

Tabella 7.5 – Indicazioni tecniche riferite alle opere di rimboschimento nei PAI delle Autorità di Bacino del Fiume Po e della Campania Nord Occidentale.

| <i>Autorità di Bacino</i> | <i>Documento</i> | Indicazioni |
|-----------------------------|---|---|
| Autorità di Bacino Fiume Po | Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle norme del PAI | <ul style="list-style-type: none"> - uso di specie autoctone e tipiche degli ambienti e delle formazioni vegetali interessate - sesti di impianto sinusoidali o di apparenza irregolare - autosostenibilità, intesa come massima riduzione possibile degli interventi di manutenzione senza diminuire efficacia e efficienza dell'intervento - assenza di interferenze negative sul regime idraulico - divieto dell'uso di diserbanti e antiparassitari, salvo casi particolari da esplicitare |

| | | |
|--|------------------------------|---|
| Autorità di Bacino Campania Nord occidentale | Quaderno degli interventi | <ul style="list-style-type: none"> - apertura di buche di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale - piantagione di specie a radice nuda o in fitocella - ricolmatura con terreno vegetale, compressione del terreno adiacente le radici e irrigazione - densità di impianto di 1000-3000 alberi per ettaro, con valori fino a 7000-8000 in situazioni di elevata erodibilità |
|--|------------------------------|---|

7.2.3 Piani anticendi boschivi

Il passaggio ripetuto del fuoco, spesso in associazione ad altri fattori degradativi (pascolo eccessivo, utilizzazione non razionale delle risorse forestali), ha portato, soprattutto in ambito mediterraneo, alla diffusione di situazioni di degrado che rappresentano favorevoli punti di innesco per successivi dissesti idrogeologici e processi di desertificazione. D'altra parte, le aree più vulnerabili all'erosione e/o più colpite dalla siccità sono quelle in cui gli effetti del passaggio del fuoco risultano in genere più dannosi. Così come nel caso della difesa idrogeologica, anche gli interventi a favore della riduzione degli incendi e dei loro effetti risultano di fondamentale importanza ai fini di mitigare e prevenire forme di dissesto e di degrado, preludio a possibili processi di desertificazione.

Per affrontare il fenomeno degli incendi la L. 353/2000 (legge quadro in materia) prevede la programmazione, a livello regionale, delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva attraverso uno specifico piano regionale (piano AIB), sottoposto a revisione annuale (art. 3). Il piano individua, tra l'altro: le cause determinanti e i fattori predisponenti l'incendio, le aree percorse dal fuoco, le aree a rischio, gli interventi per la previsione e la prevenzione.

I piani AIB risultano approvati in quasi tutte le Regioni (Tabella 7.6). Il rimboschimento rientra tra le opzioni per la difesa del

territorio dagli incendi e – di riflesso per la lotta alla desertificazione – quasi esclusivamente in merito al ripristino delle aree percorse dal fuoco, più vulnerabili a eventuali processi di erosione del suolo e quindi di degrado. Solo la Calabria, che nella relazione al piano sottolinea il rapporto di causa-effetto che lega desertificazione, dissesto idrogeologico e incendi, considera l'impianto di nuovi boschi anche tra gli interventi preventivi, al fine di migliorare l'assetto vegetazionale degli ambienti naturali forestali in difesa dagli incendi; in particolare, per i nuovi rimboschimenti questo piano prevede la realizzazione di fasce protettive con specie forestali più resistenti al fuoco.

Per quanto riguarda il ripristino delle aree percorse dal fuoco, la maggior parte dei piani rimanda all'art. 10 della L. 353/2000, ai sensi del quale sono vietate per cinque anni, su soprassuoli percorsi da incendio, «le attività di rimboschimento e di ingegneria ambientale sostenute con risorse finanziarie pubbliche, salvo specifica autorizzazione concessa dal Ministro dell'Ambiente, per le aree naturali protette statali, o dalla regione competente, negli altri casi, per documentate situazioni di dissesto idrogeologico e nelle situazioni in cui sia urgente un intervento per la tutela di particolari valori ambientali e paesaggistici». Basilicata e Emilia-Romagna rimandano invece a strumenti programmatici e normativi più specifici del settore forestale, rispettivamente il programma annuale di rimboschimento e le Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale (PMPF).

Tabella 7.6 – Elenco dei piani antincendi boschivi approvati.

| Regione/Prov. Autonoma | <i>Anno di approvazione/periodo di validità</i> |
|------------------------|---|
| Basilicata | 2005 |
| Calabria | 2006-2009 |
| Campania | 2003 |
| Emilia-Romagna | 2005 |
| Lazio | 2003 |

| | |
|---------------------|-----------|
| Liguria | 2003-2006 |
| Lombardia | 2003 |
| Marche | 2002 |
| Molise | 2004-2006 |
| Piemonte | 2003-2006 |
| Provincia di Trento | 2000 |
| Sardegna | 2006 |
| Sicilia | 2003 |
| Toscana | 2004-2006 |
| Umbria | 2003 |
| Veneto | 1999-2001 |

Tuttavia, in vari casi il ripristino della vegetazione in aree percorse dal fuoco è specificatamente disciplinato (Calabria, Molise, Toscana, Piemonte, Veneto, Liguria, Lombardia): mentre alcune Regioni sottolineano i casi in cui possono essere autorizzati interventi finalizzati alla realizzazione di rimboschimenti, in deroga alla legge quadro nazionale, altre si soffermano maggiormente sulle tipologie e sui principi di riferimento per la realizzazione degli interventi (Toscana, Veneto, Piemonte).

Le aree che possono essere oggetto di rimboschimento in seguito al passaggio del fuoco si identificano con le aree classificate dal piano AIB a rischio o pericolosità elevata (Molise, Liguria), ma anche con aree in cui la scomparsa o la riduzione della copertura forestale, accelerando fortemente i fenomeni erosivi, determina un grave pericolo per la difesa del suolo e quindi rischio di innesco dei processi di desertificazione

Oltre a situazioni di pericolo idrogeologico, il piano AIB del Veneto prevede la possibilità di intervenire con rimboschimenti anche in aree a copertura erbacea « nei casi in cui l'elevata potenza dell'incendio abbia comportato la completa eliminazione della

parte epigea, con fenomeni di calcinazione, e in presenza di pendenze elevate», specificando che, «in questo caso, gli interventi debbono avvenire, se possibile, prima del periodo di massima precipitazione».

Per far fronte all'erosione del suolo, il piano AIB della Toscana prescrive che, in ogni caso, per gli interventi di ripristino è necessario prevedere opere di regimazione delle acque.

Il ricorso al rimboschimento per la ricostituzione della superficie boschiva in seguito al passaggio del fuoco non sempre è necessario, ma diventa prioritario «nei casi in cui il mancato intervento potrebbe dar luogo a un peggioramento delle condizioni di degrado o qualora il passaggio del fuoco abbia causato un impatto ambientale elevato» (Lombardia). La scelta del rimboschimento, ai fini della ricostituzione boschiva in seguito all'incendio, rimane comunque un intervento a cui ricorrere dopo aver valutato l'entità dei danni causati dal fronte di fiamma, le condizioni stazionali, la tipologia di vegetazione presente, la capacità concorrenziale delle specie arboree, soprattutto verso la vegetazione erbacea, e le condizioni di rischio di incendio dell'area stessa (Lombardia, Veneto).

Un elemento fondamentale per la riuscita dei rimboschimenti nelle condizioni stazionali che si creano a seguito del passaggio del fuoco è rappresentato dalla scelta delle specie da impiegare. Le indicazioni contenute nei piani sono orientate all'impiego di specie a bassa combustibilità o dotate di un maggior adattamento agli ambienti interessati da incendio (Toscana, Veneto). Informazioni più puntuali sono contenute nel piano del Piemonte, che riporta i risultati di un'esperienza di ricostituzione boschiva, condotta in ambito regionale, al fine di fornire indicazioni relative a modalità di intervento differenziate secondo le diverse tipologie vegetazionali.

Dal quadro normativo e programmatico presentato emerge una crescente presa di coscienza, da parte delle Regioni, del rischio di desertificazione, come testimoniano gli espliciti riferimenti contenuti nei documenti più recenti. Inoltre, la presenza di punti di contatto tra gli strumenti di pianificazione a livello regionale e sovra-regionale sottolineano come la problematica interessi

trasversalmente settori amministrativi diversi, e quindi come una risposta efficace possa derivare solo da un'azione tra questi coordinata.

8. Strategia di intervento nelle aree a rischio di desertificazione

Obiettivo di questo capitolo è la definizione di capisaldi di una strategia di lotta alla desertificazione basata sul rimboschimento che possa essere implementata a livello regionale nel quadro degli strumenti normativi, programmatici e pianificatori illustrati (vd. § 7). Nella lotta alla desertificazione il rimboschimento rappresenta una misura polifunzionale e complementare alla gestione forestale sostenibile e costituisce al contempo una opzione alternativa all'abbandono dei terreni agricoli in zone svantaggiate e marginali.

8.1 Riforma di medio termine della Politica Agricola Comunitaria: nuovi terreni per il rimboschimento?

Il ritiro dalla produzione agricola nelle aree cosiddette marginali è un processo avviato da tempo (vd. § 3.1.2) e che potrà subire un'accelerazione in futuro. Si prevede infatti una accentuazione del fenomeno dovuta al regime di disaccoppiamento dei premi dalla produzione, introdotto dalla riforma di medio termine della PAC (BONGIOVANNI, 2005). Con il disaccoppiamento i produttori ricevono un sostegno più o meno della stessa entità di quello ricevuto sotto il regime precedente, ma senza alcun vincolo produttivo. Ciascuno è libero di scegliere se e cosa produrre, in base alle convenienze del mercato. Ciò può giocare anche a favore di una valorizzazione delle produzioni agricole attraverso tecniche tradizionali (vd. anche § A.1.3). Tuttavia è ragionevole aspettarsi, dove non esista sufficiente capacità tecnica e imprenditoriale, un diffuso ritiro di molti terreni dalla produzione agricola. Se il terreno è un seminativo, l'agricoltore, per il regime di condizionalità, sarà obbligato a un livello minimo di mantenimento di pratiche agronomiche (vd. Norma 4.2, MIPAF, 2005), volto a attenuare le conseguenze negative dell'abbandono colturale (es. aumento del rischio di incendio e di erosione del suolo).

Di qui l'interrogativo: perché non sfruttare questa congiuntura – che di fatto *libera* spazi fisici dalla produzione agricola – per accelerare, attraverso il rimboschimento, il ritorno del bosco?

In quali condizioni si rende necessario/opportuno stimolare

(attraverso opportune forme di incentivazione) questa opzione, tenuto conto che le pratiche agronomiche minime anzidette non sempre sortiscono l'effetto sperato di ridurre il rischio di incendi e soprattutto i processi erosivi?

Il rimboschimento deve limitarsi ai terreni agricoli ritirati dalla produzione o andrebbero sostenute anche altre alternative, quali a esempio la riconversione di colture agricole intensive verso produzioni forestali?

E ancora: come comportarsi con le aree agricole abbandonate spesso costituite da aziende parcellizzate, *terre di nessuno* nelle quali, per le ridotte superfici e le difficoltà anche pratiche di rinvenimento dei proprietari, è difficile avviare interventi di tutela attiva tra cui il rimboschimento?

Una recente analisi sull'implementazione nei POR e PSR 2000-2006 di misure forestali utili a contrastare il degrado dei suoli e la desertificazione (ampliamento del patrimonio forestale, sostegno alla gestione forestale sostenibile, lotta agli incendi boschivi) ha messo in luce come le Regioni maggiormente interessate da condizioni di rischio di desertificazione, pur avendo attivato tali misure, non sempre hanno favorito la localizzazione degli interventi nei territori più esposti ai processi di degrado (BARBATI e RONCONI, 2006). A esempio, solo i POR di Basilicata, Sicilia e Campania hanno incluso tra i criteri di priorità per la selezione delle proposte progettuali l'ubicazione degli interventi in aree a rischio di desertificazione e/o soggette a dissesto idrogeologico.

Nel nuovo Reg. UE 1698/2005 per lo sviluppo rurale è esplicitamente prevista la concentrazione territoriale degli interventi di imboschimento in *zone idonee*, che gli Stati membri dovrebbero designare «per motivi ambientali quali la protezione contro l'erosione, la prevenzione delle calamità naturali o l'espansione della massa forestale per attenuare il cambiamento climatico» (Art. 44).

In questa prospettiva, e anche in vista di eventuali incentivi legati alle attività di afforestazione e riforestazione per il sequestro del carbonio (vd. § A.1.2), è necessario che la concessione degli aiuti per interventi di rimboschimento diventi più selettiva e concentri l'allocazione delle risorse laddove effettivamente ve ne è più

bisogno. La concentrazione degli interventi in zone idonee aiuta peraltro a massimizzare i potenziali benefici ambientali derivanti dal rimboschimento. I paragrafi che seguono propongono un iter metodologico utilizzabile dalle Amministrazioni Regionali per definire *aree prioritarie* su cui concentrare gli investimenti in attività di rimboschimento.

8.2 Selezione di aree prioritarie

8.2.1 Criteri generali

La modulazione spaziale delle misure di lotta alla desertificazione richiede l'individuazione di unità territoriali di intervento di scala appropriata.

Quali criteri si prestano meglio a ripartire la superficie regionale in unità territoriali di intervento?

Essendo l'erosione superficiale una delle manifestazioni della desertificazione, l'unità territoriale di riferimento, sia ai fini della zonizzazione del rischio che per la programmazione degli interventi – inquadrabili nel più vasto campo della conservazione del suolo – non può che essere il bacino idrografico.

In Spagna, il *National Plan of Priority Actions in Forest-Hydrologic Restoration, Erosion control and Combating Desertification* fa riferimento ai bacini idrografici per zonizzare il territorio nazionale in ambiti territoriali con diversa priorità di intervento (DELGADO SÁNCHEZ, 2004).

La priorità di intervento associata a ciascun bacino dipende, a rigor di logica, dall'articolazione spaziale del rischio di desertificazione e/o idrogeologico all'interno del bacino. Articolazione da quantificare e mappare a scala regionale attraverso apposite cartografie.

La mappatura del rischio di desertificazione consente una discretizzazione quantitativa dello stesso su base spaziale (vd. metodologia ESA, § 1.3): è quindi possibile attribuire un valore di rischio a ogni bacino idrografico (es. media ponderata delle superfici a diverso livello di rischio presenti nel bacino). Si

possono così ordinare i bacini idrografici secondo livelli crescenti di rischio e, conseguentemente, pianificare le priorità di intervento (vd. Box 8.1).

Nei casi in cui la cartografia del rischio non sia stata validata è opportuno un controllo sulla base di dati indipendenti: a esempio, banche dati pedologiche contenenti variabili assimilabili a indicatori di desertificazione (erosione idrica, contenuto di sostanza organica nel suolo, presenza di croste superficiali, ecc.) possono essere utilizzati per una verifica della sensitività della cartografia. Altre tecniche di localizzazione su vasta scala regionale di fenomeni di degrado in atto possono essere basate sull'impiego di dati multitemporali telerilevati; a esempio, per la mappatura di processi di desertificazione sono state applicate tecniche di *ranking* locale della produttività primaria netta stimata attraverso dati telerilevati (WESSELS *et al.*, 2004).

Box di approfondimento 8.1

Zonizzazione degli interventi di rimboschimento nel Piano Forestale della Sicilia

Il principio di zonizzazione delle priorità di intervento è stato recentemente applicato nella redazione del Piano Forestale Regionale della Sicilia. Si è proceduto preliminarmente all'individuazione delle zone a cui accordare priorità per interventi di rimboschimento integrando differenti geodatabase: rischio di desertificazione, bacini idrografici, vincolo idrogeologico, uso del suolo, vincolo naturalistico. Il territorio regionale è stato quindi ripartito in aree ecologicamente omogenee per caratteri climatici, geologici e di pendenza, al fine di selezionare le specie ecologicamente coerenti ai caratteri ambientali delle singole aree di intervento.

8.2.2 Localizzazione a scala di bacino

La distribuzione degli interventi dovrebbe seguire una logica di riequilibrio dell'uso delle risorse locali alle potenzialità nei diversi settori del bacino idrografico. Queste potenzialità possono essere individuate attraverso l'applicazione di metodi di valutazione del territorio, come a esempio la *Land Capability Classification* (KLINGEBIEL e MONTGOMERY, 1961). Questo sistema consente, in

funzione del livello e del tipo di limitazioni, di eseguire anche una discriminazione tra le aree in cui è possibile realizzare impianti per arboricoltura da legno e quelle da recuperare al bosco mediante rimboschimenti. La capacità d'uso dei suoli, infatti, dipende sia dalle loro caratteristiche fisico-chimiche, che da alcuni elementi del territorio (pendenza, stabilità dei versanti, condizioni climatiche, ecc.) che condizionano la possibilità di un determinato uso (es. limitazioni nella scelta delle colture, nella meccanizzazione, ecc.) o rendono il territorio vulnerabile ai processi di degradazione (es. erosione) (DIMASE e IOVINO, 1988).

Su tale base, nei bacini a più alta priorità gli interventi dovrebbero essere localizzati in modo tale da poter sfruttare al meglio le possibili sinergie tra misure forestali e interventi nel settore agricolo.

In questa ottica, gli interventi di rimboschimento dovrebbero concentrarsi:

- su terreni nudi o con copertura vegetale inferiore al 40% (soglia di copertura critica per il rischio di erosione del suolo, vd. AA.VV., 2005b) in aree a vocazione forestale; da escludere le aree con praterie primarie o secondarie efficienti sotto il profilo della conservazione del suolo e/o afferenti agli habitat Natura 2000 (Direttiva 92/43/EEC): a esempio le praterie della classe *Lygeo-Stipetea* dominate da *Ampelodesmos mauritanica* (Poiret) T. Durand et Schinz. o *Lygeum spartum* L.;

- su terreni agricoli (dimessi o ancora coltivati) con caratteristiche tali da precludere ogni possibilità di utilizzazione agricola;

Gli interventi sopra indicati dovranno integrarsi alle misure di sostegno alla gestione forestale dei popolamenti forestali eventualmente presenti all'interno del bacino, rivolte specificatamente ai soprassuoli degradati di origine naturale o agli impianti forestali già realizzati (vd. § 9.9), con particolare riferimento al recupero e alla valorizzazione polifunzionale dei boschi degradati in aree soggette a uso civico (SCOTTI e CADONI, 2007).

Analogamente, l'introduzione di metodi di produzione agricola a basso impatto ambientale (misure agroambientali dei PSR, tecniche agricole tradizionali per la conservazione del suolo) dovrebbero

concentrarsi soprattutto nelle aree coltivate con limitazioni all'uso agricolo. Criteri per la scelta delle aree più idonee all'introduzione di questi metodi sono esposti da IANNETTA *et al.* (2005).

9. Tecniche culturali

Il rimboschimento di terreni degradati nelle zone aride e semiaride rappresenta un intervento particolarmente delicato sotto il profilo tecnico, per le difficili condizioni ambientali in cui si opera. In particolare, i ridotti apporti idrometeorici e i prolungati periodi di siccità rappresentano una grave limitazione per l'attecchimento e il successivo sviluppo delle piantine. La modesta profondità di suolo esplorabile dalle radici e la scarsa fertilità chimica, accompagnata in alcuni casi da limitazioni di natura fisica dei suoli, contribuiscono a ridurre le possibilità di successo degli interventi di rimboschimento.

Nel passato le condizioni di erosione dei suoli che interessavano interi versanti e il deficit di legname di conifere determinarono un largo uso di specie del genere *Pinus* che, per le loro caratteristiche bio-ecologiche, su terreni in condizioni estreme di degradazione, rispondevano meglio rispetto alle specie caratteristiche delle fasi vegetazionali più evolute. Scelte dettate in molte aree dal dover operare in situazioni oggettivamente difficili, per le quali era necessario affidarsi a specie che dessero garanzia di elevato attecchimento e di rapido accrescimento in modo da coprire rapidamente il suolo. Come precedentemente asserito (vedi § 3.2), proprio perché si è trattato di interventi a grande scala sono sfuggite quelle situazioni nelle quali le migliori condizioni pedologiche avrebbero consentito l'impiego di specie diverse dai pini.

Oggi le minori dimensioni delle superfici interessate dal rimboschimento e la maggiore disponibilità di informazioni pedologiche consentono di effettuare scelte diversificate in relazione alla variabilità dei suoli che, in ambiente mediterraneo, si ha anche su spazi ristretti.

La gradualità, molteplicità e non reversibilità degli effetti del rimboschimento (vd. § 3.2) conferiscono peculiarità a questo tipo di intervento e lo differenziano dalla realizzazione di altri tipi di coperture vegetali erbacee, arbustive e arboree. Nel caso di piantagioni di arboricoltura da legno, gli effetti sono spesso limitati alla semplice copertura del suolo che, per quanto efficace, non è durevole come avviene invece con la ricostituzione di un bosco.

Se, infatti, l'efficacia dei rimboschimenti dovesse limitarsi alla sola protezione del suolo, allora di volta in volta bisognerebbe porsi il problema se optare per una soluzione anziché un'altra (IOVINO, 2003).

La maggiore attenzione verso l'ambiente e le questioni a esso connesse hanno provocato un'ampia riflessione sull'opportunità di modificare i criteri di ricostituzione dei sistemi forestali. Il rimboschimento rientra nel più vasto campo della gestione territoriale e la progettazione deve valutare anche i processi naturali di conquista dello spazio da parte della vegetazione forestale e adottare modalità di intervento atte ad assecondarle (CIANCIO, 2002).

Le attuali tecnologie e le acquisizioni tecnico-scientifiche derivanti dalla valutazione degli interventi storici di rimboschimento (vd. § 2.4) e da recenti sperimentazioni condotte in ambienti aridi e semiaridi ampliano le possibilità di intervento e permettono una progettazione più consapevole a favore delle potenziali ricadute ecologico-ambientali delle scelte operate (vd. § 2).

Gli interventi di rimboschimento sono attualmente collocati nel campo di azione del *recupero ecologico* di terreni degradati: questo passaggio culturale determina un sensibile ampliamento degli obiettivi rispetto ai quali valutare il successo dell'azione di rimboschimento (vd. § 10).

Non solo: nella società contemporanea gli interventi di trasformazione territoriale, soprattutto se richiedono investimenti pubblici consistenti, possono apparire ingiustificati, e quindi essere delegittimati, se non se ne dimostrano in modo oggettivo i benefici di lungo periodo, in termini di servizi ambientali forniti alla collettività.

Al riguardo gli orientamenti tecnici recenti tendono a privilegiare interventi su piccola scala orientati a creare sistemi complessi dotati di un alto livello di diversità strutturale, funzionale, compositiva e genetica (CORONA, 1993a,b; GINSBERG, 2006).

Ciò richiede un esame particolarmente attento della eterogeneità pedologico-vegetazionale dell'area di intervento per calibrare le tecniche di rimboschimento e la scelta delle specie alle peculiarità stazionali, con particolare riferimento all'occorrenza dei fattori

fisici e biologici più limitanti. Una stessa tecnica o uno stesso grado di manipolazione del suolo può infatti determinare, in condizioni stazionali diverse, livelli di successo molto differenti (LUCCI, 1993, 1994); o essere altresì poco rispondenti alle reali necessità delle specie impiegate.

In particolare, esigenze tecniche peculiari del rimboschimento in zone a rischio di desertificazione sono:

- migliorare le caratteristiche di fertilità del suolo e le possibilità di immagazzinamento delle precipitazioni, per aumentare la disponibilità idrica nei giovani impianti e ridurre l'erosione superficiale; ciò giustifica la necessità di lavori preparatori che consentano di raccogliere e ottimizzare l'uso dell'acqua piovana (*water harvesting techniques*) e garantire migliori condizioni di areazione e disponibilità idrica al suolo;
- sfruttare le aree coperte da vegetazione arbustiva spontanea quali micrositì favorevoli per la piantagione delle specie forestali, come nicchie di protezione delle giovani piantine contro stress idrici, termici e biotici;
- impiegare specie e ecotipi locali xero-tolleranti.

In questa prospettiva, nei paragrafi successivi vengono presentate in dettaglio le tecniche idonee per interventi di rimboschimento di zone aride e semiaride degradate, in rapporto alle principali fasi di realizzazione degli interventi.

Le tecniche comprendono l'insieme delle operazioni necessarie per realizzare l'intervento in modo che le singole piante siano in grado di superare la concorrenza della vegetazione spontanea e il neopopolamento si affermi in maniera vigorosa e omogenea, senza soluzioni di continuità. Le tecniche variano sensibilmente con le condizioni climatiche e pedologiche e investono soprattutto tre aspetti che assumono connotati ben precisi in relazione all'obiettivo che si persegue: tecnica di impianto, scelta della specie, cure colturali.

9.1 Tecniche di impianto

È l'insieme di interventi che riguardano il decespugliamento, la lavorazione del suolo con eventuale spietramento e, in situazioni

morfologiche particolari, modellamento dei versanti, la semina o la piantagione.

Sono operazioni che si eseguono con modalità diverse in relazione alle condizioni morfologiche, pedologiche e climatiche dell'area di intervento con l'obiettivo di: a) controllare la vegetazione preesistente; b) facilitare la piantagione e ridurre fenomeni di competizione per acqua, luce ed elementi nutritivi; c) creare migliori condizioni per l'impianto, l'attecchimento e il rapido e proporzionato sviluppo degli apparati radicali; d) determinare il massimo sfruttamento delle acque piovane, specialmente dove il regime pluviometrico è sfavorevole e il rapporto precipitazioni/evapotraspirazione è deficitario.

9.1.1 Decespugliamento

Il controllo della vegetazione spontanea pre-esistente attraverso il decespugliamento per ridurre i fenomeni di competizione è un'operazione generalmente utile per favorire il successo della piantagione (LUCCI, 1994). Arbusti a radici superficiali (es. *Cistus* spp., *Rubus* spp.), presenti nelle ultime fasi di regressione della vegetazione, sono i più dannosi perché la concorrenza interessa proprio lo strato di terreno in cui vengono a trovarsi le giovani piantine arboree, soprattutto se queste derivano da semina (DE PHILIPPIS, 1961).

Il decespugliamento è un'opzione consigliabile anche laddove cui si scelga di non rimboschire interamente l'area di intervento, lasciando i tratti più degradati alla libera evoluzione, qualora questi siano interessati di cisti o rovi che possono ostacolare il processo successionale.

D'altra parte, la relazioni tra diminuzione della copertura vegetale, incremento dell'erosione dei versanti e riduzione degli stock di carbonio spinge a considerare con attenzione le necessità di conservazione della copertura vegetale spontanea (ROOSE *et al.*, 2006);

Infatti, se da un lato il decespugliamento favorisce le successive lavorazioni del terreno e le cure colturali, dall'altro, se esteso alle zone di impluvio di aree degradate, può accentuare fenomeni di

ruscellamento ed erosione con effetti che si trasmettono rapidamente anche a valle. Di più: sperimentazioni condotte in zone a rischio di desertificazione hanno dimostrato che la salvaguardia della vegetazione spontanea ha riflessi positivi sull'accrescimento delle specie del rimboschimento, sulla capacità di protezione antierosiva e sulla diversità vegetale (LA MANTIA e PASTA, 2001; PASTA e LA MANTIA, 2001b). In particolare, è stato dimostrato che negli ambienti mediterranei le condizioni più favorevoli che in genere si determinano a livello microstazionale sotto la copertura della specie arbustive (ombreggiamento delle piantine, maggiore disponibilità idrica, maggiore profondità e fertilità del suolo) possono facilitare l'attecchimento delle giovani piantine rispetto alle aree prive di vegetazione (CASTRO *et al.*, 2004; GÓMEZ-APARICIO *et al.*, 2005). Ciò ribalterebbe la presunta relazione competitiva tra arbusti e postime messo a dimora attraverso il rimboschimento verso un ruolo addirittura di facilitazione (vd. *nurse plants*, §§ 9.2, 9.6).

Pertanto, il ricorso a operazioni di decespugliamento e la scelta del tipo e dell'intensità dello stesso dovrebbero essere opportunamente valutate in base alle condizioni locali, alla tipologia di lavorazione del suolo che si intende effettuare successivamente (vd. § 9.1.2) e alle caratteristiche della vegetazione spontanea e delle specie da impiantare (vd. Box 9.2).

Il decespugliamento localizzato (su strisce, piazzole o buche) può essere una opzione consigliabile in quanto offre una maggiore protezione del suolo e delle piantine e permette una diversificazione della fitocenosi, nonché il mantenimento di habitat favorevoli alla fauna selvatica, come accertato a esempio a Lampedusa (PASTA e LA MANTIA, 2001b). Tecniche di decespugliamento localizzato che prevedono lo sminuzzamento o l'interramento dei residui vegetali in loco sono da preferire al fine di favorire il riciclo degli elementi contenuti nei residui della vegetazione.

Simili considerazioni valgono per le formazioni pioniere a graminacee perenni come *Ampelodesmos mauritanica*, *Hypparrhenia hirta* L. Stapf (o *Cymbopogon hirtus* (L.) Janchen), *Lygeum spartum* o a gariga; a causa dei ripetuti incendi che interessano queste praterie è difficile trarre indicazioni univoche, tuttavia

sembra che queste formazioni evolvano facilmente verso formazioni ad arbusti della macchia; come verificato in numerose osservazioni condotte in provincia di Trapani, l'*Ampelodesmos* non ostacola la rinnovazione e l'insediamento spontaneo delle specie legnose che dipende, piuttosto, dalla presenza di piante madri nelle aree circostanti.

9.1.2 Lavorazione del suolo

La lavorazione del suolo ha come obiettivo principale il miglioramento delle sue caratteristiche fisico-chimiche e della disponibilità idrica. A tal fine possono essere impiegate tecniche variamente combinate tra loro, volte a proteggere i versanti da fenomeni erosivi dovuti al ruscellamento superficiale e a favorire la raccolta e la redistribuzione delle acque in corrispondenza della sede di impianto.

Pertanto, la scelta del metodo più idoneo di lavorazione è complessa e deve tener conto di numerosi fattori quali pendenza dei versanti, caratteristiche dei suoli (erodibilità, profondità, difficoltà di drenaggio, tessitura) e delle precipitazioni (regime pluviometrico e intensità delle piogge), aspetti di tipo ambientale (fenomeni degradazione, contesto territoriale e paesaggistico).

Poiché gli effetti (positivi e negativi) di ciascuna tecnica di lavorazione dipendono dalla specificità delle condizioni stazionali, in particolare pendenza e caratteristiche pedoclimatiche, non esiste una tecnica sicura per il successo degli impianti, ma piuttosto una o più soluzioni applicabili a casi specifici. Nella scelta della tecnica di lavorazione si deve cercare di massimizzare i potenziali benefici attesi nelle condizioni stazionali in cui si opera e minimizzare gli effetti negativi inevitabilmente connessi alla lavorazione. Alcune raccomandazioni di carattere generale sono:

- contenere l'uso della meccanizzazione, scegliendo attrezzature idonee o adattandole alle condizioni stazionali in cui si opera; in tal senso, l'impiego di lame apripista per l'apertura di gradoni va limitato a situazioni circoscritte (vd. § 9.1.2.3);
- adottare metodi di lavorazione che evitino o riducano il ribaltamento in profondità degli orizzonti del suolo, l'alterazione

del bilancio idrico, il deterioramento dell'attività biologica e del ciclo degli elementi nutritivi, l'asportazione o riduzione della sostanza organica o suo trasferimento in porzioni meno attive del suolo;

- sui versanti, effettuare lavorazioni localizzate secondo le curve di livello o accompagnate da opportune opere di sistemazione superficiale del suolo;

- accumulare i residui di lavorazione in andane, piccole e frequenti, disposte a intervalli regolari, definiti in base alla pendenza, per favorire l'infiltrazione e contenere il ruscellamento.

Di seguito viene illustrato in dettaglio un ventaglio di tecniche di lavorazione impiegabili nel rimboschimento e nella creazione di impianti agro-forestali o di arboricoltura da legno in ambienti aridi e semi-aridi, cercando di mettere in luce potenzialità, campo di applicabilità e limitazioni di ciascuna soluzione.

Teoricamente la lavorazione è importante ma non essenziale al rimboschimento: nelle aree prive di limitazioni stagionali può essere eseguita la piantagione a fessura (§ 9.6) o possono essere impiegate senza alcuna lavorazione iniziale le piantatrici meccaniche (PIZZEDAZ, 1980; SUSMEL, 1983).

9.1.2.1 Lavorazione andante

In passato nell'area mediterranea il rimboschimento si è frequentemente avvalso di tecniche di lavorazione andante, ovvero condotte sull'intera superficie (DE PHILIPPIS, 1939). La lavorazione andante può realizzarsi tramite *aratura profonda* (o scasso) o tramite *scarificazione lineare* (detta anche *rippatura*).

Entrambe le tecniche riducono densità e resistenza alla penetrazione e aumentano macroporosità, capacità di infiltrazione e ritenzione idrica nel suolo, accrescendo il volume esplorabile dalle radici. Il positivo rapporto idropedologico è uno dei vantaggi che ne ha maggiormente giustificato l'impiego in aree del meridione d'Italia con bilancio idrico sfavorevole. Di contro, queste lavorazioni, se eseguite a ritto chino, possono favorire il drenaggio interno verso valle, anche dove si vorrebbe incrementare l'immagazzinamento idrico, vanificando i benefici dell'accresciuta

infiltrazione soprattutto nelle parti alte e medie dei versanti.

Inoltre, l'aratura profonda essendo spesso attuata rovesciando la fetta di terreno di 110°-120°, causa il parziale seppellimento degli orizzonti organici e l'affioramento di materiale inerte, con conseguente impoverimento dal punto di vista fisico e nutritivo degli orizzonti superficiali del suolo, nei quali si concentrano le radici attive per la nutrizione (LUCCI, 1993). Questi inconvenienti, insieme alla diminuzione nel tempo della permeabilità e infiltrazione, che possono innescare processi di ruscellamento e di erosione amplificati quando tale lavorazione interessa l'intera superficie, portano a consigliare la lavorazione profonda e andante solo per le piantagioni per arboricoltura da legno realizzate su suoli profondi e dotati di buona fertilità ubicati in condizioni morfologiche favorevoli (GARFÌ *et al.*, 2002).

Sui terreni argillosi o più in generale nel caso di terreni poco profondi, che poggiano direttamente su crostoni o rocce madri, può essere invece effettuata la scarificazione lineare o rippatura. La lavorazione è eseguita da uno o più denti verticali che affondano nel terreno; se le condizioni del terreno lo consentono i denti verticali possono essere dotati di «ali» orizzontali o di pezzi metallici di forma sferoidale, detti «talpe retroscalpello», che servono a creare un drenaggio profondo. Tecnicamente la rippatura può essere eseguita anche su terreni molto acclivi; tuttavia su pendenze superiori al 60% viene successivamente eseguita una lavorazione parziale a gradoni del versante (vd. § 9.1.2.3).

La scarificazione lineare lascia inalterata la stratificazione e, soprattutto se eseguita su terreni ricchi di scheletro, consente di smuovere con efficacia la parte profonda del suolo, riducendo lo scorrimento idrico superficiale, aumentando la quantità totale di acqua nel suolo e facilitando le possibilità per il sistema radicale di penetrare e assorbire acqua e nutrienti (HABROUK, 2001). In rimboschimenti di pino d'Aleppo realizzati in ambienti semi-aridi la scarificazione lineare abbinata all'utilizzo di ammendanti organici si è dimostrata efficace nel migliorare lo stato nutritivo, lo sviluppo e le percentuali di sopravvivenza post-impianto delle giovani piantine, rispetto alla semplice scarificazione o all'impianto a buche (QUEREJETA *et al.*, 2007). Limitazioni all'impiego di questa tecnica sono rappresentate da stazioni interessate da vasti

affioramenti di rocce piatte: a Lampedusa, in queste condizioni, la rippatura ha provocato la distruzione della vegetazione esistente a causa del sollevamento dei lastroni rocciosi (PASTA e LA MANTIA, 2001b).

Generalmente dopo l'aratura profonda o la rippatura si procede a *lavorazioni superficiali*, che interessano i primi 30 cm di suolo, volte a preparare lo strato di terreno che dovrà accogliere, durante l'attecchimento e la prima stagione vegetativa, l'apparato radicale delle giovani piantine messe a dimora e a eliminare le infestanti, eventualmente reinsediatesi sui terreni arati o rippati.

Le lavorazioni superficiali si differenziano tecnicamente in *aratura superficiale*, *frangizollatura* e *ripuntatura*.

L'*aratura superficiale* è abbinata in genere alla rippatura, una combinazione in grado di integrare i vantaggi di ambedue le tecniche (*lavorazione a doppio strato*), utile soprattutto su suoli superficiali e poveri di sostanza organica. La scarificazione di fatto serve a tagliare il terreno, mentre l'aratura superficiale lo disgrega e garantisce lo sradicamento e l'interramento delle infestanti, che con la rippatura non possono essere eliminate.

La *frangizollatura* è adatta su terreni limo-argillosi sufficientemente asciutti perché riesce a ridurre in modo omogeneo le zolle dell'aratura, nel caso si effettui una aratura tradizionale.

La *ripuntatura*, effettuata con coltivatori a denti elastici, è una lavorazione veloce se il terreno è già stato interessato da una lavorazione profonda che lo ha ben disgregato e arieggiato. È utile in terreni poveri di elementi nutritivi e ricchi di scheletro in quanto la sostanza organica rimane in superficie mentre restano in profondità gli elementi dello scheletro con maggiori dimensioni. A differenza della frangizollatura, la ripuntatura evita la formazione di solette di lavorazione superficiali.

Ulteriori *lavorazioni di affinamento* possono essere effettuate poco prima della piantagione per ridurre ulteriormente la dimensione degli aggregati del terreno, facilitando la messa a dimora delle piantine e ottenendo un migliore contatto tra le radici e il suolo (vd. § 9.6). L'affinamento può essere utile anche per eliminare le infestanti nei casi in cui le lavorazioni secondarie siano state eseguite da vari mesi.

9.1.2.2 Lavorazione localizzata

In stazioni con suoli poveri e poco profondi necessariamente si ricorre a lavorazioni localizzate che interessano solo le zone di terreno dove si collocheranno a dimora le piantine (BALDINI, 1992): ciò assicura complessivamente una maggiore protezione del suolo, salvaguardando la vegetazione preesistente, condizione che accelera i processi di successione, e permette di conservare meglio nel tempo la fertilità, riducendo i rischi di erosione, eccessiva mineralizzazione e dilavamento.

La validità delle lavorazioni localizzate è confermata da studi condotti in ambienti mediterranei con notevoli limitazioni stazionali, in Sicilia, Sila e Cilento (LA MANTIA *et al.*, 2002a; GARFÌ *et al.*, 2002). Esse sono attuate con tecniche da integralmente manuali a integralmente meccanizzate, procedendo lungo le curve di livello e possono essere di vario tipo: a *buche*, a *strisce*, a *trincea di scavo*, a *gradoni*.

Le lavorazioni secondo le curve di livello sono controindicate solo nei terreni argillosi, ove potrebbero innescare ristagni idrici con conseguenze anche sulla stabilità del versante.

Un altro limite alle lavorazioni secondo le curve di livello è costituito dalla pendenza entro la quale i trattori possono lavorare senza incorrere in problemi di stabilità, di guida, di usura e manutenzione dei mezzi. Piccoli trattori cingolati da montagna possono lavorare su pendenze fino al 30-40% e anche oltre ma tale limite può variare sensibilmente in funzione delle caratteristiche stazionali (pietrosità superficiale e del suolo, presenza di residui vegetali, tessitura e grado di umidità del suolo, ecc.).

Le *buche* possono essere di dimensioni variabili a seconda del terreno e della specie da impiantare (Foto 9.1): generalmente hanno dimensioni regolari di almeno 40x40x40 cm. In zone rocciose profondità di 50-60 cm consentono all'apparato radicale delle giovani piantine di raggiungere gli strati più umidi più velocemente (GINSBERG, 2002). Questa tecnica di preparazione tende a ridurre al minimo gli effetti perturbativi sul suolo e sulla vegetazione preesistente con un impatto ridotto anche sugli aspetti estetico-paesaggistici. In zone caratterizzate da estrema siccità l'apertura di

buche, in seguito all'accentuato disseccamento del terreno smosso, può portare a risultati negativi negli impianti eseguiti per semina diretta; tuttavia può risultare una tecnica indispensabile qualora si ricorra alla piantagione effettuata subito prima o durante la stagione piovosa, oppure con postime con pane di terra (DE PHILIPPIS, 1939).

La lavorazione a *strisce* consiste nel lavorare andantemente bande di varia larghezza eseguite, in genere in terreni pianeggianti o su dolci pendenze o altrimenti su terreni acclivi lungo le curve di livello.

Nelle zone aride sono state sperimentate specifiche tecniche volte a massimizzarne la disponibilità idrica al suolo abbinando lavorazioni localizzate alla creazione di reti di drenaggio superficiali che consentono la raccolta delle acque meteoriche e la ridistribuzione delle acque di scorrimento superficiale in corrispondenza di solchi o buche dove vengono messe a dimora le piantine (*water harvesting techniques*). Sperimentazioni condotte su specie mediterranee hanno dimostrato la validità di queste tecniche con evidenti risultati sulla riduzione della mortalità post-impianto (PAUSAS *et al.*, 2004).

In particolare, molto efficace è la lavorazione a *trincea di scavo* o a *solchi profondi* o a *microbacini* (FAO, 1989; MALANDRINO e PAOLINI, 1993): si tratta di piccole trincee di scavo e reinterro, della larghezza variabile da 80 a 100 cm e di circa 60-80 cm di profondità aperte lungo le curve di livello e discontinue. L'interdistanza tra le linee di lavorazione e sulle linee di lavorazione permette la massima raccolta delle acque a fronte di una ridotta e concentrata pluviometria.

Frequentemente le buche e le trincee vengono abbinate in un sistema di lavorazione misto (Figura 9.1).

In Israele, nel deserto del Negev ($0,09 < IA < 0,14$) e in aree con precipitazione media annua compresa tra 100 e 300 mm tecniche di *water harvesting* hanno permesso di ricostituire fisionomie forestali di tipo aperto, assimilabili alla savana (*savannization*, Jewish National Fund's Land Authority, GINSBERG, 2007; Foto 9.2-9.3). Lavorazioni localizzate in corrispondenza delle curve di livello, con interdistanze variabili tra 8 e 20 m, creano un sistema

di fossi delimitati da terrapieni alla base dei quali sono piantate specie arboree – native quali *Pinus halepensis* Mill., *Pinus brutia* Ten., *Ceratonia siliqua* L., *Tamarix aphylla* (L.) Karst. ed esotiche quali *Eucalyptus*, *Prosopis*, *Acacia* spp.–, con densità molto basse (100-200 alberi/ha).

La bassa densità di impianto è motivata dalla necessità di creare soprassuoli sparsi a macchia di leopardo in una matrice di suolo nudo, ricoperta da croste superficiali; le acque di ruscellamento superficiale, raccolte lungo le superfici interposte tra i terrapieni, vengono quasi completamente immagazzinate in corrispondenza dei terrapieni, infiltrandosi e consentendo una sufficiente crescita degli individui arborei anche in condizioni di estrema aridità. Queste savane di origine artificiale vengono utilizzate come sistemi silvo-pastorali polifunzionali che accrescono sensibilmente i beni e i servizi in zone desertiche e pre-desertiche altrimenti improduttive (produzione di legna da ardere, foraggio, apicoltura, ricreazione, ecc.). D'altra parte, sistemi di questo tipo sono naturalmente diffusi in alcuni paesi del Nord Africa, in particolare dove è ancora presente l'*Acacia tortilis* e attuati nelle zone predesertiche della Tunisia per la coltivazione dell'olivo.

Questo tipo di tecnica potrebbe essere utilmente impiegata nelle zone più aride del nostro Paese, soprattutto in quei contesti ove savane di origine culturale sono già parte integrante del paesaggio rurale (Foto 9.4).

Una tecnologia che consente di meccanizzare le operazioni di *water harvesting* secondo lo schema a trincea di scavo è il sistema Vallerani, basato sull'impiego di aratri speciali che consentono di intervenire su grandi estensioni, nelle più varie condizioni pedologiche e morfologiche, e realizzarvi rapidamente, a costi contenuti, i lavori di conservazione del suolo e dell'acqua (ANTINORI e VALLERANI, 2001). Il sistema prevede l'impiego di una serie di macchine speciali, le principali delle quali sono:

- l'aratro tipo "Delfino", che scava microbacini a forma di semi-luna (12-20 unità/min), collegati fra loro dal solco del ripper; questo aratro permette di intervenire su qualunque tipo di suolo, fino a una pendenza compatibile con l'impiego del trattore, ed è particolarmente adatto all'agroselvicoltura e al rimboschimento (Foto 9.5);

- l'aratro tipo "Treno", più pesante del primo, che scava solchi continui diaframmati (15-25 microbacini/min) deponendo nel solco, a intervalli regolari, uno strato superficiale e fertile di suolo raccolto da una lama posta anteriormente; questo aratro lavora di preferenza suoli non pietrosi, piani o su deboli pendenze (lungo le curve di livello) e trova applicazione nell'agroselvicoltura e per l'impianto di colture arboree da frutto (Foto 9.6).

L'uso di questi aratri consente di recuperare velocemente grandi estensioni di terre marginali, abbandonate o insufficientemente sfruttate. La raccolta e concentrazione delle acque di scorrimento, nonché della terra fine e della sostanza organica, nei microbacini su grandi superfici di terreno rende possibile in molti casi il ricorso alla semina diretta delle piante forestali, in quanto si creano condizioni favorevoli per la germinazione dei semi e il successivo sviluppo vegetativo.

9.1.2.3. Lavorazione a gradoni

Su versanti molto acclivi (pendenza >60%) e sufficientemente saldi, anche al fine di migliorare la disponibilità idrica, viene in certi casi proposta la lavorazione a gradoni, la più impiegata nel secolo scorso nei programmi di rimboschimento realizzati nell'ambito delle sistemazioni idraulico-forestali dei bacini montani. Essa consiste nell'apertura, in genere con mezzo meccanico provvisto di lama frontale, di ripiani di varia larghezza (da 1-1,5 m, gradoni veri e propri, fino a 3-4 m, terrazzamenti o *banquettes*) lungo le curve di livello, con contropendenza (tra il 5% e 15%) a monte per trattenere meglio le acque meteoriche ed evitare il ruscellamento e l'erosione delle pendici (Figura 9.2; vd. anche Foto 2.2 e 4.2). Successivamente si opera con una rippatura di scasso del terreno terrazzato affinché le radici vi affondino con efficacia. La piantagione o la semina si effettua preferibilmente in corrispondenza del terzo a valle del gradone, ove tendono a confluire le acque di scorrimento che si formano a partire dal ciglio a valle del gradone soprastante. I terrazzamenti consentono l'impianto anche di due file di piante, la più interna delle quali, però, si trova spesso in condizioni di accrescimento sfavorevoli (CORONA *et al.*, 1992).

L'apertura di terrazzamenti richiede una lama apripista e può determinare conseguenze particolarmente negative sull'assetto paesaggistico della pendice, sul bilancio idropedologico e sulla qualità del substrato per l'impianto: sia i gradoni che i terrazzamenti sono comunque controindicati in terreni argillosi (BERNETTI, 1995). Anche in condizioni litologiche a prevalenza di rocce dure e compatte si possono creare condizioni edafiche molto varie e lo sconvolgimento fisico e paesaggistico della pendice tende a essere rilevante (CORONA *et al.*, 1992). Buoni risultati produttivi possono invece essere ottenuti su rocce tenere (es. flysch).

La lavorazione a terrazzamenti è in disuso, anche per l'avvento degli escavatori tipo "ragno"; si tratta di piccole macchine semoventi che possono spingersi su notevoli pendenze e in situazioni morfologiche assai svantaggiate: sono in grado di attuare localmente una vera e propria azione di scasso e permettono l'apertura di buche, trincee e piccoli gradoni (80-100 cm di larghezza), continui o intermittenti, evitando eccessive modificazioni della morfologia e del profilo del terreno in superfici acclivi.

9.2 Scelta delle specie

La scelta delle specie da impiantare deve conciliare le preferenze ecologiche con le possibilità di adattamento alle condizioni ambientali. Gli elementi da esaminare sono: a) condizioni climatiche e pedologiche dell'area, con particolare riferimento a all'eterogeneità morfologica del sito da rimboschire (es. nei dossi, sui crinali rocciosi e nelle aree a forte pendenza, la massa di terreno esplorabile dagli apparati radicali è modesta per la ridotta profondità del suolo e l'abbondanza di scheletro); b) autoecologia delle specie (temperamento nei confronti dei principali elementi climatici, esigenze edafiche); c) adattabilità alle caratteristiche stazionali (in linea generale, le specie autoctone e le provenienze locali sono quelle che meglio si adattano alle condizioni ambientali in cui si opera). In questo campo sono stati compiuti notevoli progressi dovuti sia allo sviluppo delle conoscenze scientifiche che alla lunga e vasta esperienza maturata nel settore (GIORDANO, 1995).

Gli orientamenti recenti indicano come, ove possibile, la migliore strategia sia di favorire fin dall'inizio la realizzazione di popolamenti misti, con eventuale impiego anche di componenti arbustive (FORTINI *et al.*, 1995).

Gli impianti misti, attraverso l'apporto di sostanza organica diversificata, di migliore qualità e più facilmente mineralizzabile, creano, in genere, le condizioni per una più avanzata attività biologica nel suolo e, conseguentemente, condizioni edafiche più favorevoli (maggiore disponibilità nutritiva, migliori condizioni di porosità, aerazione, regime idrico, ecc.) negli orizzonti minerali (CORONA *et al.*, 1996).

GIACOBBE (1963) e TOMASELLI (1981) ritenevano inoltre essenziale l'impiego di arbusti quali specie preparatorie per il rimboschimento di terreni fortemente degradati. In effetti l'uso di arbusti tipici dei consorzi di mantello delle formazioni mediterranee può offrire importanti vantaggi (LA MANTIA e PASTA, 2001): si tratta di specie ecofisiologicamente adattate all'aridità e che facilitano la propagazione della macchia stessa in tempi ragionevoli; in tal modo si creano rapidamente anche nicchie trofiche per l'avifauna (es. Passeriformi) che svolge un ruolo cruciale nella disseminazione (*bird-mediated restoration*).

Tra le specie arbustive impiegabili in aree degradate, leguminose quali la ginestra di Spagna (*Spartium junceum* L.) possono svolgere un ruolo fondamentale in quanto garantiscono buone possibilità di attecchimento e un'efficace azione di miglioramento del suolo (LA MANTIA e LA MELA VECA, 2004); in particolare, l'introduzione di leguminose inoculate con funghi e rizobi specifici aumenta il successo dell'impianto (vd. Box 9.2).

Anche nel caso di prevalente impiego di specie arbustive con funzione preparatoria e protettiva, è comunque preferibile riservare una quota del nuovo rimboschimento (10-30%) a specie arboree pioniere, proprie degli stadi di transizione tra gli arbusteti e il bosco (CORNELINI, 2002).

È sempre opportuno ampliare quanto più possibile la scelta delle specie, selezionate tra quelle che per evoluzione naturale, tenderebbero a insediarsi nel sito. A scala di area vasta l'identificazione delle specie da impiantare può essere supportata

dalla Carta delle Serie di Vegetazione di Italia (a scala 1:250.000), disponibile presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (BLASI *et al.*, 2004; AA.VV., 2005a). Fatte salve le limitazioni imposte dalla scala adottata, questa cartografia consente di evidenziare ambiti territoriali individuati sulla base di un sistema di classificazione vegetazionale che tiene conto dell'eterogeneità geo-litologica e bioclimatica del territorio. In Sardegna, a esempio, questa cartografia è stata applicata per delineare i principali paesaggi forestali potenziali dell'isola nell'ambito del Piano Forestale Ambientale Regionale (REGIONE SARDEGNA, 2007). Sulla base di principi simili sono state individuate aree ecologicamente omogenee nel Piano Forestale della Regione Sicilia e le specie in esse utilizzabili in ciascuna unità per interventi di rimboschimento (vd. Box 8.1).

Una conoscenza dettagliata del mosaico di comunità vegetali legate da rapporti dinamici nell'area da rimboschire è alla base dell'approccio per il recupero di terreni degradati noto come *metodo Miyawaki* (MIYAWAKI, 2004). Sviluppato in Giappone, il metodo presuppone un'approfondita indagine vegetazionale del sito da rimboschire, volta a ricostruire la composizione e il dinamismo delle cenosi dell'area interessata dall'intervento. Una volta individuate le specie arboree e arbustive che partecipano all'evoluzione della cenosi, ne viene raccolto il seme e vengono prodotte, secondo le tecniche più idonee, le piantine destinate al rimboschimento. Il metodo prevede la ricostruzione dell'orizzonte superficiale del suolo attraverso riporto di terreno di buona fertilità, una disposizione in buche e una mescolanza casuale delle specie. I vantaggi del metodo consistono nella conservazione del germoplasma vegetale del sito, nel rispetto del fenotipo del luogo e nell'annullamento dei problemi di acclimatazione; inoltre, il mantenimento di tutti gli elementi che partecipano al dinamismo della cenosi permette la ricostituzione di tutte le fasi successionali secondo un processo autorganizzativo (SCHIRONE, 1999).

Nel metodo Miyawaki l'impiego di specie forestali proprie della tappa matura della serie di vegetazione, anche su terreni inizialmente degradati, è reso possibile dall'opera di ricostituzione della fertilità del suolo, che comunque ha dei costi. In alternativa, GIACOBBE (1963) suggeriva di impiantare gradualmente le specie arboree partendo dai settori migliorati dalle specie arbustive,

lasciando alla ricolonizzazione naturale i tratti più degradati.

Quale che sia il mezzo adottato per migliorare le condizioni stazionali (lavorazione del terreno, inerbimento, irrigazione, micorrizzazione) è necessario valutare le reali possibilità di attecchimento delle specie coerenti con la serie di vegetazione locale (vd. Tabella 9.1), con particolare riferimento alla loro capacità di tolleranza, in fase giovanile, a prolungati periodi di siccità e a condizioni limitanti (es. salinità del terreno, scarsa fertilità). La durata del periodo di siccità, soprattutto nel primo anno post-impianto, è il fattore che più condiziona le possibilità di sopravvivenza delle piante (VALLEJO *et al.*, 2006). Ne è una dimostrazione l'esperienza condotta nella Riserva di Santa Ninfa (vd. Box 9.2) dove la roverella, specie coerente con la serie di vegetazione locale, non è riuscita a sopravvivere nonostante sia stata effettuata l'irrigazione di soccorso.

In zone aride e semiaride la presenza di suoli salinizzati può orientare la scelta verso specie come *Tamarix gallica* L. o *Populus alba* L., tolleranti, entro certi limiti, anche a irrigazione con acqua salata e reflua (Foto 9.7).

Va inoltre considerata la necessità di utilizzare ecotipi locali (PADULA, 1981): pertanto, considerata l'elevata variabilità genetica che caratterizza le specie legnose mediterranee (vd. QUÉZEL e MÉDAIL, 2003) è opportuno che il materiale di propagazione provenga da aree quanto più vicine possibili, in termini geografici/ecologici, alla zona di impiego (vd. § 9.5).

Tabella 9.1 – Elenco esemplificativo di specie arboree native idonee per il recupero ecologico di ambienti a rischio di desertificazione in Italia.

| Nome scientifico | Nome italiano |
|-------------------------------|---------------|
| <i>Acer monspessulanum</i> L. | Acero minore |
| <i>Arbutus unedo</i> L. | Corbezzolo |
| <i>Celtis australis</i> L. | Bagolaro |
| <i>Ceratonia siliqua</i> L. | Carrubo |

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. | Biancospino |
| <i>Cupressus sempervirens</i> L. | Cipresso |
| <i>Elaeagnus angustifolia</i> L. | Olivello di Boemia |
| <i>Erica arborea</i> L. | Erica arborea |
| <i>Ficus carica</i> L. | Fico |
| <i>Fraxinus ornus</i> L. | Orniello |
| <i>Genista aetnensis</i> (Biv.) DC. | Ginestra dell'Etna |
| <i>Juniperus communis</i> L. | Ginepro comune |
| <i>Juniperus phoenicea</i> L. | Ginepro fenicio, Cedro licio |
| <i>Laurus nobilis</i> L. | Alloro |
| <i>Nerium oleander</i> L. | Oleandro |
| <i>Phillyrea angustifolia</i> L. | Ilatro sottile |
| <i>Phillyrea latifolia</i> L. | Lillatro, Fillirea |
| <i>Pinus brutia</i> Ten. | Pino bruzio |
| <i>Pinus halepensis</i> Mill. | Pino d'Aleppo |
| <i>Pinus pinaster</i> Aiton | Pino marittimo |
| <i>Pinus pinea</i> L. | Pino domestico |
| <i>Pistacia lentiscus</i> L. | Lentisco |
| <i>Pistacia terebinthus</i> L. | Terebinto |
| <i>Populus alba</i> L. | Pioppo bianco |
| <i>Quercus coccifera</i> L. | Quercia spinosa |
| <i>Quercus ilex</i> L. | Leccio |
| <i>Quercus pubescens</i> Willd. | Roverella |
| <i>Quercus suber</i> L. | Sughera |

| | |
|---|----------------|
| <i>Rhamnus alaternus</i> L. | Alaterno |
| <i>Rhamnus cathartica</i> L. | Spino cervino |
| <i>Tamarix gallica</i> L. | Tamerice |
| <i>Ulmus minor</i> Miller | Olmo campestre |
| <i>Zelkova sicula</i> Di Pasquale, Garfi & Quézel | Zelkova sicula |

9.3 Mescolanza di specie

Le modalità di mescolanza fanno da corollario all'individuazione delle entità genetiche da impiegare nel rimboschimento, aspetto su cui da tempo sono proposte specifiche soluzioni tecniche (FAO, 1960).

Popolamenti monospecifici su vaste superfici presentano elevati rischi soprattutto per quanto riguarda l'incidenza delle avversità biotiche e abiotiche e le eventuali riduzioni di produttività nel lungo periodo. L'aridità climatica accentua ulteriormente questi rischi. Di qui l'opportunità di impiego di più specie nel rimboschimento, preferibilmente distribuite in gruppi di estensione relativamente ridotta, in corrispondenza delle condizioni microstazionali a esse più favorevoli (Figura 9.3). CORONA *et al.* (1992) ritengono che per conciliare la minimizzazione dei rischi sopra menzionati con le esigenze tecnico-economiche sia opportuno operare su unità colturali omogenee di dimensioni intorno a 0,1-1 ha, a seconda delle specie impiegate e degli obiettivi prefissati. Nell'ambito di ciascun gruppo o a livello di piccole superfici può talora risultare conveniente, ai fini ecologici e di difesa del suolo, una mescolanza per pedali, intercalando alla specie principale una o più specie secondarie, anche arbustive. A riguardo, MAESTRE e CORTINA (2004) suggeriscono l'introduzione di arbusti delle fasi successionali più avanzate in piantagioni di conifere al fine di stimolare i processi evolutivi, incrementare la biodiversità, migliorare la resilienza del sistema nei confronti di fenomeni di disturbo e avere effetti positivi sulle zoocenosi.

Come accennato (vd. § 3.2), le piantagioni polispecifiche

assicurano anche un maggiore apporto di nutrienti (mediante l'impiego di specie azotofissatrici e/o produttrici di abbondante lettiera), una diversificazione qualitativa della sostanza organica, un miglior contenimento della vegetazione infestante, un miglior controllo di eventuali fenomeni erosivi e una migliore conformazione dei fusti delle specie principali. Questi impianti, oltre a una maggiore valenza ecologica e di difesa del suolo, possono risultare più interessanti anche da un punto di vista paesaggistico.

9.4 Disegno del rimboschimento

Le scelte progettuali dovrebbero privilegiare impianti diversificati sotto il profilo strutturale e compositivo, al fine di creare schemi complessi di impianto, con effetti positivi sulla biodiversità a più scale. In proposito, ARBEZ (2001) ritiene utile:

- conferire una parziale e voluta irregolarità a sesti di impianto, per simulare l'eterogeneità strutturale conseguente ai processi di disturbo che sono alla base dei processi naturali di sviluppo e mantenimento della biodiversità;
- mantenere o creare isole di biodiversità in piantagioni monospecifiche.

Altra istanza da tener presente è la necessità di favorire la continuità fisico-territoriale tra i frammenti residui di ecosistemi naturali eventualmente presenti nel territorio (vd. §§ 3.1.3, 3.1.4).

La diversificazione dell'impianto può essere garantita da una distribuzione delle specie in gruppi di estensione limitata e con diversa struttura, a esempio gruppi di età differente, specie con differenti ritmi di crescita e/o impiego di regimi selvicolturali differenziati (CORONA, 1993b; GINSBERG, 2002). A esempio, uno schema di impianto tradizionalmente utilizzato per molte pinete litoranee è costituito da un'alternanza di fasce seminate e fasce sode rivestite da cespugli della macchia mediterranea per proteggere dal vento le giovani piante di pino domestico; le fasce sono protette verso mare da barriere frangivento (una graticciata di canne e una fascia di tamerici) (PAVARI, 1933).

Lo spazio da assegnare a ciascun albero al momento della

piantagione rappresenta una delle scelte tecniche più delicate: esso, infatti, ha influenza decisiva sia sulla produttività complessiva del soprassuolo che sulle caratteristiche dei singoli individui. La scelta della spaziatura di impianto è determinata da fattori di natura sia ambientale che colturale. Di particolare rilevanza risulta la disponibilità di acqua meteorica per ciascun soggetto.

La scelta della spaziatura dipende, inoltre, dalle caratteristiche delle entità genetiche da mettere a dimora: a parità di altri fattori, si hanno spaziature più ampie con specie a temperamento più eliofilo, a maggiore rapidità di accrescimento e a maggiore sensibilità allelopatica.

La densità di impianto è infine funzione dell'intensità della coltivazione e delle funzioni attese dal rimboschimento. Nel rimboschimento in stazioni aride si tendono oggi a preferire basse densità di impianto (vd. *savannization*, § 9.1.2) proprio per ottimizzare l'uso delle risorse scarse. In Israele, a esempio, si applicano densità tra 100-1.600 alberi/ha, a seconda delle finalità (GINSBERG, 2006): densità minori ove si vogliano creare formazioni forestali aperte utilizzate come sistemi silvo-pastorali; maggiori ove si vogliano ottenere popolamenti forestali chiusi polifunzionali. In linea generale, nei rimboschimenti in stazioni a rischio di desertificazione del nostro Paese le densità di impianto adottate variano da 1.000-1.100 fino a 3.500 piantine per ettaro.

In merito alle densità di impianto, in parte legate alle modalità di lavorazione del suolo, si riportano nel Box 9.1 i risultati di uno studio che ha interessato interventi eseguiti in due diversi contesti pedoclimatici e vegetazionali: i risultati consentono di valutare in quale misura tecniche diverse influenzino i parametri biometrici dei popolamenti.

La disposizione geometrica (sesto di impianto) dipende dal metodo di preparazione del terreno, dalla possibilità di meccanizzare l'esecuzione delle cure colturali e dell'eventuale sistema di diradamento (vd. § 9.9). I sestii più frequenti sono a quadrato, a rettangolo e a triangolo equilatero (settonce). Quest'ultimo permette di ottenere la massima densità; nella pratica, però, i sestii a quadrato e a rettangolo sono più usati, in quanto di più agevole tracciamento e maggiormente adatti alla successiva esecuzione meccanizzata delle cure colturali e dell'eventuale diradamento. Nel

caso di impianti in zone accidentate o di impianti con particolari vincoli estetico-paesaggistici è preferibile optare per disposizioni curvilinee o anche geometricamente irregolari (CORONA *et al.*, 1992).

In particolare, per accelerare i processi di rioccupazione autonoma delle aree nude, vuoti e radure da parte del bosco, le specie arbustive possono essere collocate a dimora secondo sesti di impianto irregolari e/o con specie diverse disposte a mosaico o a siepe. Per una più efficace azione di contrasto all'erosione eolica il materiale di impianto può essere invece preferibilmente disposto in gruppi o in filari orientati ortogonalmente alla direzione dei venti dominanti.

In ogni caso, per favorire la disomogeneità strutturale è consigliabile applicare sesti di impianto non uniformi su tutta la superficie destinata al rimboschimento.

La dimensione e la forma dell'impianto vanno configurati in sede progettuale anche al fine di migliorare la qualità percettiva dell'intervento, privilegiando moduli di impianto dalle forme isodiametriche e margini lobati e irregolari, intercalati opportunamente da aree aperte per aumentare le zone ecotonali (vd. § 3.1.4). Attraverso la diversificazione strutturale dei margini, ottenuta a esempio da gruppi irregolari di specie arbustive e arboree, sono meglio favoriti collegamenti naturali tra l'area rimboschita e le aree adiacenti (CORONA, 1993b). Il rilascio di piccole radure e/o di zone non rimboschite, distribuite irregolarmente, è sempre opportuno nel caso di impianti realizzati su estensioni unitarie superiori a 5 ha.

Gli alberi o gruppi di alberi o la vegetazione naturale eventualmente presente vanno per quanto possibile salvaguardati (vd. § 9.1.1) e se ne dovrebbe favorire l'accrescimento e lo sviluppo attraverso idonee misure culturali.

Box di approfondimento 9.1

Effetti della densità di impianto sui parametri biometrici di popolamenti forestali derivanti da rimboschimento

Lo studio ha preso in esame due aree rappresentative di situazioni molto

diffuse in Italia meridionale nelle quali, pur se con presupposti diversi, si è proceduto al recupero di terreni degradati.

La prima area riguarda i rimboschimenti di pino laricio realizzati in Calabria nella seconda metà del 1950 nell'ambito di interventi di conservazione del suolo, in contesti ambientali dove i boschi erano stati completamente distrutti o degradati per eccessive e irrazionali utilizzazioni. La seconda area interessa rimboschimenti di pino d'Aleppo realizzati in Campania verso la fine del 1970 in un'ottica di recupero di terreni agricoli marginali e degradati.

La preparazione del suolo nei rimboschimenti di pino laricio è stata realizzata prevalentemente tramite gradoni, per l'acclività dei terreni, e solo in alcune condizioni morfologiche a buche; il pino d'Aleppo è stato impiantato a seguito di un aratura andante e rippatura di terreni agricoli.

Pur non essendo confrontabili tra loro perché riferiti a contesti pedoclimatici, specie e tecniche di rimboschimento differenti, l'analisi dei dati acquisiti ha consentito di evidenziare le peculiarità di ciascuno dei sistemi adottati.

Per il pino laricio, dal confronto tra i risultati ottenuti con la preparazione a buche distanti 2 m (2500 alberi ha^{-1}) e con i gradoni posti a distanze di 2 m (5000 alberi ha^{-1}), 3 m (3333 alberi ha^{-1}) e 4 m (2500 alberi ha^{-1}) è emerso che con quest'ultima tecnica la mortalità è maggiore rispetto alle buche e che nelle situazioni più difficili raggiunge valori superiori al doppio, anche sui gradoni con densità iniziale pari a quella delle buche. A parità di densità, un ruolo importante è svolto dalla distribuzione spaziale delle piante: più uniforme con le buche, meno con i gradoni lungo i quali si manifesta una marcata concorrenza. La concorrenza, invece, è risultata indipendente rispetto alla distanza tra i gradoni visto che la differenza tra i valori di mortalità è compresa tra il 5% e il 9%. La diversa distribuzione spaziale determina, inoltre, effetti differenti sull'accrescimento dei singoli alberi in relazione alla fertilità della stazione. La distribuzione in classi di diametro è abbastanza simile tra i popolamenti su gradoni e i differenti valori attuali di densità influenzano gli elementi biometrici dei popolamenti. In sintesi la priorità nell'utilizzo della tecnica del gradonamento era dovuta alla necessità di interrompere la continuità dei versanti molto acclivi per contrastare l'erosione superficiale e non alla loro maggiore idoneità colturale rispetto alle buche.

Per il pino d'Aleppo è stato evidenziato, a 19/20 anni dall'impianto, come a parità di densità iniziale la mortalità e gli elementi biometrici siano indipendenti dalla tecnica di lavorazione adottata (lavorazione andante, rippatura), mentre la diversa densità iniziale non influenza la mortalità bensì la produzione complessiva del popolamento, più alta dove maggiore

| |
|---|
| è il numero di alberi ad ettaro (GARFÌ <i>et al.</i> , 2002). |
|---|

9.5 Materiale di impianto

La produzione vivaistica dovrebbe provvedere all'allevamento di una ampia varietà di specie arboree e arbustive di provenienza locale. L'individuazione e la riproduzione/propagazione di ecotipi locali consente un migliore adattamento delle piantine alle avverse condizioni della stazione e una maggiore resitenza ai fenomeni di disturbo (PIOTTO e DI NOI, 2001). Inoltre, la riproduzione/propagazione di materiale prelevato *in situ* consente di evitare l'inquinamento del pool genico delle popolazioni locali. La certificazione di provenienza è comunque garanzia del materiale vivaistico utilizzato nei rimboschimenti.

Le condizioni del materiale di impianto (*postime*) sono di fondamentale importanza per la riuscita del rimboschimento. Il *postime* deve essere di buona qualità, quanto a dimensioni, rapporto tra biomassa epigea e ipogea, ecc.; in particolare, la struttura dell'apparato radicale deve risultare esente da significative deformazioni e deve essere caratterizzata da una quantità sufficiente di radici secondarie. Inoltre, il *postime* deve presentarsi ben lignificato, esente da parassiti e in partite omogenee quanto a sviluppo ipsodiametrico.

A seconda della specie e delle caratteristiche stazionali possono essere usate piantine allevate a radice nuda o in contenitore. Per i vantaggi che presentano, le piantine allevate in contenitore sono particolarmente indicate per rimboschimenti in ambiente mediterraneo: elevata percentuale di attecchimento anche in condizioni stazionali difficili, più pronto superamento della crisi di trapianto, più facile conservazione del materiale prima della messa a dimora, ecc. Si hanno, però, inconvenienti per la maggiore onerosità del trasporto e, soprattutto, per la possibilità di malformazioni radicali, alle quali si può solo in parte ovviare adottando contenitori adatti e riducendo la permanenza dei semenzali nei contenitori stessi.

Generalmente è impiegato *postime* di età non superiore a 1-2 anni, se allevato in contenitore. La preferenza accordata a *postime* poco sviluppato deriva dalla maggiore facilità di estrazione, impiego,

trasporto e imballaggio, e da un attecchimento più facile e sicuro. Il ricorso a materiale di età e, soprattutto, di dimensioni maggiori può risultare opportuno nei casi in cui risulti assolutamente prioritario il contenimento dei costi delle cure colturali, in particolare per quanto riguarda il controllo della vegetazione invadente.

Sono disponibili varie tecniche per ridurre gli effetti connessi alla crisi di trapianto in ambienti a rischio di desertificazione (vd. § 9.6) e migliorare le prestazioni del materiale impiegato. In vivaio i semenzali possono essere sottoposti a particolari regimi di luce e disponibilità idrica per indurre modificazioni a livello morfologico che favoriscano l'adattamento alle condizioni di pieno campo (precondizionamento). A esempio, forme di precondizionamento all'aridità sono state sperimentate per alcune specie mediterranee (lentisco, quercia spinosa, ginepro rosso - *Juniperus oxycedrus* L.), sottoponendo le giovani piantine a un ridotto regime idrico; peraltro, la risposta dei semenzali sembra essere correlata alla resistenza all'aridità propria di ciascuna specie (VILAGROSA *et al.*, 2003). Altri metodi di precondizionamento dei semenzali si basano sull'impiego di differenti tipi di contenitori, su variazioni dei cicli di irrigazione e fertilizzazione, sulla somministrazione di ormoni, su associazioni micorriziche o sulla potature di parti epigee o ipogee (VALLEJO *et al.*, 2006).

Il materiale di propagazione per gli impianti di arboricoltura da legno e rimboschimento deve soddisfare adeguati requisiti qualitativi (origine e valore genotipico, fenotipico e adattativi) e di idoneità colturale (sistemi di allevamento, età, morfologia e dimensioni).

L'utilizzo delle piante allevate in contenitore presenta numerosi vantaggi, tra cui una più facile conservazione del materiale prima della messa a dimora e, soprattutto per gli ambienti mediterranei, un'elevata percentuale di attecchimento anche in condizioni stagionali difficili e un più pronto superamento della crisi di trapianto.

L'allevamento a radice nuda, sia in pieno campo che in cassoni, consente di produrre soggetti di dimensioni maggiori rispetto all'impiego del contenitore, è particolarmente adatto per le specie con un rapido accrescimento iniziale e con apparato radicale fittonante e consente di abbassare i costi di produzione.

In ambiente mediterraneo all'utilizzo di piantine allevate a radice nuda sono connessi rischi dovuti a stress idrico durante le fasi di trasporto, conservazione sul sito di impianto e messa a dimora, a cui si può far fronte mediante l'utilizzo di reti ombreggianti e/o teli in juta inumiditi durante il trasporto, predisposizione di idonea tagliola, taglio del fittone in loco durante la messa a dimora e irrigazioni post-impianto.

Una tecnica ben sperimentata consiste nell'utilizzo di piante micorrizzate e/o batterizzate nel caso delle leguminose (REQUENA *et al.*, 2001; CARAVACA *et al.*, 2003). Una prova pluriennale condotta in situazioni difficili come l'ex discarica di Bellolampo nei pressi di Palermo ha accertato su *Spartium junceum* e *Anagris foetida* L. come batterizzazione e micorrizzazione abbiano influito significativamente sulla percentuale di sopravvivenza e sulla crescita (QUATRINI *et al.*, 2003; CARDINALE *et al.*, 2007). Nei Box 9.2 e 9.3 si riportano ulteriori approfondimenti sul tema dell'uso di piante inoculate per il recupero di suoli molto degradati.

9.6 Messa a dimora

Le modalità di prelievo, trasporto e stoccaggio del materiale vivaistico richiedono particolare attenzione per non alterare le capacità vegetative delle specie impiegate.

La messa a dimora del postime fa riferimento essenzialmente a due modalità: semina e piantagione.

Fino alla metà degli anni settanta la semina è stata la modalità più comune per il rimboschimento con pini mediterranei. In seguito, l'aumento delle possibilità di eseguire una preparazione meccanica del suolo, il miglioramento della qualità del postime e una maggiore garanzia di successo, soprattutto in condizioni stazionali avverse, hanno portato a preferire la piantagione (HABROUK, 2001).

Nel caso della piantagione, la messa a dimora avviene entro buche di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale, se si impiegano piantine a radice nuda, o maggiore, se si utilizzano piantine in contenitore.

La piantagione in buca con postime in contenitore è in genere

ritenuta la modalità più indicata in ambiente mediterraneo (BERNETTI, 1995). Altre tecniche di piantagione sono riportate in Tabella 9.2.

Anche la piantagione di rizomi o cespi selvatici, in zone dove le caratteristiche di pendenza e il terreno lo consentono, può favorire un rapido sviluppo della copertura vegetale e la stabilizzazione dei versanti (APAT, 2002).

Tabella 9.2 – Tecniche di messa a dimora applicabili in ambiente mediterraneo (modificata da: Agenzia Umbria Ricerche, 2003).

| Tipo di messa a dimora | Postime | Tipo di stazione e di substrato |
|-------------------------------------|---|--|
| Piantagione in buca | Postime a radice nuda; specie pioniere non fittonanti | Stazioni subumide |
| Piantagione in buca | Postime in contenitore; anche specie fittonanti | Stazioni aride e semiaride, terreni difficili |
| Piantagione inclinata (ad angolo) | Postime a radice nuda di piccole dimensioni | Terreni con scarse quantità di scheletro, di argilla e di humus grezzo, di presenza di cotico erboso di bassa taglia |
| Piantagione a fessura (con vanga) | Postime a radice nuda di piccole dimensioni | Terreni con scarse quantità di scheletro, di argilla e di humus grezzo |
| Piantagione con asta trapiantatrice | Postime in contenitore di piccole dimensioni | Terreni sciolti |

In condizioni pedologiche limitanti e in regimi climatici xero-termici è comunque utile adottare opportuni accorgimenti. Su suoli

poveri di sostanza organica la buca può essere riempita con apporti di materiale vegetale, fibra organica e biofertilizzanti o concimi, mentre nelle zone aride è bene che il livello della buca, dopo aver eseguito il riempimento, risulti inferiore al terreno circostante per favorire un maggiore apporto idrico.

Al momento della messa a dimora, le radici delle piantine devono poter assumere una disposizione il più possibile regolare per evitare conseguenze dannose sull'attecchimento e sullo sviluppo, mentre la verticalità del fusto è garantita dall'impiego di eventuali pali tutori o cannuce, qualora necessario per condizioni stazionali, dimensioni del postime e caratteristiche della specie. Limitatamente alla sistemazione di versanti molto degradati con tecniche di ingegneria naturalistica, uno strato pacciamante (2-4 cm), realizzato con torba, paglia, biofeltri o con uno strato di corteccia di conifere, può favorire il mantenimento dell'umidità intorno alle piantine (per approfondimenti, vd. Box 9.3); questa soluzione è anche consigliata per la messa a dimora di specie pioniere in stazioni aride e semiaride (Foto 9.8).

In ambiente mediterraneo, BERNETTI (1995) non ritiene comunque opportuno scartare a priori le possibilità della semina diretta (es. per pino domestico e querce) e anche della piantagione a radice nuda. Nell'ambito di soprassuoli forestali degradati, a esempio in seguito al passaggio del fuoco, la semina di specie autoctone può essere indicata quale tecnica per integrare la rinnovazione naturale: in questo caso è consigliata la semina in gruppi densi su piccole superfici nei microambienti più favorevoli. Il principale rischio, oltre allo stress idrico, è la predazione dei semi da parte di uccelli, roditori e formiche, per contrastare la quale si può anche ricorrere all'impiego di semi di specie appetite dai predatori seminate contestualmente alla specie principale (PAUSAS *et al.*, 2004), oppure trattare il seme con sostanze repellenti.

Tra le tecniche tradizionali di semina il *metodo Allegretti* e il *metodo Sala* sono stati sperimentati con successo in area mediterranea, in particolare in Sardegna (MORELLI, 1961).

Il metodo Allegretti è una tecnica di semina su terreno sodo applicata principalmente alle querce. La semina viene eseguita in maniera andante sopra il cespuglieto o la gariga, impiegando notevole quantità di seme; si esegue quindi una lavorazione

superficiale del suolo con eliminazione totale del cespugliame, cosicchè la ghianda risulta automaticamente interrata. Con questo metodo le piantine raggiungono un apprezzabile sviluppo nei primi anni, in seguito l'accrescimento tende a rallentare. I migliori risultati sono stati ottenuti da semine miste di specie sciafile ed eliofile, quali leccio e pino domestico.

Il metodo applicato da Sala in Sardegna consisteva nella preparazione del terreno a piazzette di dimensioni 1,20x0,80x0,60 m, limitando la lavorazione a gradoni ai terreni più degradati e in forte pendio. Nella buca venivano collocate 2-3 ghiande di leccio, sughera (*Quercus suber* L.) o rovere (*Quercus robur* L.), a seconda dell'ambiente, e messe a dimora piantine di pino laricio di età variabile da 3 a 5 anni. Successivamente il sistema fu modificato in modo tale da limitare la preparazione del terreno al postime di conifere, mentre per i rimboschimenti con ghiande si ritenne sufficiente una lavorazione andante meno profonda (circa 15 cm) e la ripulitura del terreno seguita da una semina abbondante in piccoli solchi.

Anche alcuni rimboschimenti in Sicilia sono stati realizzati mediante semina diretta. Nei Monti del trapanese e di Palermo sono ancora oggi visibili gli effetti di tale tecnica, applicata diversi decenni fa soprattutto alla semina del leccio e, in minore misura, della roverella. Nelle aree risparmiate dagli incendi si osservano nei gradoni, di lunghezza variabile in dipendenza di fattori orografici, file di querce allineate; a causa della mancanza di cure colturali, convivono piante di dimensioni ridottissime e piante ormai di grandi dimensioni. Sebbene si possa supporre che ci siano state delle fallanze, l'elevata densità odierna conferma la validità del metodo.

Il *metodo Putod* è una tecnica di piantagione a radice nuda di piantine di pochi mesi derivanti da semina estiva in cassette trasportabili sul luogo del rimboschimento così che ciascuna piantina viene posta a dimora subito dopo il prelevamento; questa tecnica è stata messa a punto per il pino d'Aleppo.

In particolari condizioni di degrado, possono anche essere adottate tecniche di rimboschimento con valenza di vere e proprie sistemazioni stabilizzanti:

- *cordonata secondo Couturier*, piantagione di piante pioniere a radice nuda su gradone con successivo ricoprimento del medesimo, impiegata soprattutto in Francia e in Italia per il rimboschimento di pendii sassosi e di colate di fango (DEMONTZEY, 1882);

- *gradonata con piantine*, messa a dimora suborizzontale di specie pioniere (principalmente con capacità di produrre radici avventizie) a radice nuda su gradone, con successivo ricoprimento dello stesso.

La sopravvivenza e la crescita delle piantine in ambienti a rischio di desertificazione è influenzata non soltanto dalle modalità di messa a dimora, ma anche dal complesso di scelte tecniche per aumentare l'efficienza dell'uso dell'acqua (Tabella 9.3). In ambiente mediterraneo i suoli degradati manifestano frequentemente carenza di fosforo: l'apporto di questo elemento può contribuire a migliorare l'efficienza di uso dell'acqua, così come uno strato di concime organico naturale intorno alla base dei semi instaura un microambiente più umido migliorandone la germinazione (VALLEJO *et al.*, 2006).

Tabella 9.3 - Tecniche di ottimizzazione dell'uso dell'acqua nel rimboschimento in ambienti mediterranei (Vallejo *et al.*, 2006).

| Obiettivi | Tecniche |
|---|---|
| aumento dell'efficienza di uso dell'acqua | <ul style="list-style-type: none"> - selezione di specie ed ecotipi tolleranti la siccità - miglioramento dello stato nutrizionale (fertilizzazione) |
| aumento della fornitura di acqua | <ul style="list-style-type: none"> - preparazione del suolo, pacciamatura, uso di ammendanti - irrigazione di soccorso - selezione di micrositi idonei (<i>nurse plants</i>) |
| riduzione delle perdite di acqua | <ul style="list-style-type: none"> - uso di tecniche per la protezione delle piantine - controllo della vegetazione invadente |

L'impiego di *shelter* di protezione delle singole piantine (Foto 9.8), oltre a difenderle da eventuali animali domestici o selvatici (vd. Box 9.2), determina modificazioni a livello di microsito, riducendo l'evapotraspirazione e la perdita di suolo in prossimità della piantina (VALLEJO *et al.*, 2006); inoltre, grazie al lento tasso di crescita e alla presenza di strutture protettive individuali, i semenzali di specie mediterranee possono adattarsi con gradualità alle avverse condizioni climatiche esterne all'involucro protettivo.

La difesa delle giovani piantine dal morso degli animali è un problema reale, data la crescente presenza di animali selvatici nel nostro Paese. In una prova condotta nella costa antistante la spiaggia dei conigli a Lampedusa, in un'area interdetta alla caccia perché Riserva Naturale, l'azione dei conigli stava pregiudicando gli interventi di rinaturalizzazione. I prodotti repellenti, a base di aglio, non sono commercializzati in Italia. Si è deciso, pertanto, di utilizzare un macerato di aglio sulle piante che ha dato buoni risultati. Purtroppo, forse a causa dell'azione dell'aerosol, l'efficacia risultava limitata nel tempo: pertanto si è fatto ricorso agli *shelter* che hanno garantito ottimi risultati.

Anche nelle tecniche tradizionali di coltivazione degli ambienti aridi sono rintracciabili dispositivi di termoregolazione quali i cumuli di pietre e muretti a secco, frequentemente associati ai gradoni; questi agiscono come mezzi di captazione e condensazione dell'umidità atmosferica e preservano le caratteristiche idromorfiche del suolo, mantenendo in tal modo una riserva idrica nel terreno utilizzabile dalle piante (Foto 9.9, Figura 9.4).

La selezione di micrositi idonei per lo sviluppo delle piantine può aumentarne le possibilità di sopravvivenza. Come indicato (vd. § 9.2.1), esempi di micrositi favorevoli sono rappresentati da *nurse plants*, ovvero piante "nicchia", quali arbusti – nel caso di specie spinose, la piantina è anche protetta dal morso di animali domestici e/o selvatici - o macchie residue di vegetazione erbacea. Questi costituiscono vere e proprie *resource islands* in termini di ombra e fertilità del suolo (VALLEJO *et al.*, 2006; Figura 9.5).

L'impiego di *nurse plants* è stato sperimentato con successo su leccio e quercia spinosa (*Quercus coccifera* L.), sebbene la sola applicazione di queste tecniche non sia garanzia di successo della

piantagione (PAUSAS *et al.*, 2004; VALLEJO *et al.*, 2006).

Box di approfondimento 9.2

Ruolo di facilitazione della vegetazione spontanea, difesa dalla predazione, impiego di arbusti inoculati: prove sperimentali nella Riserva di "Grotte di Santa Ninfa"

Nella Riserva naturale "Grotta di Santa Ninfa" (Prov. di Trapani) gestita da Legambiente sono state condotte varie sperimentazioni sull'impiego di tecniche di rimboschimento per il recupero di suoli degradati.

In riferimento al tema della conservazione delle *resource islands* e del loro potenziale ruolo di facilitazione è stata realizzata nel 2005 una sperimentazione nella quale sono state messe a confronto quattro tesi: 1) impianto di leccio in un'area esposta a sud ricoperta da *Ampelodesmos mauritanica*; 2) impianto di leccio in un'area esposta a nord ricoperta da *Ampelodesmos mauritanica* o sotto una copertura rada di pini; 3) impianto di leccio sotto la copertura di pini in diverse esposizioni; 4) nelle stesse condizioni di cui al punto 3, ma effettuando l'irrigazione di soccorso; 4) impianto di roverella e perastro in diverse esposizioni in situazioni miste di copertura e presenza di *Ampelodesmos mauritanica*, con irrigazione di soccorso.

Il materiale di impianto derivava da germoplasma autoctono, raccolto in maniera centripeta rispetto all'area di utilizzo.

A seguito di alcune prove di semina diretta si è potuto constatare come localmente la predazione può avere un effetto determinante sulla sopravvivenza delle piantine: in un'area dove erano presenti numerose buche di arvicole si è avuto una eliminazione quasi totale delle ghiande delle querce poste a dimora, mentre in un'area posta a poca distanza, ma su suolo inospitale per le arvicole, la germinazione è stata pari al 100%. Nelle prove di semina diretta, dopo aver constatato che le giovani piantine di roverella venivano roscicchiate da conigli, si è reso necessario l'uso degli *shelter*.

I risultati delle sperimentazioni sono i seguenti: nell'area esposta a sud le piantine sono sopravvissute per il 30%, mentre in quella esposta a nord per il 60%; solo una modesta percentuale di piante di leccio impiantate sotto i pini è sopravvissuta (5%) e soltanto se irrigata; le piantine di perastro sono tutte sopravvissute, mentre quelle di roverella si sono disseccate.

Le osservazioni confermano il ruolo positivo esercitato dalla vegetazione spontanea, in questo caso dalla copertura di *Ampelodesmos* che svolge lo

stesso ruolo di *resource islands* o *nurse plants* degli arbusti, mentre le piante adulte di pino hanno svolto un ruolo antagonista sulle giovani piantine, appena mitigato dalla irrigazione.

In parallelo alle prove di cui sopra, è stato realizzato un impianto di specie autoctone arbustive utilizzando *Anagyris foetida* in tre condizioni: piante senza alcun trattamento, piante batterizzate e piante micorrizzate; la sopravvivenza a tre anni è stata rispettivamente del 41%, 46% e 83%, confermando l'effetto positivo della micorrizzazione.

Ricostituzione delle fasi preparatorie pre-forestali: il caso della Riserva Naturale di Lago Sfondato

Nell'ambito del piano di sistemazione della Riserva Naturale di Lago Sfondato (Prov. di Caltanissetta; Foto 9.10) è stata condotta una sperimentazione sul rimboschimento mediante specie arbustive. La presenza in alcune zone della Riserva di aree nude con forti limitazioni per un impianto diretto delle specie forestali consone alle potenzialità vegetazionali dell'area (leccio e roverella) ha fatto orientare l'intervento verso la ricostituzione di fasi preparatorie pre-forestali (vd. § 9.2). Queste sono rappresentate dalle fisionomie ad arbusteto e gariga tipiche dei consorzi di mantello presenti nell'area in esame (Foto 9.11). L'impianto diretto di roverella è stato limitato alle aree con condizioni stazionali migliori.

Per la ricostituzione delle formazioni pre-forestali sono state selezionate le seguenti specie autoctone: legno puzzo (*Anagyris foetida* L.), pero mandorlino (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), euforbia cespugliosa (*Euphorbia characias* L.), tè siciliano (*Prasium majus* L.), biancospino (*Crataegus monogyna* Jacq.), rosa canina (*Rosa* cfr. *canina* L.), ruta d'Aleppo (*Ruta chalapensis* L.), scuderi angustifolio (*Phagnalon saxatile* (L.) Cass.), lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), terebinto (*Pistacia terebinthus* L.) e la bulbosa endemica giaggiolo siciliano (*Iris pseudopumila* Tineo). I semi e le talee di queste specie e della roverella, sono state prelevati *in situ* per la successiva propagazione in vivaio (Foto 9.12).

La preparazione del terreno è stata effettuata tramite buche, praticate in parte manualmente in parte meccanicamente, della dimensione di 40x40x40 cm. Sul fondo della buca sono stati depositi concimi a lenta cessione e materiale drenante. Il riempimento della buca, dopo la semina, è stato effettuato gradualmente, per consentire una migliore concentrazione degli apporti meteorici in corrispondenza della sede di impianto. Negli impianti sono stati praticati trattamenti colturali quali: irrigazione di soccorso (durante la stagione secca), zappettatura,

pacciamatura, eliminazione delle erbe invadenti.

Le percentuali di attecchimento sono risultate variabili in funzione delle specie. Alcune (tè siciliano, scuderi angustifolio, giaggiolo siciliano, ruta d'Aleppo) hanno avuto attecchimenti prossimi al 100%; le altre specie una percentuale variabile e comunque superiore al 50%. La roverella ha avuto un attecchimento del 50%. Su *Anagyris foetida* sono state condotte prove analoghe a quelle realizzate a Santa Ninfa, che hanno confermato il ruolo positivo della micorrizzazione nella crescita delle piante trattate.

9.7 Periodo di impianto

Il collocamento a dimora del postime è preferibilmente effettuato non oltre 6-8 mesi dopo la preparazione del terreno, pena la perdita dei vantaggi che tale lavorazione assicura. Il periodo migliore è durante il riposo vegetativo, dall'autunno alla fine dell'inverno, tenendo conto dei fattori climatici locali, della distribuzione delle precipitazioni e degli eventuali geli. In ambienti a rischio di desertificazione è comunque in genere preferibile la piantagione autunnale al fine di favorire l'assestamento e una certa espansione dell'apparato radicale già prima dell'inverno, con conseguente migliore e più pronta ripresa vegetativa in primavera.

Anche per la semina la stagione migliore è l'autunno, soprattutto per specie a seme poco conservabile oppure con seme che necessita di periodi di postmaturazione e/o di prerefrigerazione. La semina autunnale è indispensabile anche in climi a siccità estiva.

Box di approfondimento 9.3

Tecniche complementari al rimboschimento in aree molto degradate

La diminuzione della copertura vegetale provoca negli ambienti mediterranei una riduzione della attività microbica e del tenore in sostanza organica (GARCIA *et al.*, 2002). Gli interventi di rimboschimento consentono un lento e graduale recupero della fertilità del suolo (vd. § 3.2) a opera della nuova copertura vegetale introdotta dal rimboschimento.

In casi puntuali localizzati su versanti completamente denudati o poveri di sostanza organica ove sia necessario un rapido recupero della fertilità del suolo può essere opportuno far precedere l'intervento di rimboschimento da interventi propri dell'ingegneria naturalistica e/o di

recupero dell'attività biologica del suolo. Ciò per evitare che i processi di degrado raggiungano o superino una soglia critica oltre la quale il recupero stesso diventa inefficace o eccessivamente oneroso.

Il contenuto di sostanza organica determina la struttura del suolo, in particolare la sua porosità, e condiziona le possibilità di percolazione e ritenzione idrica dell'acqua riducendo i fenomeni di ruscellamento ed erosione. Soprattutto nei terreni ex agricoli precedentemente coltivati a seminativo, l'abbandono delle pratiche tradizionali di conservazione del suolo (rotazione culturali, maggese, pacciamatura, sovescio) può comportare un progressivo impoverimento nel tenore di sostanza organica: in particolare, una concentrazione di sostanza organica inferiore a 1,7% può essere utilizzata per identificare terreni in stadio di pre-desertificazione (MONTANARELLA, 2005).

Per una rapida ricostituzione della fertilità di questi terreni possono essere impiegate tecniche di ricoprimento del terreno attraverso *inerbimento*, *pacciamatura*, *concimazione organica* e *inoculo* (Tabella 9.4, Foto 9.13-9.14).

L'inerbimento fa diminuire drasticamente i processi erosivi, come accertato in una apposita sperimentazione condotta in Spagna dove, a tre anni dall'abbandono, la vegetazione insediatasi spontaneamente è in grado di controllare l'erosione (BIENES *et al.*, 2005). Soprattutto su terreni argillosi, la copertura erbacea può svolgere una duplice azione in quanto azione riduce la crepacciatura, una delle cause di perdita di umidità in questi suoli, e quindi smottamenti, scoscendimenti e frane degli strati superiori; la fase erbacea predispone così il terreno a ospitare le fasi arboree successive (GIACOBBE, 1961).

Nell'inerbimento vengono impiegati miscugli di semi di specie autoctone e naturalizzate, perenni e annuali, con particolare riguardo alle leguminose azotofissatrici. Le specie annuali hanno rapida germinazione, mentre le perenni permettono una prolungata persistenza e approfondimento dell'apparato radicale. Le tecniche di semina sono economiche e applicabili su ampie aree senza impatti ambientali, ma la loro efficacia dipende dalle condizioni di pioggia nei primi mesi dopo l'applicazione (VALLEJO *et al.*, 2006).

Attualmente sono disponibili soluzioni tecnologiche apposite per l'inerbimento dei versanti soggetti a erosione, quali, a esempio, i Prati Armati®; la tecnica di impianto consiste nell'idrosemina della superficie in erosione con una miscela di acqua, concimi, collanti naturali e sementi di piante erbacee perenni; si tratta di specie principalmente autoctone, appositamente selezionate per la lotta all'erosione e il recupero di suoli degradati (radicazione profonda, adattabilità a condizioni pedoclimatiche

estreme, resistenza elevata a siccità, salinità e capacità di ricaccio elevata anche dopo incendio); un interessante aspetto di tale tecnologia è l'impiego di piante C_4 , altamente efficienti nel sequestro di CO_2 e aventi capacità d'assorbimento fino 5 volte superiori ($40 \text{ t ha}^{-1}\text{anno}^{-1}$) rispetto a una comune prateria temperata.

Non per tutti gli ambienti sono tuttavia disponibili sementi di specie autoctone per l'inerbimento; a questa limitazione si può in parte ovviare usando, per esempio, specie foraggere. Un'esperienza in tal senso è stata condotta in aree soggette a forte erosione nelle "Maccalube" di Aragona (Prov. di Agrigento) dove è stata impiegata con successo la sulla (*Hedysarium coronarium* L.), una leguminosa normalmente utilizzata in rotazione con il frumento.

L'efficacia della semina nel ridurre la perdita di suolo, la compattazione dello strato superficiale e l'evaporazione dell'acqua, aumentandone al contempo l'infiltrazione, può essere incrementata attraverso l'impiego di vari tipi di pacciamatura: paglia, chip di legno e corteccia, legno trinciato, carta o altri materiali organici; in particolare, la triturazione in loco di materiale legnoso offre una soluzione economica.

Su versanti particolarmente ripidi, qualora la semina e la pacciamatura non siano sufficienti a limitare il rischio di erosione, può essere opportuno procedere alla stabilizzazione del suolo con strutture come tronchi, rami, mucchi di fascine, ecc., che trattengono la sostanza organica, i nutrienti e i propaguli e promuovono la stabilizzazione del suolo e la rigenerazione delle piante. Una tecnica tradizionale di particolare interesse a tal fine è la realizzazione di *frascate*, ovvero l'ammassamento di ramaglia reperita in loco e fermata con fili di ferro ancorati a picchetti infissi nel suolo (PADULA, 1981). Questa tecnica può rivelarsi utile nelle chiarie a forte pietrosità e suolo nudo, dove la decomposizione delle frascate crea un substrato idoneo alla semina di specie arbustive/arboree di provenienza locale.

L'impiego di *ammendanti*, ovvero sostanze miglioratrici delle caratteristiche fisiche del terreno, si rivela idoneo su substrati con struttura e tessitura non ottimale. Le tecniche di ammendamento sono stabilite in base alle caratteristiche del terreno: a esempio, in terreni a forte drenaggio possono essere impiegati polimeri accumulatori dell'acqua o collanti. L'ammendamento può essere effettuato, a seconda del prodotto impiegato, mediante miscela in fase di movimentazione del terreno o con applicazione mediante aspersione superficiale (AGENZIA UMBRIA RICERCHE, 2003).

L'impiego di concime organico costituisce una tecnica economica e al contempo particolarmente utile per il recupero della produttività di aree

degradate, in relazione alle sue potenzialità ai fini di riduzione dell'erosione del suolo e degli impatti sulla qualità dell'acqua. L'aggiunta di paglia favorisce la capacità di infiltrazione dell'acqua mentre l'utilizzo di suolo fresco e lettiera da allevamenti, per l'elevato contenuto di cellulosa e lignina, migliora la struttura del suolo e le caratteristiche della sua comunità microbica e, di conseguenza, aumenta la capacità del suolo di trattenere l'umidità e aumenta i livelli di nutrienti disponibili.

I processi di degrado del suolo riducono il potenziale di inoculo di microrganismi simbiotici mutualistici (batteri azotofissatori e funghi micorrizici), che rappresentano fattori chiave nel ciclo degli elementi nutritivi delle piante. Pertanto, l'impiego, di *funghi micorrizici* e di *batteri azotofissatori* può costituire una tecnologia efficace nel migliorare le qualità fisico-chimiche e biologiche del suolo stesso. A tal fine possono essere applicate due tecniche: i) l'applicazione *in situ* di microrganismi non simbiotici che rigenerano l'attività biologica del suolo, limitatamente alla sede di impianto; ii) l'uso di piante inoculate da microrganismi selezionati, quali le associazioni di azoto-fissatori; l'introduzione di specie autoctone mediterranee associate ai loro simbiotici microbici selezionati è una misura biotecnologica che consente un incremento significativo nella sopravvivenza e nella crescita delle giovani piantine in ambienti inospitali. Una collezione di rizobi di leguminose legnose mediterranee è disponibile presso il Dipartimento di Biologia cellulare e dello sviluppo dell'Università di Palermo (QUATRINI *et al.*, 2002; CARDINALE *et al.*, 2007).

In situazioni particolarmente compromesse, l'introduzione di inoculi può essere effettuata attraverso:

- il recupero dei microbiota esistenti per mezzo di appropriate strategie gestionali, comprendenti la conservazione delle specie vegetali che meglio si prestano a supportare e diffondere i funghi micorrizici e i batteri azotofissatori;
- l'utilizzo di piante micorrizzate e batterizzate (vd. § 9.5);
- l'aumento di inoculi microbici prevedendo l'immissione di suolo con micorrize (previa fase di studio e valutazione e moltiplicazione dei ceppi presenti) direttamente nella buca.

L'introduzione di ceppi esotici va limitata soltanto a casi particolarmente gravi, in quanto si potrebbero verificare casi di inquinamento biologico (vd. a esempio, PUPPI, 2004; BESCHTA *et al.*, 2004). Inoltre, poiché è possibile scegliere specie arboree e arbustive autoctone adatte ai diversi contesti ambientali (vd. § 9.2), il ricorso a specie e quindi simbiotici estranei risulta poco giustificato.

Tabella 9.4 – Principali tecniche di ricoprimento del terreno (APAT, 2002; Agenzia Umbria Ricerche, 2003).

| Intervento | Descrizione | Substrato |
|---|---|--|
| Semina con coltre protettiva di paglia (mulch) | Le sementi vengono distribuite sul terreno e poi ricoperte da materiale vegetale a funzione protettiva | Superfici povere di humus |
| Semina con coltre protettiva di paglia e bitume | Le sementi vengono coperte da sostanze vegetali (paglia) fissata da un'emulsione bituminosa instabile a funzione protettiva; la paglia può essere preventivamente irrorata con enzimi che ne accelerino la decomposizione | Superfici povere di suolo vegetale e condizioni climatiche severe con siccità, piogge violente e frequenti sbalzi termici |
| Idrosemina semplice | Soluzione di acqua, semi di specie erbacee e arbustive idonee alla stagione ($35-40 \text{ g m}^{-2}$), fertilizzante organico-minerale bilanciato (150 g m^{-2}), leganti o collanti, sostanze ammendanti, fitoregolatori, spruzzata ad alta pressione sul terreno preventivamente preparato | Terreni completamente denudati e privi di copertura organica con presenza di un'abbondante frazione fine e colloidale, con inclinazioni fino a 20° |
| Idrosemina con mulch | Idrosemina di base con pasta di cellulosa o fibre di legno o paglia (non meno di 180 g m^{-2} e per il 20% almeno lunghe 10 mm) | Terreni completamente denudati e privi di copertura organica con presenza di un'abbondante frazione fine e colloidale, con inclinazioni fino a 35° e presenza di fenomeni erosivi di media intensità |
| Idrosemina a fibre legate | Idrosemina di base con mulch di fibre di legno (non meno di 350 g m^{-2} e per il 50% almeno lunghe 10 mm) e collante ad elevata viscosità | Forte potere protettivo ed elevata capacità di ritenzione idrica, adatta a terreni fortemente erodibili con inclinazione fino a $50^\circ-60^\circ$, mediamente poveri di materia organica e di frazione fine |
| Idrosemina a spessore | Idrosemina di base con mulch in fibre di legno (non meno di 250 g m^{-2} e per il 20% almeno lunghe 10 mm) e con materia organica (torba o compost) (non meno di 250 g m^{-2}) | Substrato particolarmente povero di materiale organico, sassoso o costituito da rocce tenere alterate, su forti pendenze |

9.8 Cure post-impianto

Nei primi anni dopo l'impianto è utile assicurare alle piantine opportune cure per favorirne la crescita e lo sviluppo. In fase progettuale è dunque necessario prevedere anche gli oneri per la realizzazione di questi interventi, che consistono nei risarcimenti, nel controllo della vegetazione arbustiva e erbacea e nelle lavorazioni superficiali del suolo.

Le difficoltà di adattamento delle piantine al nuovo ambiente possono determinare la cosiddetta *crisi di trapianto*, tanto più accentuata su suoli degradati in aree siccitose e suscettibili alla desertificazione. Fallanze non superiori al 2-3% non pregiudicano il buon esito del rimboschimento, sono anzi considerate nella norma (GAMBI, 1986). Qualora la percentuale di fallanze superi il 15-20% il risarcimento risulta generalmente indispensabile per ripristinare la densità iniziale del rimboschimento, anche al fine di impedire l'innesco di aree in erosione. La soglia minima di

attecchimento può essere variabile a seconda che si utilizzino piantine a radice nuda o in contenitore e in relazione alla densità di impianto (Tabella 9.5).

Tabella 9.5 - Percentuali minime di attecchimento considerando le fallanze uniformemente distribuite (a: Regione Lazio, Assessorato per l'Ambiente, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile, 2002; b: Minotta, 1992).

| Tipo di impianto | Soglia minima di attecchimento |
|---|--------------------------------|
| (a) Postime a radice nuda | 90% |
| (a) Postime in contenitore | 100% |
| (b) Impianti radi (spaziature superiori a 20 m ² per albero) | 95% |

Il risarcimento delle fallanze, da eseguire tempestivamente nei primi anni, è effettuato con materiale vivaistico di dimensioni analoghe a quelle delle piante a dimora, preferibilmente allevato in contenitore in modo da attenuare la crisi di trapianto e favorire un più rapido accrescimento iniziale. È stato constatato che, qualora si impieghi materiale a radice nuda, le piantine risarcite presentano generalmente tempi di sviluppo più lunghi rispetto a quelle di primo impianto (GAMBI, 1986). L'impiego di piantine per risarcire le fallanze è consigliato anche nel caso in cui il rimboschimento sia stato ottenuto tramite semina, sia per affrettare il riempimento dei vuoti sia per limitare la predazione da parte della fauna selvatica e dell'avifauna.

L'esigenza di controllare lo sviluppo della vegetazione invadente può variare a seconda del tipo e del grado di intensità del modulo colturale adottato ma, soprattutto in ambiente mediterraneo e nei primi anni di vita delle piantine, rappresenta una pratica colturale essenziale per garantire alle giovani piantine condizioni favorevoli di crescita. In particolare, nei terreni ex agricoli spesso si assiste, nei primi anni dall'impianto, alla ricostituzione spontanea di manti erbosi ricchi delle specie coltivate nell'ultimo ciclo di produzione, la cui concorrenza può raggiungere livelli parossistici.

La concorrenza si esplica in termini nutrizionali e di utilizzazione di luce e di risorse idriche. In impianti non opportunamente gestiti si possono verificare accrescimenti molto ridotti delle piantine e danni dovuti all'eccessivo ombreggiamento da parte delle erbe circostanti, che, in particolare durante il primo anno (anche a seguito della crisi di trapianto), possono soffocarle. In questi casi, l'eliminazione della vegetazione erbacea e arbustiva invadente riduce la competizione idrica limitando la traspirazione, migliorando le condizioni di umidità del suolo, soprattutto in periodi siccitosi, come verificato in prove condotte con il leccio in ambiente mediterraneo (SÀNCHEZ-ANDRÉS *et al.*, 2005).

Una pratica agronomica per contenere la vegetazione invadente, di particolare valenza in ambiente mediterraneo, è la *sarchiatura*, lavorazione superficiale del suolo eseguita con la zappa a una profondità tra 2 e 5 cm. Questa tecnica favorisce gli scambi gassosi e idrici tra suolo e atmosfera e migliora le possibilità di infiltrazione nel terreno dell'acqua meteorica (GAMBI, 1986). BAZIN (1990) ritiene che l'area interessata dalla lavorazione debba orientativamente essere pari a circa 1 m²/pianta.

Le lavorazioni superficiali del suolo (zappettature e sarchiature) migliorano l'aerazione e l'accumulo di acqua nel suolo riducendone la risalita per capillarità.

Intensità, frequenza e ripetizione negli anni delle cure colturali dipendono, oltre che da fattori economici e operativi, dal tipo di vegetazione presente, dal suo grado di sviluppo, dalle caratteristiche ambientali e floristiche della stazione e dai rischi di incendio (LUCCI, 1994). Nei rimboschimenti in ambiente mediterraneo questo periodo può variare da 2-3 anni (ECCHER *et al.*, 1983) fino a un massimo di 5-6 anni (GAMBI, 1986). Oltre questa soglia, si ritiene che le piante si affermino e resistano autonomamente alla vegetazione spontanea, limitandone la concorrenza mediante l'ombreggiamento e la deposizione di lettiera.

L'epoca in cui di norma le cure colturali trovano maggiore applicazione è quella primaverile. Va sottolineata l'importanza di intervenire con tempestività, quando la vegetazione spontanea rischia effettivamente di minacciare le piantine: interventi troppo precoci possono risultare vani richiedendo la ripetizione

dell'operazione in periodi ravvicinati, mentre un intervento tardivo può esporre in modo traumatico le piantine al pieno sole, sottraendole all'ombra delle erbe e determinandone l'ustione dei giovani tessuti fogliari.

Nei climi a bilancio idrico fortemente deficitario risultano più efficaci le cure colturali estese a tutta o gran parte della superficie. Nei terreni in pendio, sensibili all'erosione, è opportuno mantenere una copertura durante le stagioni piovose e favorire l'immagazzinamento idrico con lavorazioni preparatorie. In condizioni di forte pendenza, dove la meccanizzazione delle cure colturali è difficile, possono essere attuati trattamenti localizzati, manualmente o tramite macchine leggere.

L'inerbimento artificiale può rappresentare una alternativa alle cure colturali meccanizzate negli impianti di arboricoltura da legno. Esso ha effetti positivi sul controllo dell'erosione e del ruscellamento, sul controllo delle specie indesiderate, sul miglioramento della disponibilità di azoto utilizzando specie azotofissatrici quali le leguminose. In stazioni a clima mediterraneo, con periodi secchi estivi prolungati, si può ricorrere a leguminose dotate di buon potere riseminante (es. *Trifolium subterraneum* L.). Queste leguminose, oltre all'azione azotofissatrice, assicurano, durante le stagioni più piovose, una protezione contro l'effetto battente delle piogge e durante il periodo estivo, in seguito al disseccamento, un effetto pacciamante in grado di contenere la vegetazione invadente.

Un'altra tecnica potenzialmente interessante, soprattutto in stazioni soggette a erosione, è il *pirodiserbo localizzato*. Esso consiste nel trattare le infestanti con raggi infrarossi, prodotti da un dispositivo alimentato a gas liquefatto: le piante non vengono esposte alla fiamma libera, ma a una ondata di calore che determina la rottura delle pareti cellulari e il loro successivo disseccamento.

Altre eventuali cure colturali, da realizzare nei primi anni dopo l'impianto, consistono nello *sfollamento*, nella *succisione* e nella *rincazzatura* (GAMBI, 1986).

Lo sfollamento si mette in atto qualora la densità del novellame sia eccessiva e si renda necessario agevolare la crescita dei soggetti migliori. Questa situazione si verifica soprattutto nel caso di

impianti realizzati mediante semina.

La succisione è una tecnica che consiste nel taglio del fusto delle piantine di latifoglie all'altezza del colletto per stimolarne la crescita radicale e lo sviluppo di robusti che, dopo due o tre anni, saranno diradati, lasciando il più vigoroso.

La rincalzatura è una tecnica di qualche interesse nelle aree soggette a elevata erosione dove lo scalzamento delle radici può esporre l'apparato radicale agli eccessi di caldo e siccità. Questa operazione colturale, svolta contemporaneamente alla sarchiatura, consiste nel proteggere le radici delle piante scalzate al piede addossando alla base una conveniente massa di terra.

In zone aride e semiaride o comunque soggette a periodi di prolungata siccità estiva, gli apporti idrici necessari per l'attecchimento e lo sviluppo delle giovani piantine possono essere eventualmente garantiti tramite *irrigazioni di soccorso*. Le poche prove sperimentali condotte nei paesi del Mediterraneo confermano i benefici di questo tipo di irrigazione: in Sicilia, in diversi contesti pedoclimatici (S. Ninfa, Lampedusa, Macalube di Aragona), l'irrigazione di soccorso effettuata in periodo estivo ha consentito di mantenere le percentuali di sopravvivenza su valori mediamente superiori al 50% e buoni i livelli di accrescimento, mentre per le piante non irrigate i valori crollano drasticamente.

L'irrigazione comporta costi aggiuntivi; tuttavia data la sua rilevanza per il successo degli interventi di rimboschimento vale la pena domandarsi se non sia più opportuno contenere i costi soprattutto in termini di superfici investite dagli interventi, a vantaggio di maggiori cure colturali. Come osservano BENAYAS e CAMACHO-CRUZ (2004): «la gestione dei rimboschimenti durante il primo anno potrebbe generare un miglior rapporto costi/benefici dell'investimento».

Per aumentare la riserva idrica utilizzabile possono essere riproposte, in maniera innovativa, tecniche tradizionali di produzione e recupero dell'acqua (LAUREANO *et al.*, 2006): a esempio, sistemi di condensazione dell'acqua atmosferica (Figura 9.6), cisterne e sistemazioni dei pendii per la captazione e la canalizzazione dell'acqua (Figure 9.7, 9.8). Soluzioni innovative possono essere trovate per le tecniche di irrigazione, come a

esempio l'impiego di *acqua secca*, composto enzimatico degradabile che posizionato vicino alle radici delle piantine si trasforma gradatamente nell'apporto idrico necessario.

Nei primi anni post-impianto i soprassuoli, soprattutto nel caso di quelli monospecifici, sono esposti a rischi patologici e parassitari in quanto i controlli omeostatici sono più labili e il sistema è più vulnerabile a fattori esterni di disturbo e stress, particolarmente nelle aree sensibili alla desertificazione (ANSELMi *et al.*, 1998). A seguito dell'accertamento di un'effettiva situazione di rischio fitosanitario vanno applicati metodi di contrasto del fattore di disturbo, quali interventi colturali *ad hoc*, che interferiscano direttamente o indirettamente sulla dinamica degli attacchi parassitari o sul manifestarsi del danno, e interventi di lotta biologica, basati sul rilascio di organismi e microrganismi antagonisti del parassita da combattere. A esempio: operazioni di diradamento, spalatura, potatura o l'eliminazione di piante arbustive, aumentando l'illuminazione delle parti più basse della chioma, permettono una maggiore circolazione di aria e riducono il ristagno di umidità all'interno del popolamento contribuendo a ridurre le infezioni di alcuni agenti di malattie della chioma di conifere; nella pineta di Castel Fusano (Roma) è stata sperimentata l'efficacia dell'impiego di un ceppo nativo di *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. nei confronti di *Heterobasidium annosum* (ANNESI *et al.*, 2005).

9.9 Recupero dei rimboschimenti degradati

Gli interventi colturali nei rimboschimenti degradati dovranno puntare a ridurre la vulnerabilità agli incendi forestali e a accelerarne i processi evolutivi verso forme biologicamente più stabili. Nei soprassuoli più densi è utile spesso procedere al diradamento (vd. § 4.3.1).

Laddove invece si rendano necessari interventi di ripristino della densità del soprassuolo per contenere processi erosivi e/o fenomeni di dissesto idrogeologico in atto si può procedere:

- al rivestimento arbustivo delle aree con affioramenti rocciosi e/o forte pietrosità;

- all'integrazione della densità della copertura arborea.

Il rivestimento arbustivo può realizzarsi:

- con frascate (ammassamento di ramaglia reperita in loco e fermata con fili di ferro ancorati a picchetti infissi nel suolo) localizzate nelle chiarie a forte pietrosità e suolo nudo, previo leggero spicconamento superficiale; sulle frascate decomposte (dopo 1-2 anni) semina di specie arbustive con seme reperito presso vivai locali (provenienze regionali);

- con muretti a secco rinverditi con cotico erboso e ramaglia viva o piantine radicate, nelle aree a maggiore pietrosità e pendenza.

Per quanto riguarda l'integrazione della copertura arborea, essa può essere efficacemente condotta nelle chiarie più ampie ($>300 \text{ m}^2$) e con minore pietrosità dove si procede al rinfoltimento artificiale localizzato, con postime in fitocella di specie arboree da seme garantito da vivai locali messo a dimora in buche: per le tecniche, si rimanda ai §§ 9.5-9.7.

10. Valutazione funzionale degli interventi di rimboschimento

L'esigenza e l'urgenza di provvedere a una rapida e diffusa ricostituzione di una copertura vegetale su terreni degradati è stato il propulsore principale della massiccia opera di rimboschimento realizzata nel nostro Paese (vd. § 4). Soluzioni tecniche che oggi possono apparire semplicistiche vanno inquadrate cogliendone la logica rispetto a tali obiettivi e comunque tenendo conto delle condizioni oggettivamente difficili in cui si operava: vastità delle superfici interessate dall'intervento, terreni in condizioni di rilevante degrado pedologico-vegetazionale, limitate possibilità di meccanizzazione, frequente ricorso a manodopera non specializzata.

Le soluzioni tecniche e le tecnologie disponibili per gli interventi di rimboschimento in ambienti aridi e semiaridi degradati sono oggi più diversificate rispetto al passato (vd. § 9). Le stesse priorità delle attività di rimboschimento si sono evolute e ampliate in risposta alle esigenze attuali di protezione degli ambienti a rischio di desertificazione (vd. § 2).

Gli interventi realizzati in passato costituiscono peraltro uno straordinario serbatoio di esperienza a cui attingere per configurare, con la necessaria capacità innovativa, soluzioni tecniche appropriate alle mutate esigenze di progettazione. In questa ottica, in questo capitolo sono presentati alcuni criteri di valutazione e correlati indicatori operativi per la valutazione dell'efficienza funzionale dei rimboschimenti, intesi quali interventi di recupero ecologico delle aree degradate (vd. § 2).

10.1 Indicatori di efficienza funzionale dei rimboschimenti

Esistono due fondamentali modalità per valutare i risultati dell'attività di rimboschimento:

- verifica del conseguimento di obiettivi specifici (tipicamente: conservazione del suolo, produzione legnosa) che hanno inizialmente informato l'intervento;
- valutazione dell'efficienza acquisita sotto il profilo ecologico-

funzionale; in questo caso, l'intervento può considerarsi riuscito se, indipendentemente dagli obiettivi inizialmente prefissati, ha imboccato una traiettoria ecologica di progressivo aumento della complessità strutturale e funzionale (vd. § 2.4).

Il recupero ecologico di terreni degradati rappresenta un obiettivo più ambizioso della rapida ricostituzione di una copertura vegetale. Alla crescita delle aspettative devono corrispondere: una progettazione consapevole delle ricadute delle scelte tecniche sul processo di diversificazione strutturale e compositiva dei popolamenti; una gestione in grado di guidare con gradualità e costanza gli impianti verso l'acquisizione di una definitiva capacità di autorganizzazione.

Molteplici sono i criteri di giudizio rispetto ai quali valutare la riuscita di un intervento di recupero ecologico in ambienti mediterranei (VALLEJO *et al.* 2005):

- arresto dei processi di degrado territoriale, in particolare dei processi di desertificazione;
- miglioramento della struttura e funzionalità dell'ecosistema e del paesaggio;
- attivazione di processi di successione secondaria;
- aumento della resistenza del sistema ai disturbi, in particolare quelli più pericolosi e distruttivi (incendi, eventi siccitosi estremi) e capacità di adattamento al graduale cambiamento delle condizioni climatiche verso climi più caldi e asciutti.

Seguendo questa traccia è stato qui sviluppato uno schema concettuale per la valutazione del successo dell'attività di rimboschimento come intervento di recupero ecologico, basato su (Figura 10.1):

- efficienza ecologico-produttiva del popolamento arboreo;
- effetto sulla struttura e funzionalità ecologica del mosaico paesistico;
- effetto sui processi funzionali di rinnovazione naturale e successione secondaria.

Da un punto di vista operativo, molteplici sono gli indicatori

applicabili alla valutazione dei suddetti aspetti. Come accennato (vd. § 2.4), nel progetto Reaction è stato messo a punto uno schema condiviso e articolato di raccolta e organizzazione standardizzata di dati orientato a ricostruire, sulla base delle fonti documentarie disponibili, la condizione iniziale di degrado del sito rimboschito e attraverso la valutazione di elementi specifici, il miglioramento della struttura e funzionalità ecologica dell'ecosistema e del paesaggio attribuibile all'intervento di rimboschimento. Nelle Figure 10.2a, 10.2b e 10.2c è riportata una selezione di parametri impiegati dallo schema Reaction come strumenti per la valutazione di singoli progetti di rimboschimento.

Per valutazioni di scala vasta è possibile applicare altri tipi di indicatori, descritti nei paragrafi che seguono. A scopo esemplificativo, questi sono stati applicati alla valutazione dell'efficienza funzionale dei rimboschimenti in Sicilia (vd. Box 10.1), regione rappresentativa dei rimboschimenti storici realizzati in aree a rischio di desertificazione del nostro Paese, in termini di finalità a essi attribuite, tecniche applicate e criticità attualmente riscontrabili. La valutazione è anche rivolta a stimolare riflessioni sulla portata delle scelte tecniche operate in sede di progettazione e sulle prospettive di successo dei progetti di rimboschimento.

Box di approfondimento 10.1

Inquadramento dei rimboschimenti in Sicilia

Nel secolo scorso, più precisamente nel periodo che va dal 1947 al 2000, la superficie boscata della Sicilia ha avuto un consistente aumento, passando da circa 100.000 ha a poco più di 200.000 ha, grazie a una massiccia attività di rimboschimento (LA MANTIA E BARBERA, 2003).

In effetti, gli interventi di rimboschimento erano iniziati già nei decenni precedenti con criteri e tecniche che hanno fatto scuola (CAPPUCCINI, 1939); si consideri che alla voce «Rimboschimento» della Enciclopedia Treccani del 1934 è riportata la foto di un monte nei pressi di Palermo in fase appunto di rimboschimento.

Le motivazioni che hanno determinato tale attività sono essenzialmente riconducibili a:

- generalizzato e grave dissesto idrogeologico del territorio collinare e montano, ridotto in condizioni di estremo degrado;
- processi di abbandono dell'agricoltura delle zone più marginali che

accelerava i processi di degrado ma al contempo rendeva disponibili ampie superfici per il rimboschimento;

- ridotta disponibilità di materia prima legno, conseguente a prelievi eccessivi e incontrollati avvenuti soprattutto nel corso dell'ultimo conflitto mondiale che rendevano indispensabile l'ampliamento delle superfici forestali, nonché la tutela di quelle residue.

Il ricorso a manodopera occasionale, spesso non qualificata, e l'urgenza di un rapido impiego delle somme disponibili per il settore forestale spiegano il carattere di improvvisazione che alcuni interventi di rimboschimento hanno avuto.

La selezione delle specie fu coerente con le esigenze di cui sopra:

- rapida ricostituzione di una copertura vegetale su vaste superfici nude o degradate, che spiega il largo impiego di pino d'Aleppo e pino domestico, specie ritenute in grado di preparare il suolo al successivo insediamento delle specie autoctone (Foto 10.1);

- creazione di popolamenti produttivi, da cui l'impiego di specie a rapido accrescimento, che portò alla realizzazione di vasti eucalitteti, soprattutto nelle provincie di Enna e Caltanissetta (Foto 10.2).

Le soluzioni tecniche adottate nella realizzazione dei rimboschimenti con i pini sono sintetizzate nella Tabella 10.1.

L'opera di rimboschimento è stata per certi aspetti grandiosa e portata a modello di una inversione di tendenza della deforestazione comune ai paesi del Mediterraneo. Al rimboschimento e ai cantieri forestali furono destinati ingenti finanziamenti pubblici, giustificati dall'interesse collettivo della azione di risanamento territoriale e dalle prospettive occupazionali offerte più dagli interventi di ricostituzione boschiva che dall'utilizzazione periodica dei prodotti legnosi. Tale legame tra interventi forestali e sostegno all'occupazione in zone svantaggiate è tuttora presente in Sicilia, come indicato dallo stesso Piano di Sviluppo Rurale della Sicilia (2000-2006): «Occorre poi sottolineare l'importanza che ha ormai assunto la normativa sulle garanzie occupazionali. Al di là degli indubbi risultati raggiunti in materia di sistemazione e difesa delle aree boschive, l'intervento regionale ha ormai assunto il significato – specialmente nelle aree interne svantaggiate – di un consolidato e permanente sostegno al reddito. Una realtà di indubbio interesse in quanto collega stabilmente l'attività agricola tradizionale con le iniziative per il miglioramento e la tutela del territorio».

Al notevole sforzo economico dell'impianto non sempre è seguita l'applicazione di cure colturali adeguate. Una gestione carente e

inappropriata, se non addirittura l'abbandono colturale, ha non di rado reso i rimboschimenti più vulnerabili a fattori di disturbo tra cui gli incendi. LA MANTIA e BARBERA (2003) osservano che: «In Sicilia dal 1996 al 2000 la superficie boscata colpita dagli incendi è aumentata rispetto al quinquennio precedente passando da 27.000 a 39.000 ettari. Se poi il calcolo viene fatto, prendendo in esame oltre che la superficie forestale anche quella agraria, si rileva che l'aumento della superficie percorsa dal fuoco è passata da 49.000 ettari a 83.000. Ciò accade a fronte di uno sforzo finanziario crescente, nel settore della forestazione e della prevenzione e lotta contro gli incendi. Nel 1980, infatti, quando le giornate lavorative impegnate erano un milione, la superficie percorsa dagli incendi è stata di 6.500 ettari; nel 2000, con tre milioni di giornate lavorative e con 30.000–35.000 operai forestali, la superficie colpita dal fuoco è stata di 14.000 ettari».

Questo insieme di fattori ha provocato un rallentamento del dinamismo evolutivo e dello sviluppo incrementale dei popolamenti forestali.

Tabella 10.1 – Principali caratteristiche stazionali e tecniche di impianto dei rimboschimenti a pino d'Aleppo e pino domestico in Sicilia (modificato da Cavarretta e Saporito, 1998).

| Caratteristiche tipologiche | Pino d'Aleppo | Pino domestico |
|---|---|---|
| Substrato pedologico | Regosuoli di natura argillosa, formazioni gessoso-solfifere, formazioni calcaree, suoli sabbiosi litoranei | Litosuoli, suoli bruni (calcarei, andici, lisciviati, acidi), regosuoli da rocce sabbiose e conglomeratiche, terre rosse mediterranee, dune litoranee |
| Grado di mescolanza | Prevalentemente usato in impianti misti con altre conifere (prevalentemente pino domestico, pino bruzio, cipresso) o con latifoglie | Prevalentemente usato in impianti misti con altre conifere (pino d'Aleppo, eucalitto, cipresso) |
| Lavorazione del terreno | Buche o gradoni | Gradoni |
| Materiale di impianto | Semenzali di 6-8 (max 1 anno) allevati in vaso o in fitocella | Semina diretta (fino alla metà degli anni '60); postime (max 1 anno) allevato con pane di terra in contenitore (dal '60 in poi) |
| Provenienza del materiale di propagazione | Boschi esistenti, piante con struttura e conformazione migliore | |

10.1.1 Efficienza ecologico-produttiva

Una riduzione persistente della produttività primaria netta degli ecosistemi naturali delle zone aride e semiaride, al di sotto delle potenzialità stazionali e indipendente dalle fluttuazioni climatiche,

può essere considerata una variabile *proxy* di aree interessate da fenomeni di desertificazione (vd. § 1.1). La forbice tra le potenzialità produttive della stazione e la produttività reale dei sistemi forestali, misurata su un arco temporale sufficiente ampio, può pertanto essere usata per esprimere in modo sintetico la distanza del sistema forestale, sia esso un rimboschimento o un bosco di origine naturale, da condizioni ottimali di efficienza ecologica.

In particolare, il divario tra produttività primaria reale e potenziale può essere quantificato attraverso l'indice di efficienza ecologico-produttiva (IEF) dei boschi e delle altre terre boscate (ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI, 2005):

$$IEF = 1 - \frac{PPNp - PPNr}{PPNp}$$

dove: PPNp = produttività primaria netta potenziale della stazione forestale ($\text{g C m}^2 \text{ anno}^{-1}$) stimata attraverso l'indice di Lieth, basato sulle caratteristiche climatiche della stazione (temperatura media annua, precipitazione totale annua); PPNr = stima della produttività primaria netta reale dei popolamenti forestali ($\text{g C m}^2 \text{ anno}^{-1}$), calcolata tramite il modello C-Fix (VEROUSTRATE *et al.*, 1994) guidato da dati telerilevati (Spot Vegetation, risoluzione geometrica pari a 1 km) e adattato alla realtà italiana (CHIRICI *et al.*, 2007).

L'indice IEF, che varia tra 0 a 1, esprime l'efficienza relativa dei popolamenti forestali rispetto alle potenzialità produttive della stazione definite su base bioclimatica: l'indice congloba insieme gli effetti dei fattori antropici di degrado e dei fattori pedologici che possono deprimere la capacità produttiva dei soprassuoli rispetto alla potenzialità bioclimatica delle stazioni forestali.

Fatte salve le limitazioni imposte dal modello C-Fix e dalla risoluzione spaziale del dato telerilevato, l'IEF consente di rilevare a scala regionale differenze sensibili nei livelli di efficienza della produttività biologica. A esempio in Sicilia (Figura 10.3) il suo valore medio è pari a 0,38 confermando la ben nota situazione di degrado generalizzato di questa regione. Stratificando IEF sulle tipologie di copertura forestale, sulla base della cartografia Corine Land Cover 2000 (MARICCHIOLO *et al.*, 2005), è possibile valutare

le eventuali differenze tra l'efficienza funzionale dei boschi di origine artificiale, derivanti dalle attività di rimboschimento, e quelli di origine naturale. In Sicilia (Figura 10.4) i risultati indicano come la media dello stato di efficienza funzionale dei rimboschimenti di conifere mediterranee sia comparabile all'efficienza funzionale dei boschi seminaturali della fascia fitoclimatica in cui sono stati realizzati. Ne deriva un giudizio complessivamente positivo sull'attività di rimboschimento per quanto riguarda il raggiungimento della funzione bioproduttiva: in soli cinquanta anni (vd. Box 10.1) terreni fortemente degradati sono stati riportati a un livello di PPN comparabile, in media, a quello delle formazioni boschive di origine naturale. Si può obiettare che formazioni forestali, benché naturali, ma con produttività depressa dai fenomeni di degrado non possano costituire un valido termine di paragone. È però anche vero che i suddetti risultati sono stati ottenuti in tempi relativamente rapidi. Di più: le potenzialità di incremento dell'efficienza funzionale dei rimboschimenti connesse a una corretta gestione forestale (cure colturali, diradamenti, interventi colturali volti a favorire i processi di rinaturalizzazione) lasciano prefigurare ulteriori margini di miglioramento.

10.1.2 Effetto sulla struttura spaziale del mosaico paesistico

La creazione di nuove superfici forestali porta con sé altri riflessi, legati alla modifica del pattern spaziale e della connessione fisica tra gli habitat forestali a scala di paesaggio (vd. §§ 3.1.3-3.1.4). Il rimboschimento può ampliare la superficie forestale di un frammento residuo di bosco naturale persistente (Foto 10.3) o può creare nuove *stepping stones* o fasce boscate di collegamento tra i frammenti residui.

L'effetto del rimboschimento sul pattern spaziale della copertura forestale può essere agevolmente quantificato mediante apposite analisi in ambiente GIS. In particolare, VOGT *et al.* (2006) hanno messo a punto un algoritmo automatico di classificazione di immagini raster della copertura forestale che permette di attribuire in modo univoco le tessere forestali presenti in un determinato mosaico paesistico alle seguenti classi strutturali:

- nucleo (*core*): superficie forestale sufficientemente estesa da poter essere suddivisa in una area di margine, di transizione con la matrice esterna, e in un settore interno, detto nucleo, ove gli effetti dovuti alla matrice esterna non intervengono o agiscono in misura minima (vd. § 3.1.4);
- macchia (*patch*): superfici forestali isolate di dimensione troppo piccola per contenere aree nucleo;
- margine (*edge*): superficie perimetrale della foresta di transizione tra il bosco e le superfici contermini;
- ramo (*branch*): ramificazione lineare della superficie forestale innestata su aree nucleo;
- corridoio (*corridor*): fascia boscata di collegamento tra aree nucleo.

Applicando l'algoritmo di classificazione a due cartografie raster derivate dal Corine Land Cover 2000 (dimensione del pixel = 100 m) rappresentanti rispettivamente i boschi di origine naturale e la superficie forestale complessiva è possibile valutare l'effetto di ricomposizione e ricucitura del pattern spaziale della copertura forestale operato dalle attività di rimboschimento.

I risultati relativi alla Sicilia sono illustrati nelle Figure 10.5 e 10.6. Come si può osservare in dettaglio in Figura 10.7, il rimboschimento, ripristinando la continuità della copertura forestale tra frammenti residui di boschi di origine naturale, ha determinato un incremento della superficie forestale ascrivibile alla classe nucleo – conseguentemente anche delle fasce di margine – a fronte di una diminuzione della superficie complessiva nelle classi macchia, ramo e corridoio. Le aree nucleo quantificate rispetto ai soli boschi di origine naturale rappresentano il 56% della superficie forestale, mentre salgono al 61% quando includono anche i rimboschimenti. Nel complesso, il rimboschimento in Sicilia ha comportato un sensibile aumento sia della contiguità tra gli habitat forestali sia della dimensione media delle singole tessere forestali, condizione in grado di garantire migliori condizioni di connettività del paesaggio a specie poco vagili e stenoecie legate in modo esclusivo ad habitat forestali (vd. §§ 3.1.3-3.1.4). D'altra parte, i boschi autoctoni contigui ai rimboschimenti possono svolgere una importante funzione di centri di propagazione del seme, stimolando

l'avvio di processi di rinaturalizzazione all'interno dei rimboschimenti stessi.

10.1.3 Effetto sui processi funzionali di rinnovazione e successione secondaria

A parità di condizioni stazionali e di tecniche di preparazione del suolo, la composizione specifica del modulo di impianto e le modalità di applicazione delle cure colturali giocano un ruolo determinante sulle dinamiche evolutive dei rimboschimenti.

È il caso degli interventi a Casaboli sui Monti di Palermo, realizzati a scopo essenzialmente protettivo nell'intento di avviare la prima fase di un processo di ricostituzione della copertura forestale. I tecnici dell'epoca optarono per impianti misti di conifere e latifoglie su gradoni, al fine di limitare eventuali fallanze in fase di attecchimento su suoli particolarmente degradati (litosuolo). In alcuni casi vennero adottati moduli di impianto monospecifici di conifere, in altri moduli misti di conifere e latifoglie (Foto 10.4).

Le cure colturali successive all'impianto sono state effettuate in maniera occasionale sulla base dell'iniziativa personale da parte dei tecnici forestali che si sono succeduti nel tempo. Tra gli interventi mirati ad assecondare i processi successionali sono stati effettuati il *latifogliamento* e diradamenti di tipo e intensità variabili, in funzione della presenza e dello sviluppo della vegetazione autoctona in via di affermazione (CULLOTTA *et al.*, 2003). Conseguentemente si sono originati sistemi con organizzazione e struttura a diverso grado di semplificazione e dinamismo evolutivo. I popolamenti puri di pino non diradati o irregolarmente interessati da questo tipo di interventi non mostrano alcun segno di dinamismo e, paradossalmente, limitate dinamiche evolutive si innescano a seguito degli incendi (MAGGIORE *et al.*, 2005; Figura 10.8). Viceversa, nei popolamenti misti e non percorsi da incendi la disseminazione delle latifoglie autoctone ha favorito lo sviluppo di fisionomie più complesse sotto il profilo strutturale e compositivo (Figura 10.9): la traiettoria ecologica imboccata lascia prefigurare una maggiore possibilità di conseguimento degli obiettivi di recupero di cui al § 10.1.

Anche il non intervento (vd. § 2.4) può in alcuni casi dimostrarsi una scelta valida per ottenere in tempi rapidi, tramite processi di ricolonizzazione naturale, la ricostituzione di una biocenosi forestale.

A Monte Mimiani (Prov. di Caltanissetta) questo fenomeno si è potuto verificare spontaneamente a seguito dell'abbandono, nella metà del secolo scorso, di alcuni terreni agricoli, precedentemente coltivati a seminativo alberato, contigui a un bosco di origine naturale di leccio e roverella (Foto 10.5) conservatosi grazie a fattori storici contigenti (riserva di caccia di proprietà nobiliare). Si è potuto così innescare un processo di successione secondaria sull'ex-coltivo che ha determinato lo sviluppo di un sistema forestale diversificato, costituito da specie arbustive e arboree tipiche degli stati pionieri e maturi della successione forestale (Figura 10.10).

Nel demanio di Mustigarufi (Prov. di Caltanissetta), a breve distanza da Monte Mimiani e in condizioni stazionali non dissimili, furono realizzati impianti di eucalitto e pino d'Aleppo. La scelta dell'eucalitto si è dimostrata deludente non soltanto sotto il profilo produttivo, trattandosi di una stazione ecologicamente non idonea all'impiego della specie, ma anche perché in un certo senso ha congelato il processo evolutivo dei popolamenti. Anche in questo caso, la mescolanza con pino o la contiguità degli eucalitteti con impianti di pino ha invece agevolato i fenomeni di rinnovazione (Figura 10.11): il pino si diffonde contribuendo a diversificare la struttura dei popolamenti. La completa assenza nell'area di latifoglie autoctone in grado di disseminare all'interno del bosco costituisce, in questo caso, la limitazione più importante per i processi di rinaturalizzazione.

Questi casi di studio dimostrano come nello stesso tempo e nello stesso luogo si possano determinare traiettorie evolutive molto diverse, in conseguenza di scelte colturali differenti (NOCENTINI, 2006). Nel caso specifico, i processi di successione secondaria attivatisi spontaneamente sugli ex-coltivi hanno lavorato meglio del rimboschimento, determinando l'affermazione di sistemi forestali diversificati in grado di rinnovarsi autonomamente. Non è comunque verosimile che ciò si possa attuare, quantomeno in tempi così rapidi, su siti in condizioni pedologiche molto

degradatae.

Questa esperienza rafforza la tesi dell'importanza delle cosiddette *resource islands* (vd. § 9.6) non soltanto come aree di protezione, che assicurano maggiori possibilità di sopravvivenza alle piantine introdotte attraverso il rimboschimento, ma anche come possibili nuclei di propagazione che possono coadiuvare l'azione del rimboschimento, tramite la ricolonizzazione spontanea.

Appare in proposito interessante l'osservazione di DE PHILIPPIS (1939): «Fra i due possibili procedimenti estremi: uno passivo di chi vorrebbe affidarsi esclusivamente all'opera della natura, solo evitando ogni ulteriore opera perturbatrice dell'uomo; l'altro, completamente artificioso, dell'impianto immediato di quelle specie che possono essere considerate climax, v'è un considerevole campo d'azione per chi consideri la selvicoltura naturalistica sì, ma innanzitutto selvicoltura e non fitosociologia sperimentale».

11. Schema per l'ammissibilità e selezione dei progetti di rimboschimento

Affinché i rimboschimenti possano essere effettivamente realizzati nelle aree prioritarie di cui al § 8 è necessario che le procedure di erogazione degli incentivi finanziari favoriscano la suddetta localizzazione. È pertanto opportuno che le Amministrazioni regionali adeguino gli strumenti di selezione dei potenziali beneficiari (bandi di gara, aste pubbliche per la realizzazione degli interventi, ecc.) sulla base di criteri che tengano conto della localizzazione dell'intervento, anche privilegiando modalità di adesione aggregata. Quest'ultimo aspetto discende dalla necessità di accorpamento delle superfici da rimboschire su frazioni sufficientemente estese del bacino idrografico, per renderne efficace l'azione di conservazione del suolo e consentirne la razionale gestione. Operativamente, ciò può essere realizzato: i) attraverso indennizzi erogati dall'Amministrazione pubblica per l'acquisizione o l'occupazione temporanea dei terreni privati; ii) stimolando l'adesione aggregata da parte di più beneficiari proprietari di terreni contigui, attraverso incentivi che sostengano i costi di realizzazione e successiva gestione degli impianti.

In questa ottica vengono di seguito presentati alcuni indicatori utilizzabili dalle Amministrazioni per formulare criteri di ammissibilità e/o di selezione delle proposte progettuali.

11.1 Vulnerabilità al rischio desertificazione

Obiettivo: vincolare l'ammissibilità al rischio di desertificazione del bacino idrografico interessato dall'intervento.

Informazioni necessarie: cartografia di riferimento per la valutazione del rischio di desertificazione a scala regionale; se non disponibile, cartografia nazionale.

Criteri di priorità: classe di rischio desertificazione del bacino idrografico interessato dall'intervento (vd. § 8.2).

A esempio, nelle Regioni in cui il rischio di desertificazione è valutato in base alla metodologia ESA le classi di priorità seguono l'ordine decrescente dei livelli di vulnerabilità: *aree critiche* 3,

aree critiche 2, aree critiche 1, aree fragili 3, aree fragili 2, aree fragili 1, aree potenziali.

11.2 Vulnerabilità al rischio idrogeologico

Obiettivo: vincolare l'ammissibilità al rischio idrogeologico del bacino idrografico interessato dall'intervento.

Informazioni necessarie: cartografia PAI.

Criteri di priorità: classe di rischio idrogeologico nel bacino idrografico interessato dall'intervento (vd. § 8.2); questa può essere determinata in base alla superficie relativa del bacino (%) afferente alle seguenti classi di rischio idrogeologico decrescente: aree a rischio idrogeologico molto elevato, aree a rischio idrogeologico elevato, aree a rischio idrogeologico medio, aree a rischio idrogeologico moderato, aree a pericolosità idrogeologica.

11.3 Uso del suolo nel bacino interessato dall'intervento di rimboschimento

Obiettivo: verificare la congruenza della distribuzione attuale degli usi del suolo all'interno del bacino con le effettive capacità di uso dei suoli stessi (vd. § 8.2.2).

Informazioni necessarie: cartografia Corine Land Cover (o altra cartografia d'uso del suolo disponibile a scala regionale); carta della capacità d'uso del suolo (*land capability*) a scala regionale.

Criteri di priorità: ripartizione (%) delle singole classi di uso e copertura del suolo presenti nel bacino rispetto alle classi di capacità d'uso del suolo dei diversi settori del bacino idrografico. Gli usi compatibili con la capacità d'uso del suolo diminuiscono all'aumentare della classe di *capability* (es. usi del suolo di tipo agricolo non sono sostenibili per i terreni della classe 5 alla 8, localizzati generalmente nei settori a maggior acclività e/o a maggior rischio di erosione del bacino); pertanto, più alta è la percentuale di superficie del bacino occupata da usi del suolo non compatibili con la capacità d'uso, maggiore è la priorità di equilibrio dell'uso delle risorse locali.

11.4 Uso del suolo modificato dall'intervento di rimboschimento

Obiettivo: valutare se l'intervento rimboschimento comporti una modifica dell'uso del suolo verso assetti più compatibili con le capacità d'uso dei terreni stessi.

Informazioni necessarie: cartografia Corine Land Cover (o altra cartografia d'uso del suolo disponibile a scala regionale); carta della capacità d'uso del suolo (*land capability*) a scala regionale.

Criteri di priorità: riduzione conseguente all'intervento di rimboschimento della quota di bacino (%) occupata da terreni coltivati (o abbandonati), aree a pascolo, e di zone aperte con vegetazione rada o assente in classi di capacità d'uso 5-8.

11.5 Preservazione di aree aperte di interesse conservazionistico

Obiettivo: evitare il rimboschimento di aree aperte di interesse conservazionistico, comunque efficienti sotto il profilo della conservazione del suolo.

Informazioni necessarie: carta dei siti Natura 2000 e relativa cartografia degli habitat; carte della vegetazione reale.

Criteri di priorità: l'intervento di rimboschimento non interessa praterie (primarie o secondarie) di interesse conservazionistico.

11.6 Obiettivi funzionali attesi dalla realizzazione del rimboschimento

Obiettivo: favorire interventi di rimboschimento rispondenti a obiettivi multipli e sinergici.

Informazioni necessarie: documentazione di progetto.

Criteri di priorità: progetti di rimboschimento in grado di assicurare direttamente finalità multiple quali recupero della produttività biologica di terreni degradati, miglioramento della biodiversità, controllo dell'erosione e dei deflussi, sequestro del carbonio, fitodepurazione, produzione forestale (prodotti legnosi e non), ecc.

11.7 Obiettivi a livello di paesaggio

Obiettivo: verificare la previsione di obiettivi di miglioramento della qualità del mosaico paesaggistico nelle proposte progettuali.

Informazioni necessarie: cartografia di progetto; carta dei siti Natura 2000 e relativa cartografia degli habitat; carte della vegetazione reale.

Criteri di priorità: incremento della connessione tra frammenti residui di habitat naturali; incremento della eterogeneità del mosaico paesaggistico.

11.8 Effetti sulla struttura spaziale degli habitat naturali

Obiettivo: verificare la congruenza della distribuzione degli interventi con gli obiettivi di cui al precedente indicatore.

Informazioni necessarie: ubicazione degli interventi di rimboschimento su cartografia di uso del suolo; analisi GIS di continuità/discontinuità.

Criteri di priorità: la localizzazione degli interventi di rimboschimento tiene conto della necessità di ripristinare una contiguità fisica tra i frammenti residui di habitat naturali (boschi, praterie naturali, ecc.) eventualmente presenti nel bacino interessato dall'intervento (vd. § 10.1.2); l'intervento determina un incremento netto della superficie forestale ascrivibile alla classe nucleo e la costituzione di nuovi corridoi (vd. § 10.1.2).

12. Considerazioni conclusive

La desertificazione è un processo di degradazione ambientale che si manifesta con la progressiva riduzione della capacità degli ecosistemi di sostenere la vita animale e vegetale.

Tutti i Paesi europei del Mediterraneo, compresa l'Italia, sono considerati tra quelli affetti da desertificazione secondo UNCCD, sebbene i livelli di vulnerabilità al fenomeno possano essere considerati largamente inferiori a quelli dei Paesi della sponda meridionale.

L'urgenza di tempestive azioni di contenimento dei processi di desertificazione è giustificata dal destino di marginalizzazione a cui vanno incontro le zone interessate, conseguente alla riduzione persistente della produttività ecologica ed economica degli ecosistemi naturali e delle aree agricole. Le conseguenze ambientali e sociali di questo fenomeno sono disastrose. Nei casi più estremi e gravi, siccità e desertificazione producono povertà, conflitti ed esodi - soprattutto in Africa - con rilevanti ripercussioni nel Mediterraneo e in Europa, meta dei cosiddetti *rifugiati ambientali* che abbandonano le proprie terre rese improduttive.

Nel nostro Paese non si ha ancora adeguata percezione dell'effettiva dimensione del fenomeno della desertificazione sul territorio nazionale e della gravità delle sue ripercussioni sulle dinamiche di sviluppo delle aree colpite. Rispetto ad altre categorie di rischio ambientale che interessano il territorio italiano – siccità, incendi, idro-geologico, sismico, vulcanico, ecc. – la desertificazione è un processo spesso misconosciuto, o addirittura ignorato. Di fatto, relativamente scarsa è l'attenzione a esso dedicata dagli strumenti legislativi e di governo del territorio.

L'individuazione delle aree vulnerabili alla desertificazione rappresenta il primo passo per impostare una valida e efficace strategia di lotta alla desertificazione. Le conoscenze disponibili indicano che le zone a maggior rischio di desertificazione interessano oltre un terzo della superficie di otto Regioni (Sardegna, Puglia, Sicilia, Molise, Basilicata, Abruzzo, Calabria, Emilia Romagna). Di più: analizzando il trend di variazione del rischio di desertificazione dalla metà del secolo scorso a oggi è

evidente un recente peggioramento dei profili di rischio in quasi tutte le Regioni italiane, attribuibile sia a fattori climatici che a un'asimmetrica distribuzione sul territorio di processi di intensivizzazione e di marginalizzazione delle aree agricole (vd. § 3.1.2).

Difficile prevedere le possibili conseguenze delle variazioni climatiche sull'avanzamento dei processi di desertificazione nell'area mediterranea. Risultati di simulazioni di scenario, basate sull'aumento previsto della concentrazione di CO₂ atmosferica, indicano che le temperature medie future tenderanno a crescere in tutta l'area, con incrementi particolarmente accentuati durante la stagione estiva, con conseguenti riflessi sul tasso di evapotraspirazione. I pattern di cambiamento delle precipitazioni mostrano strutture più complicate. Durante i mesi estivi le precipitazioni tenderanno a aumentare sull'Italia, specialmente nelle regioni centro-meridionali, mentre nei mesi invernali tenderanno a diminuire sull'intero bacino del Mediterraneo (GUALDI e NAVARRA, 2005).

Quel che è certo è che la vulnerabilità del territorio al cambiamento climatico aumenta esponenzialmente in presenza di territori degradati: non in grado, a esempio, di tesaurizzare un eventuale aumento di apporto meteorico, a causa di una ridotta capacità di intercettazione della pioggia da parte della copertura vegetale (pioggia che quindi si perderebbe in gran parte tramite ruscellamento superficiale, con verosimile aumento dei processi di erosione); territori meno resilienti a disturbi quali incendi o epidemie di patogeni, favoriti da un aumento della temperatura; ambienti esposti alla diminuzione della biodiversità a scala locale, caratterizzati da una insufficiente presenza di specie vegetali ed ecotipi in grado di adattarsi al cambiamento verso condizioni climatiche più calde e asciutte.

Anche in questa prospettiva, il recupero ecologico mediante il rimboschimento dei terreni nudi o degradati o anche di terreni agricoli abbandonati suscettibili di processi di degrado è una strategia da riscoprire e rilanciare.

L'intervento di rimboschimento catalizza un processo di ricostituzione della copertura forestale; è vero che questo processo può avvenire spontaneamente (vd. § 10.2.3), ma in genere non è

verosimile che ciò si possa verificare, quantomeno in tempi rapidi, in stazioni in condizioni pedologico-vegetazionali molto degradate.

La formazione di una rapida e diffusa copertura vegetale – forestale o pre-forestale, a seconda dei casi – è la prima e più significativa modificazione apportata dai rimboschimenti ai suoli degradati. Il recupero della capacità di conservazione del suolo che ne consegue dipende in larga misura dalla qualità tecnica dell'intervento. Lo stesso vale per altre funzioni esercitate dai sistemi forestali, perdute o indebolite dai processi di degrado (vd. § 3). L'incremento della funzionalità ecologica del territorio (in termini di capacità di assorbimento del carbonio atmosferico, aumento della disponibilità e della contiguità fisica degli habitat forestali) è fortemente influenzato dalle scelte operate in sede di progettazione (vd. § 10).

Ampliamente diffusa fino agli anni settanta, l'azione di rimboschimento è oggi fortemente ridotta, nonostante l'abbandono dei terreni agricoli e la diffusione di aree a rischio di desertificazione siano in continuo aumento e i recenti indirizzi di programmazione ambientale a livello nazionale ed europeo esprimano un rinnovato interesse verso questa attività (vd. § A.1).

D'altra parte, la realizzazione di interventi di rimboschimento su vasta scala, come quelli realizzati nello scorso secolo, non sono oggi attuabili: le condizioni di degrado non interessano più superfici così estese, dovute, in passato, a tagli indiscriminati o incendi praticati con sistematicità dalle popolazioni locali per recuperare terreni da mettere a coltura.

Tenuto conto di ciò, questa monografia ha voluto proporre una lettura critica sul ruolo che il rimboschimento può oggi svolgere nella prevenzione e mitigazione dei processi di desertificazione in Italia. Le potenzialità del rimboschimento sono inquadrare in una prospettiva multifunzionale e sinergica che comprende le ricadute di questa attività anche in termini di assorbimento del carbonio atmosferico, potenziamento della biodiversità e, non ultimo, recupero e riqualificazione di paesaggi degradati (vd. § A.1.3).

Il rimboschimento insieme alle altre misure forestali a esso riferibili – sistemi agroforestali, alberature frangivento e fasce tampone ripariali – vanno considerati in una visione integrata dei

sistemi forestali e della loro gestione all'interno del territorio rurale e periurbano. Laddove la rigenerazione dei suoli, il risparmio idrico, il contrasto ai fenomeni di desertificazione sono garantiti in modo efficiente dalla conservazione delle attività agricole tradizionali, gli interventi di rimboschimento non sono essenziali. Essi vanno incentivati, piuttosto, nelle aree agricole abbandonate dove non esistano i presupposti necessari per un recupero delle tecniche tradizionali di coltivazione e con evidenti processi di degrado che rallentino i processi di successione secondaria. Nei paesaggi dell'agricoltura industriale con fenomeni di degrado dovuti all'intensivizzazione, l'intervento di rimboschimento è invece insostituibile e nessuna forma di uso agricolo alternativo offre potenzialità comparabili in termini di protezione dell'ambiente e riqualificazione del paesaggio (vd. § A.1.3).

All'interno di questa cornice di riferimento, in questo saggio è stata disegnata una strategia di lotta alla desertificazione concepita per l'implementazione a livello regionale, nel quadro degli strumenti programmatici e di governo del territorio agricolo-forestale (vd. §§ 7, A.1).

Per non vanificare gli sforzi, occorre evitare la dispersione a 'pioggia' delle risorse finanziarie e concentrare gli interventi nelle aree più esposte al rischio di desertificazione e dissesto idrogeologico. La concentrazione territoriale dei rimboschimenti in zone idonee, volta a massimizzare i potenziali benefici ambientali derivanti dal rimboschimento, è esplicitamente prevista dal Reg. UE per lo Sviluppo Rurale 1698/2005.

Per questo si è ritenuto opportuno suggerire alle Amministrazioni regionali di definire una scala di priorità degli interventi di rimboschimento sul proprio territorio, avente come unità di riferimento il bacino idrografico e basata sull'incidenza spaziale dei rischi di degradazione del suolo e pericolosità idro-geologica all'interno del bacino (vd. § 8). E di tener conto di tale scala di priorità nei criteri di selezione e/o ammissibilità delle proposte progettuali, privilegiando interventi accorpati su frazioni sufficientemente estese del bacino idrografico, e che comportino una modifica dell'uso del suolo verso assetti più compatibili con le effettive capacità d'uso dei terreni stessi (vd. § 11).

Il rimboschimento in ambienti difficili quali sono i terreni

degradati in zone aride e semiaride richiede l'adeguamento dei metodi e delle tecniche adottati nella pratica, al fine di: ridurre le perdite di suolo, massimizzare le risorse idriche a disposizione delle piantine, migliorare la fertilità del suolo. Gli orientamenti tecnici proposti per la progettazione dei rimboschimenti ai fini della lotta alla desertificazione (vd. § A.2) forniscono un contributo operativo in questa direzione, che si può avvalere non solo delle tecniche e delle tecnologie più moderne sperimentate in ambienti aridi e semiaridi, ma anche della memoria di un patrimonio culturale di cui in questo campo l'Italia è significativa portatrice.

L'esperienza dimostra quali ricadute possano avere le tecniche di preparazione del terreno, la selezione di micrositì favorevoli, un'oculata selezione delle specie e del disegno spaziale del rimboschimento e le cure colturali sulle prospettive di successo del rimboschimento, come intervento di recupero ecologico delle aree degradate in ambiente mediterraneo (vd. § 9).

Affinché la realizzazione di impianti forestali possa costituire una premessa per la gestione sostenibile delle risorse territoriali, anche nelle aree a rischio di desertificazione non è sufficiente rimboschire, ma è poi necessario assecondare l'evoluzione dei soprassuoli realizzati verso sistemi efficienti e efficaci (CIANCIO, 2000). Il *piano colturale*, richiamato da vari strumenti normativi regionali in vigore, è lo strumento che permette di seguire l'evoluzione del rimboschimento nel tempo, e pertanto dovrebbe sempre accompagnare i progetti di rimboschimento. La predisposizione di un piano aperto, cioè un piano che possa subire modifiche in relazione all'evoluzione dei popolamenti, è garanzia di un utilizzo al massimo livello delle conoscenze acquisibili nel tempo e di un'azione sinergica dei diversi momenti colturali (CIANCIO, 2000).

Alla luce delle considerazioni esposte, l'auspicio è che questa monografia rappresenti non soltanto uno strumento di supporto operativo, soprattutto per i tecnici delle Amministrazioni pubbliche, ma stimoli anche il dibattito scientifico e culturale sulla attualità del rimboschimento come misura di salvaguardia della funzionalità ecologica e dell'identità paesaggistica di territori altrimenti lasciati al degrado e all'abbandono. Mai come in questo campo si può parlare di competitività della tradizione forestale del

nostro Paese che, alimentata dalle evoluzioni tecniche, può generare una innovatività progettuale efficace per la lotta alla desertificazione anche in riferimento alle condizioni di altri Paesi del Mediterraneo.

Appendice A.1. Attualità del rimboschimento per l'implementazione sinergica delle Convenzioni ambientali

Quanto esposto in questa monografia rende evidente la trasversalità degli interventi di rimboschimento nel quadro delle politiche nazionali e regionali di governo del territorio.

Così come esistono relazioni sinergiche tra processi degradativi (Figura A.1) – i processi di desertificazione amplificano (e sono amplificati da) i cambiamenti climatici e il declino della biodiversità –, altrettante sinergie positive possono essere attivate dal recupero dell'efficienza funzionale di aree interessate da processi di desertificazione: recupero catalizzato appunto dagli interventi di rimboschimento. L'avvio dell'ecosistema degradato verso una crescita autonoma della sua complessità e funzionalità organizzativa è obiettivo precipuo degli interventi di recupero ecologico (vd. § 2.4). Ciò produce effetti positivi sull'assorbimento di carbonio atmosferico (§ 3.4), sulla biodiversità locale (§ 3.3) e sul paesaggio (§ 3.1).

Tenuto conto di ciò, esistono strette relazioni tra politiche forestali e attività di implementazione di UNCCD, UNFCC e UNCBD. Esse sono esplicitate nel documento Opportunità per una implementazione sinergica delle tre Convenzioni di Rio (CBD, 2004) che individua nella gestione forestale sostenibile e nelle attività di *restoration* e *rehabilitation* strumenti comuni di intervento.

In questa ottica, la promozione di politiche di rimboschimento a livello nazionale può contribuire anche all'implementazione sinergica di alcune delle azioni chiave previste dal Piano di Azione per le foreste dell'Unione Europea (COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, COM2006/302) (Tabella A.1.1).

Tabella A.1.1 – Obiettivi del Piano di Azione per le foreste dell'Unione Europea implementabili attraverso attività di rimboschimento (fonte: Commissione delle Comunità Europee COM2006/302).

| | |
|-----------------|--|
| Azione chiave 4 | Promuovere l'utilizzo della biomassa forestale per la produzione di energia |
| Azione chiave 6 | Favorire il rispetto da parte dell'Unione europea degli impegni relativi all'attenuazione dei cambiamenti climatici, assunti nel quadro dell'UNFCCC e del relativo protocollo di Kyoto, e stimolare l'adattamento agli effetti di tali |

| | |
|------------------|---|
| | cambiamenti |
| Azione chiave 7 | Contribuire al conseguimento degli obiettivi comunitari riveduti in materia di diversità biologica per il 2010 e oltre tale orizzonte |
| Azione chiave 11 | Mantenere e valorizzare la funzione di difesa delle foreste |

A.1.1 Programma quadro per il settore forestale

La Legge Finanziaria del 2007 ha indicato nel programma quadro per il settore forestale lo strumento per l'attuazione nazionale del Piano di Azione per le foreste dell'Unione Europea (c. 617), rispetto a cui orientare anche gli strumenti di pianificazione forestale regionale (PFR, D.Lgs. 227/2001). Le azioni previste dal programma potranno accedere alle risorse finanziarie del Fondo per le aree sottoutilizzate, istituito con la L. 289/2002 e destinato, tra l'altro, a stimolare investimenti pubblici nelle aree depresse, che corrispondono ai territori compresi negli Obiettivi 1 e 2 dei fondi strutturali e dunque comprendono tutte le Regioni maggiormente interessate dal rischio di desertificazione. La natura degli interventi da finanziare attraverso il Fondo per le aree sottoutilizzate e la ripartizione finanziaria tra gli stessi è stabilita con apposite delibere CIPE.

Un obiettivo strategico del programma quadro per il settore forestale potrà essere il rilancio delle attività di rimboschimento nelle Regioni ove il rischio di desertificazione interessa porzioni rilevanti di territorio: qui il rimboschimento può assumere la connotazione di vero e proprio intervento infrastrutturale di significato strategico per la protezione dell'ambiente e la sua copertura finanziaria potrebbe essere, almeno in parte, ricercata nel Fondo per le aree sottoutilizzate.

A.1.2 Piano Nazionale per la riduzione dei gas responsabili dell'effetto serra 2003-2013

Opportunità di finanziamento per una rinnovata azione di rimboschimento in Italia derivano dal Piano Nazionale per la Riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra 2003-2010 (Delibera CIPE 123/2002, vd. § 3.4). In particolare, il Piano prevede un investimento pari a 300 Meuro per la realizzazione di nuovi impianti forestali, mediante l'afforestazione e la riforestazione (vd. § 2.2) su aree soggette a dissesto idrogeologico o desertificazione. Una prima fase di attuazione di questi interventi sarebbe dovuta essere realizzata nel triennio 2004-2006

attraverso il Piano dettagliato per la realizzazione del potenziale massimo nazionale di assorbimento di carbonio (PPNAC), che è rimasto tuttavia inattuato. Augurandosi che gli interventi previsti nella Delibera CIPE 123/2002 possano in futuro passare alla fase operativa, si ritiene utile suggerire che essi conservino la logica di trasversalità e sinergia del PPNAC 2004-2006, ove la realizzazione di nuove piantagioni forestali ha l'obiettivo di contribuire sinergicamente alla sicurezza idrogeologica del territorio, compresa la lotta alla desertificazione, e all'aumento della biomassa disponibile per la produzione di energia rinnovabile (TEDESCHI e LUMICISI, 2006). Per assicurare coerenza con queste finalità, il PPNAC aveva stabilito specifiche modalità di realizzazione degli impianti (Tabella A.1.2).

Tabella A.1.2 – Indicazioni tecniche del PPNAC per la realizzazione di nuovi impianti forestali.

| |
|--|
| La scelta delle aree deve privilegiare zone con dissesto idrogeologico e/o zone a rischio desertificazione e degrado dei suoli |
| Le opere di movimentazione terre vanno limitate alle opere necessarie al riassetto idrogeologico dell'area di impianto e alla sua accessibilità |
| Le lavorazioni del terreno devono essere ridotte al minimo utile per il miglioramento agronomico più idoneo al tipo di suolo e alle specie impiegate; in ogni caso va evitato il ribaltamento degli orizzonti e la dispersione e ossidazione della sostanza organica |
| Va evitato l'uso di diserbanti e pesticidi |
| Ove possibile va integrata la vegetazione presente prima dell'impianto |
| I residui vegetali vanno sminuzzati in loco, evitando con ciò il loro abbruciamento |
| Si devono impiegare in modo esclusivo, ove possibile, specie autoctone, valorizzando le provenienze locali |
| Va evitato l'impiego di specie aliene potenzialmente invasive |
| Gli impianti devono essere polispecifici evitando perciò impianti monospecifici e/o monoclonali |
| Sono da preferirsi gli impianti polispecifici eterogenei in termini sia floristici che strutturali, in linea con l'eterogeneità della tappa matura della vegetazione potenziale |

| |
|--|
| Ove possibile, il sesto di impianto avrà ampie curvature, che nei declivi seguano le curve di livello |
| Ove possibile, è necessario impiegare una mescolanza di specie idonee alle condizioni stazionali, imitando, per quanto possibile, la naturale eterogeneità floristica delle cenosi spontanee coerenti con la serie di vegetazione locale |
| Le specie potranno essere scelte tra due grandi gruppi: - a rapido accrescimento con alti tassi d'assorbimento di CO ₂ ma bassa capacità d'immagazzinamento del carbonio sia nello spazio (provvigione) che nel tempo (turni brevi) - a lento accrescimento iniziale ma in grado poi d'assicurare, per lungo tempo, alti tassi d'accrescimento e soprattutto un'alta capacità d'immagazzinamento del carbonio sia nello spazio (provvigione) che nel tempo (turni lunghi) |

La Legge Finanziaria del 2008 prevede stanziamenti (150 milioni di Euro per il triennio 2008-2010) orientati alla realizzazione di interventi di rimboschimento in zone urbane e periurbane; l'intervento ha prevalenti finalità di riduzione delle emissioni di anidride carbonica, miglioramento della qualità dell'aria nei comuni a maggiore crisi ambientale e di tutela della biodiversità. Interventi di questo tipo, potranno generare benefici in termini di miglioramento della qualità della vita in aree urbane e di riqualificazione del paesaggi urbani degradati (vd. § A.1.3); tuttavia, in ragione della loro ridotta estensione, hanno efficacia relativamente modesta in termini di assorbimento di CO₂ e di lotta al degrado dei suoli.

A.1.3 Piano paesaggistico e salvaguardia dei paesaggi degradati

La Convenzione Europea del Paesaggio e l'entrata in vigore del "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" (D.Lgs. 42/2004, cosiddetto Codice Urbani) hanno introdotto sostanziali novità nel modo di concepire, governare e gestire il territorio. Alcune di queste aprono interessanti prospettive di ampliamento delle finalità e degli ambiti di intervento del rimboschimento nel nostro Paese.

Il Codice Urbani estende per la prima volta a tutto il territorio il concetto di paesaggio (Tabella A.1.3) e non più soltanto ad alcune categorie di beni ambientali ritenuti di maggior pregio (*sensu* L. 431/1985).

Tabella A.1.3 – Definizione di paesaggio adottata dal D.Lgs. 42/2004.

(...) per paesaggio si intende una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni (Art. 131).

Affinché il paesaggio possa essere adeguatamente tutelato e valorizzato, il Decreto introduce il *piano paesaggistico* (Art. 135), strumento a carattere descrittivo, propositivo e prescrittivo attraverso il quale le Regioni sottopongono a specifica normativa di uso l'intero territorio regionale, con specifica considerazione ai valori paesaggistici in esso presenti. Punto di partenza è la ripartizione del territorio in ambiti omogenei per valore paesaggistico, da definire in base alle caratteristiche naturali e storiche e in relazione al livello di rilevanza e integrità dei valori paesaggistici (Art. 143, comma 1). Ogni Regione deve quindi ordinare il territorio di propria competenza secondo un valore paesaggistico decrescente, i cui poli estremi sono ambiti di elevato pregio paesaggistico e quelli significativamente compromessi o degradati.

L'identificazione di ambiti omogenei richiede la definizione di un percorso metodologico basato su criteri oggettivi e condivisi. La presenza di fenomeni di desertificazione, o comunque di vulnerabilità al fenomeno, può costituire un criterio forte, sotto il profilo ecologico, sociale e economico, da introdurre nelle metodologie di delineazione di tali ambiti.

In funzione dei livelli riconosciuti di valore paesaggistico, il piano attribuisce a ciascun ambito corrispondenti obiettivi di qualità paesaggistica e definisce prescrizioni generali e operative per la tutela e l'uso del territorio compreso negli ambiti individuati (Art. 143, comma 2). Tra gli obiettivi di qualità paesaggistica vi è il recupero e la riqualificazione di aree significativamente compromesse o degradate, al fine di reintegrarne i valori preesistenti ovvero di realizzarne nuovi coerenti e integrati con essi. Il rimboschimento è intervento con significative potenzialità per la riqualificazione ecologica di paesaggi degradati (vd. § 3).

Nei paesaggi dell'agricoltura tradizionale gli interventi di rimboschimento possono contribuire a salvaguardare la funzionalità del paesaggio sebbene non necessariamente costituiscano l'unica opzione di intervento percorribile. Di fatto, in molti territori, sia in Italia che all'estero, il mantenimento di tecniche tradizionali in agricoltura ha permesso la stabilizzazione di paesaggi di grandissima qualità culturale (LAUREANO, 2005). Ciò avviene nelle situazioni dove la conservazione di pratiche tradizionali di coltivazione e allevamento è resa possibile dal valore

aggiunto ottenibile con tali pratiche (produzione alimentare tipica). A esempio, nelle Cinque Terre (Liguria) il pendio terrazzato a vigneti, tipico nel Mediterraneo, – che protegge i suoli e capta e canalizza le acque – è stato perpetuato attraverso una meccanizzazione agricola innovativa (monorotaia). QUARANTA e SALVIA (2005) avvalorano questa tesi con un'indagine condotta in Basilicata che dimostra la disponibilità da parte dei consumatori a scegliere produzioni certificate ottenute con tecniche tradizionali, anche a fronte di costi più elevati. LA MANTIA *et al.* (2007b) sottolineano l'importanza del mantenimento dei popolamenti a *Erica arborea* nell'area dei Monti Peloritani per il ruolo economico, ecologico e culturale che essi rappresentano nel contesto siciliano.

Laddove la rigenerazione dei suoli, il risparmio idrico, la lotta al dissesto idrogeologico e alla desertificazione sono garantiti in modo efficiente dalla conservazione delle attività agricole tradizionali, gli interventi di rimboschimento andrebbero limitati. Essi possono invece essere privilegiati nelle aree agricole abbandonate ove non esistano condizioni tecnico-economiche per un recupero delle tecniche tradizionali di coltivazione agricola e con evidenti processi di degrado in atto che rallentano la ricolonizzazione naturale.

Diverso è il caso dei paesaggi dell'agricoltura industriale con fenomeni di degrado dovuti all'intensivizzazione: l'intervento di rimboschimento in questo caso è insostituibile e non soltanto per finalità di lotta alla desertificazione. Nessuna forma di uso agricolo alternativo offre potenzialità comparabili in termini di: (i) recupero, anche se localizzato, dell'*imprinting naturalistico* del paesaggio; (ii) aumento della connettività tra i frammenti residui di habitat naturali esistenti; (iii) fitodepurazione e incremento della capacità di sequestro di carbonio atmosferico.

Appendice A.2. Linee guida operative per i progetti di rimboschimento ai fini di lotta alla desertificazione in Italia

I processi di degrado dei suoli nelle zone aride e semiaride assumono estensione e aggressività tali da risultare spesso irreversibili: in questi casi il rimboschimento rappresenta un fondamentale strumento di mitigazione e di difesa per recuperare aree compromesse o suscettibili all'innesco di processi di desertificazione.

D'altra parte, le condizioni pedoclimatiche fortemente limitanti in cui generalmente si opera richiedono di adeguare i metodi e le tecniche comunemente adottati nella pratica del rimboschimento all'esigenza primaria di ridurre le perdite di suolo, massimizzare le risorse idriche a disposizione delle piantine e migliorare la fertilità del suolo (vd. § 9). La capacità di innovazione sta nell'integrare il recupero delle conoscenze tradizionali, consolidate nelle pratiche locali di conservazione del suolo e delle acque, con le tecnologie moderne, secondo una progettualità in grado di disegnare soluzioni rispondenti a obiettivi multipli e sinergici: lotta alla desertificazione, assorbimento di carbonio atmosferico, miglioramento della biodiversità e del paesaggio (vd. § 3).

Le linee guida di seguito riportate intendono rappresentare un orientamento in questa direzione. Sulla base delle conoscenze illustrate nelle sezioni precedenti di questo volume sono sintetizzati, in forma di *check list*, orientamenti tecnici per la programmazione e progettazione di interventi di rimboschimento in aree vulnerabili al degrado dei suoli e ai fenomeni di desertificazione (Tabella A.2.1). Per non appesantire la lettura vengono forniti rimandi alle sezioni del testo in cui i singoli temi sono trattati in modo specifico.

Ovviamente le scelte tecniche delineate in sede progettuale perdono la loro efficacia se realizzate da maestranze con scarsa dimestichezza e manualità negli interventi a connotazione forestale. Al di là delle scelte tecniche è pertanto necessario promuovere momenti formativi e addestrativi per gli operatori del settore.

Tabella A.2.1 – *Check list* degli orientamenti tecnici per la programmazione e progettazione di interventi di rimboschimento in aree vulnerabili ai processi di desertificazione.

| | |
|----------------|---|
| Fase operativa | Orientamenti tecnici |
| Criteri per la | - il bacino idrografico è l'unità territoriale di |

| | |
|---|--|
| <p>selezione di aree prioritarie da rimboschire</p> | <p>riferimento per la programmazione degli interventi a scala regionale</p> <ul style="list-style-type: none"> - è accordata priorità di intervento ai bacini idrografici più esposti al rischio di desertificazione e/o dissesto idrogeologico (vd. §§ 8.2 e 11) - nell'ambito delle aree prioritarie il reperimento dei terreni da sottoporre a rimboschimento non si limita alle aree nude, a vegetazione rada o comunque degradata, ma si estende: <ul style="list-style-type: none"> i) ai settori del bacino occupati da superfici agricole utilizzate, ma non idonei all'uso agricolo in base a valutazioni di <i>land capability</i> (vd. §§ 11.3-11.4); ii) ai terreni agricoli abbandonati, tipicamente ubicati in territori rurali marginali di collina e montagna, ove non sia possibile un mantenimento delle tecniche agricole tradizionali ad alto valore aggiunto (vd. § A.1.3) - le aree da rimboschire interessano una superficie accorpata sufficientemente estesa (almeno 10 ha) del bacino idrografico; a tal fine sono messe in atto disposizioni a favore della ricomposizione fondiaria delle proprietà pubbliche e private: es. le normative forestali che regolamentano l'ampliamento del patrimonio forestale regionale prevedono tra i criteri di priorità l'acquisizione di terreni con le caratteristiche di cui al punto precedente accorpabili a terreni da rimboschire del preesistente demanio; i PSR prevedono appositi incentivi per favorire l'adesione aggregata da parte di proprietari di terreni contigui a misure di rimboschimento o per la ricomposizione fondiaria abbinata al rimboschimento dei terreni acquisiti - nei settori pianeggianti del bacino idrografico (pianure interne e costiere) tipicamente interessati da agricoltura a elevati input esterni o da litoralizzazione (vd. § 3.1.2), dove la maggiore redditività dei terreni rende più difficile il reperimento di superfici sufficientemente ampie da destinare al rimboschimento, l'intervento è prevalentemente orientato alla creazione di fasce boscate anche con funzioni di frangivento (vd. § 6) e fitodepurazione (vd. |
|---|--|

| | § 6) |
|---|---|
| Inserimento dell'intervento di rimboschimento nel mosaico paesaggistico | <p>- i rimboschimenti sono preferibilmente localizzati in prossimità di altre zone boscate o frammenti residui di vegetazione naturale eventualmente presenti nel mosaico paesaggistico in cui è inserita l'area di intervento, al fine di aumentare la contiguità tra gli habitat naturali e ridurre gli effetti negativi della frammentazione (vd. §§ 3.1.4 e 10.2.2)</p> <p>- il rimboschimento avviene nel rispetto e nella salvaguardia di habitat naturali o prossimi alla naturalità presenti in loco (vd. praterie di cui al § 8.2)</p> <p>- i nuclei di rimboschimento sono strutturati con forme isodiametriche e margini lobati e irregolari (vd. § 3.1.4)</p> |
| Analisi e rilievo stazionario | <p>- inquadramento pedologico, bioclimatico e vegetazionale di un'area di norma più vasta di quella interessata dal progetto di rimboschimento, mediante apposita cartografia (carta dei suoli, carta delle serie di vegetazione, § 9.2)</p> <p>- indagine sulla presenza di potenziali avversità biotiche per le specie forestali da impiegare nel rimboschimento</p> <p>- analisi di campo attraverso appositi indicatori macro- e micromorfologici delle proprietà fisiche e biologiche dei suoli (vd. COLOMBO <i>et al.</i>, 2006) volta a evidenziare:</p> <p>i) rapporti spaziali tra caratteristiche del substrato geologico, morfologia del rilievo e disformità osservabili nella profondità e profilo del suolo (vd. § 3.2)</p> <p>ii) differenze nei livelli di degradazione fisica del suolo, con particolare riferimento alla differenziazione tra aree con suoli moderatamente profondi (30-60 cm) o profondi (> 60 cm) interessati da fenomeni di degrado strutturale (es. compattamento, suola d'aratura, perdita di struttura, croste superficiali, crepacciamento) ma comunque migliorabili con la lavorazione del terreno, rispetto ad aree con suoli superficiali e molto degradati (es. profondità < 30 cm, profili privi di orizzonte organico, elevata pietrosità)</p> |

A.2. Linee guida operative per i progetti di rimboschimento ai fini di lotta alla desertificazione

| | |
|---|---|
| | <p>superficiale e/o evidenti segni di erosione, ecc.) che necessitano interventi specifici di ricostituzione del suolo</p> <p>- localizzazione di micro siti utilizzabili come <i>resource islands</i> (vd. § 9.6)</p> |
| Mantenimento o riqualificazione funzionale di elementi caratteristici del paesaggio rurale tradizionale | <p>- parte integrante della progettazione dell'intervento di rimboschimento è l'eventuale manutenzione e/o recupero funzionale di opere di sistemazione idraulica o manufatti tipici del paesaggio rurale quali:</p> <p>i) terrazzamenti o muretti a secco in pietra utili all'aumento della riserva idrica dei terreni e al contenimento dei fenomeni di frana e di erosione idrica;</p> <p>ii) cisterne, riserve idriche sotterranee utili per alimentare i sistemi d'irrigazione o come punti d'approvvigionamento idrico per la lotta agli incendi boschivi</p> <p>iii) rete di sgrondo per il deflusso delle acque superficiali (scoline, canali collettori): il mantenimento in efficienza della rete di drenaggio, compresa l'eventuale baulatura del terreno ove presente, concorre a agevolare il deflusso delle acque di ruscellamento superficiale verso punti di raccolta, eliminando pericolosi ristagni idrici e favorendo la ricarica delle riserve idriche sotterranee (innalzamento della falda)</p> |
| Ripristino della viabilità | <p>- nella progettazione del rimboschimento è necessario prevedere una adeguata viabilità di servizio da utilizzare per le operazioni di impianto, le cure colturali e la difesa dagli incendi boschivi; ciò attraverso:</p> <p>i) il ripristino di condizioni di sicurezza e transitabilità delle eventuali strade bianche (es. tratturi, trazzere) presenti nell'area interessata dall'intervento</p> <p>ii) l'integrazione della viabilità esistente con nuove strade forestali/piste trattorabili ove strettamente necessario; nella definizione dei tracciati vanno seguiti percorsi compatibili con il minor impatto possibile sulla regimazione idrica dei versanti e che evitino modifiche sostanziali nell'andamento della rete di drenaggio (es. ridotti al minimo gli attraversamenti di</p> |

| | |
|--|--|
| | superfici a rischio di erosione/dissesto idrogeologico, controllo dei deflussi e dell'erosione del piano stradale attraverso idonee pavimentazioni, drenaggi, inerbimenti, ecc.) |
| Preparazione del terreno e lavorazioni | <p>- nei settori meno degradati del comprensorio sono applicate tecniche di lavorazione variamente combinate tra loro, finalizzate a proteggere i terreni in pendio da fenomeni erosivi dovuti al ruscellamento superficiale e a favorire la raccolta e la redistribuzione delle acque in corrispondenza della sede di impianto</p> <p>- sotto il profilo tecnico si consiglia (vd. § 9.1.2):</p> <p>i) la salvaguardia dal decespugliamento e dalle lavorazioni di formazioni arbustive che rivestono uniformemente il suolo utilizzabili come <i>nurse plants</i></p> <p>ii) l'esecuzione di lavorazioni che mantengano la successione degli orizzonti pedologici e evitino il riporto in superficie di pietrame e di porzioni di orizzonti o substrati pedologici poco adatti alla vita delle piante</p> <p>iii) l'impiego su terreni in pendio (orientativamente pendenze > 25%) di lavorazioni localizzate lungo le curve di livello (a buche, a strisce, a trincea di scavo, a gradoni) accompagnate da opportune opere di sistemazione superficiale secondo tecniche di <i>water harvesting</i></p> <p>iv) la scelta di attrezzature idonee alle condizioni stagionali in cui si opera (es. escavatore ragno, aratri con angolatura regolabile del versoio per evitare rimescolamento degli orizzonti, aratri Vallerani)</p> <p>v) l'accumulo del materiale di risulta in andane, piccole e frequenti, disposte a intervalli regolari definiti in base alle pendenze per favorire l'infiltrazione e contenere il ruscellamento</p> |
| Scelta della specie | - analisi dei principali fattori limitanti della stazione, dei vincoli biologici, delle caratteristiche biotecniche e fisiologiche delle specie coerenti con le serie di vegetazione di pertinenza dell'area oggetto di intervento, e delle avversità biotiche, al fine di orientare la scelta verso le specie con maggiori |

| | |
|-------------------------------------|---|
| | <p>possibilità d'attecchimento, con particolare riferimento alla capacità di tolleranza alla siccità e alla salinizzazione dei suoli (vd. § 9.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - possibilità di impiego di specie autoctone più esigenti ove esistano, anche su microaree, condizioni stazionali idonee - impiego di specie arbustive coerenti con le serie di vegetazione, con funzione preparatoria e protettiva, in presenza di suoli poco evoluti e inadatti a ospitare specie arboree forestali; l'impiego di leguminose eventualmente inoculate con funghi e rizobi specifici è particolarmente indicato ove sia necessaria una rapida azione di miglioramento del suolo (vd. § 9.6) |
| Disegno del rimboschimento | <ul style="list-style-type: none"> - creazione di moduli di impianto complessi, diversificati sotto il profilo strutturale e compositivo attraverso (vd. § 9.4): - impiego di specie diverse, in gruppi di estensione limitata - calibrazione della densità di impianto in funzione dell'indice di aridità della stazione, del temperamento delle specie impiegate e dell'intensità culturale dell'impianto nell'ottica di ottimizzare l'uso delle risorse limitate a disposizione (acqua, nutrienti) per lo sviluppo delle piante - applicazione di sestri di impianto non uniformi su tutta la superficie - rilascio di piccole radure, nel caso di impianti realizzati su estensioni unitarie superiori a 5 ha - salvaguardia di alberi o gruppi di alberi o fasce di vegetazione arbustiva eventualmente preesistenti e adozione di opportuni interventi in modo da favorirne l'accrescimento e lo sviluppo |
| Distribuzione spaziale delle specie | <ul style="list-style-type: none"> - distribuzione delle specie ed entità genetiche in gruppi polispecifici in corrispondenza delle condizioni stazionali a esse più favorevoli individuate secondo i seguenti criteri di riferimento: i) serie di vegetazione |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>ii) presenza di <i>nurse plants</i></p> <p>iii) presenza di manufatti (es. muretti a secco, cumuli di pietre) utili alla termoregolazione del suolo e all'aumento della riserva idrica utilizzabile dalla giovani piantine (vd. § 9.6)</p> |
| Materiale di impianto | <ul style="list-style-type: none"> - reperimento del materiale di propagazione possibilmente <i>in situ</i> o comunque nelle stazioni più prossime - attenzione nelle modalità di prelievo, trasporto e stoccaggio del materiale vivaistico per mantenere le capacità vegetative delle specie impiegate - impiego di materiale vivaistico di qualità elevata, con riferimento a dimensioni, stato fitosanitario e potenzialità di sopravvivenza in condizioni critiche (es. materiale sottoposto a tecniche di precondizionamento o in associazione con simbionti selezionati, vd. § 9.5) - dove le condizioni di attecchimento e sviluppo sono fortemente limitanti, si impiega preferibilmente postime di età non superiore a 1-2 anni, con pane di terra (fitocella, <i>paper pot</i>, ecc.) |
| Messa a dimora | <ul style="list-style-type: none"> - scelta della tecnica di piantagione più idonea in relazione alle condizioni stazionali, al tipo di substrato e al materiale di impianto che si intende impiegare (vd. § 9.6) - adozione di idonei accorgimenti nella preparazione delle buche e per la messa a dimora delle piantine per assicurare loro un migliore attecchimento e favorire un buon sviluppo (vd. § 9.6): <ul style="list-style-type: none"> i) su suoli molto poveri di sostanza organica, riempimento della buca con terreno vegetale, fibra organica e biofertilizzanti ii) dopo il riempimento, mantenimento del livello della buca inferiore al terreno, per favorire un maggiore apporto idrico - adozione di specifiche tecniche per favorire la sopravvivenza delle giovani piantine: es. shelter applicati alle singole piantine, cumuli di pietre o |

A.2. Linee guida operative per i progetti di rimboschimento ai fini di lotta alla desertificazione

| | |
|---|--|
| | <p>muretti a secco (vd. § 9.6)</p> <ul style="list-style-type: none"> - in base alle condizioni stazionali, valutazione delle possibilità di successo di tecniche tradizionali di rimboschimento (es. sistema Alleghetti, metodo Sala, metodo Putod, vd. § 9.6) - dove le condizioni lo richiedano, ricorso a tecniche di rimboschimento con valenza di sistemazioni stabilizzanti (cordonata secondo Couturier, gradonata con piantine; vd. § 9.6) - collocamento a dimora del postime non oltre 6-8 mesi dopo la preparazione del terreno (vd. § 9.7) - recinzione dell'impianto per escludere il pascolo di animali domestici e selvatici |
| <p>Tecniche complementari al rimboschimento in aree molto degradate</p> | <ul style="list-style-type: none"> - nei settori più degradati dell'area di intervento non sono effettuati decespugliamenti e lavorazioni, ma sono applicate tecniche di recupero della fertilità del suolo riferibili all'ingegneria naturalistica: <ul style="list-style-type: none"> i) tecniche di inerbimento, eventualmente associate all'impiego di ammendanti; su versanti particolarmente ripidi, qualora l'inerbimento non sia sufficiente a limitare il rischio di erosione, è opportuno provvedere al ricorso di strutture per la stabilizzazione del suolo (tronchi, rami, mucchi di fascine, massi, frascate, ecc.) (vd. § Box 9.3) ii) ricostruzione dell'orizzonte superficiale del suolo attraverso terreno di riporto di buona qualità, seguito da eventuale piantagione a buche di specie arbustive e arboree (vd. metodo Miyawaki, § 9.2) - nei settori di cui al punto i) è opportuno attendere il miglioramento delle caratteristiche stazionali conseguente alla ricostituzione della fertilità del suolo e alla successiva affermazione di stadi pre-forestali prima di procedere a un eventuale impianto di specie forestali (vd. §§ 9.2 e 10.2.3) |
| <p>Cure post-impianto</p> | <ul style="list-style-type: none"> - risarcimento delle fallanze, nei primi anni dopo l'impianto, con materiale vivaistico di dimensioni analoghe a quelle delle piante a dimora, preferibilmente allevato in contenitore |

| | |
|---------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - controllo della vegetazione invadente con mezzi meccanici o alternativi (es. inerbimento artificiale con leguminose dotate di buon potere riseminante) - recupero o applicazione di tecniche tradizionali per favorire la riuscita del rimboschimento (sarchiatura, succisione, rincalzatura, ecc., vd. § 9.8) |
| Diradamenti | <ul style="list-style-type: none"> - nei rimboschimenti con età inferiore a 30-40 anni, a densità non definitiva, devono essere tempestivamente eseguiti i diradamenti al fine di migliorare la disponibilità idrica dei soggetti rilasciati e aumentarne la resistenza ai disturbi di origine biotica e abiotica (vd. § 4.3) - nei rimboschimenti con età superiore a 40-50 anni vengono adottati moduli colturali orientati a innescare i processi di rinaturalizzazione, eventualmente a partire da nuclei di rinnovazione naturale di specie autoctone presenti - definizione del sistema di diradamento da adottare in modo da privilegiare gli aspetti bioecologici, accentuare la stratificazione e la disformità strutturale e, ove opportuno, aumentare la diversità specifica, favorendo l'ingresso e l'affermazione delle specie autoctone (vd. §§ 4.3.1 e 9.9) |
| Difesa dalle avversità biotiche | <ul style="list-style-type: none"> - la resistenza degli impianti alle avversità biotiche è conseguita attraverso un insieme di scelte colturali operate sia in fase di progettazione (vd. punti precedenti) che di gestione degli impianti, in particolare: <ul style="list-style-type: none"> i) impiego di ecotipi locali che consente un migliore adattamento delle piantine alle avverse condizioni della stazione e una maggiore resistenza ai fenomeni di disturbo ii) selezione di materiale vivaistico di qualità iii) costituzione di un sufficiente grado di variabilità genetica nell'ambito delle piantagioni iv) adozione di densità di coltivazione non elevate v) tempestività e continuità delle cure colturali e dei diradamenti per migliorare le condizioni vegetative dei |

A.2. Linee guida operative per i progetti di rimboschimento ai fini di lotta alla desertificazione

| | |
|--------------|--|
| | <p>singoli individui arborei</p> <p>vi) applicazione di metodi curativi specifici per contrastare l'azione del fattore di disturbo (tagli fitosanitari, interventi di lotta biologica, ecc.) nei casi in cui sia stata accertata un'effettiva situazione di rischio fitosanitario nei rimboschimenti (vd. § 9.8)</p> <p>vii) graduale sostituzione della specie qualora il precario stato fitosanitario sia imputabile all'impiego di specie in condizioni climatiche ed edafiche non idonee</p> |
| Monitoraggio | <p>- georeferenziazione delle aree rimboschite e inserimento in sistemi informativi territoriali (GIS/SIT) esistenti o appositamente predisposti, contenenti le principali informazioni relative alla realizzazione dell'intervento (condizioni iniziali di degrado pedologico e vegetazionale dell'area interessata, caratteristiche ambientali della stazione, specie e tecniche impiegate, interventi colturali previsti, ecc.)</p> <p>- predisposizione e aggiornamento di un programma di monitoraggio degli impianti per valutare il raggiungimento degli obiettivi previsti nel breve e lungo periodo (es. % attecchimento, controllo dei processi di degradazione del suolo); il programma di monitoraggio è essenziale per valutare le tendenze evolutive degli impianti anche al fine della modulazione del piano di coltura e conservazione</p> |
| | |

Summary

Desertification is defined by the United Nations Convention to Combat Desertification as “land degradation in arid, semiarid and dry subhumid areas resulting from various factors, including climatic variations and human activities.” Land degradation is in turn defined as the reduction or loss of the biological or economic productivity of drylands.

Desertification takes place worldwide and its effects are experienced locally, nationally, regionally, and globally. The societal and political impacts of desertification extend far beyond affected areas: e.g. Europe is facing an increased pressure from people from North Africa driven by deteriorating soil and water conditions (the so-called environmental refugees). Thus, desertification ranks among the greatest environmental challenge today.

Desertification is not as severe in Europe as in neighboring countries of Northern Africa. However, some 30% of the European territory currently shows low to moderate sensitivity to desertification; Southern Portugal, Spain, Sicily and Greece are the most seriously affected regions.

Reforestation has long since carried out in Southern European countries to reverse land degradation. Millions of hectares were reforested in Spain, Portugal and Italy in the last century. In the early initiatives reforestation aimed at watershed protection (reducing flash and flood occurrence, fixing sand dunes) and to supply marginal rural areas with labour and forest products.

Reforestation was, hence, a well-practised technique for the rehabilitation of degraded dryland well before the general acceptance of the concept of desertification (in the 70s).

Reforestation goals have been recently expanded to address global threats and multiple environmental goals: not only combating desertification, but also possibly improving forest biodiversity condition and increasing carbon sequestration. Reforestation strategies and techniques must be adapted to meet these new expectations.

This report critically evaluates reforestation potential in combating the desertification of Mediterranean drylands and the long-term environmental benefits of reforestation activities. Focus of the report is to highlight methodologies and techniques for a successful forest restoration of degraded drylands. Restoration strategies and techniques have been conceived for combating desertification in Italy, but are applicable in other countries of Mediterranean Europe as well.

The magnitude and impacts of desertification vary greatly from place to place and change over time. Some 30% of the territory of eight Italian Administrative Regions (Sardinia, Apulia, Sicily, Molise, Basilicata, Abruzzi, Calabria, Emilia-Romagna) shows high sensitivity to desertification. The widest vulnerability is found in Sardinia, Apulia and Sicily where more than 80% of the land has high sensitivity to desertification.

The degree of aridity and soil available water capacity are regarded as the main natural drivers of desertification in Italy; pressure people put on the land and ecosystem's resources makes the difference, triggering (or not) desertification processes. The change of farming systems, occurred in the last fifty years, is recognized as one of the major driving force of desertification. The increase of farming intensity in flat and fertile soils (high inputs of water, energy, fertilizer, pesticides) and the marginalization of traditional farming systems, due to reduced income, are at the root of land degradation in rural areas. Traditional farmland landscapes (e.g. agroforestry systems) support high species and habitat diversity and the adoption of conservation tillage methods helps preserving soil biological fertility and water resources; when farmland is neglected, soil erosion, biodiversity decline and the loss of heritage landscapes frequently occur; these harmful effects can be, at least partially, counterbalanced by the recovery of natural vegetation. Natural succession however takes time, especially in adverse environmental conditions (e.g. low propagule availability, eroded soils, persistent stress). On the other side, increased resource depletion takes place in intensively cultivated lowlands, due to water abstraction and pollution, soil degradation, loss of genetic, species and habitat diversity.

The situation calls for an integrated approach to prevent further

desertification and restore, where needed, the ecological functionality of desertification affected areas; key elements of such a strategy are:

- to prioritize action at regional level; river basins are recommended as basic units of action; priority of intervention can be quantified using land degradation and damage risk information; the spatial overlay of desertification and hydrological risk maps is a valuable tool to rank priorities at river basin level.
- to re-balance land use intensity to actual land capability at river basin level; the search for land marketing solutions, that make profitable the conservation of traditional farmland is recommended in the areas with few limitations for cultivation; reforestation activities, instead, shall aim at woodland restoration in neglected farmland, where cultivation is no longer viable, as well as in areas covered by sparse and degraded vegetation.

The extremely adverse environmental conditions of degraded drylands make reforestation a challenging task, with high risk of failure. But, unlike past reforestation programmes, today's reforestation projects concern smaller areas; this can facilitate the set-up of high quality projects. Traditional knowledge and know-how used jointly with recent findings in the field of restoration ecology provide new perspectives and techniques of intervention.

Today's drylands reforestation projects shall respond to a wide range of objectives, in order to be environmentally sound and socially acceptable:

- stopping land degradation (i.e. preventing further soil losses and regulating water and nutrient fluxes);
- promote the establishment of plant communities resilient to current and future disturbance regimes (e.g. droughts, forest fires), also in view of the need of increasing carbon storage under scenarios of global warming;
- increasing forest biodiversity by fostering the reintroduction (or increase in the dimension of) populations of forest specialists that have disappeared because of the fragmentation of Mediterranean woodlands;
- enhancing landscape connectivity for wildlife species, by

increasing the size of remnants patches of natural habitat and by creating narrow vegetation strips connecting them (corridors);

- assisting secondary succession through stimulating natural regeneration.

In this diverse set of goals, some traditional techniques of reforestation appear outdated: e.g. large-scale monocultural plantations, mainly with pines; broad scale and uniform treatments of soil preparation (site clearing, terracing or uniform hole planting).

The most promising methods and techniques for successful woodland restoration actions in a Mediterranean context are:

- soil preparation techniques aimed at maximizing water supply to planted seedlings (e.g. contour ploughing, subsoiling, localized planting holes, microcatchment construction);
- variable density planting, tailored to the degree of aridity and scope of the forest plantation;
- retention of open patches of natural vegetation;
- species selection based on a mix of native species matching the potential diversity of forest vegetation; native trees, but also shrubs and herbaceous species, might be used depending on the small-scale spatial distribution of soil degradation stages in the area of intervention;
- creation of mosaics of small multi-species plantings (conifers, native broadleaves and shrubs) to restore forest diversity and stimulate natural regeneration;
- decrease forest fragmentation by increasing landscape connectedness, through a proper spatial design of planting units;
- improve seedling survival and growth after outplanting by different techniques: use of resource islands, safe sites in terms of shade and soil fertility (e.g. nurse plants, tussock microsites; seedlings inoculated with mycorrhiza);
- take care of the young seedlings and minimize stress from transplant shock, through timely application of irrigation, mulching, tree shelters and control of competing species;

- pilot the stands toward an increasing complexity: selective thinnings, selective release cuttings of overstory conifers to encourage understory regeneration of native broadleaves.

Methodologies are available to evaluate the success of forest restoration projects in desertification-threatened lands; the REACTION project has developed an evaluation framework to gauge the landscape and environmental functionality achieved by the restored area. For assessments over large territories, remote sensing derived information can be used: the productive efficiency of both natural and restored woodlands can be mapped through an Index of Functional Efficiency (IEF), estimated from remote sensing data (NDVI data). IEF is a measure the differential between potential and real Net Primary Productivity of forest ecosystems; thereby it quantifies the forest productive efficiency in comparison to the productive potential of the site. For instance, the forests of Sicily show a real Net Primary Productivity which is, in most cases, less than half of the potential one. However, reforestation action was successful in rehabilitating degraded lands: in only 50 years, restored areas achieved a forest productivity comparable to that of existing, though degraded, natural forests.

Reforestation capability in increasing landscape connectedness can be assessed as well. An automatic algorithm is available to classify maps of forest cover according to structural components of an ecological network (core areas, stepping stones, corridors); this spatial analysis tool allows to quantify changes in the level of forest fragmentation induced by reforestation activities.

Bibliografia

- AA.VV., 2005a – Carta delle serie di vegetazione d'Italia a scala 1:250.000. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Politecnico di Milano. GIS NATURA: Il GIS delle conoscenze naturalistiche in Italia (DVD), Roma.
- AA.VV., 2005b – DIS4ME. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe. Desertlinks Project. <http://www.kcl.ac.uk/desertlinks>.
- AA. VV., 2007 – La gestione forestale sostenibile nelle aree protette: il caso studio della Riserva naturale Orientata Sughereta di Niscemi (CL). P. 213. In: La Mela Veca D.S., Maetzke F., Pasta S. (a cura di), Collana Sicilia Foreste, N. 31, Palermo.
- Abeltino P., d'Angelo M., Barberis A., Dettori S., Falqui A. Filigheddu M.R., Manchinu M., Mulas G.B. 2000 – Risultati preliminari sulla risposta della quercia da sughero all'intensificazione culturale in Sardegna. Pp. 89-93. In: Atti del Secondo Congresso Nazionale SISEF, 20-22 ottobre 1999, Bologna.
- Accademia Italiana di Scienze Forestali, 2005 – Foreste, biodiversità e cambiamenti climatici. Rapporto finale, Firenze.
- Agenzia Umbria Ricerche, 2003 – Manuale tecnico di ingegneria naturalistica della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni. Provincia di Terni, Terni.
- Agnoletti M., 2002 – Il paesaggio agro-forestale toscano. Strumenti per l'analisi, la gestione e la conservazione. Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo-forestale. Regione Toscana, Firenze.
- Agrimi M., Portoghesi L., 2002 – Rimboschimenti e alberature frangivento nella lotta alla desertificazione: considerazioni sulla realtà italiana. L'Italia Forestale e Montana, 4: 309-318.
- Andel J.V., Aronson J. (a cura di), 2006 – Restoration Ecology. The new Frontier. Blackwell Publishing, Oxford.
- Annesi T., Curcio G., D'Amico L., Motta E., 2005 – Biological control of Heterobasidion annosum on Pinus pinea by Phlebiopsis gigantea. Forest Pathology, 35: 127-134.
- Anselmi N., Cellerino G.P., Moribondo F., 1998 – La situazione

- fitopatologica del patrimonio forestale. Pp. 257-300. In: Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Vol. 3, Venezia.
- Antinori P., Vallerani V., 2001 – Il sistema Vallerani. Una tecnologia per la conservazione del suolo e delle acque, la gestione integrata delle risorse, lo sviluppo sostenibile e per la lotta contro la povertà e la fame, il degrado ambientale e la desertificazione nelle regioni aride e semi-aride. <http://www.diam.unige.it/isf/pdf/Articoli/Vallerani.pdf>.
- APAT, 2002 – Atlante delle opere di sistemazione dei versanti. Manuali e linee guida, 10, Roma.
- Apollonio M., 2002 – Rimboschimenti e conservazione della fauna selvatica: un rapporto tormentato. Pp. 87-96. In: Corona P., Marchetti M. (a cura di), Rimboschimenti e trasformazioni del paesaggio. Quaderni IAED 15, Edizioni Papageno, Palermo.
- Arbez M., 2001 – Ecological impacts of plantation forests on biodiversity and genetic diversity. Pp. 7-20. In: Green T. (a cura di) Ecological and socio-economic impacts of close-to-nature forestry and plantation forestry: a comparative analysis. Proceedings of the scientific seminar of the seventh annual EFI conference. European Forest Institute, Proceedings 37, Joensuu.
- ARCHAIOMEDES, 1998a – Norwest Epirus in the Palaeolithic. In: McGlade J., van der Leeuw S.E. (a cura di), Understanding the natural and anthropogenic causes of degradation and desertification in the Mediterranean Basin. European Communities, EUR 18181 EN, Luxembourg.
- ARCHAIOMEDES, 1998b – The environmental dynamics in the Vera Basin. In: McGlade J., van der Leeuw S.E. (a cura di), Understanding the natural and anthropogenic causes of degradation and desertification in the Mediterranean Basin. European Communities, EUR 18181 EN, Luxembourg.
- ARCHAIOMEDES, 1998c – Land use, settlement pattern and degradation in the Ancient Rhone Valley. In: McGlade J., van der Leeuw S.E. (a cura di), Understanding the natural and anthropogenic causes of degradation and desertification in the Mediterranean Basin. European Communities, EUR 18181 EN, Luxembourg.
- Arcidiaco L., Ciancio O., Garfi V., Iovino F., Mendicino V., Menguzzato G., 2001 – Eucalyptus Trees on the Ionic Coast of Calabria: the Crotone district. Pp. 147-156. Proceedings International

- Conference “Eucalyptus in the Mediterranean basin: perspectives and new utilization” October 15-19, 2000 Taormina, Italy, Edizioni Centro Promozione Pubblicità, Firenze.
- Arcidiaco L., Ciancio O., Garfi V., Mendicino V., Menguzzato G., 2005 – Pino insigne e douglasia nell’arboricoltura da legno su terreni marginali all’agricoltura. *L’Italia Forestale e Montana*, 3: 317-325.
- Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania, 2003 – Piano stralcio per l’Assetto idrogeologico. Quaderno degli interventi. http://www.autoritabacinonordoccidentale.campania.it/pianificazione_di_bacino.
- Bagnaresi U., 1988 – Il settore forestale italiano e il ruolo dell’arboricoltura da legno. Pp. 1-10. In: AA.VV., *Arboricoltura da legno in collina e in montagna*. Accademia Nazionale di Agricoltura, Ministero dell’Agricoltura e delle Foreste, Bologna.
- Bailey S., 2007 – Increasing connectivity in fragmented landscapes: an investigation of evidence for biodiversity gain in woodlands. *Forest Ecology and Management*, 238: 7–23.
- Baldini S., 1992 – La meccanizzazione degli interventi culturali nelle piantagioni. Pp. 74-98. In: AA.VV., *Arboricoltura da legno in collina e in montagna*. Accademia Nazionale di Agricoltura, Ministero dell’Agricoltura e delle Foreste, Bologna.
- Barbati A., 2001 – La rinaturalizzazione dei rimboschimenti di Monte Morello: metafora di piano attendendo una teoria dell’autorganizzazione. Tesi di Dottorato di Ricerca, Università di Firenze, Firenze.
- Barbati A., Corona P., 2006 – Caratterizzazione tipologica dei rapporti tra sistemi forestali e processi di desertificazione osservati e studiati in Italia e sviluppo di un sistema di riferimento per la loro rappresentazione sistematica. Pp. 165-279. In: Enne G., Iannetta M. (a cura di), *Caratterizzazione tipologica dei fenomeni di desertificazione nell’Italia meridionale e insulare*. ENEA, Roma.
- Barbati A., Ronconi M.L., 2006 – Rapporto sulla lotta alla desertificazione nelle Regioni italiane al 2004. Comitato Italiano per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Barbera G., La Mantia T., 1991 – I frangivento nella frutticoltura integrata. *Frutticoltura*, 7/8: 47-55.

- Barbera G., La Mantia T., 1998 – Sistema agricolo e paesaggio nell'Isola di Pantelleria. *Italus Hortus*, 5: 23-28.
- Barbera G., La Mantia T., La Mela Veca D.S., Marchetti M., Scalzo G., 2001 – Productivity of *Eucalyptus* spp. in different environmental conditions and silvicultural systems in Sicily - an updating description. Pp. 291-299. In: Proceedings International Conference "Eucalyptus in the Mediterranean basin: perspectives and new utilization" October 15-19, 2000 Taormina, Italy, Edizioni Centro Promozione Pubblicità, Firenze.
- Barbera G., La Mantia T., Portolano B., 2005 – Sistemi agrari. Pp. 389-406. In: Blasi C. (a cura di), Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità. Palombi Editore, Roma.
- Barone E., Di Marco L., Mercurio R., Zappia R., 1997 – Sistematica, caratteri botanici, distribuzione geografica. Pp. 25-33. In: Giannini R., Mercurio R. (a cura di), Il noce comune per la produzione legnosa. Avenue Media, Bologna.
- Battisti C., 2004 – Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche ambientali, Agricoltura e Protezione civile, Roma.
- Bazin P., 1990 – Boiler une terre agricole. Institut pour le Developpement Forestier, Rennes.
- Benayas J.M.R., Camacho-Cruz A., 2004 – Performance of *Quercus ilex* saplings planted in abandoned Mediterranean cropland after long-term interruption of their management. *Forest Ecology and Management*, 194: 223–233.
- Bennett A.F., 1999 – Linkages in the landscapes. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland.
- Bernetti G., 1994 – Alcune considerazioni sulle specie arboree pioniere. *L'Italia Forestale e Montana*, 1: 94-98.
- Bernetti G., 1995 – *Selvicoltura Speciale*. Utet, Torino.
- Beschta R. L., Rhodes J. J., Kauffman B., Gresswell R. E., Wayne Minshall G., Karr J. R., Perry D. A., Hauer E. R., Frissel C. A., 2004 – Postfire management on forested public lands of the Western United States. *Conservation Biology*, 18: 957-967.
- Bianchi L., Calamini G., Gregori E., Paci M., Pallanza S., Pierguidi A., Salbitano F., Tani A., Vedele S., 2002 – Valutazione degli effetti

- del rimboschimento in zone aride della Sardegna: risultati preliminari sulla vegetazione. *L'Italia Forestale e Montana*, 57: 353-368.
- Bienes R., Moré A., Marqués M.J., Moreiro S., Nicolau J.M., 2005 – Efficiency of different plant cover to control water erosion in Central Spain. In: Cano A.F., Silla R.O. e Mermut A.R. (a cura di), *Sustainable Use and Management of Soils - Arid and Semiarid Regions*. *Advances in Geoecology*, 36:155-162.
- Biondi E., 2005 – Vegetazione e habitat prioritari. Pp. 202-219. In: Blasi C. (a cura di), *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Palombi Editore, Roma.
- Blasi C. (a cura di), 2004 – Conoscenze naturalistiche in Italia. Ministero dell'Ambiente - Direzione Conservazione della Natura, Società Botanica Italiana - Commissione per la promozione della Ricerca Botanica, Roma.
- Blasi C., 2005 – Biodiversità e paesaggio. Pp. 97-103. In: Blasi C. (a cura di), *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Palombi Editore, Roma.
- Blasi C., Filibeck G., Frondoni R., Rosati L., Smiraglia D., 2004 – The map of the vegetation series of Italy. *Fitosociologia*, 41-suppl. 1: 21-26.
- Blasi C., Capotorti G., Smiraglia D., Frondoni R., Ercole S., 2005 – Percezione del paesaggio: identità e stato dei luoghi. Pp. 13-22. In: Blasi C., Paolella A. (a cura di), *Identificazioni e cambiamenti nel paesaggio contemporaneo*. Quaderni IAED 24, Edizioni Papageno, Palermo.
- Bongiovanni F., 2005 – Il quadro delle politiche: scenari agricoli della riforma della PAC e le politiche del M.I.P.A.F. nel settore dell'agroambiente. *Geotema*, 25: 109-122.
- Borin M., 1999 – Introduzione all'ecologia del sistema agricoltura. CLEUP Edizioni, Padova.
- Borin M., 2003 – Fitodepurazione. Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante. Edagricole, Bologna.
- Bradshaw A.D., 1983 – The reconstruction of ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 10: 1-17.
- Bradshaw A.D., 1990 – The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. Pp. 53-74. In: Jordan W.R., Gilpin E., Aber J.D. (a cura di), *Restoration ecology: a synthetic approach to*

- ecological research. Cambridge University Press, Cambridge.
- Brady N.C., 1974 – The nature and properties of soils. 8th ed., Macmillan Comp. Inc., New York.
- Callegari G., Iovino F., Mendicino V., Veltri A., 2001 – Hydrological balance and soil erosion in *Eucalyptus coppices* (*Eucalyptus occidentalis*, Endl.). Pp. 283-290. In: Proceedings International Conference “*Eucalyptus* in the Mediterranean basin: perspectives and new utilization” October 15-19, 2000 Taormina, Italy, Edizioni Centro Promozione Pubblicità, Firenze.
- Camarda I., Falchi S., Nudda G., 1986. Ambiente naturale in Sardegna: elementi di base per la conoscenza e la gestione del territorio. Delfino, Sassari.
- Cantore V., Iovino F., 1989 – Effetti dei diradamenti sull'umidità del suolo in popolamenti di *douglasia* della Catena Costiera (Calabria). *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 20: 13-39.
- Cantore V., Iovino F., Puglisi S., 1994 – Influenza della forma di governo sui deflussi liquidi e solidi in piantagioni di eucalitti. *L'Italia Forestale e Montana*, 5: 463-477.
- Cappuccini G., 1939 – Il rimboschimento in Sicilia. *La Rivista Forestale Italiana*, Anno XVII, 5: 3-17.
- Caravaca F., Barea J.M., Palenzuela J., Figueroa D., Alguacil M.M., Roldán A., 2003 – Establishment of shrub species in a degraded semiarid site after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology*, 22: 103-111.
- Cardinale M., Quatrini P., Puglia A.M., La Mantia T., 2007 – La biodiversità dei rizobi simbionti delle leguminose legnose mediterranee come risorsa finalizzata al recupero degli ecosistemi degradati. Pp. 134-139. Atti del Convegno SOI “*Piante Mediterranee*, 2° Convegno Nazionale - Valorizzazione delle risorse e sviluppo sostenibile *Piante Mediterranee*”, Vol. 1., Agrigento.
- Carvalho T.M.M., Coelho C.O.A., Ferreira A.J.D., Charlton C.A., 2002 – Land degradation processes in Portugal: farmers' perceptions of the application of European agroforestry programmes. *Land degradation & development*, 13: 177-188.
- Castro J., Zamora R., Hódar J.A., Gómez J.M., Gómez-Aparicio L., 2004

- Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-Year Study. *Restoration Ecology*, 12: 352-358.
- Cavarretta D., Saporito L., 1998 – Boschi artificiali della Sicilia. Aspetti selvicolturali e problematiche gestionali. Pp. 57-103. In: Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Conservazione e miglioramento dei boschi in Sicilia. Collana Sicilia Foreste, Palermo.
- Cavazza S., 2004 – Il controllo dell'erosione idrica ed eolica in zone caldo-aride. Convegno, "L'ingegneria naturalistica in ambiente mediterraneo", Pisa.
- CBD, 2004 – Opportunities for synergy in implementing the three Rio Conventions. UNEP/CBD/WS-Syn.Afr./1/2.
- Ceballos A., Martinez-Fernández J., Luengo-Ugidos M.A., 2004 – Analysis of rainfall trends and dry periods on a pluviometric gradient representative of Mediterranean climate in the Duero Basin, Spain. *Journal of Arid Environments*, 58: 214–232.
- Chirici G., Corona P., Vannuccini M., 1999 – Analisi paesaggistica dell'impatto di interventi di rimboschimento in una tenuta agricola. *L'Italia Forestale e Montana*, 54: 236-247.
- Chirici G., Corona P., Marchetti M., Travaglini D., Wolf U., 2002 – Modello di valutazione dell'attitudine fisica del territorio per la realizzazione di piantagioni di noce comune e di douglasia in Italia meridionale. *Monti e Boschi*, 6: 25-31.
- Chirici G., Barbati A., Maselli F., 2007 – Modelling of Italian forest net primary productivity by the integration of remotely sensed and GIS data. *Forest Ecology and Management*, 246: 285-295.
- Ciancio O., 1986 – Diradamenti: criteri generali, problemi e tecniche. *Monti e Boschi*, 6: 19-22.
- Ciancio O., 2000 – Prefazione. Pp. IX- XXXV. In: Dettori S., Filigheddu M.S. (a cura di), *Arboricoltura da legno: quale futuro?* Accademia Italiana di Scienze Forestali, Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei dell'Università di Sassari, Sassari.
- Ciancio O., 2002 – Rimboschimenti e piantagioni in Italia. Pp. 7-12. In: Corona P., Marchetti M. (a cura di), *Rimboschimenti e trasformazioni del paesaggio*. Quaderni IAED 15, Edizioni Papageno, Palermo.
- Ciancio O., Mercurio R., Nocentini S., 1981 – Le specie forestali esotiche

- e le relazioni tra arboricoltura da legno e Selvicoltura. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 12: 1-103.
- Ciancio O., Mercurio R., Nocentini S., 1982 – Le specie forestali esotiche nella selvicoltura italiana - Risultati dopo un sessantennio. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 13: 105-713.
- Ciancio O., Iovino F., 1995 – I sistemi forestali e la conservazione del suolo. *I Georgofili-Settima Serie*, 41 : 85-146.
- Ciancio O., Corona P., Marchetti M., Nocentini S., 2005 – Sistemi forestali. Pp. 361-388. In: Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (a cura di), *Stato della biodiversità in Italia*. Palombi Editore, Roma.
- Cinnirella S., Iovino F., Perniola G., Tersaruolo A.M., 1993 – Efficacia dei diradamenti sulla riserva idrica del suolo. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 24: 7-22.
- Cinnirella S., Iovino F., Ferro V., Porto. P., 1998 – Anti-erosive effectiveness of Eucalyptus coppices through the cover management factor estimate. *Hydrological Processes*, 12: 635-649.
- Colletti L., 2001 – Risultati dell'applicazione del Regolamento CEE 2080/92 in Italia. *Sherwood*, 70: 23-31.
- Colombo V., Zucca C., Enne G., 2006 – Indicatori di desertificazione: approccio integrato e supporto alle decisioni. ENEA, Roma.
- Commissione delle Comunità Europee, 2006 – Un piano d'azione dell'UE per le foreste. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, 302/2006, Bruxelles.
- Compostella G., Iovino F., 1999 – Studio sull'umidità del suolo in relazione ai diradamenti in popolamenti di Pino laricio. *L'Italia Forestale e Montana*, 54: 308-323.
- Cornelini P., 2002 – Criteri e tecniche per la manutenzione del territorio ai fini della prevenzione del rischio idrogeologico. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Difesa del Suolo, Roma.
- Corona P., 1993a – Applying biodiversity concepts to plantation forestry in northern Mediterranean landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 24: 23-31.
- Corona P., 1993b – Study outline on ecological methods of afforestation.

- Pp. 169-176. In: Bunce R.G.H., Ryszkowski L., Paoletti M.G. (a cura di), *Landscape ecology and Agroecosystems*, Lewis Publishers, Boca Raton.
- Corona P., 2003 – Il ruolo delle produzioni legnosa fuori foresta. Aspetti produttivi. Pp. 19-24. In: Minotta G. (a cura di), *L'arboricoltura da legno: un'attività produttiva al servizio dell'ambiente*. Edizioni Avenue Media, Bologna.
- Corona P., Ducoli V., Eccher A., Ferrara A., Papitto P., 1989 – Analisi multivariata delle formazioni forestali del Parco Naturale Regionale dei Monti Simbruini. *Monti e Boschi*, 4: 41-47.
- Corona P., Facciotto G., Lucci S., Mariano A., 1992 – Contributo alla conoscenza delle tecniche colturali in piantagioni da legno. *SAF/Quaderni di Ricerca* 33, Roma.
- Corona P., Iovino F., Lucci S., 1996 – La gestione dei sistemi forestali nella conservazione del suolo. *EM-Linea Ecologica*, 4: 4-15.
- Corona P., Marchetti M., 2002 – Impianti forestali e gestione sostenibile. Pp. 25-36. In: Corona P., Marchetti M. (a cura di), *Rimboschimenti e trasformazioni del paesaggio*. Quaderni IAED 15, Edizioni Papagena, Palermo.
- Corona P., Ferrari B., Marchetti M., Barbati A., 2006 – Risorse forestali e rischio di desertificazione in Italia. Standard programmatici di gestione. Università degli Studi della Tuscia, Comitato Nazionale per la lotta alla Siccità e Desertificazione, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Roma.
- Costa-Tenorio M., Morla C., Sainz H. (a cura di), 2005 – *Los Bosques Ibericos: una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta, Barcelona.
- Cotta A., Pavari A., 1921 – L'indirizzo della selvicoltura mediterranea. Pp. 45-60. In: *Atti del I Convegno tecnico-forestale italiano*. Istituto Superiore Forestale Nazionale, 7, Firenze.
- CRA-INEA-MIPAF, 2005 – Progetto “Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione”. Relazione finale, Roma.
- Cullotta S., Pizzurro G. M., Garfi G., La Mantia T., 2003 – Analisi dei processi di rinaturalizzazione nelle pinete mediterranee artificiali dei monti di Palermo (Sicilia Nord-occidentale). Pp. 457-465. In: *Atti III Congresso Nazionale SISEF “Alberi e Foreste per il Nuovo Millennio”*, 15-18 ottobre 2001, Viterbo.
- Cullotta S., Pasta S., 2004 – Successione naturale e eterogeneità

- vegetazionale. Vegetazione mediterranea: Sicilia, Sardegna Calabria. Pp. 291-307. In: Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A. (a cura di), Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale. Palombi Editore, Roma.
- d'Angelo M., Enne G., Madrau S., Percich. L., Previtali F., Pulina G., Zucca C., 2000 – Mitigation land degradation in mediterranean Agro-silvo-pastoral system: a gis based approach. Catena, 40: 37-49.
- D'Ippolito A., Iovino F., Nicolaci A., Veltri A., 2007 – Dinamiche dei popolamenti del pino d'Aleppo negli alvei delle fiumare dell'Alto ionio Cosentino. L'Italia Forestale e Montana, 62: 65-79.
- De Mas G., 1993 – Tecniche selvicolturali nel restauro ambientale. L'esempio della rinaturalizzazione di aree rimboschite con pino nero. Monti e Boschi, 1: 16-22.
- De Philippis A., 1939 – Sulla tecnica di preparazione del suolo per il rimboschimento in clima caldo-arido. Stazione Sperimentale di Selvicoltura, 6, Arezzo.
- De Philippis A., 1961 – Problemi e tecnica del rimboschimento nella zona del Lauretum. Pp. 163-185. In: Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati, Vol. I, Relazioni. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Del Favero R., Andrich O., De Mas G., Lasen C., Poldini L., 1990 – La vegetazione forestale del Veneto. Prodrumi di Tipologia Forestale. Regione Veneto, Assessorato Agricoltura e Foreste, Dipartimento Foreste, Mestre-Venezia.
- Delgado Sánchez J.C., 2004 – Priorisation of forest restoration in Spain. Pp. 753-760. In: Enne G., Peter D., Zanolli C., Zucca C. (a cura di), The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification. Workshops results and proceedings. Centro Interdipartimentale di Ateneo, Nucleo Ricerca Desertificazione, Università degli Studi di Sassari, Sassari.
- Delogu G., Giaimi G., Iovino F., 1998 – Problematiche e prospettive della selvicoltura in ambiente mediterraneo. Pp. 209-218. In: Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Vol. 2, Venezia.
- Demontzey P., 1882 – Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes. Paris.

- Dettori S., Filigheddu M.R., Gutierrez M., 2001 – La coltivazione della Quercia da sughero. Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei, Università degli studi di Sassari.
- Dimase A.C., Iovino F., 1988 – Capacità d'uso dei suoli dei bacini idrografici del Trionto, Nicà e torrenti limitrofi (Calabria). Pubblicazione N. 4 CNR IEIF Cosenza, 1-56.
- Direcção-Geral das Florestas, 2000 – Florestas de Portugal. Forests of Portugal. Direcção-Geral das Florestas, Lisboa.
- Dyck W.J., Cooke J.G., 1981 – Exotic forestry and its effect on water quality. Pp. 63-84. In: Proceedings of a Seminar on The Waters of the Waikato. University of Waikato, New Zealand., Vol.1.
- Eccher A., 2000 – Analisi critica in merito all'impiego del pino insigne (*Pinus radiata* D.Don) in Italia, alla luce dei risultati dell'ultimo quarantennio. Pp. 1-14. In: Dettori S., Filigheddu M.S. (a cura di), Arboricoltura da legno: quale futuro? Accademia Italiana di Scienze Forestali, Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei dell'Università di Sassari, Sassari.
- Eccher A., Scarpa M., Pizzedaz S., 1983 – Le tecniche di rimboschimento. Italia Agricola, 120: 128-139.
- EEA, 2005 – The European Environment. State and outlook 2005. European Environment Agency, Copenhagen.
- Eichhorn M. P., Paris P., Herzog F., Incoll L.D., Liagre F., Mantzanas K., Mayus M., Moreno G., Papanastasis V.P., Pilbeam D.J., Pisanelli A. and Dupraz C., 2006 – Silvoarable Systems in Europe - Past, Present and Future Prospects. Agroforestry Systems, 67: 29-50.
- Enne G., Zucca C., Montoldi A., Noe L., 2004 – The role of grazing in agropastoral systems in the Mediterranean region and their environmental sustainability. Advances in Geoecology, 37: 29-46.
- FAO, 1960 – Le choix des essences forestières. Collection FAO: Mise un vaeur des forêtes, Cahier 13, Roma.
- FAO, 1989 – Arid zone forestry. A guide for field technicians. FAO Conservation Guide 20, Roma.
- FAO, 2004 – Global Forest Resources Assessment Update 2005. Terms and definitions. FAO, Roma.
- Farina A., 2001 – Ecologia del Paesaggio. Principi, metodi e applicazioni. UTET, Torino.

- Ferrara A., 2005 – I sistemi a indicatori chiave. Pp. 167-180. In: Corona P., Iovino F., Maetzke F., Marchetti M., Menguzzato G., Nocentini S., Portoghesi L. (a cura di), *Foreste Ricerca Cultura*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Forman R.T.T., 1995 – Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fortini P., Di Pietro R., Blasi C., 1995 – Lo studio dei processi di riforestazione naturale applicato alla progettazione ambientale. Pp. 115-135. In *Atti II Seminario IAED “La progettazione ambientale nei sistemi agroforestali”*, Perugia.
- Franco D., 2003 – Paesaggi sostenibili e biodiversità: motivi, obiettivi e opportunità di realizzazione delle reti ecologiche. *Genio Rurale*, 10: 52-64.
- Franco D., Franco D., Mannino I., Zanetto G., 2001 – The role of agroforestry networks in landscape socioeconomic processes: the potential and limits of the contingent valuation method. *Landscape and Urban Planning*, 55: 239-256.
- Gakis S., Mantzanas K., Alifragis D., Papanastasis V.P., Papaioannou A., Seilopoulos D., Platis P., 2004 – Effects of understory vegetation on tree establishment and growth in a silvopastoral system in northern Greece. *Agroforestry Systems*, 60: 149-157.
- Gambi G., 1962 – Prove di piantagione con metodi speditivi nei boschi degradati di latifoglie. *Ann. Centro di Economia Montana delle Venezie*, Vol.II, Venezia.
- Gambi G., 1986 – Le prime cure colturali ai rimboschimenti. *Monti e Boschi*, 6: 13-18.
- Garcia C., Hernandez T., Roldan A., Martin A., 2002 – Effect of plant cover decline on chemical and microbiological parameters under Mediterranean climate. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 635-642.
- Garfi V., Iovino F., Menguzzato G., Nicolaci A., 2002 – Preparazione del suolo e densità di impianto in rimboschimenti di pino d'Aleppo e di pino laricio: analisi e primi risultati. *L'Italia Forestale e Montana*, 57: 319-338.
- Gariboldi A., 1999 – Interventi di ripristino e miglioramento ambientale per l'ornitofauna. Pp. 226-260. In: Brichetti P., Gariboldi A. (a cura di), *Manuale pratico di ornitologia*. Vol. 2. Edagricole, Bologna.

- Geeson N. A., Brandt C. J., Thornes J. B. (a cura di), 2002 – Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses. John Wiley & Sons, Chichester.
- Giacobbe A., 1961 – Il rimboschimento dei terreni argillosi. Pp. 287-312. In: Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati, Vol. I, Relazioni. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Giacobbe A., 1963 – I rimboschimenti in Sicilia. Monti e Boschi, 11-12: 491-514.
- Ginsberg P., 2002 – Planning and management of the afforestation process in Northern Israel. *New Forests*, 24: 27-38.
- Ginsberg P., 2006 – Restoring biodiversity to pine afforestations in Israel. *Journal for Nature Conservation*, 14: 207-216.
- Ginsberg P., 2007 – Savannization: a runoff agroforestry system for semi-arid and arid zone development. *Agroforestry Today*, 13: 9-13.
- Giordano E., 1995 – I rimboschimenti. Pp. 79-88. In: Atti dell'Accademia dei Georgofili "Global Change - Il verde per la difesa ed il ripristino ambientale. Il ruolo della Selvicoltura per la difesa ed il ripristino dell'ambiente", Firenze.
- Gómez-Aparicio L., Valladares F., Zamora R., Quero J. L., 2005 – Response of tree seedlings to the abiotic heterogeneity generated by nurse shrubs: an experimental approach at different scales. *Ecography*, 28: 757-768.
- Gruenewald H., Brandt B.K.V., Schneider B.U., Bens O., Kendzia G., Huttel R.F., 2007 – Agroforestry systems for the production of woody biomass for energy transformation purposes. *Ecological engineering*, 29: 319-328.
- Gruppo 183 (a cura di), 2003 – La pianificazione di bacino in Italia. Rapporto 2003, Roma.
- Gualdi S., Navarra A., 2005 – Scenari climatici nel bacino mediterraneo. *Forest@*, 2: 19-30.
- Habrouk A., 2001 – Regeneración natural y restauración de la zona afectada por el gran incendio del Bages y Bergueda de 1994. Ph. D. Thesis, Unitat d'Ecologia – CREAF, Departament de Biologia animal, Vegetal i Ecologia, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcellona.
- Harrison S., Bruna E., 1999 – Habitat fragmentation and large scale

- conservation: do we know for sure? *Ecography*, 22: 225-232.
- Hartley M.J., 2002 – Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management*, 155: 81-95.
- Iannetta M., Enne G., Zucca C., Colonna N., Innamorato F., Di Gennaro A., 2005 – Il progetto RIADE: i processi di degrado delle risorse naturali in Italia ed i possibili interventi di mitigazione. *Geotema*, 25: 99-108.
- INEA, 2005 – La riforma dello sviluppo rurale: novità e opportunità. Quaderno 1, Istituto Nazionale di Economia Agraria, Roma.
- INFC, 2007 – Le stime di superficie 2005. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, CRA - ISAFA, Trento. <http://www.infc.it>.
- Iovino F., 1998 – La selvicoltura in Calabria. Pp. 219-240. In: Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Vol. 2, Venezia.
- Iovino F., 2003 – I rimboschimenti e le piantagioni da legno nel recupero dei territori montani. Pp. 297-329. In: Maione U., Brath A., Mignosa P. (a cura di), La progettazione di opere idrauliche in zona montana. Editoriale BIOS, Cosenza.
- Iovino F., 2004 – Restauro ambientale mediante rimboschimenti. Pp. 253-270. In: Puglisi S. (a cura di), Progettazione di aree verdi e ingegneria naturalistica in ambiente mediterraneo. Editoriale BIOS, Cosenza.
- Iovino F., Puglisi S., 1990 – L'aménagement des reboisements de protection. Un cas d'étude. P. 276. In: Proceedings X World Forest Congress, Vol. 2, Paris.
- Iovino F., Menguzzato G., 2002 – Rimboschimenti in Calabria: storia e significato. Pp. 109-122. In: Corona P., Marchetti M. (a cura di), Rimboschimenti e trasformazioni del paesaggio. Quaderni IAED 15, Edizioni Papageno, Palermo.
- Iovino F., Menguzzato G., 2003 – Il ruolo dei rimboschimenti nella lotta alla desertificazione. Pp. 105-109. In: Scarascia Mugnozza (a cura di), Atti del Convegno, "Alberi e Foreste nel Nuovo Millennio", Vol. 3, Viterbo.
- Iovino F., Veltri A., 2004 – Gestione del bosco e impatto sulle risorse idriche. Pp. 29-43. In: Frega G. (a cura di), Gestione dei Sistemi Forestali e Risorse Idriche. Quaderni di Idrotecnica, 17,

- Editoriale BIOS, Cosenza.
- IUFRO, 2005 – Multilingual pocket glossary of forest terms and definitions. IUFRO, Vienna.
- Klingebiel A.A., Montgomery P.H., 1961 – Land Capability Classification. Agricultural Handbook 210, USDA, Washington DC.
- Kosmas C., Ferrara A., Briassouli H., Imeson A., 1999 – Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification. Pp. 31-47. In: Kosmas C., Kirkby M., Geeson N. (a cura di), The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Union 18882, Bruxelles.
- La Mantia T., 2002 – L'arboricoltura da legno nel paesaggio siciliano. Pp. 135-153. In: Corona P., Marchetti M. (a cura di), Rimboschimenti e trasformazioni del paesaggio. Quaderni IAED 15, Edizioni Papagena, Palermo.
- La Mantia T., Massa B., 1995 – Il ruolo degli uccelli negli agrosistemi frutticoli: l'esempio siciliano. Frutticoltura, 1: 39-45.
- La Mantia T., Pasta S., 2001 – La rinaturalizzazione dei rimboschimenti: proposte metodologiche e ipotesi di intervento nella Riserva Naturale "Grotta di Santa Ninfa". Naturalista Siciliano, S. IV, XXV (Suppl.): 299-323.
- La Mantia T., La Mela Veca D.S., Marchetti M., Barbera G., 2002a – Risultati preliminari delle tecniche di rimboschimento nella Sicilia meridionale. L'Italia Forestale e Montana, 3: 261-275.
- La Mantia T., Spoto M., Massa B., 2002b – The colonization of the great spotted woodpecker (*Picoides major* L.) in eucalypt woods and poplar cultivations in Sicily. Ecologia Mediterranea, 22: 65-73.
- La Mantia T., Barbera G., 2003 – Evoluzione del settore agroforestale e cambiamenti del paesaggio in Sicilia. Pp. 118-150. In: Lo Piccolo F., Schilleci F. (a cura di), A Sud di Broddingnag. L'identità dei luoghi: per uno sviluppo locale autosostenibile nella Sicilia occidentale. Franco Angeli, Roma.
- La Mantia T., Cutino I., Maggiore C.V., 2004 – Limiti e prospettive dell'arboricoltura da legno in Sicilia. Pp. 87-105. In: Atti del Convegno "La selvicoltura da legno strumento di rilancio del territorio e dell'economia montana", Borgetto (Pa) 20 aprile

2004.
<http://www.agrariaunipa.it/commonfiles/downloads/personale/257/LaMantiaMaggioreCutinoBorgetto20-04-2004.pdf>.
- La Mantia T., La Mela Veca D.S., 2004 – L'impiego della ginestra di Spagna (*Spartium junceum* L.) in interventi di forestazione di aree marginali: il caso studio dei Monti Sicani (AG). *Italus Hortus e Notiziario SOI di Ortoflorofrutticoltura*, 11: 116-119.
- La Mantia T., Barbera G., 2007 – Le siepi e la biodiversità dei sistemi agrari e agroforestali. *Alberi e Territorio*, 3: 25-30.
- La Mantia T., Oddo G., Rühl J., Furnari G., Scalenghe R., 2007a – Variazione degli stock di carbonio in seguito ai processi di abbandono dei coltivi: il caso studio dell'isola di Pantelleria (Tp). *Forest@*, Vol. 4: 102-109.
- La Mantia T., Giaimi G., La Mela Veca D.S., Pasta S., 2007b – The role of traditional *Erica arborea* L. management practices in maintaining northeastern Sicily's cultural landscape. *Forest Ecology and Management*, 249: 63-70.
- La Marca O., 1999 – La rinaturalizzazione dei boschi: un impegno per i forestali del 2000. Pp. 163-178. In: Ciancio O. (a cura di), *Nuove frontiere per la gestione forestale*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Laureano P., 2005 – Confronto e sinergia tra tecniche tradizionali e nuove tecnologie. *Geotema*, 25: 17-23.
- Laureano P., Burgi M., Iannetta M., Quaranta G., 2006 – Lettura dinamica delle relazioni tra territorio, insediamenti umani e utilizzo delle risorse naturali: sistematizzazione e riproposizione in chiave innovativa delle conoscenze tecniche tradizionali. ENEA, Roma.
- Lo Verde G., Perricone G., La Mantia T., 2002 – L'azione di differenti tipi di frangiventi sull'artropodofauna e sulle caratteristiche bioagronomiche di un aranceto nel territorio di Menfi (Ag). *Italia Forestale e Montana*, 4: 390-408.
- López-Bermúdez F., Barberá G. G., Belmonte-Serrato F., 1999 – How to measure desertification and degradation processes. Pp. 30-45. In: Enne G., Zanolli C., Peter D. (a cura di), *Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning*. European Commission Proceedings of the Advanced Study Course, Alghero.

- Louro V., Sequeira E.M., 1998 – Indicators of degradation in montados/dehesas. Pp. 126-130. In: Enne G., D'angelo M., Zanolla C. (a cura di), *Proceedings International Seminar on Indicators for assessing desertification in the Mediterranean*, Porto Torres, Italy, 18-20 September 1998.
- Lucci S., 1993 – Conservazione del suolo e meccanizzazione nelle attività di rimboschimento. S.A.F.- Gruppo E.N.C.C., Roma.
- Lucci S., 1994 – Conservazione del suolo e meccanizzazione nei rimboschimenti. *Cellulosa e Carta*, 1: 36-53.
- Lucci S., Mariano A., 1993 – Meccanizzazione delle lavorazioni localizzate del terreno nei rimboschimenti della collina e bassa montagna umbre. *Monti e Boschi*, 3: 31-38.
- Maestre F.T., Cortina J., Susana B., Bellot J., 2003 – Does *Pinus halepensis* facilitate the establishment of shrubs in Mediterranean semi-arid afforestations? *Forest Ecology and Management*, 176: 147-160.
- Maestre F.T., Cortina J., 2004 – Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas? *Forest Ecology and Management*, 198: 303-317.
- Maetzke F., 2002 – I rimboschimenti di monte Morello: analisi e indirizzi di un progetto aperto per la loro rinaturalizzazione. *L'Italia Forestale e Montana*, 57: 125-138.
- Maggiore C., Cutino I., Marchetti M., Pasta S., La Mantia T., 2005 – La dinamica degli incendi e l'effetto degli interventi selvicolturali sui soprassuoli a pino d'Aleppo e domestico percorsi da incendio in un comprensorio boscato mediterraneo (Sicilia Nord-occidentale). Pp. 237-244. In: *Atti del Quarto Congresso Nazionale SISEF "Meridiani Foreste"*, 7-10 Ottobre 2003, Rifreddo (Pz).
- Malandrino P., Paolini C., 1993 – Interventi forestali in ambiente arido. *Cellulosa e Carta*, 5: 38-57.
- Mancini F., 1956 – Contributo alla geopedologia della Macchia di Migliarino (Pisa). *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze.
- Mancini F., 1961 – Modificazioni del suolo per effetto dei rimboschimenti. Pp. 107-129. In: *Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati*, Vol. I, Relazioni. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*,

Firenze.

- Mancini F., 1975 – Qualche parola sull'evoluzione del suolo e la sua conservazione a seguito dei rimboschimenti. *Informatore Botanico Italiano*, 7: 58-69.
- Manning A.D., Fischer J., Lindenmayer D.B., 2006 – Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. *Biological Conservation*, 132: 311-321.
- Marchetti M., Campaiola F., Lozupone G., 1995 – Progettazione di interventi colturali nei rimboschimenti di pino nero dell'Appennino laziale. Pp. 102-114. In: Atti del Convegno, "La progettazione ambientale dei sistemi agro-forestali", Quaderni IAED 2, Roma.
- Marchetti M., La Mantia T., Messina G., Barbera G., 2002 – Il significato dei popolamenti arborei ed arbustivi fuori foresta nel paesaggio agrario e la loro dinamica evolutiva in due aree campione della Sicilia. *L'Italia Forestale e Montana*, 4: 369-389.
- Marchetti M., Barbati A., 2005 – Cambiamenti di uso del suolo. Principali trasformazioni del paesaggio italiano. Pp. 108-114. In: Blasi C. (a cura di), *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Palombi Editore, Roma.
- Maricchiolo C., Sambucini V., Pugliese A., Munafò M., Cecchi G., Rusco E., Blasi C., Marchetti M., Chirici G., Corona P., 2005 – La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000. Rapporti APAT, 61, Roma.
- Massa B., La Mantia T., 1997 – Benefits of hedgerows-windbreaks for birds and their valorization in sustainable agriculture. *Agricoltura Mediterranea*, 127: 332-341.
- Massa B., La Mantia T., 2007 – Forestry, pasture, agriculture and fauna correlated to recent changes in Sicily. *Forest@*, 4: 418-438.
- Massa R., 1999 – La distruzione degli habitat naturali. Pp. 74-91. In: Massa R., Ingegnoli V., (a cura di), *Biodiversità, Estinzione, Conservazione*. UTET, Torino.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005a – Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005b – Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Volume 1. Island Press,

Washington, D.C.

- Minotta G., 1992 – Tecniche di impianto e di coltivazione. Pp. 37-73. In: AA.VV., *Arboricoltura da legno in collina e montagna*. Edagricole, Bologna.
- MIPAF, 2005 – Condizionalità: un nuovo rapporto tra agricoltura, ambiente e società. Manuale operativo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Roma.
- Miyawaki A., 2004 – Restoration of living environment based on vegetation ecology: theory and practice. *Ecological Research*, 19: 83–90.
- Montanarella L., 2005 – La strategia tematica per il suolo dell'Unione Europea e le sue applicazioni per la lotta alla desertificazione. *Geotema*, 25: 90-98.
- Monteverdi C., Valentini R., De Angelis P., 2007 – Nuove linee di ricerca forestale a supporto della lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo (presentazione ppt.). Convegno, "Contributo del settore forestale alla prevenzione e alla mitigazione dei processi di desertificazione nel mediterraneo", Firenze.
- Morelli A., 1961 – La tecnica dei rimboschimenti in Sardegna. Pp. 217-223. In: *Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati*, Vol. 2, Comunicazioni e interventi. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Mourao J.C., Louro V., 2004 – MEDRAP report to support the elaboration of the sub-regional action programme for Northern Mediterranean (UNCCD Annex IV). Pp. 894-918. In: Enne G., Peter D., Zanolla C., Zucca C. (a cura di), *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*. Centro Interdipartimentale di Ateneo Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione, Università di Sassari, Sassari.
- Muñoz C., Zagal E., Ovalle C., 2007 – Influence of trees on soil organic matter in Mediterranean agroforestry systems: an example from the 'Espinal' of central Chile. *European Journal of Soil Science*, 58: 728-735.
- Nocentini S., 1995 – La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze). *L'Italia Forestale e Montana*, 50: 423-435.
- Nocentini S., 1999 – La gestione dei rimboschimenti. Pp. 117-129. In:

- Ciancio O. (a cura di), Nuove frontiere nella gestione forestale. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Nocentini S., 2000 – La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali. *L'Italia Forestale e Montana*, 4: 423-435.
- Nocentini S., 2001 – La rinaturalizzazione come strumento di recupero dei sistemi forestali semplificati nell'Italia Meridionale. *L'Italia Forestale e Montana*, 5: 344-351.
- Nocentini S., 2006 – La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: è necessario un modello di riferimento? *Forest@*, 3: 376-379.
- Oñate J.J., Peco B., 2005 – Policy impact on desertification: stakeholders' perceptions in southeast Spain. *Land Use Policy*, 22: 103-114.
- Pacucci G., Sanesi G., Troccoli C., Leoni B., Giglio G., 2002 – Aspetti ecologici e agronomici dei frangivento nell'arco ionico tarantino. *L'Italia Forestale e Montana*, 3: 225-243.
- Padula M., 1981 – Criteri naturalistici dei rimboschimenti nella regione mediterranea italiana. *Informatore Botanico Italiano*, 11: 361-389.
- Paoletta A., 2002 – Comunità locali, agricoltura e ricomposizione del paesaggio. Pp. 13-24. In: Corona P., Marchetti M. (a cura di), *Rimboschimenti e trasformazioni del paesaggio*. Quaderni IAED 15, Edizioni Papagena, Palermo.
- Paris P., Pisanelli A., Tognetti R., Cannata F., 2003 – L'Agroselvicultura. Pp. 142-151. In: Minotta G. (a cura di), *L'Arboricoltura da legno: un'attività produttiva al servizio dell'ambiente*. Edizioni Avenue Media.
- Paris P., Pisanelli A., Todaro L., Olimpieri G., Cannata F., 2005 – Growth and water relations of walnut trees (*Juglans regia* L.) on a mesic site in central Italy: effects of understory herbs and polyethylene mulching. *Agroforestry Systems*, 65: 113-121.
- Pasta S., La Mantia T., 2001a – L'impatto dell'attività agricola e la gestione delle aree protette: il caso della Riserva Naturale "Maccalube di Aragona". *Naturalista Siciliano*, S. IV, XXV (Suppl.): 197-215.
- Pasta S., La Mantia T., 2001b – Note sul paesaggio vegetale delle isole minori circumsiciliane. I. Consorzi forestali e preforestali dell'Isola di Lampedusa (AG) ed effetto degli impianti artificiali sulla vegetazione naturale. *Naturalista Siciliano*, S. IV, XXV (Suppl.): 71-89.

- Patrone G., 1952 – Il contributo dello Stato e degli Enti alle sistemazioni montane e al miglioramento e all'ampliamento dei boschi e dei pascoli montani dal 1867 al 1950. *L'Italia Forestale e Montana*, 7: 321-349.
- Pausas J.G., Bladé C., Valdecantos A., Seva J.P., Fuentes D., Alloza J.A., Vilagrosa A., Bautista S., Cortina J., Vallejo R., 2004 – Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: new perspective for an old practice – a review. *Plant Ecology*, 171: 209-220.
- Pavari A., 1933 – Castelfusano: il grande parco dell'Urbe. *L'Alpe*, 20: 297-310.
- Petrella F., Boni I., 2007 – Contributo dell'arboricoltura da legno alla mitigazione del degrado dei suoli: il caso del Piemonte (presentazione ppt.). Convegno, "Contributo del settore forestale alla prevenzione e alla mitigazione dei processi di desertificazione nel mediterraneo", Firenze.
- Piotto B., Di Noi A. (a cura di), 2001 – Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea. Manuale ANPA, Roma.
- Piussi P., 2002 – Rimboschimenti spontanei ed evoluzione post-cultura. *Monti e Boschi*, 3-4: 31-37.
- Pizzedaz S., 1980 – La meccanizzazione nei rimboschimenti. *L'Italia Agricola*, 117(1): 233-9.
- Pizzigallo V., 1970 – L'evoluzione della legislazione forestale italiana. Pp. 311-340. In: *L'Italia forestale nel centenario della fondazione della scuola di Vallombrosa*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Preti F., 2004 – Sistemazioni idraulico-forestali e ingegneria naturalistica per la difesa del territorio. Convegno, "L'ingegneria naturalistica in ambiente mediterraneo", Pisa.
- Prince S.D., 2002 – Spatial and temporal scales of measurement of desertification. Pp. 23-40. In: Stafford-Smith D.M., Reynolds J.F. (a cura di), *Global desertification: do humans create deserts?* Dahlem University Press, Berlin.
- Puddu S., Bianchi L., Maltoni A., Paci M., Tani A., 2002 – Indagine preliminare sulla dinamica vegetazionale nei rimboschimenti di *Pinus radiata* D. Don della Sardegna Centrale. *L'Italia Forestale e Montana*, 4: 339-352.
- Puglisi S., 1986 – Sistemazione del suolo nel Mezzogiorno. *Monti e*

Boschi, 2: 3.

- Puglisi S., Cinnirella S., 1991 – Valutazione degli effetti di interventi sistematori sull'attenuazione di eventi idrologici estremi in bacini di torrenti silani con foce allo Ionio. CNR GNDCI, Rapporto 1989, Roma.
- Puppi G., 2004 – Gestione delle associazioni micorriziche. Pp. 316-317. In: Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A. (a cura di), Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale. Palombi Editore, Roma.
- Quaranta G., Salvia R., 2005 – Le tecniche tradizionali per la gestione sostenibile del territorio e la valorizzazione delle produzioni. Geotema, 25: 48-55.
- Quatrini P., Scaglione G., Cardinale M., Caradonna F., Puglia A.M., 2002 – Bradyrhizobium sp. nodulating the Mediterranean shrub Spanish Broom (Spartium junceum L.). Journal of Applied Microbiology, 92: 13-21.
- Quatrini P., Scaglione G., Badalucco L., Puglia A.M., La Mantia T., 2003 – Microbial inoculants on woody legumes to recover a municipal landfill site. Water, Air and Soil Pollution, 3: 189-199.
- Querejeta J.I., Barbera G.G., Granados A., Castillo V.M., 2007 – Afforestation method affects the isotopic composition of planted Pinus halepensis in a semiarid region of Spain. Forest Ecology and Management, 254: 56-64.
- Quézel P., Médail F., 2003 – Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Parigi.
- Regione Lazio, 2002 – Manuale di ingegneria naturalistica applicabile al settore idraulico. Assessorato per l'Ambiente, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile. Ed. Punto Stampa, Roma.
- Regione Sardegna, 2007 – Piano Forestale Ambientale Regionale. Assessorato alla Difesa dell'Ambiente. <http://www.regione.sardegna.it/j/v/25?s=40388&v=2&c=9&t=1>.
- Requena N., Perez-Solis E., Azco'N-Aguilar C., Jeffries P., Barea J.M., 2001 – Management of Indigenous Plant-Microbe Symbioses Aids Restoration of Desertified Ecosystems. Applied and Environmental Microbiology, 67: 495-498.
- Rhoades C.C., 1997 – Single-tree influences on soil properties in agroforestry: lessons from natural forest and savanna ecosystems. Agroforestry Systems, 35: 71-94.

- Robinson G.R., Holt R.D., Gaines M.S., Hamburg S.P., Johnson M.L., Fitch H.S., Martinko E.A., 1992 – Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. *Science*, 257: 524-526.
- Rojo L., Garcia F., Martinez J.A., Martinez A., 2002 – Management plan to combat desertification in the Guadalentin River basin. Pp. 303-317. In: Geeson N.A., Brandt C.T., Thornes J.B. (a cura di), *Mediterranean desertification: a mosaic of process and responses*. Wiley, Chichester.
- Romano B., 2001 – Continuità e reticolarità ambientali: nuovi protagonisti del piano territoriale. Centro Studi V. Giacomini. *Uomini e Parchi oggi. Reti ecologiche. Quaderni di Gargnano*, 4: 61-70.
- Romano D., 1986 – I rimboschimenti nella politica forestale italiana. *Monti e Boschi*, 6: 7-12.
- Roose E., 1994 – Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. FAO, Bull. Ped. 70, Roma.
- Roose E.J., Lal R., Feller C., Barthès B., Stewart B.A. 2006 – Soil erosion and carbon dynamics. Taylor & Francis, Boca Raton.
- Salvati L., Ceccarelli T., Brunetti A., 2005 – Geo-database sul rischio di desertificazione in Italia. CRA-Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, Roma.
- Sánchez-Andrés S., Sánchez-Carrillo S., Benitez M., Sánchez-López A., 2006 – Tillage induced differential morphometric responses and growth patterns in afforestation with *Quercus ilex*. *Soil & Tillage Research*, 90: 50-62.
- Santos T., Telleria J.L., Diaz M., Carbonell R., 2006 – Evaluating the benefits of CAP reforms: can afforestations restore bird diversity in Mediterranean Spain? *Basic and Applied Ecology*, 7: 483-495.
- Schirone B., 1999 – Teoria e pratica del rimboschimento. Alcune prospettive possibili. Pp. 101-116. In: O. Ciancio (a cura di), *Nuove frontiere nella gestione forestale*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Scotti R., d'Angelo M., Marongiu M., 2004 – REACTION: recupero e valorizzazione delle "buone pratiche" tecniche di restauro ecologico dall'esperienza dei forestali. Atti del XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia, Siena. <http://www.xivcongresso.societaitalianaecologica.org/articles/>.
- Scotti R., Cadoni M., 2007 – A historical analysis of traditional common

- forest planning and management in Seneghe, Sardinia-Lessons for sustainable development. *Forest Ecology and Management*, 249:116-124.
- SER, 2004 – The SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group) International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson, USA. <http://www.ser.org>.
- Spinelli R., Nati C., Verani S., Moscatelli M., Pavone N., 2007 – Meccanizzazione totale del diradamento selettivo puro nelle pinete artificiali del Meridione d'Italia. *EM-Linea Ecologica*, 2: 58-64.
- Stainback G.A., Alavalapati J.R.R., 2004 – Restoring longleaf pine through silvopasture practices: an economic analysis. *Forest Policy and Economics*, 6: 371-378.
- Stauffer D., Aharony A., 1994 – Introduction to percolation theory. Taylor and Francis, London.
- Stone E.L., 1975 – Effects of species on nutrient cycles and soil change. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 271: 149-162.
- Susmel L., 1983 – Quando lavorare il suolo per prepararlo al rimboschimento. *Economia Montana*, 15: 26-7.
- Tedeschi V., Lumicisi A., 2006 – L'attuazione del Protocollo di Kyoto nel settore forestale: il punto sulla situazione attuale e le prospettive future. *Forest@*, 3: 3-5.
- Tiberi R., Casanova P., Memoli A., 2001 – Zoocenosi e rimboschimenti: interazioni e biodiversità. Pp. 93-110. In: Corona P. (a cura di), *I rimboschimenti della Tenuta di Castel di Guido: materiali di studio*. Arsial, Quaderni di Agricoltura e Innovazione 5, Roma.
- Tomaselli R., 1981 – Problemi naturalistici del rimboschimento nel Mediterraneo. *Informatore Botanico Italiano*, 11: 345-360.
- Turri E., 2002 – La conoscenza del territorio. Marsilio, Venezia.
- Vallejo R., Bautista S., Delgado J.C., Aradottir A., Rojas E., Antinori P., 2004 – Strategies for land restoration. Pp. 744-752. In: Enne G., Peter D., Zanolla C., Zucca C. (a cura di), *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification. Workshops results and proceedings*. Centro Interdipartimentale di Ateneo, Nucleo Ricerca Desertificazione, Università degli Studi di Sassari,

Sassari.

- Vallejo R., Arosón J., Pausas J.G., Cortina J., 2006 – Restoration of mediterranean woodlands. Pp. 193-207. In: Andel J.V., Aronson J. (a cura di), *Restoration Ecology*. The New Frontier. Blackwell Publishing, Oxford.
- Veroustraete F., Patyn J., Myneni R.B., 1994 – Forcing of a simple ecosystem model with fAPAR and climatic data to estimate regional scale photosynthetic assimilation. Pp. 151-177. In: Veroustraete F., Patyn J., Myneni R.B. (a cura di), *Vegetation, modelling and climate change effects*. Academic Publishing, The Hague.
- Vilagrosa A., Cortina J., Gil-Pelegrin E., Bellot J., 2003 – Suitability of drought-preconditioning techniques in Mediterranean climate. *Restoration Ecology*, 11: 208-216.
- Vogt P., Riitters K.H., Estreguil C., Kozak J., Wade T.G. Wickham J.D., 2006 – Mapping Spatial Patterns with Morphological Image Processing. *Landscape Ecology*, 22: 171-177.
- Wessels K. J., Prince S. D., Frost P. E., van Zyl D., 2004 – Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. *Remote Sensing of Environment*, 91: 47-67.
- Wiens J.A., 1999 – Landscape ecology: scaling from mechanism to management. Pp. 13-24. In: Farina A. (a cura di), *Perspectives in ecology. A glance from the VII International Congress of Ecology*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Wilson G.A., 2005 – Il ruolo delle politiche agricole nei processi di degrado dei terreni. Pp. 59-65. In: Gagliardo P. (a cura di), *Desertificazione: attori, ricerca, politiche*. Roma.
- Yassoglou N.J., 1999 – History and development of desertification in the Mediterranean and its contemporary reality. Pp. 9-15. In: Enne G., Zanolla C., Peter D. (a cura di), *Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning*. European Commission Proceedings of the Advanced Study Course, Alghero.

Indice analitico

abbandono; 11; 31; 34; 55; 58;
61; 66; 70; 73; 104; 144;
156; 158; 163; 171; 173; 211

abbandono culturale; 34; 55; 58;
66; 104; 158

Abies alba Mill.; 91

Acer monspessulanum L.; 126

afforestazione; 19; 20; 21; 47;
105; 176

agroforestry. Vedi sistemi
agroforestali

agroselvicultura; 121; 122

alberature frangivento; 68; 74;
171

alfa diversità; 45

Ampelodesmos mauritanica
(Poiret) T. Durand et
Schinz.; 108; 114; 115; 141

Anagyris foetida L.; 135; 142;
143

approccio adattativo; 26

arboricoltura da legno; 8; 18;
19; 20; 21; 48; 50; 51; 61;
62; 63; 65; 66; 67; 78; 84;
92; 97; 108; 110; 116; 117;
134; 150

Arbutus unedo L.; 126

area desertificata; 12

aree sensibili alla
desertificazione; 12; 152

aree vulnerabili alla
desertificazione; 11; 12; 90;
94; 169

Argania spinosa L.; 69

banquettes; 122

batteri azotofissatori; 146

biodiversità; 7; 16; 22; 23; 26;
30; 32; 33; 35; 37; 39; 44;
45; 46; 54; 63; 69; 71; 76;
89; 90; 97; 128; 129; 167;
170; 171; 175; 181

bonifica montana; 22; 48; 52;
90

buche; 53; 99; 114; 117; 119;
120; 123; 125; 132; 135;
141; 142; 153; 185; 187; 188

carbonio atmosferico; 7; 16; 23;
46; 47; 61; 171; 175; 180;
181

Castanea sativa Mill.; 53

Cedrus atlantica Manetti; 53

Celtis australis L.; 126

Ceratonia siliqua L.; 121

coevoluzione; 26

comitato nazionale per la lotta
alla siccità e alla
desertificazione; 17

concimazione organica; 144

convenzione europea del
paesaggio; 8

cordonata secondo Couturier;
139; 187

corridoi; 39; 40; 75; 76; 90; 97;
168

corridoio; 161

Crataegus monogyna Jacq.;
127; 142

crisi di trapianto; 133; 134; 147;
148; 149

Cupressus sempervirens L.; 127

cure colturali; 23; 24; 40; 54;
55; 73; 86; 92; 96; 112; 113;
130; 134; 138; 149; 150;
151; 157; 160; 162; 173;
184; 189

decespugliamento; 71; 112;
113; 114; 185

degrado; 6; 9; 11; 12; 13; 16;
18; 19; 24; 27; 30; 31; 34;
41; 47; 53; 54; 55; 63; 66;
68; 69; 71; 73; 77; 82; 86;
87; 90; 92; 95; 97; 99; 100;
102; 105; 107; 138; 144;
146; 154; 155; 156; 157;
159; 170; 171; 172; 173;
177; 180; 181; 183; 190

desertificazione; 6; 7; 8; 9; 10;
11; 12; 13; 14; 16; 17; 18;
22; 23; 24; 26; 30; 31; 35;
47; 48; 55; 57; 61; 62; 63;
64; 65; 66; 68; 69; 70; 71;
72; 74; 77; 82; 86; 87; 90;
94; 95; 99; 100; 101; 102;
104; 105; 106; 107; 112;
114; 126; 130; 134; 139;
143; 144; 147; 155; 156;
159; 165; 169; 170; 171;
172; 173; 174; 175; 176;
177; 179; 180; 181

desertizzazione; 10

diradamento; 55; 56; 57; 73;
130; 152; 189

ecosistema di riferimento; 25

Elaeagnus angustifolia L.; 127

Erica arborea L.; 127; 180

ESA (Environmental Sensitive
Areas); 12; 13; 16; 106; 165

estensivizzazione; 31

Eucalyptus camaldulensis
Dehn.; 53

Eucalyptus globulus Labill.; 53

Eucalyptus viminalis Labill.; 54

Eucalyptus x trabuttii Vilm.; 54

fasce tampone; 75; 76; 77; 171

Ficus carica L.; 127

fitodepurazione; 75; 76; 167;
180; 181

frammentazione; 7; 22; 30; 35;
36; 37; 38; 39; 46; 68; 91;
183

frangivento; 45; 74; 75; 76; 129;
181

frascate; 145; 153; 188

Fraxinus ornus L.; 127

funghi micorrizici; 146

funghi micorrizici; 146

gariga; 114; 137; 142

Genista aetnensis (Biv.) DC.;
127

gestione forestale sostenibile;
17; 104; 105; 175

gradonata con piantine; 139;
187

gradoni; 53; 54; 115; 117; 119;
122; 123; 132; 138; 140;
162; 185

Hedysarium coronarium L.; 145
Heterobasidium annosum (Fr.)
 Bref.; 55; 152
Hyparrenia hirta L. Stapf; 114
 idrosemia; 144
imprinting naturalistico; 30; 44;
 180
 indice di aridità; 9; 13; 186
 inerbimento; 96; 126; 144; 145;
 150; 188
 intensivizzazione; 31; 66; 170;
 172; 180
 irrigazione; 12; 31; 33; 99; 126;
 134; 139; 141; 142; 151; 184
 irrigazione di soccorso; 126;
 141; 151
Juniperus communis L.; 127
Juniperus oxycedrus L.; 134
Juniperus phoenicea L.; 127
land capability; 92; 107
 latifogliamento; 162
Laurus nobilis L.; 127
 lavorazione a doppio strato; 118
 lavorazione andante; 84; 116;
 132; 138
 lavorazione localizzata; 119
 litoralizzazione; 14
Lygeum spartum L.; 108; 114
 mantello; 19; 39; 40; 124; 142
 marginalizzazione; 31; 66; 169;
 170
 metodo Allegretti; 137

metodo Miyawaki; 125; 188
 metodo Putod; 138; 187
 metodo Sala; 137; 187
 microbacini; 120; 121; 122
 micrositi; 112; 139; 140; 173;
 183
 monitoraggio; 12; 16; 66; 92;
 96; 190
Nerium oleander L.; 127
 non intervento; 27; 163
nurse plants; 114; 139; 140;
 142; 185; 186
 pacciamatura; 31; 139; 143;
 144; 145
patchiness; 29
Phillyrea angustifolia L.; 127
Phillyrea latifolia L.; 127
Phlebiopsis gigantea (Fr.) Jül.;
 152
Phoracanta semipunctata F.; 45
piano antincendi boschivi; 87
 piano culturale; 173
 piano di azione per le foreste
 dell'unione europea; 175;
 176
 piano di coltura e
 conservazione; 78; 86; 190
 piano di gestione e assestamento
 forestale; 86
 piano di tutela delle acque; 87
 piano forestale regionale; 87
 piano nazionale per la riduzione

dei gas responsabili
dell'effetto serra; 47, 176

piano paesaggistico; 178

piano per l'assetto
idrogeologico; 87; 92

piantagione; 18; 19; 20; 40; 99;
112; 113; 116; 118; 120;
122; 130; 135; 136; 137;
138; 139; 141; 143; 187; 188

piantagione a fessura; 136

piantagione con asta
trapiantatrice; 136

piantagione inclinata; 136

piante micorrizzate; 135; 142;
146

Picoides major L.; 45

Pinus brutia Ten.; 21; 121; 127

Pinus halepensis Mill.; 21; 121;
127

Pinus heldreichii Christ. var.
leucodermis Ant.; 91

Pinus nigra Arn. var. *laricio*; 53

Pinus pinaster Aiton; 21; 127

Pinus pinea L.; 127

Pinus radiata D. Don.; 53

Pinus strobus L.; 53

Pistacia lentiscus L.; 127; 142

Pistacia terebinthus L.; 127;
142

Populus alba L.; 126; 127

postime; 114; 120; 133; 135;
137; 138; 143; 153; 187

precondizionamento; 134; 187

prescrizioni di massima e
polizia forestale; 79; 80; 81;
84; 100

principio precauzionale; 38

produttività primaria netta; 10;
107; 158; 159

programma di azione nazionale;
17

Protocollo di Kyoto; 19; 20; 21;
22; 47

Pseudotsuga menziesii (Mirb.)
Franco; 53

Quercus cerris L.; 53

Quercus coccifera L.; 127; 140

Quercus ilex L.; 41; 127

Quercus pubescens Willd.; 53;
127

Quercus robur L.; 138

Quercus suber L.; 127; 138

recupero ecologico; 18; 24; 26;
111; 126; 154; 155; 170;
173; 175

regolamento forestale; 79; 80;
84; 85; 86

rehabilitation; 26; 175

resource islands; 140; 141; 142;
164; 183

restoration; 24; 25; 26; 124;
175

restoration ecology; 17

reversibilità della coltura; 61

Rhamnus alaternus L.; 128

Rhamnus cathartica L.; 128

- ricostituzione; 6; 18; 19; 21; 22;
23; 27; 28; 39; 44; 48; 49;
53; 58; 75; 78; 82; 83; 85;
89; 91; 95; 102; 110; 111;
125; 142; 144; 148; 154;
155; 157; 162; 163; 170;
183; 188
- riforestazione; 19; 20; 21; 47;
97; 105; 176
- rifugiati ambientali; 169
- rimboschimento compensativo;
86
- rinaturalizzazione; 19; 26; 27;
56; 58; 59; 60; 70; 95; 97;
140; 160; 162; 163; 189
- rincalzatura; 150; 151; 188
- rinnovazione; 8; 36; 59; 60; 64;
67; 115; 137; 155; 162; 163;
189
- rippatura. *Vedi* scarificazione
lineare
- risarcimento delle fallanze; 148;
188
- rischio di desertificazione; 12;
13; 16; 17; 90; 105; 154; 169
- salinizzazione; 31; 185
- sarchiatura; 149; 151; 188
- savannization*; 120; 130
- selvicoltura; 33; 67; 68; 89; 164
- semina; 18; 20; 40; 113; 120;
122; 135; 137; 138; 141;
142; 143; 144; 145; 148;
151; 153
- serie di vegetazione; 29; 125;
126; 178; 183; 185; 186
- sfollamento; 150
- shelter*; 73; 140; 141; 187
- siccità; 9; 69; 87; 90; 94; 95; 99;
110; 119; 126; 139; 143;
145; 151; 169; 185
- silvosistema; 66
- sistema Vallerani; 121
- sistemazione idraulico-forestale;
78; 79
- sistemi agroforestali; 68
- sodicizzazione; 31
- soglia di percolazione; 36
- sostituzione; 18; 27; 28; 35; 73;
97; 189
- Spartium junceum* L.; 124; 135
- stepping stones*; 39; 160
- sterilità funzionale; 12
- streamlining*; 47
- successione; 8; 27; 34; 40; 56;
119; 155; 162; 163; 172; 185
- succisione; 150; 151; 188
- Tamarix aphylla* (L.) Karst.;
121
- Tamarix gallica* L.; 126; 128
- Taxus baccata* L.; 91
- terrazzamenti; 122; 123; 184
- traiettoria ecologica; 25; 155;
162
- Trifolium subterraneum* L.; 150
- Ulmus minor* Miller; 128
- UNCCD (United Nations
Convention to Combat

- Desertification); 7; 9; 10; 11;
17; 24; 169; 175
- vincolo idrogeologico; 49; 78;
82; 83; 85; 107
- vulnerabilità; 11; 13; 16; 94;
152; 165; 169; 170; 179
- water harvesting*; 112; 120;
121; 185
- Zelkova sicula* Di Pasquale,
Garfi & Quézel; 128
- zone aride; 6; 9; 10; 55; 69; 72;
110; 112; 120; 126; 137;
151; 158; 173; 181
- zone semi-aride; 6; 9; 14
- zone sub-umide secche; 9

Acronimi

AIB – Antincendio Boschivo

CIPE – Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica

CNLSD – Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione

DPSIR – Driving forces, Pressures, State, Impact, Responses

ESA – Environmental Sensitive Areas

IA – Indice di Aridità

IEF – Indice di efficienza ecologico-produttiva

INFC – Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio

PAC – Politica Agricola Comunitaria

PAI – Piano per l'Assetto Idrogeologico

PAN – Programma di Azione Nazionale

PFR – Piano Forestale Regionale

PMPF – Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale

PPNAC – Piano dettagliato per la realizzazione del potenziale massimo nazionale di assorbimento di carbonio

PSR – Piano di Sviluppo Rurale

PTA – Piano di Tutela delle Acque

UNCBD – United Nations Convention on Biological Diversity

UNCCD – United Nations Convention to Combat Desertification

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

