

purché i ricacci siano giovani, si provvede al rinnovo della ceppaia, tagliando tutti i polloni al di sotto del loro punto di inserzione, favorendo la ripresa vegetativa della ceppaia. Per i materiali di risulta valgono le stesse considerazioni già fatte per la bonifica.

6 OPERE STRUTTURALI E DI RICOSTITUZIONE DELLA COPERTURA VEGETALE PER I RISCHI DI EROSIONE E DISSESTO IDROGEOLOGICO

Gli eventi erosivi e le forme di dissesto più o meno catastrofiche che possono seguire il passaggio del fuoco sono dovute essenzialmente ad una modificazione importante del ciclo dell'acqua nell'interfaccia suolo-atmosfera. Ciò è dovuto sia alla improvvisa cessazione di una copertura vegetale efficace sia all'alterazione delle caratteristiche (bio)chimiche e (bio)fisiche del suolo. Quest'ultima dipende fortemente dalle temperature e dal tempo di residenza del fuoco. Il grado di severità dell'incendio, quindi, è fondamentale per indicizzare la tendenza verso alterazioni generative di eventi di dissesto localizzato o su vasta scala. E' ricorrente la generazione, post-incendio, di strati idrorepellenti da sostanza organica migrata verso il basso dopo processi di pirolisi con la formazione, quindi, di orizzonti impermeabili in zone subsuperficiali. Vi è maggior ritenzione idrica nel sottile strato soprastante che, in presenza di piogge, è facilmente soggetto ad erosione accelerata. Un ulteriore processo di alterazione riguarda l'ostruzione i micro- e meso-pori del suolo per la traslocazione di ceneri. Anche in questo caso viene fortemente alterata la capacità di gestione delle acque da parte del suolo.

La difesa ed il ripristino di pendii denudati è un'importante fase iniziale sia della stabilizzazione di emergenza che di interventi volti a diminuire, fino ad annullare, nel tempo le possibilità di dissesto e gli eventi di erosione. La ricostituzione della copertura vegetale è il primo e, molto spesso, il più efficace degli interventi. Una volta che individui e popolazioni di specie erbacee, arbustive ed arboree si siano insediati ed affermati efficacemente tramite propagazione per seme o vegetativa, si assiste immediatamente ad una migliore intercettazione dell'acqua, al rallentamento dello scorrimento superficiale ed a tempi e quantità di infiltrazione maggiori con relativo aumento del tasso di assorbimento dell'acqua e della mineralomassa contenuta nelle ceneri. La prima fase di recupero della vegetazione erbacea ed arbustiva tende a facilitare l'efficacia di successivi interventi di recupero e ripristino tramite piantagione di arbusti ed alberi con conseguente innesco di eventi erosivi.

Le opere strutturali di consolidamento e difesa vengono effettuate solo laddove siano effettivamente necessarie sia per le caratteristiche di rischio di dissesto delle aree sia per la presenza, nelle vicinanze, di strutture ed infrastrutture antropiche di rilievo o di importanza strategica.

In effetti, la classificazione quali-quantitativa delle priorità di azione si basa sui valori di severità dell'incendio. In questo senso, gli effetti del fuoco sono il fattore predisponente il rischio di innesco di processi erosivi e di dissesto.

Le componenti fisiche "pendenza" e "morfologia" del terreno sono i fattori che possono facilitare l'innesco di fenomeni erosivi.

6.1 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL TERRENO

Nelle aree identificate come prioritarie per interventi che contengano o annullino il rischio idrogeologico saranno necessari operazioni di sistemazione del terreno riferibili a tecniche di ingegneria naturalistica. Rientrano in questo ambito gli interventi di preparazione dell'area, di profilatura di scarpate, di posa o recupero di briglie e brigliette. ecc.

In relazione alla delicatezza delle aree di intervento, come già effettuato per gli interventi di prima emergenza, dove il suolo ed il terreno sono risorse preziose, è raccomandato di riutilizzare i materiali di risulta per il ricarico di aree con limitati profili pedologici, e per il riempimento delle opere.

E' altresì raccomandato di limitare al massimo i movimenti terra così da favorire la dinamica naturale dei processi pedogenetici in caso assenza di suolo. In caso di riporti di terreno, privilegiare il rinterro delle opere e la posa del terreno a tergo delle stesse, al fine di utilizzarle per il contenimento del terreno.

6.1.1 Interventi di consolidamento strutturale

Vengono riportati due tipi principali di consolidamento strutturale, riferibili a tecniche di ingegneria naturalistica. In entrambi i casi non si prevede la costruzione di opere murarie o l'apporto di materiali alloctoni che non abbiano carattere di origine vegetale. Tale scelta ha motivazioni di carattere ambientale e paesaggistico oltre a consentire una facilitazione dei processi di recupero propri dei sistemi ecologici presenti nel monte Serra.

6.1.1.1 Palificate vive semplici o doppie con piantagioni di supporto (I1)

Le palificate semplici (dette anche “palizzate”) sono utilizzate per la stabilizzazione della porzione più superficiale di suolo: l'azione di consolidamento è svolta dagli ancoraggi determinati dalla posa in opera di pali e dallo sviluppo dell'apparato radicale delle piante (da seme o da talea) messe a dimora in sia nella parte culminale dell'opera che nelle aree di insistenza della paleria. Consistono nella posa di picchetti di dimensioni adeguate alla profondità del mantello di terreno e pali di legname (con diametri congrui, generalmente compresi fra 8 e 15 cm) disposti trasversalmente a tergo. Sono ottime strutture di stabilizzazione superficiale in terreni di scarsa potenza, leggere, modulabili in tutte le situazioni. Il rinterro a monte e a tergo è di spessore limitato ma sufficiente per lo sviluppo di piantine e per semine di accompagnamento. Sono indirizzate ai seguenti interventi:

- √ sistemazione estensiva o localizzata di tratti di versante in erosione diffusa;
- √ formazione di gradoni finalizzati a rimodellamenti localizzati;
- √ consolidamento di solchi di erosione rilevanti e instabili;
- √ sistemazione al piede di fenomeni franosi di modesta entità;
- √ consolidamento a valle di infrastrutture stradali e/o di servizio;

I picchetti infissi nel terreno devono essere preferibilmente di legno. Solamente in caso di banchi di roccia affiorante o subaffiorante oppure nel caso di emergenze consistenti di detriti, cambi abrupti di pendenza su substrati privi di cotico organico, generalmente denudati e ad esigua copertura vegetale, si potranno eccezionalmente utilizzare piloti in acciaio al fine di migliorare l'ancoraggio di riferimento delle opere.

Le palizzate vengono progettate in moduli più o meno indipendenti. Il singolo modulo interessa tratti solitamente non superiori ai 5 m lineari di versante. In casi di particolari esigenze determinate dalle peculiarità dell'abito erosivo di versante i moduli possono avere uno sviluppo maggiore. La soluzione migliore prevede la realizzazione di interventi con posa in opera di moduli alternati sui versanti, andamento irregolare (anche per finalità di inserimento paesaggistico) ma sempre disposti in maniera tale da costruire una rete modulare di palizzate che porti non solo ad una miglior efficacia ingegneristica dell'opera nel suo complesso ma anche alla diminuzione del trasporto solido superficiale. Tali accorgimenti sono particolarmente importanti in aree ampie come quelle percorse dagli incendi di tratti di foresta e di vegetazione arbustiva ed erbacea dove la conservazione della sostanza organica e l'innescio dei processi pedogenetici è un fattore determinante per il recupero ecosistemico complessivo.

Nel rinterro è raccomandabile prevedere la posa di compost, residui organici o ammendanti compostati, terre di coltivo ed altro materiale organico (paglia, residui legnosi e vegetali sminuzzati e chippati, fiorume ecc.): tali pratiche oltre a migliorare le condizioni di attecchimento e sopravvivenza delle piantine consentono un'accelerazione dei processi pedogenetici e, quindi, una migliore efficacia complessiva degli interventi.

Vista la ridotta necessità di apporti esterni di terreno per il loro riempimento, si tratta di interventi utili in aree in cui la disponibilità di materiali per i rinterri in loco sia esigua, mantenendo buone condizioni per l'attecchimento di piantine e semine.

Offre il grande vantaggio della modularità, della leggerezza e del trasporto del materiale.

L'utilizzo della palificata doppia è eccezionalmente destinata al trattamento stabilizzante della coltre superficiale in zone di versante a priorità elevatissima per quel che riguarda il potenziale innesco di fenomeni estesi di dissesto idrogeologico.

La palificata sarà realizzata disponendo i tronchi longitudinali su due file orizzontali sia all'esterno che all'interno della struttura. Tale tecnica ha la capacità, rispetto alla palificata semplice, di resistere a spinte maggiori del terreno. Le palificate, oltre a consolidare la coltre superficiale, consentiranno di ripristinare anche un'adeguata pendenza al pendio, inferiore a 30°. La struttura della palificata sarà costituita da tondame scortecciato di legno idoneo (es. castagno) del diametro di 25 cm, posto alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale, in modo da formare un castelletto in legname. I tronchi saranno fissati con chiodi e graffe metalliche, ricavando un piccolo incastro nei medesimi. Sarà inoltre eseguito il riempimento, dei due ordini inferiori, con ciottoli di materiale idoneo disposti a mano per consentire un efficace drenaggio da tergo.

Completata la posa di ogni elemento longitudinale delle palificate ed il riempimento della struttura con il terreno di risulta dello scavo, si dovrà procedere alla piantagione di arbusti con disposizione a pettine. Si ricorrerà, in particolare, a piantine radicate di Sanguinella (*Cornus sanguinea*), Alaterno (*Rhamnus alaternus*), Ginestra (*Cytisus scoparius*), Camedrio (*Teucrium scorodonia*) e a talee di Salice (*Salix eleagnos*, *S. viminalis*) da collocare nel versante della palificata ad una distanza media di circa 1 metro. Superiormente a ciascuna palificata, le piantine saranno invece collocate su fila singola o doppia a schema alternato ad una distanza di 0,8- 1,50 m circa.

Lo sviluppo degli arbusti consentirà, nel giro di pochi anni, il rafforzamento complessivo dell'intervento di sistemazione e la mitigazione della presenza della struttura in legno. Inoltre, l'apparato radicale garantirà, nel tempo, una importante azione di consolidamento del terreno. Nel caso di palificate multiple, al fine di consentire una

funzionale regolazione dei flussi idrici è consigliabile la realizzazione di canalette di scolo rinforzate con legname e pietrame.

6.1.1.2 Realizzazione e/o ripristino di terrazzi e gradoni e/o realizzazione di fossi di guardia o muretti a secco con semine e piantagione di cluster di arbusti associati ad alberi (I2)

Sono opere che riprendono o ripropongono sistemazioni strutturali dei versanti con tecniche di terrazzamento, gradonamento e di sistemazione idrauliche generali volte a controllare e regimare il deflusso delle acque superficiali in modo da ridurre l'insnesco di fenomeni erosivi. Comprendono opere riprofilatura del terreno con tecniche di movimento e riporto del terreno per interrompere la pendenza delle scarpate più frequentemente associate ad opere di ingegneria naturalistica di sostegno, quali l'uso di palificate semplici o doppie (vedi 6.1.1.1). Nel paesaggio del Monte Serra e del territorio di Calci sono presenti numerosi interventi pregressi di terrazzamento eseguiti, nel corso del tempo, a scopi agricoli e forestali e di gradonamento per interventi di rimboschimento.

Negli anni la pratica di terrazzare i terreni ha subito un arresto ed è iniziato il declino dei manufatti esistenti per assenza di periodica manutenzione. In taluni casi, le opere di terrazzamento sono notevolmente degradate, fino a sparire, compromettendo la stabilità di intere pendici. Oltre all'abbandono, la mancanza di vincoli specifici ha portato alla sostituzione di muri a secco tradizionali con sostegni realizzati con le tecniche più svariate, spesso scarsamente efficaci se non lesive del significato regimante e di sostegno delle strutture stesse.

Qualora gli interventi avvengano in presenza di tali sistemazioni, le indicazioni prevedono una valutazione del loro stato di stabilità complessiva e di efficienza in modo da progettare il ripristino e la messa in sicurezza. Possono essere realizzati, eccezionalmente, nuovi terrazzamenti e gradonamenti solo nel caso di ricorrenza di paesaggi terrazzati o laddove non sia possibile intervenire con tecniche meno invasive. In ogni caso, il ripristino dei terrazzamenti e gradonamenti dovrà prevedere opere di consolidamento filologiche quali i muri a secco oppure opere efficaci di ingegneria naturalistica sempre associate ad interventi di regimazione idraulica (fossi di guardia, canalette) e di semina o piantagione di alberi, arbusti e specie erbacee che consentano un miglioramento dell'efficienza complessiva dei manufatti.

La realizzazione di nuove sistemazioni a gradoni prevede la messa a dimora, all'interno di gradoncini o terrazzamenti scavati a file parallele su pendii, di ramaglia di piante

legnose con capacità di riproduzione vegetativa (salici, tamerici, etc.) e/o arbusti radicati autoctoni e successiva copertura con il materiale proveniente dagli scavi superiori. In tal modo, si può ottenere una radicazione profonda con buon effetto drenante e di mantenimento in loco della sostanza organica grazie al controllo di erosione e movimenti terra più o meno localizzati. Il ruscellamento superficiale viene rallentato.

La messa a dimora di latifoglie radicate tra le file consente di avviare più rapidamente processi successionali di ripristino della vegetazione naturale.

Si tratta di tecniche applicabili a pendii incoerenti, frane superficiali, rilevati in fase di esecuzione con inclinazione del versante massima di 40°.

Il trattamento della componente vegetale segue le indicazioni che verranno riportate per gli interventi di semina e piantagione ai punti I8, I9, I10 e I11.

La tecnica risulta costosa per l'elevato fabbisogno di materiale vegetale.

6.1.2 Interventi di mitigazione, stabilizzazione e recupero

Si tratta di una serie di interventi sempre associati con azioni di ripristino della copertura vegetale. In questo senso, gli interventi che seguono possono essere letti in associazione con quanto presentato nel paragrafo 6.1.3. Sono stati selezionate soluzioni che prevedano l'uso di materiale naturale (eccezionalmente sintetico) biodegradabile sia per aspetti di impatto ambientale che per contribuire ulteriormente ai processi pedogenetici e di recupero della copertura vegetale nel tempo. Evitare la posa in opera di strutture metalliche o plastiche ha, tra l'altro, uno scopo strutturale difensivo in vista della prevenzione e gestione di eventi futuri di incendio. Reti metalliche e plastiche, così come interventi strutturali in cemento tendono a collassare a temperature elevate quali quelle che si realizzano con il passaggio del fuoco. La loro posa in opera, quindi, pur se giudicabile positivamente in fase di prima stabilizzazione per efficacia e costi, può tramutarsi in una forte negatività qualora i sistemi ambientali vengano interessati nuovamente da incendi. Parimenti, gli interventi che utilizzino materiali sintetici non biodegradabili costituiscono una soluzione di continuità nel continuum suolo-pianta-atmosfera e tendono a rendere meno efficace il ripristino della copertura vegetale e della formazione di suolo. Ciò si traduce in una diminuzione dell'efficacia complessiva nel tempo di tali interventi di mitigazione e stabilizzazione.

6.1.2.1 Grate vive (I3)

La realizzazione di grate vive con talee e/o con piantine è un tipo d'intervento più complesso rispetto ad altri sistemi afferenti alle tecniche d'ingegneria naturalistica, ma è generalmente considerato estremamente efficace per la sistemazione, stabilizzazione e recupero funzionale e vegetazionale dei versanti con vulnerabilità al dissesto e in fase disgregativa ed erosiva incipiente o attiva. Uno dei vantaggi relativi agli interventi con grata viva è dovuto alla possibilità di operare anche in condizioni di elevata pendenza ed anche in presenza di roccia affiorante. Tra l'altro, può essere abbinata piuttosto agevolmente anche con altre opere, quali palificate (semplici o a doppia parete), opere di rivestimento superficiale con biostuoie, interventi di semina ed idrosemina.

La tecnica d'esecuzione prevede le fasi di lavorazione descritte nel **box A**.

Box A. *Sequela di operazioni per la realizzazione di grate vive (modificato da: APAT, 2002, Atlante delle opere di sistemazione dei versanti, Apat, Roma).*

Al piede del versante si esegue lo scavo di una piccola trincea sul terreno stabile, in modo da formare la base d'appoggio della grata. Questa può essere anche realizzata mediante la posa di tronchi longitudinali di sostegno, o attraverso la costruzione di una palificata in legname con talee. Al disopra della base si costruisce una specie di spalliera a maglie regolari, formata da elementi verticali e orizzontali (tondi di legno), con una lunghezza di circa 2-5 m, e diametro di 15-25 cm. Gli elementi verticali sono quelli portanti con distanza di 1-2 m, mentre gli elementi orizzontali, fissati con chiodi o altro ai primi e con interdistanza di 0,40 1,00 m, possono avere dimensioni minori, e densità maggiore (in funzione dell'inclinazione del pendio) rispetto a quelli verticali. La struttura è fissata al substrato stabile mediante l'infissione di picchetti di legno lunghi 1 metro circa. Si procede, poi, al riempimento dei riquadri con materiale inerte e terreno vegetale ed alla messa a dimora di talee, ramaglia disposta a strati e/o piantine radicate di specie pioniere, con l'eventuale supporto di biostuoie o biofeltri (eccezionalmente rete metallica elettrosaldata) per il contenimento del terreno fine. La superficie esterna della struttura può essere inerbita per una migliore resistenza all'erosione. L'altezza massima che è possibile raggiungere non supera in genere i 15-20 m. La struttura può essere realizzata in legno vivo (salice) per pendii di altezza limitata, oppure con filagne di legname resistente alla decomposizione (castagno) negli altri casi. Al fine di prevenire eventuali infiltrazioni di acqua da monte, che potrebbero creare problemi di erosione e portare allo scalzamento della struttura, è necessario realizzare una canalizzazione o una impermeabilizzazione della testa della grata con carta incatramata opportunamente ancorata.

Lo svantaggio principale è che, tra le opere di stabilizzazione superficiale, la grata viva è l'intervento più complesso ed oneroso.

Gli ambiti di applicazione sono

- √ ricostituzione del terreno e della copertura vegetale di zone a roccia affiorante o subaffiorante;
- √ sistemazione del corpo di scarpate ad erosione attiva in fase di scavo;
- √ stabilizzazione a valle di infrastrutture (viabilità forestale e di servizio);
- √ stabilizzazione e recupero di versanti a pendenza da moderata a molto elevata anche in situazioni di roccia affiorante e di discontinuità morfologica e funzionale.

Anche in questo caso, il rinterro delle maglie della struttura, piuttosto limitato, può essere integrato con materiali ad alta componente di sostanza organica (compost, terre di coltivo, ecc.), a vantaggio delle piantine e delle semine.

Quanto ai materiali legnosi è preferibile utilizzare legname ad alta durabilità di castagno scortecciato. In caso di opere di dimensione e durata limitata sono utilizzabili anche pali di robinia, eccezionalmente altre latifoglie (carpino, cerro) quando disponibili di buona qualità complessiva dell'assortimento da paleria. Nel caso di uso di legname di conifere (*Pinus* spp) è prescrivibile l'uso di impregnanti a pressione, non tossici e a base di composti biodegradabili.

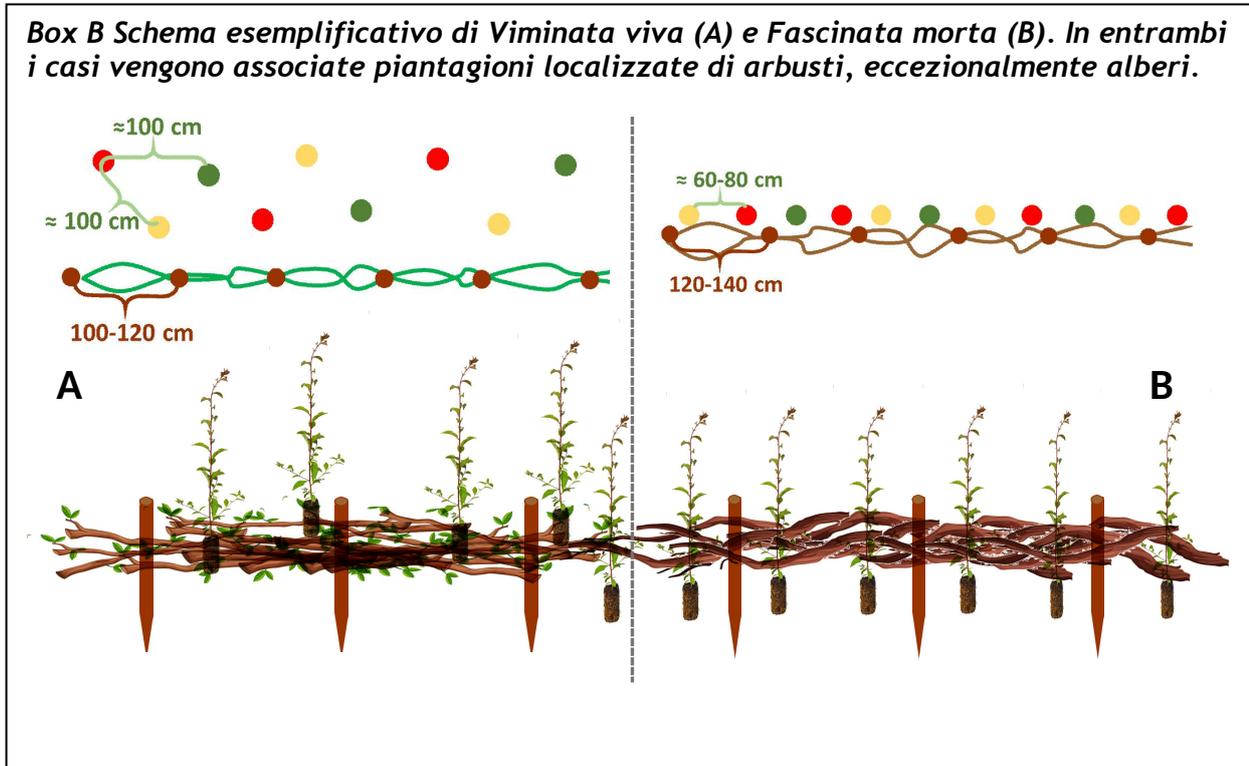
Nelle aree percorse dal fuoco è, peraltro, utilizzabile il legname di risulta dalle operazioni di bonifica della vegetazione colpita dall'incendio, a patto che risulti ancora funzionale per almeno il 60-80% del proprio volume e purché sia impiegato per opere di stabilizzazione superficiale, valutando, caso per caso, che le funzioni strutturali possano ancora essere svolte efficacemente. Inoltre dovrà essere particolarmente curato il rinterro di opere che utilizzino materiale di quest'ultimo tipo. Sono necessari ammendanti compostati, compost maturi oppure tecnosuoli in relazione alle condizioni specifiche in cui si opera in termini di presenza residuale di sostanza organica, caratteri chimico-fisici, strutturali e tessiturali del substrato. In linea generale, si può accettare una minore durabilità dei materiali strutturali (legname) a fronte di una maggiore attenzione per lo sviluppo di vegetazione con funzione di consolidamento del suolo e quindi una maggior attenzione alla composizione del substrato ed alla scelta delle specie da impiegare per le piantagioni in grata.

L'impiego di legname di risulta dalle operazioni di bonifica, adatto in termini dimensionali e di fisica strutturale, è, comunque, preferibile sia per i costi contenuti sia

per il reimpiego di biomasse legnose che, a lungo termine, contribuiranno al riequilibrio della sostanza organica al suolo, asportata dall'incendio.

6.1.2.2 Vimate vive e fascinate morte associate a piantagioni localizzate (I4):

Si tratta di interventi volti alla mitigazione di processi erosivi localizzati di entità modesta



e di dimensioni limitate. Gli interventi sono volti nel tempo a conferire una maggiore stabilità superficiale del versante ma ciò viene essenzialmente svolto dalla attività di rinforzamento ed ancoraggio degli apparati radicali che si sviluppano progressivamente nel tempo. Nell'immediato tali strutture diminuiscono l'effetto di innesco di eventi erosivi dovuti alla forza battente delle precipitazioni, consentono altresì un contenimento dei movimenti superficiali del terreno e favoriscono sia i processi pedogenetici che l'affermazione e sviluppo della vegetazione che si può insediare grazie a processi di disseminazione naturale. Consistono essenzialmente nella posa di picchetti infissi nel terreno e fasci di ramaglia morta (fascinate morte) o in talee vive di salice oppure in fascioni di fusti lianosi a buona ripresa vegetativa (ad esempio cluster di fusti esili di *Clematis vitalba*) posti a tergo o ad intreccio tra i picchetti. Nel caso delle fascinate morte, si tratta di strutture utilizzabili solo in caso di forte disponibilità di materiale vegetale sul terreno. In caso contrario la ramaglia non svolge efficace azione di contenimento del terreno e non apporta consistente sostanza organica al suolo.

Si tratta di strutture da utilizzare laddove ci si attenda un buon rinterro a monte così che le fascinate e/o le viminate possano fermare il trasporto solido, limitare la traslazione a valle della sostanza organica e favorire una miglior regimazione delle acque canalizzando il deflusso secondo gli angoli di collocazione delle fascinate/vimate stesse. In questo senso, gli interventi con fascinate e viminate se progettati assecondando la morfologia dei versanti possono assolvere anche un compito di regimazione. Non eccezionale ma sufficientemente efficace laddove sia estremamente problematico per motivi di costo o di fisiografia del terreno intervenire altrimenti.

Le piantagioni localizzate dovranno essere subito a tergo della fascinata morta in modo da associare rapidamente l'effetto di ancoraggio da parte degli apparati radicali alla trattenuta esercitata dagli intrecci di ramaglia morta. Nel caso di viminate gli schemi di piantagione prevedono messe a dimora ad una distanza relativamente maggiore dall'intreccio di tale e rami vivi, con maggior densità fra le piante messe a dimora e con sestri di impianto alternati.

In entrambi i casi, la scelta di specie per le piantagioni localizzate a tergo delle opere di difesa è del tutto analoga a quella che verrà presentata nelle opere di rivestimento e recupero della vegetazione.

6.1.3 Opere di recupero e ripristino con vegetazione

Rappresentano un completamento fondamentale degli interventi di riqualificazione del suolo nel caso specifico del recupero delle aree percorse dal fuoco.

Gli interventi di inserimento di vegetazione, più o meno collegati alle opere di ingegneria naturalistica, consentono, infatti, l'avvio i processi di ricolonizzazione del terreno finalizzati ad accelerare il recupero della copertura vegetale oltre a costituire dei punti di innesco della ricostituzione di habitat naturali volti al miglioramento strutturale del continuum suolo-pianta-atmosfera ed al ripristino di condizioni di biodiversità tali da portare, nel tempo, alla evoluzione di sistemi biologici complessi nella prospettiva di recupero delle strutture forestali.

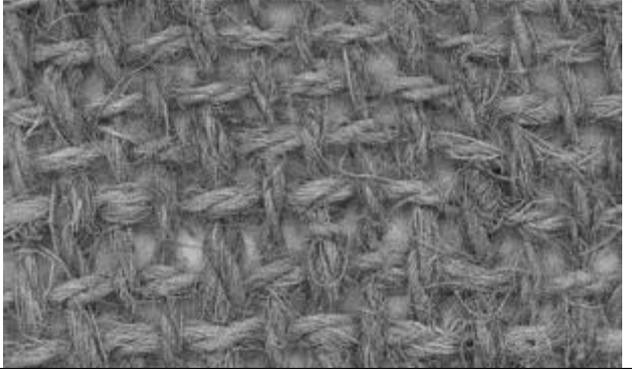
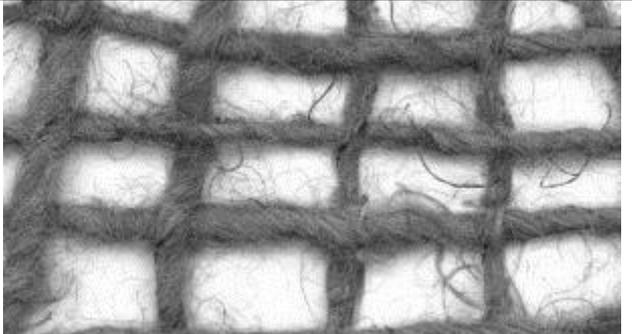
6.1.3.1 Rivestimenti antierosivi biodegradabili (I5)

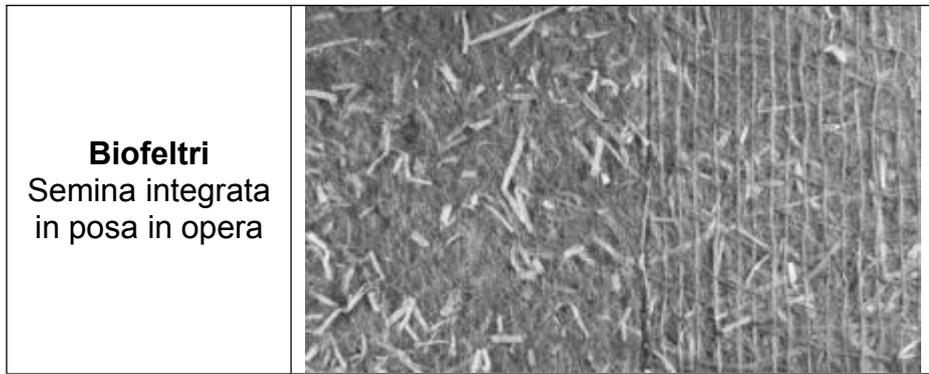
I rivestimenti antierosivi biodegradabili sono costituiti da materiali naturali o, eccezionalmente, sintetici, comunque biodegradabili nel tempo, che consentono un controllo dell'erosione del terreno da agenti atmosferici.

Vengono solitamente progettati in associazione con interventi di semina e/o idrosemina o con l'impianto di talee e piantine, negli interventi di sistemazione e consolidamento di pendii o scarpate in classi di pendenza da moderate a medie (massimo 35°-39° = 70-80%). La loro realizzazione assicura al terreno trattato un controllo dei fenomeni erosivi per il tempo necessario all'attecchimento ed allo sviluppo di un efficace copertura vegetale.

I rivestimenti biodegradabili sono costituiti in genere da fibre di paglia, cocco, juta, sisal (fibra tessile ricavata dalle di Agave), trucioli di legno o altre fibre vegetali, caratterizzati da una biodegradabilità pressoché totale che si realizza in un arco di tempo di 1/5 anni, da permeabilità e capacità di ritenzione idrica elevate e da spiccata azione protettiva superficiale del terreno.

In funzione del materiale, della struttura e delle tecniche costruttive, possono essere classificati in:

<p>Biostuoie semine in integrazione ante- e post-posa in opera</p>	
<p>Bioreti Piantagioni e semine in integrazione post-posa in opera</p>	



Per un effettivo controllo dell'erosione, le reti devono avere un contatto uniforme con il terreno. Rocce ed altri ostacoli (rami di dimensioni medie e grandi, ceppaie, ecc.) devono essere rimossi. I singoli rotoli di reti anti-erosive devono essere posti opera sempre nel senso della massima pendenza. Il limite superiore della rete deve essere interrato ad una profondità di 25-40 cm.

In fase di progettazione andranno definite le specifiche del prodotto sia per il tipo strutturale che per la qualità del materiale. Nel caso di semine integrate, è necessario specificare le sementi richieste.

Gli ambiti di applicazione preferenziali sono:

- sistemazione di intere porzioni di versante in forte erosione superficiale diffusa. Può essere necessario progettare operazioni localizzate di rimodellamento del terreno;
- sistemazione di scarpate stradali o di ambiti infrastrutturali sensibili;
- sistemazione superficiale di ambiti dove siano prevedibili movimenti franosi superficiali o dove questi siano già avvenuti.

La funzione delle reti antierosione è principalmente quella di contenimento dell'erosione, al fine di facilitare l'attecchimento delle sementi e delle piantine poste a dimora. Consentono, tra l'altro, un miglior equilibrio idrico nonché la conservazione di una quota di umidità al suolo oltre a determinare, nel tempo, un contributo all'apporto di sostanza organica grazie a fenomeni di lenta cessione dovuti alla disgregazione dei dispositivi (biostuoie, bioreti, biofeltri) negli anni successivi la messa in opera.

6.1.3.2 Interventi diretti di facilitazione e ripristino della copertura vegetale

Nelle aree dove la copertura vegetale sia notevolmente compromessa, può essere necessario intervenire con azioni che facilitino un ripristino più rapido dei benefici funzionali, strutturali ed ecologici della vegetazione.

Le modalità di intervento sono essenzialmente due: **semine** (includendo anche le semine in mezzo liquido o idrosemine) e le **piantagioni** di arbusti e alberi (più raramente specie erbacee per le quali si predilige la semina) appositamente preparati per progetti di recupero e miglioramento, nel tempo, della copertura vegetale, dei processi pedogenetici e della difesa da fenomeni di dissesto idrogeologico.

6.1.3.2.1 Semine dirette (I6)

Le semine dirette riguardano essenzialmente l'apporto di seme di specie erbacee ed arbustive autoctone. Vengono eseguite solitamente a spaglio, manuale o meccanico. L'uso di seminatrici meccaniche è auspicabile solamente laddove lo stato dei versanti e la presenza di suolo lo consentano mentre nei casi più estremi è possibile optare per semine di precisione con l'ausilio di droni dedicati. In quest'ultimo caso, la progettazione dovrà valutare accuratamente il rapporto fra costi e benefici nell'utilizzo delle tecniche di precision forestry.

Indipendentemente dalla tecnica di semina adottabile, è comunque fortemente raccomandato l'utilizzo di semi reperiti in loco. La programmazione della semina, quindi, dovrà disporre di tempi sufficienti ad organizzare la raccolta ed il trattamento preventivo delle sementi per effettuare le campagne di semina efficaci e con esito certo.

Le semine daranno buoni risultati se localizzate in zone con presenza di terreno; laddove il substrato pedologico sia limitato, è opportuno effettuare semine arricchite e protette da materiali vegetali di risulta (tagli del fieno, residui di lavorazioni agrarie, paglia, compost e/o chips legnosi). La formazione rapida di uno strato di sostanza organica migliora, infatti, la disponibilità di acqua e l'umidità nel terreno per i processi germinativi. La confettatura dei semi può essere praticata in casi di particolare severità delle condizioni di germinazione.

I procedimenti di raccolta e preparazione del seme possono essere anche un ottimo strumento di coinvolgimento della popolazione locale (associazioni, istituzioni, cittadini in gruppi più o meno informali). Tra l'altro, questo approccio risponde all'interesse alla partecipazione, enunciato dalle comunità locali, per il ripristino dell'area percorsa dagli incendi del 2018 e 2019 sul Monte Pisano.

Le specie arbustive che si prestano maggiormente alla raccolta in campo sono:

- ♁ *Arbutus unedo*: maturazione frutti ottobre-dicembre, semina primaverile);
- ♁ *Myrtus communis*: semina dicembre-gennaio a maturazione delle bacche, raccolta poco prima;
- ♁ *Phillyrea angustifolia*: maturazione delle drupe settembre-novembre, semina primaverile;
- ♁ *Cytisus villosus*: raccolta autunnale, semina primaverile a marzo;
- ♁ *Cytisus scoparius*: raccolta autunnale, semina primaverile con seme scarificato meccanicamente;
- ♁ *Ulex europaeus*: maturazione legume autunnale, semina primaverile

La **raccolta** andrà eseguita in epoca autunnale, a seguito di sopralluoghi da parte di personale competente per verificare lo stato dei semi, i quali devono risultare effettivamente pronti per essere raccolti.

Avendo a che fare con bacche e legumi si possono staccare i frutti dai rami e riporli in sacchi o secchi per il loro trasporto avendo l'accortezza, nel caso dei legumi, di svolgere questa operazione prima che si disseccino completamente per impedire che il seme cada a terra diventando quindi irrecuperabile.

Durante la raccolta, è comunque consigliabile ridurre al minimo il materiale estraneo ai semi o frutti come rami foglie, sassi per diminuire poi i tempi per la loro successiva pulizia La semina viene eseguita in primavera, verrà eseguita a spaglio e solo nelle aree che lo richiedono per scarsità di soprassuolo..

Box C Trattamenti necessari ai semi raccolti per la conservazione fino alla primavera successiva, quando sarà effettuata la semina (*tratto da APAT, 2006. Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma, Roma <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003400/3470-manuali-2006-37.pdf/>*)

I **frutti carnos** sono spolpati manualmente e/o meccanicamente (prima pulizia), preferibilmente entro 48 ore dalla raccolta sotto acqua corrente, con il fine di limitare l'insorgenza di micosi e di processi fermentativi che potrebbero ridurre la capacità germinativa dei semi e comprometterne la vitalità. Nei casi in cui non sia possibile effettuare tempestivamente la **spolpatura**, il materiale deve essere conservato temporaneamente in cella frigorifera a temperature comprese tra 0° e 5°C. Se, al momento della raccolta, i frutti sono troppo disidratati, prima di essere sottoposti alla spolpatura, devono essere immersi in acqua per un periodo che varia da poche ore ad alcuni giorni, al fine di rendere più facile la pulizia e la separazione del seme. Dopo la spolpatura i semi devono contenere solo impurità di piccole dimensioni, diversamente è necessario ricorrere ad una seconda spolpatura manuale (più selettiva della precedente) in un contenitore pieno d'acqua, ove è possibile rimuovere i residui carnos più minuti. I semi estratti dai frutti sono fatti sgocciolare dell'acqua in eccesso e messi ad asciugare, per un periodo variabile da uno a sette giorni in funzione del seme e delle condizioni ambientali. Successivamente si procede all'eliminazione manuale dei residui inerti presenti e alla deidratazione, secondo le procedure utilizzate per i frutti non carnos.

Per *Arbutus unedo* la procedura è più specifica in quanto i semi del corbezzolo si trovano all'interno delle bacche, sospesi irregolarmente, in gran numero; sono piccoli (circa 1x2 mm) di forma spigolosa ed allungata.

Per separare i piccoli semi dai frutti si devono porre questi ultimi in un secchio, schiacciarli e mescolarli con acqua; setacciare ciò che rimane in sospensione e ripetere l'operazione fino a che non rimarranno solo i semi.

Fare successivamente asciugare i semi e riporli in buste di carta in locali freschi ed asciutti.

Non risulta necessaria alcuna stratificazione.

Terminata la relativa pulizia e la successiva analisi, ogni partita viene poi immersa in una soluzione di acqua e varechina (ipoclorito di sodio) per rimuovere eventuali batteriosi o funghi presenti sui tegumenti esterni dei semi o sui frutti, che potrebbero compromettere la loro conservazione.

Successivamente si lasciano asciugare su dei teli spessi di TNT (tessuto non tessuto) e, una volta asciutti, vengono lavati nuovamente per intero, ma con una soluzione formata da latte e zucchero con funzione collante e da una polvere ad azione specifica e biostimolante contenente un inoculo di funghi micorrizici, in modo tale che, tramite questa inoculazione "per approssimazione", detti funghi entrino in simbiosi con i semi (e quindi le future piante) per evolvere poi il tutto in una simbiosi mutualistica una volta nata la nuova piantina.

Dato che al momento della raccolta è frequente avere semi a diverso grado di maturazione, può risultare necessario un processo di **postmaturazione**, ovvero il processo di maturazione fisiologica che si verifica nei semi e nei frutti dopo la loro raccolta. La postmaturazione è necessaria ai semi immaturi per acquisire la competenza alla germinazione.

Al fine di ottenere un campione omogeneo il periodo di postmaturazione consente di portare a maturità i semi atti a svilupparsi. Per fare questo il materiale viene conservato temporaneamente all'interno di vaschette di plastica, cartone, alluminio o acciaio per un periodo variabile solitamente da alcune settimane fino a un massimo di un mese in funzione del taxon (avendo cura di spolpare i frutti carnos). La temperatura ambiente deve essere mantenuta al di sotto dei 20°C e l'umidità relativa inferiore al 40%.

Il materiale, omogeneamente distribuito sul fondo dei contenitori precedentemente citati, viene rimescolato ogni 2-3 giorni per assicurare uniformità di trattamento e favorire una migliore aerazione e conseguente **deidratazione**, avendo cura di coprire i contenitori con un telo a maglia molto fine in modo da evitare la contaminazione con semi provenienti da altre accessioni.

Il miscuglio che verrà utilizzato sarà quello raccolto nell'autunno precedente dalla popolazione volontaria, ma vista la necessità di conservazione dei semi, questi dovranno essere adeguatamente trattati.

Dopo essere stati trattati e lasciati nuovamente ad asciugare, si procede a quella che si definisce **stratificazione**, pratica che consiste in trattamenti termici combinati (caldo/freddo/caldo) che di norma precedono la semina primaverile e che hanno per il vivaista, come nel nostro caso, il vantaggio di evitare gli innumerevoli rischi a cui viene invece esposta la semina autunnale durante il successivo inverno (predazioni da animali, congelamento, attacchi fungini, ecc.).

Per quel che riguarda la componente di semi di specie erbacee i miscugli si possono riferire alla seguente lista di specie:

Specie	Famiglia	Forma Biologica	Habitus
Agrostis stolonifera L.	Poaceae	Emicriptofita Reptante	erbacea perenne
Brachypodium pinnatum (L.) P.Beauv.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Poaceae	Geofita rizomatosa	erbacea perenne
Dactylis glomerata L.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Festuca circummediterranea Pat.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Festuca heterophylla.	Poaceae	Geofita rizomatosa	erbacea perenne
Holcus lanatus L.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Lolium perenne L.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Melica ciliata L.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Melica uniflora Retz.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Molinia arundinacea (L.) Moench	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Poa pratensis L.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Poa trivialis L.	Poaceae	Emicriptofita cespitosa	erbacea perenne
Anthyllis vulneraria L.	Fabaceae	Emicriptofita scaposa	erbacea perenne
Lathyrus pratensis L.	Fabaceae	Emicriptofita scaposa	erbacea perenne
Lathyrus venetus (Mill.) Wohlf.	Fabaceae	Geofita rizomatosa	erbacea perenne
Lathyrus vernus (L.) Bernh.	Fabaceae	Geofita rizomatosa	erbacea perenne
Lotus corniculatus L.	Fabaceae	Emicriptofita scaposa	erbacea perenne
Medicago sativa L.	Fabaceae	Emicriptofita scaposa	erbacea perenne
Trifolium pratense L.	Fabaceae	Emicriptofita scaposa	erbacea perenne
Trifolium repens L.	Fabaceae	Emicriptofita scaposa	erbacea perenne

E' possibile integrare il miscuglio con semi di arbusti e suffrutici quali:

Specie	Famiglia	Forma Biologica	Habitus
Coronilla emerus Mill.	Fabaceae	Fanerofita cespugliosa	arbusto
Spartium junceum L.	Fabaceae	Fanerofita cespugliosa	arbusto
Lavandula stoechas L.	Lamiaceae	Fanerofita cespugliosa	arbusto
Dorycnium hirsutum (L.) Ser.	Fabaceae	Camefita suffruticosa	suffrutice
Genista pilosa L.	Fabaceae	Camefita suffruticosa	suffrutice
Genista tinctoria L.	Fabaceae	Camefita suffruticosa	suffrutice
Teucrium scorodonia	Lamiaceae	Emicriptofita scaposa	suffrutice
Teucrium chamaedris L.	Lamiaceae	Camefita suffruticosa	suffrutice

6.1.3.2.2 Idrosemia (17)

L'idrosemia è una tecnica particolare di semina che consente di operare laddove siano particolarmente difficili o non sussistano le condizioni per procedere con tecniche tradizionali di semina. Parte dall'assunto di spargere semi tramite mezzo liquido con base acquosa. In effetti si tratta di una vera e propria tecnica di rivestimento della superficie di terreno da trattare con una miscela complessa, distribuita per via idraulica grazie a macchine dedicate, le idrosemiatrici, che solitamente erogano la miscela a pressione. La miscela, oltre a semi ed acqua, può contenere una numerosa varietà di materiali in soluzione o in sospensione nella fase acquosa. In ogni caso, i materiali che vengono aggregati ad acqua e seme sono riconducibili a due categorie: collanti o leganti e fertilizzanti. I primi servono per far aderire la miscela al versante, mantenere più a lungo la miscela laddove venga distribuita e ridurre la traslazione dei semi per effetto della forza di gravità associata al deflusso idrico. I secondi servono invece quale substrato di crescita che possa accompagnare le fasi di germinazione, prima crescita, attecchimento e sviluppo radicale delle piante i cui semi sono contenuti in miscela. In linea generale, è consigliabile il ricorso ad idrosemie ricche di substrati organici di coltivazione (mulch, cellulosa, fibre varie, ecc.), concimi, ammendanti compostati, compost, terricci e collanti (polimeri naturali, polveri di origine vegetali, collanti sintetici da rielaborazione di prodotti naturali).

Per questo intervento i collanti di origine organica si ritengono i più adeguati in quanto hanno sia effetto concimante che ammendante.

I concimi servono a compensare condizioni di deficienza di suolo in modo da creare condizioni di sviluppo più favorevoli alle piantine.

I concimi organici od organico - minerali devono sempre avere raggiunto un livello ottimale di maturazione ed essere venduti in forma non compatta (granulare-terrosa) al fine di rendere agevole la miscelazione.

I pacciamanti (*mulch*) servono a creare condizioni microclimatiche idonee per lo sviluppo delle sementi e a trattenere l'umidità necessaria alla germinazione. Sono costituiti da vari materiali (paglia, fieno, fibre di legno o cellulosa) e a volte sono già dotati di una minima quantità di collante. Il dosaggio è in funzione alla natura del prodotto e alle condizioni climatiche e stagionali. In generale: per semine in condizioni

estremamente difficili si impiegano anche 300-400 g x m⁻² di paglia per scendere a 60-75 g x m⁻² di fibra di cellulosa.

Gli attivatori del terreno accelerano alcuni processi chimico-fisici del terreno (scambi gassosi, umificazione, aggregazione particelle terrose) e creano condizioni ideali per lo sviluppo delle radici e dell'attività della micro flora/fauna del terreno. Il loro dosaggio è basso in quanto presentano una elevatissima carica batterica.

È infine possibile l'impiego di correttivi ed ammendanti. Tali sostanze servono per correggere difetti fisici e chimici del terreno. Generalmente le anomalie più ricorrenti sono la scarsa dotazione di sostanza organica e l'alterazione del pH.

L'inerbimento con idrosemina è programmabile su pendenze da moderate ad elevate. Questa tecnica è adatta a trattare superfici mediamente grandi, anche ad elevata pendenza e versanti con copertura vegetale scarsa o inesistente. Al crescere della pendenza la frazione di collanti sarà proporzionalmente maggiore mentre al diminuire della copertura vegetale crescerà la frazione organica o di *mulching*.

L'efficacia dell'approccio è però assicurata generalmente solo se esso verrà utilizzato in abbinamento ad altre tecniche, sia di regimazione delle acque meteoriche che consolidamento e stabilizzazione dei versanti e quindi interventi di ingegneria naturalistica.

La tipologia delle tecniche di idrosemina è determinata dalla composizione delle miscele.

Oltre all'idrosemina semplice dove in miscela sono presenti solamente acqua, semi, fertilizzanti e collanti sono disponibili diverse tecniche di idrosemina arricchita in relazione ai diversi contesti di applicazione.

L'idrosemina rinforzata prevede un'aggiunta di una frazione di paglia trinciata volta a migliorare le condizioni di germinazione del seme.

Idrosemina con *mulching* prevede l'aggiunta di una percentuale di fibre di legno per creare condizioni migliori in termini non solo di sostanza organica ma anche di microclima favorevole a germinazione, sviluppo e sopravvivenza delle plantule .

Vi è, infine, l'idrosemina a fibre legate, ottima su pendenze mediamente elevate e su scarpate con pochissima sostanza organica (ad esempio in zona Monte Verruca, Botro Campo Bravo e Botro degli Spareti)

La miscela dell'idrosemina a fibre legate è composta partendo dalla miscela dell'"idrosemina base", aggiungendo un mulch di fibre di legno, in quantità di almeno 350 g x m⁻² e per il 50% lunghe almeno 10 mm. Il collante dovrà essere molto viscoso ed in grado di creare legami tenaci tra le fibre; la quantità di collante sarà almeno di 35 g x m⁻² e comunque mai inferiore al 10% del peso complessivo della miscela. È un tipo di idrosemina con un forte potere protettivo ed elevata capacità di trattenimento di acqua e umidità. È adatta a terreni fortemente erodibili con inclinazione fino a 50°-60°, mediamente poveri di materia organica e di frazione fine.

La composizione specifica del miscuglio di semi, sia di specie arbustive che erbacee, è definita da un'analisi stazionali e vegetazionali contestuali nell'area di intervento.

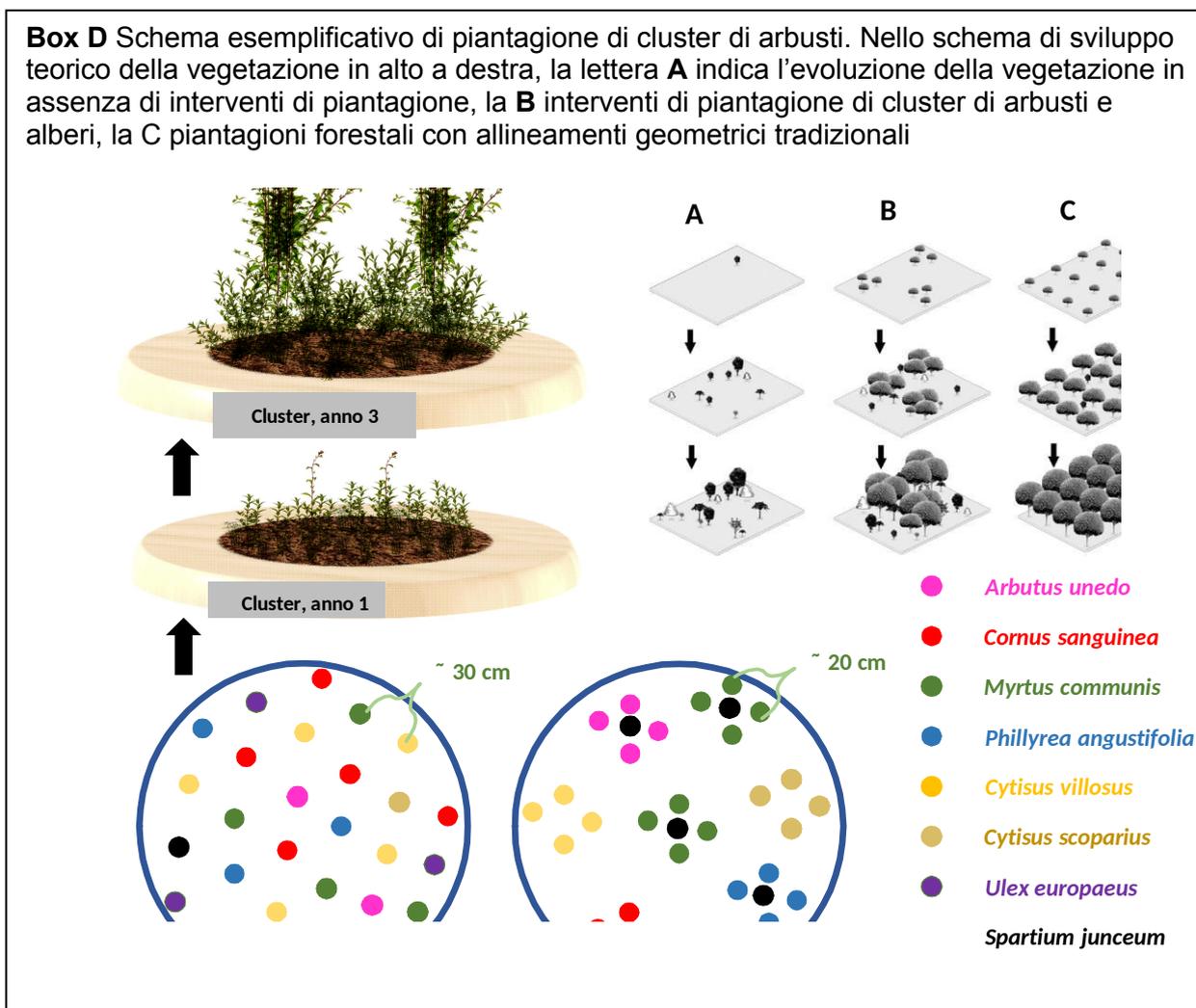
Le specie consigliate sono analoghe a quelle presentate in §7.1.3.2.1.

Particolare attenzione, in fase di progettazione, dovrà essere dedicata all'approvvigionamento di acqua. È frequente che si tenda ad usarla con parsimonia non per il suo effettivo costo ma per i tempi di approvvigionamento. È la disponibilità di acqua, insieme all'accessibilità dell'area, ad influenzare maggiormente la produttività.

6.1.3.2.3 Piantagioni di cluster di arbusti (I8)

Nelle aree maggiormente denudate o laddove le pendenze possono favorire erosioni localizzate, vengono indicate piantagioni gruppi (cluster di arbusti) con sestri d'impianto ravvicinati e messa a dimora irregolare la morfologia di dettaglio della superficie da trattare. Gli arbusti dovranno infatti essere messi a dimora sfruttando la microtopografia (piccole conche, minore pendenza, tratti di accumulo di detriti), lungo le aree a maggiore erosione e pendenza.

Ognuno dei cluster di arbusti può essere formato da un numero variabile di arbusti (da 20 a 30) posti a dimora ad una distanza piuttosto ravvicinata (0,20 -040 m). Ciò consentirà di creare condizioni micro-ambientali favorevoli per il mantenimento in situ di un maggiore tasso di umidità relativa. In **Box D** viene riportato uno schema



esemplificativo della piantagione in cluster.

Le specie utilizzate sono le stesse già presentate §7.1.3.2.1 a cui sono state aggiunte *Cornus sanguinea* e *Spartium junceum* in virtù delle ottime caratteristiche di resilienza e di capacità di ancoraggio e colonizzazione del biovolume.

La soluzione di piantagione in cluster ha motivazioni sia di tipo funzionale in virtù della ottimizzazione delle condizioni microtopografiche sia di tipo ecologico e paesaggistico. La struttura che via via si creerà, infatti, oltre ad avere un impatto positivo sul paesaggio consentirà una maggior propensione alla formazione di habitat e micro-habitat così da favorire la biodiversità ed i meccanismi di ricolonizzazione naturale dei sistemi forestali autoctoni.

Le piantine saranno selezionate sulla base della certificazione di produzione vivaistica forestale, in relazione ai contenitori di allevamento e ai substrati impiegati. Verranno favorite piante di piccole dimensioni ben conformate, con apparato radicale e chioma bilanciate. Particolare cura verrà posta nella predisposizione dei siti di messa a dimora (buche) e nelle opere di pacciamatura, fondamentali soprattutto in versanti particolarmente denudati.

In **Box E** viene riportato un estratto di voce di computo metrico appositamente costruita per il presente documento che riporta i criteri quali-quantitativi da adottare nella progettazione degli interventi di piantagione di cluster di arbusti.

Box E Modello di voce di computo per l'ordine di arbusti da piantare in cluster.

Comprende la fornitura e messa a dimora di arbusti a foglia caduca/persistente di [Cytisus scoparius, Cornus sanguinea] allevate in vivaio per almeno 6 mesi e per un massimo di 15 (18) mesi, con altezza alla gemma apicale non inferiore ai 20 cm e non superiore ai 60 (80) cm. Le piantine devono avere provenienza dichiarata e qualità di scelta (prima scelta) vivaistica certificata.

Gli arbusti devono stati allevati in contenitori biodegradabili (fertilpot, fibra, tessuto....), o in vaso antispiralizzazione (quadrato o tondo), preferibilmente a rete o airpot, oppure allevate a pieno campo (preparazione in zolla). Le piantine devono essere esenti da sintomatologie e/o esiti di patologie biotiche o traumatiche pregresse o in atto. È compresa la preparazione della buca di diametro di 15-20 (...) cm.

In caso di zolla, l'imballo di destinazione è costituito da fibra vegetale e comunque in materiale organico biodegradabile. La zolla deve essere integra, umida, aderente alle radici. La buca verrà allestita con substrato bilanciato preconfezionato che comprenda: terriccio con fibra incorporata (min 20%), terriccio vegetale universale (non > 60%), ammendante compostato (non > 20%); idrogel idroretentore (min 5% max 15%) oppure perlite (20%), drenante sabbioso (min 10% max 20%). È compresa la predisposizione della formella e l'irrigazione iniziale (non più tardi di 12 ore dalla messa a dimora) con 10 l di acqua in media.

Sono compresi altresì: la pacciamatura localizzata con materiale degradabile, gli oneri di manutenzione e la garanzia a 12 (dodici) mesi (seconda foglia) dalla esecuzione dei lavori. È inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.

6.1.3.2.4 Messa a dimora di alberi (I9)

Ad integrazione degli interventi di semina e piantagione di arbusti si potrà procedere alla messa a dimora di alberi qualora sussistano le seguenti condizioni:

- ♣ assenza di individui arborei che possano fornire seme per la rinnovazione delle popolazioni forestali in prossimità del sito su cui intervenire;
- ♣ necessità di introdurre individui o gruppi di alberi per esigenze di ancoraggio di fasi incoerenti di suolo;
- ♣ esigenza di interventi multifunzionali con necessità di favorire l'affermazione di gruppi di alberi che presentino caratteristiche di resistenza al fuoco e di infiammabilità ridotta delle chiome.

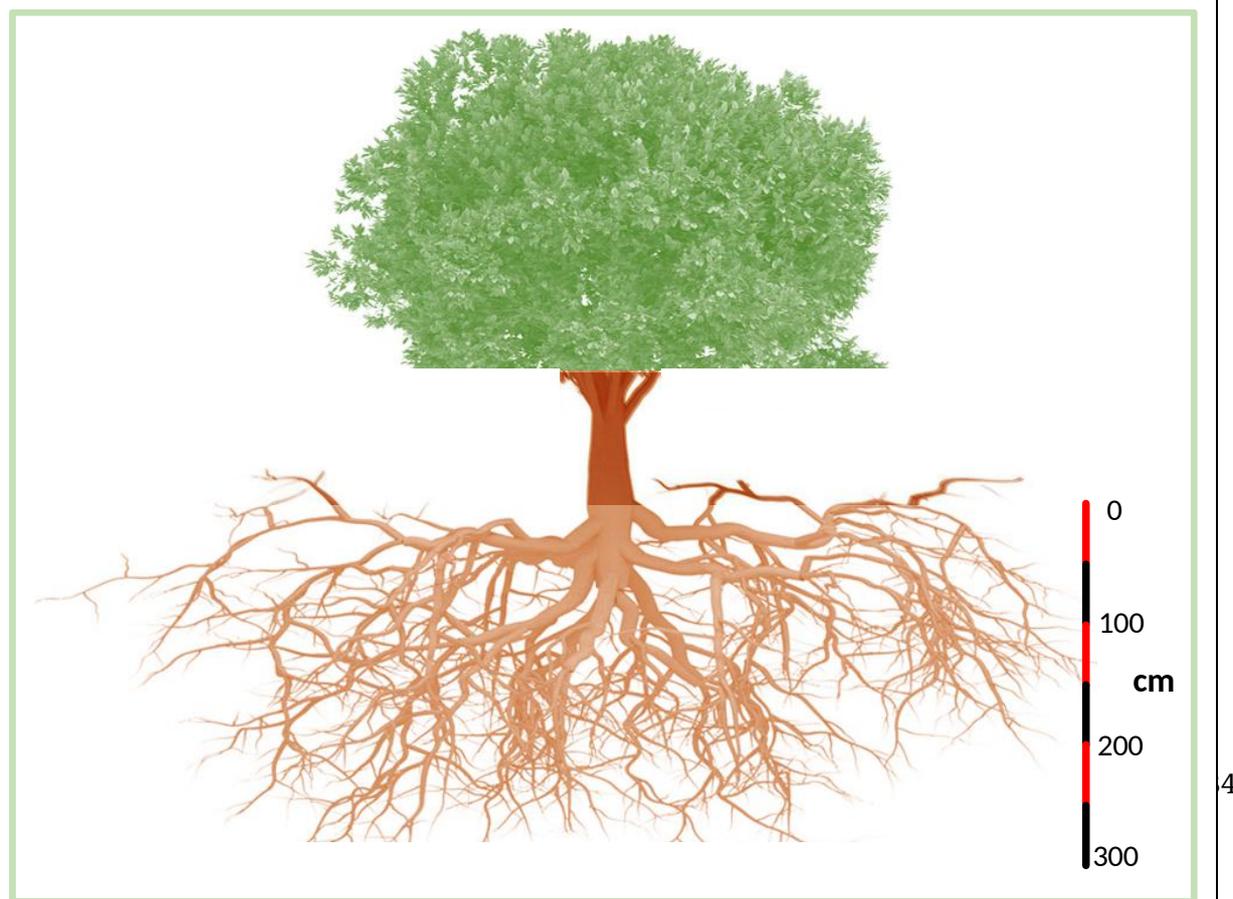
È ipotizzabile procedere sia con semine che con la messa a dimora di piantine forestali nel caso di *Populus canescens*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Fraxinus ornus*. Qualora si optasse per piantine da vivaio, si indicano semenzali di un anno al massimo allevati in contenitori o capsule di materiale biodegradabile.

Per le specie del genere *Quercus* più frequenti nell'area (*Q. suber*, *Q. pubescens*, *Q. ilex*, *Q. cerris*) così come di *Ostrya carpinifolia*, *Acer monspessulanum*, *Acer opalus*, *Ulmus minor* è raccomandabile comunque la messa a dimora di individui già radicati (1-2 anni) allevati in contenitori antispiralizzazione, preferibilmente a potatura radicale, oppure allevate a pieno campo (preparazione in zolla).

Un aspetto fondamentale dei progetti attuativi di ripristino riguarderà la filiera vivaistica. Il seme da cui poi far sviluppare queste piante può essere reperito in loco, vista la presenza di piante di tale specie rimaste illese a seguito dell'incendio. Anche in questo caso, la raccolta, conservazione e preparazione del seme potrebbe attivare processi virtuosi di partecipazione ed educazione ambientale della comunità.

In alcuni casi, come vale per l'area del monte Verruca, la messa a dimora di sughere è una scelta che oltre a migliorare la stabilità dei versanti grazie agli ancoraggi determinati dalla peculiare struttura "a cuore" degli apparati radicali (in Box F si riporta uno schema stilizzato dell'architettura radicale di *Quercus suber*) riveste una forte

Box F Schema dello sviluppo teorico dell'architettura di un apparato radicale di *Quercus suber*



valenza ecologica, paesaggistica e di prevenzione degli incendi grazie ai meccanismi di resistenza e di bassa infiammabilità propri della sughera.



Quercus suber

6.1.4 Opere straordinarie di consolidamento al piede delle scarpate o delle lenti erosive

Comprendono le opere di ingegneria naturalistica con maggiore utilizzo delle strutture in legname e/ o di altri materiali morti.

6.1.4.1 Briglie in legname e pietrame (I10)

Si tratta degli interventi tradizionali di sistemazioni idraulico-forestali. Presentano i vantaggi delle palificate in legname a doppia parete, con costi maggiori per il riempimento con pietrame e per la formazione della gàveta. Nel caso degli interventi sul Monte Pisano sono eccezionalmente utilizzabili nei seguenti casi:

- √ la sistemazione di erosioni incanalate in solchi e calanchi di dimensioni apprezzabili, con abbondante presenza di acqua che debba essere convogliata con la gàveta;
- √ la sistemazione di corsi d'acqua.

Al fine di sfruttare il rinterro della struttura per la posa delle piante, il riempimento con pietrame potrà essere limitato al nucleo centrale della briglia, intorno alla gàveta. Il

riempimento delle ali della briglia con terreno consente di porre a dimora piantine per il recupero della copertura vegetale.

6.1.5 Criteri guida per gli interventi volti alla diminuzione del rischio di dissesto

I criteri discriminanti gli interventi sono quindi individuabili nella classificazione della **priorità di intervento per rischio idrogeologico**, nella **pendenza** del profilo del terreno delle aree selezionate e nella **copertura vegetale** in fase di ricostituzione.

Aree di Intervento	Priorità dissesto idrogeologico (valore max)	Pendenza % (valore max)	Copertura vegetale (valore % medio)	Condizioni
A10.1	66,1	72,3	46,6	2
A10.2	62,9	80,0	40,9	2
A10.3	57,3	68,8	43,0	2
A8.3 - A11.1	37,1	107,3	18,0	1
A1&2	23,7	95,1	30,3	3
A1&2.3	23,7	92,9	29,7	3
A12.1	23,7	77,2	6,9	4
A2.4 - A3.1	23,7	87,5	23,4	5
A3.2	23,7	80,1	29,2	5
A4.1	23,7	69,8	30,3	5
A5.1	23,7	86,5	6,4	4
A5.2	23,7	95,8	9,3	3
A6.1	23,7	89,0	4,7	4
A7.1	23,7	78,2	10,9	4
A7.2	23,7	81,8	22,9	4
A8.1	23,7	87,8	13,4	4
A8.2	23,7	121,4	18,8	3
A1&2.2	8,8	84,9	2,1	4
A11.3	8,8	74,9	2,6	4
A9.1	8,8	82,7	11,0	4
A11.2	0,0	77,7	0,0	4
A7.3	0,0	97,3	0,0	3

Tab. 6 Condizioni di applicabilità degli interventi per criteri relativi al rischio idrogeologico

I valori soglia sono i seguenti:

- > Priorità dissesto: >30 elevata; 15-29 media; < 15 bassa

- > Pendenza quale valore massimo espresso in scala percentuale: >90 molto elevata; 60-89 elevata; 30-59 media; <30 bassa
- > Copertura vegetale quale valore medio espresso in scala percentuale: >40 elevata; 20-39 media; <20 bassa.

Si riportano di seguito gli interventi individuati per 5 condizioni combinate di priorità dissesto, pendenza massima e copertura vegetale.

6.1.5.1 Condizione 1 elevata priorità, pendenza massima molto elevata o elevata, copertura vegetale bassa

- 🌱 realizzazione di grate vive (I3), posa di biostuoie (I5);
- 🌱 realizzazione e/o ripristino di gradoni o di fossi di guardia o muretti a secco o semine (I2) e piantagione di cluster (I8) di arbusti associati ad alberi (I9);
- 🌱 Vimate vive e fascinate morte (I4).

6.1.5.2 Condizione 2 elevata priorità, pendenza massima elevata, copertura vegetale alta

- 🌱 realizzazione di grate vive (I5) e palificate (I1); opere di sistemazione idraulico-forestale
- 🌱 ripristino e adeguamento della rete viaria forestale e delle sistemazioni pregresse di terrazzamenti e gradoni (I2); eventuali semine integrative (I6)

6.1.5.3 Condizione 3 Priorità media (30-60), pendenza massima elevata o molto elevata, copertura tutte.

- 🌱 Posa di biostuoie (I5) integrate con semine (I6), idrosemine (I7) e piantagioni di cluster di arbusti (I8) in relazione alla copertura.
- 🌱 Vimate e fascinate (I4)

6.1.5.4 Condizione 4 Priorità medio-bassa (<30), pendenza media, copertura bassa

- 🌱 Semina (I6), idrosemina (I7) e piantagioni di arbusti (I8) ed alberi (I9)

6.1.5.5 Condizione 5 Priorità medio-bassa (<30), pendenza media, copertura media o alta

- 🌱 Biostuoie (I5) e grate vive (I3) nei punti di massima pendenza.
- 🌱 Eventuale semina integrativa di specie arbustive ed erbacee (I6).

6.2 INTERVENTI DI FACILITAZIONE DELLE DINAMICHE NATURALI DI RICOSTITUZIONE DEGLI HABITAT FORESTALI

I disturbi da incendio si ripercuotono sulla struttura delle biocenosi operando una selezione sulla vegetazione, tendendo ad eliminare popolazioni di specie non particolarmente adattate né alle dinamiche del fuoco (adattamenti attivi o passivi), né alla modificazione dell'ambiente fisico e biotico successivo al fenomeno in sé dell'incendio. Ciò favorisce le popolazioni di specie dotate di meccanismi di resilienza ed adattativi più efficaci. L'effetto selettivo del fuoco aumenta in funzione della frequenza e l'intensità degli incendi, riducendo in ogni caso le specie più sensibili sia nelle comunità arboree, arbustive ed erbacee sia in quelle fungine. Tale assunto comporta, qualora la reiterazione di incendi e la loro frequenza sia elevata, una modificazione sostanziale sia sulla struttura e funzionalità degli habitat (forestali e non) sia sul dinamismo delle comunità e della loro componente vegetale in particolare⁸. In genere, le specie arbustive ed arboree non subiscono molte variazioni in termini di diversità specifica in seguito alla presenza degli incendi. Tuttavia, la parziale o totale distruzione della copertura arborea e la scomparsa di specie sensibili al fuoco favoriscono lo sviluppo di specie erbacee molto tolleranti al passaggio del fronte di fiamma che possono diventare assolutamente competitive nei confronti della rinnovazione di specie arboree ed arbustive.

I criteri da seguire per la formulazione di interventi volti alla facilitazione delle dinamiche naturali di ricostituzione degli habitat forestali si fondano, quindi, sulla priorità di interventi volti al recupero della copertura vegetale e della biodiversità, sui caratteri della vegetazione pre-esistente e sulle caratteristiche della vegetazione post-incendio e quindi sull'osservazione ed il monitoraggio della risposta funzionale e strutturale della vegetazione in relazione ed in seguito all'evento di incendio.

6.2.1 Quali specie vegetali

Una corretta pratica di utilizzo di specie per interventi di rinaturalizzazione in aree soggette a periodi più o meno lunghi di degradazione/trasformazione antropica o episodi catastrofici come frane, alluvioni o incendi, richiede la conoscenza di quelli che erano gli aspetti del paesaggio vegetale naturale *prima* del verificarsi del disturbo e/o

⁸ Borgia D. , 2019 - *Vegetazione e incendi. Osservazioni sulle dinamiche di rigenerazione post-incendio su fitocenosi arbustive e forestali del Monte Pisano (Monte della Verruca). Tesi Di Laurea, DISAAA, Unipi*

trasformazione nelle aree interessate. L'individuazione di specie utilizzabili per garantire una maggiore copertura e una più veloce ripresa della vegetazione, non può non tenere conto del corteggio floristico della vegetazione preesistente il disturbo, che più si avvicina a quella potenziale. E' determinante, così, la conoscenza degli elementi caratterizzanti questa vegetazione, analizzando in modo ponderato *quanti* e *quali* degli elementi sia fitocenotici che floristici, siano più o meno indigeni, autoctoni, naturali.

Tuttavia, spesso, il disturbo e/o trasformazione assume un carattere periodico e ripetuto, tale da rendere complessa la ricostruzione del paesaggio vegetale primigenio e della flora caratterizzante.

Esempio calzante è proprio l'area del Monte Pisano colpita dai due incendi del 2018 e 2019. Qui, infatti, è documentato il passaggio del fuoco innumerevoli volte prima dell'ultimo episodio del 2018/19, ovviamente con estensioni e localizzazioni diverse, spesso coincidenti e sovrapposte, con intensità e severità diverse, in ogni caso reiterate. Conseguentemente le tipologie vegetazionali sono state e sono già spesso parte di serie dinamiche (successioni) interrotte dal fuoco e in misura diversa alterate e degradate nel loro corteggio floristico e aspetto fitocenotico. Occorre quindi individuare in campo o dalla letteratura gli elementi floristico-vegetazionali sopravvissuti, meno alterati e rappresentativi del contesto.

Per l'individuazione delle specie utilizzabili per semine e trapianti, si è fatto riferimento a quanto presente in: Bertacchi A., Sani A., Tomei P. 2004. *La vegetazione del Monte Pisano*. Felici Ed., Pisa, per una descrizione più esaustiva del paesaggio vegetale del Monte Pisano e, ancor più per la flora, in: Pierini E., Garbari F., Peruzzi L. 2009. *Flora vascolare del Monte Pisano (Toscana nord-occidentale)*. *Informatore Botanico Italiano*, 41(2) 147:213. Altre specie (tra parentesi), non segnalate per il Monte Pisano ma tuttavia comuni nelle aree collinari limitrofe, possono essere in ogni caso utilizzate. L'elenco non è da ritenersi in alcun modo esaustivo, ma ha lo scopo di fornire una prima lista di specie caratteristiche paesaggio vegetale del M. Pisano, con buone capacità di attecchimento e diffusione. Oltre a questo è evidente l'esclusione dalla lista di specie difficilmente reperibili.

L'elenco è rappresentato da specie erbacee perenni, ovvero la cui forma biologica ne consente la permanenza negli anni e uno sviluppo radicale importante e persistente, e arbustive. Questo per un aspetto maggiormente funzionale nel consolidamento rispetto alle specie annuali (da non escludere tuttavia in un eventuale programma di inerbimento ma da selezionare nell'ambito delle miglioratrici Fabaceae piuttosto che

nelle Poaceae). La maggioranza è caratterizzata dall'habitus emicriptofitico, nelle sue diverse forme (H rept., H caesp., H scap.) quindi rosetta basale permanente e scapo o cespo che secca o deperisce nella stagione avversa ma con l'individuo che permane radicante e vitale. E' evidente che le geofite rizomatose (G rhiz) siano da preferirsi proprio per lo sviluppo sotterraneo maggiore e pervasivo del rizoma e dell'apparato radicale. In ultimo le Camefite suffruticose (Ch) o le fanerofite cespitose (P caesp.) o nanofanerofite (NP) ad habitus arbustivo. Infine, oltre a questo, è da considerare come sia erronea e quindi fallace l'ipotesi di piantumazioni di specie arboree "testa di serie", ovvero quelle specie che caratterizzerebbero il bosco potenziale. Quindi, non escludendo interventi localizzati in maniera puntiforme e a scopo sperimentale, è da preferirsi la semina di specie erbacee ed arbustive, comuni a questo territorio e al paesaggio vegetale del Monte Pisano, che possano fungere da innesco per un ben più lento ma consolidato processo di rinaturazione.

Poaceae	
<i>Agrostis stolonifera</i> L. H Rept	.
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P.Beauv. H caesp.	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.Beauv. H caesp.
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv. H caesp	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. G rhiz
<i>Dactylis glomerata</i> L. H caesp	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould G rhiz
(<i>Festuca arundinacea</i> Schreber H caesp)	<i>Festuca circummediterranea</i> Pat. H caesp
<i>Festuca heterophylla</i> . G rhiz	(<i>Festuca gigantea</i> Vill. H caesp)
<i>Holcus lanatus</i> L. H caesp.	<i>Lolium perenne</i> L. H caesp.
<i>Melica ciliata</i> L. H caesp.	<i>Melica uniflora</i> Retz. H caesp.
<i>Molinia arundinacea</i> (L.) Moench H caesp.	<i>Nardus stricta</i> L. H caesp.
<i>Poa pratensis</i> L. H caesp.	<i>Poa trivialis</i> L. H caesp.
Fabaceae	
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. H scap	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. H scap
<i>Cytisus villosus</i> Pourr. P caesp.	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link. P caesp.
<i>Coronilla emerus</i> Mill. P caesp.	<i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser. Ch suffr
<i>Genista pilosa</i> L. Ch suffr.	<i>Genista tinctoria</i> L. Ch suffr.
<i>Lathyrus linifolius</i> (Reichard) Bässler G rhiz	<i>Lathyrus pratensis</i> L. H scap
<i>Lathyrus venetus</i> (Mill.) Wohlf. G rhiz	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh. G rhiz
<i>Lotus corniculatus</i> L. H scap.	<i>Medicago sativa</i> L. H scap.
<i>Spartium junceum</i> L. P caesp.	<i>Trifolium pratense</i> L. H scap
<i>Trifolium repens</i> L. H rept	
Lamiaceae	
<i>Teucrium scorodonia</i> H scap.	<i>Teucrium chamaedris</i> L. Ch suffr.
<i>Lavandula stoechas</i> L. P caesp	
Cistaceae	
<i>Cistus creticus</i> L. NP	<i>Cistus salvifolius</i> L.NP
<i>Cistus monspeliensis</i> L.NP	
Specie erbacee, suffrutici ed arbusti per progetti di rinaturazione sul Monte Pisano	

Sebbene tutte le specie sopra elencate siano comunemente presenti nelle aree aperte, di macchia o di bosco termofilo del Monte Pisano, sarà in ogni modo cura degli esecutori delle operazioni la selezione delle specie a seconda delle caratteristiche idro-

geopedologiche, altimetriche e di esposizione dell'area di intervento in relazione alle esigenze ecologiche delle specie.

Le strategie rigenerative delle specie arboree dominanti nei vari ecosistemi forestali diventano fondamentali per prevenire i processi di erosione che rendono difficile, a volte impossibile, la ricolonizzazione da parte delle stesse specie. Inoltre, è di rilevante importanza considerare che le specie che si stabiliscono nelle prime fasi post-incendio influenzano le dinamiche post-incendio per decine di anni: a esempio, attraverso simbionti fissatori di azoto, micorrize, impollinazione e dispersione di seme, habitat e protezione del suolo. Micorrize e comunità fungine giocano un ruolo fondamentale sulla funzionalità degli ecosistemi mediterranei percorsi da fuoco a causa della loro capacità di fornire protezione contro i patogeni e di migliorare l'apporto di nutrienti e acqua alle piante le prime e di modificare la sostanza organica in via di decomposizione e incrementare il riciclo dei nutrienti nell'ecosistema interessato le seconde.

Per quanto riguarda l'eventualità di piantare specie arboree, in questo caso è ipotizzabile a titolo sperimentale e su plot localizzati la semina di *Populus canescens*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Cornus sanguinea*, in virtù della loro caratteristica di specie pioniere. Per le specie del genere *Quercus* più frequenti nell'area (*Q. suber*, *Q. pubescens*, *Q. ilex*), è invece ipotizzabile la messa a dimora di individui già radicanti (1-3 anni), sempre tuttavia a scopo sperimentale su aree di limitata estensione, in relazione al suolo, esposizione e quota, ove si sia già autonomamente ricostituita una coltre erbacea.

6.2.1.1 Impianto della vegetazione ex-novo C1 - C2 - C3 - C4 - C5

Per l'impianto della vegetazione ex-novo, valgono i seguenti criteri generali:

- a. effettuare rilievi, anche speditivi, della composizione della vegetazione esistente e nelle aree limitrofe con caratteristiche analoghe all'area percorsa dal fuoco;
- b. valutare se la composizione specifica di aree indisturbate dal fuoco, anche se in analoghe condizioni, sia applicabile nell'area percorsa dal fuoco, dove le condizioni di degrado sono maggiori.
- c. utilizzare prevalentemente arbusti ricostruttori autoctoni (*Cytisus* spp., *Genista* spp., *Spartium junceum*), impostando il recupero della vegetazione dagli stadi iniziali, in relazione sempre allo stato di degrado dell'area (C1, I8);
- d. impostare l'impianto di arbusti in misura pari ad almeno il 70-90 % della composizione specifica del nuovo impianto di vegetazione (C2);

- e. riservare una quota del 10-30 % alle specie arboree, che, in ogni caso, dovranno essere scelte tra quelle pioniere, proprie degli stadi di transizione tra gli arbusteti ed il bosco (C3);
- f. nel miscuglio delle specie arbustive, riservare una quota del 30-40 % a leguminose (come le ginestre) che consentono buone garanzie di attecchimento ed ottime qualità di miglioramento del suolo, a vantaggio anche delle altre specie;
- g. anche nelle specie arboree, almeno in piccole aree ristrette e/ o nell'ambito di eventuali parcelle pilota, riservare una quota minima a leguminose arboree, al fine di verificare le capacità di miglioramento del suolo e di aumento dell'accrescimento;
- h. nella scelta del miscuglio di sementi per le idrosemine e le semine manuali, usare sempre miscugli molto diversificati, purché di specie adatte ai siti di intervento (C4, C5, I6, I7, I8);
- i. nel miscuglio per le semine inserire sempre specie arbustive (ginestre) e leguminose erbacee (ginestrino, trifoglio, erba medica, ecc.) purché compatibili con il sito e presenti nella flora indigena, in misura pari ad almeno il 25-35 % del miscuglio (C4, C5);
- j. per quanto riguarda il materiale vegetale di impianto, privilegiare la fornitura di vivai esistenti in loco;
- k. utilizzare sempre, salvo casi particolari, piantine con pane di terra (fitocella, paper pot, ecc.) per ridurre gli stress di impianto;
- l. utilizzare sempre piante giovani (1-2 anni) che meglio si adattano alle difficili condizioni dei siti di intervento;
- m. utilizzare chips legnosi per la pacciamatura intorno alle piantine, per il mantenimento dell'umidità.

6.2.2 Realizzazione di fascinate vive e morte (I5)

Si veda la trattazione relativa al §7.1.2.2.

6.2.3 Piantazione di Clusters di arbusti (I8)

Si veda la trattazione relativa al §7.1.3.2.3.

6.2.4 Rimboschimento (I9, C1, R4)

Valutazione de *"l'albero giusto al posto giusto nel momento giusto"*, ovvero, in generale, aspettare che le aree siano pronte per la messa a dimora di semenzali è fondamentale per i buoni tassi di sopravvivenza e per la promozione di una più efficace copertura forestale. In linea generale dovranno essere considerati i seguenti aspetti:

1. Determinazione dell'approccio generale con la vegetazione (alberi, in particolare) dopo il passaggio del fuoco. Scelta fra tagliare e rimuovere, tagliare e lasciare in loco senza una particolare re-distribuzione; diradare o tagliare parzialmente per sollecitare la rinnovazione vegetativa, non intervenire;
2. Importante considerare lo stato vegetativo degli alberi e l'entità dei danni da fuoco prima di iniziare a tagliare. L'approccio migliore per la gestione della proprietà per la riabilitazione e il ripristino della terra allo stato naturale varia drasticamente tra alberi verdi, alberi danneggiati e aree in cui il fuoco ha agito a temperature molto elevate senza lasciare organismi viventi;
3. In primo luogo determinare l'intensità di incendio attraverso le classificazioni di intensità e severità;
4. Successivamente, determinare il grado di severità del fuoco sulla componente pedologica. In aree con intensità di fuoco medio-alta, è molto probabile un'alterazione biochimica e fisica drastica del terreno. Ciò significa che erbe e piante potrebbero non crescere senza pacciamatura;
5. (idro mulching in alcune aree. La semina tardiva in autunno non è generalmente efficace, meglio condizioni primaverili);
6. La pacciamatura dovrebbe iniziare il più presto possibile.

Nelle aree con intensità di fuoco medio-alta, il terreno presenta, molto frequentemente, caratteristiche di idrofobia: necessario intervenire per facilitare l'infiltrazione dell'acqua.

6.3 INTERVENTI A CARATTERE PREVENTIVO ANTI-INCENDIO BOSCHIVO

Un'appropriate pianificazione selvicolturale è particolarmente importante, soprattutto nell'ambiente mediterraneo, poiché è una delle principali attività per contenere il rischio.

L'obiettivo principale degli interventi preventivi per la riduzione del rischio di incendi sarà quello di limitare i danni causati dai futuri incendi, aumentando la capacità di autodifesa del soprassuolo, limitando la capacità di propagazione del fuoco e impedendo l'incendio di chioma.

La gestione del combustibile dovrà essere indirizzata al fine di determinare modificazioni del carico e della struttura spaziale (verticale ed orizzontale), sia del materiale vivo sia di quello morto, attraverso una serie di interventi tra i quali rientrano attività di gestione tipicamente selvicolturale che comprenderanno:

6.3.1 Sfolli e diradamenti (P1)

Interventi di riequilibrio strutturale con l'obiettivo primario di ridurre l'elevata densità dei soprassuoli. Il grado ed il tipo di diradamento incidono rispettivamente sulla quantità e sulla distribuzione verticale del combustibile con risultati diversi quindi sulla diffusione del fuoco, ad esempio il diradamento dal basso è più indicato per incrementare l'altezza alla base delle chiome e rendere più difficile la diffusione del fuoco in chioma. Gli sfolli giovanili sono particolarmente importanti nei soprassuoli soggetti ad alto rischio di incendio (come i soprassuoli di pino marittimo), poiché eliminano gli alberi secchi già morti o quelli destinati a perire per eccessiva densità, ottenendo una complessiva riduzione dell'energia termica potenziale del combustibile. L'eliminazione preventiva determina una maggiore resistenza all'infiammabilità dei popolamenti e una minore facilità di propagazione del fuoco grazie all'isolamento del combustibile vegetale rimanente sia in senso verticale che orizzontale.

6.3.2 Fuoco prescritto (P2)

Assieme al diradamento, gioca il ruolo più importante nella selvicoltura preventiva agli incendi. Da una parte il diradamento riduce il combustibile scalare e la densità di chioma, dall'altra il fuoco prescritto riduce il combustibile superficiale che consente la propagazione del fuoco.

6.3.3 Ripuliture/decespugliamenti (P5)

Nell'ottica di miglioramento forestale sono da considerarsi interventi di fondamentale importanza per mitigare la severità e i danni di un incendio radente.

6.3.4 Spalcature (P6)

Potature attuate solitamente nei primi 2 metri da terra per rompere la continuità verticale ed aumentare l'altezza di inserzione della chioma, rendendo quindi più difficile il passaggio ad incendio di chioma.

6.3.5 Variazioni nella composizione specifica (P3, P4)

L'introduzione di latifoglie, in aree strategiche, al fine di interrompere l'omogenea continuità dei popolamenti di pino marittimo. L'obiettivo non è solo quello di creare discontinuità tra i tipi forestali, ma, soprattutto, è quello di modificare il comportamento del fuoco, in un futuro incendio, intervenendo sull'infiammabilità delle specie. Introducendo gruppi e strisce di latifoglie, promuovendole là dove hanno mostrato buoni segni di risposta dopo il passaggio degli ultimi incendi, o, prevedendone un nuovo impianto in sostituzione della rinnovazione di pino che si sta affermando, si creeranno i presupposti per avere incendi meno intensi e, di conseguenza, con severità e velocità di propagazione inferiori rispetto a quelle che si possono verificare in corrispondenza di popolamenti di sole conifere.

Le seguenti proposte di intervento sono da considerarsi a carattere generale e prettamente indicativo, vista la prossima redazione del piano specifico di prevenzione per la riduzione del rischio incendi del Monte Pisano. Si rimanda infatti a questo strumento di pianificazione, la definizione degli interventi da operare in relazione al rischio incendi, scelti a seguito di una analisi specifica mirata e di maggiore dettaglio rispetto ai presenti indirizzi operativi, soprattutto in relazione alla individuazione delle aree strategiche da trattare.

Come ultima indicazione legata alla riduzione del rischio di incendi, risulta necessario sottolineare l'importanza di progettare un adeguato piano di comunicazione delle attività di prevenzione, coinvolgendo, tramite percorsi partecipativi, le comunità locali. Questo, al fine di sensibilizzare l'opinione pubblica alla cultura della prevenzione propria delle Comunità del Bosco, introdotte dalle recenti modifiche al Regolamento Forestale Regionale (*Disposizioni in materia di comunità del bosco e di piani specifici di prevenzione AIB - modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 agosto 2003, n. 48/R (Regolamento Forestale della Toscana) - BURT n. 9, parte prima, del 20.02.2019*).

6.4 SINTESI DI RIEPILOGO DELLE PROPOSTE DI INTERVENTO PER LE AREE PRIORITARIE

<i>PRIORITA'</i>	<i>Unità Idrografiche</i>	<i>Superficie area di intervento (m²)</i>	<i>Tipi di intervento</i>
BASSA	ZAMBRA DI CALCI / SOTTOB. CRESPIGNANO	32100	C2, C5, R2, I6
ELEVATA (C-R)	BOTRO CAMPO BRAVO DELLE FONTANELLE	7200	I1, I2, I3, I6, I7, I8, I9 C2, C3, C4, C5, C6, R3, R4
MEDIA (C-R)	BOTRO DEGLI SPARETI	219500	I1, I2, I3, I6, I7, I8, C1, C3, C4, C5, C6, R3, R4
ELEVATA (C-R)	BOTRO DI SAN PIETRO	1100	I1, I2, I3, I4, I5, I6, C2, C3, C4, C5, C6, R3, R4
MEDIA (C-R)	RIO GRIFONE / RIO DI NOVAIA	55300	I2, I3, I6, I8, C1 C3, C4, C5, C6, R3, R4
ELEVATA (C-R)	SOTTOB. LOC. IL BOLDRINO	30700	I2, I3, I4, I6, I8, C2, C3, C4, C5, C6, R3, R4
ELEVATA (C-R)	VALLINO DI NICOSIA	41700	I2, I3, I4, I6, I8, C1, C3, C4, C5, C6, R2, R3, R4
ELEVATA (C-R)	SOTTOBACINO BOTRO DI SAN BERNARDO	46300	I4, I8, I9, C2, C3, C4, C5, C6, R3, R4
ELEVATA (C-R)	ZAMBRA DI MONTEMAGNO	72700	I4, I6, I7, I8, C1, C3, C4, C5, C6, R1, R3, R4, R5
ELEVATA (I-R)	RIO NOCE	42000	I4, I6, I8, C1, C3, C4, C5, C6, R2, R3, R4, R5
ESTREMA	BOTRO DELLE CONCHE / BOTRO SANT'ALESSANDRA	130000	I4, I6, I7, I8, C1, C4, R2, R3, R4
ESTREMA	RIO GRANDE	44200	I4, , I6, I7, I8, C1, C4, R2,R3

Trattamento materiale legnoso morto in piedi in seguito all'incendio	
A1	Taglio e rimozione degli alberi morti
A2	Riceppatura
A3	Triturazione e cippatura del materiale legnoso tagliato
A4	Ripporto di materiale vegetale organico esterno (paglia, fibre, cippato o simili)
Rischio idrogeologico e funzione antierosiva	
I1	Palificate vive semplici o doppie con piantagioni di supporto
I2	Realizzazione e/o ripristino di gradoni o di fossi di guardia o muretti a secco o semine e piantagione di cluster di arbusti associati ad alberi;
I3	Grate vive
I4	Viminate vive e fascinate morte associate a piantagioni localizzate
I5	Rivestimenti antierosivi biodegradabili (biostuoie, bioreti, biofeltri)
I6	Semine dirette
I7	Idrosemina
I8	Piantagione di arbusti
I9	Messa a dimora di alberi
I10	Briglie in legname e pietrame
Ripristino copertura vegetale	
C1	Piantagione di arbusti in cluster ricostruttori autoctoni in aree con assenza di vegetazione
C2	Impianto di arbusti in misura pari ad almeno il 70-90 % della composizione specifica del nuovo impianto di vegetazione
C3	Impianto di arbusti con una quota del 10-30 % per specie arboree
C4	Idrosemine con miscugli diversificati con specie arbustive (ginestre) e leguminose erbacee (ginestrino, trifoglie, erba medica, ecc.) compatibili con il sito e presenti nella flora indigena, in misura pari ad almeno il 25-35 %
C5	Semina manuale o meccanica con miscugli diversificati con specie arbustive (ginestre) e leguminose erbacee (ginestrino, trifoglie, erba medica, ecc.) compatibili con il sito e presenti nella flora indigena, in misura pari ad almeno il 25-35 %
C6	Posa di biostuoie con sementi incorporate
C7	Lavorazioni superficiali (fresatura) per facilitare l'infiltrazione dell'acqua
Interventi volti alla prevenzione incendi	
P1	Sfolli e diradamenti
P2	Fuoco prescritto
P3	Scelta di specie a bassa infiammabilità
P4	Piantagione di gruppi di alberi associati con distanze moderate fra loro (≤ 15 m) e con composizione specifica diversificata prediligendo specie a bassa o moderata infiammabilità
P5	Ripuliture/decespugliamenti

Legenda dei codici di intervento**6.5 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO**

In quest'ottica il monitoraggio basato su indicatori spazio temporali che integrino a. set di dati telerilevati, osservazioni e dati raccolti in dispositivi permanenti o in campagne temporanee sul terreno e c. interrogazione costante delle componenti di presidio del territorio, costituisce una linea di azione fondamentale non solo per la verifica dell'efficacia degli interventi realizzati e della dinamica di recupero degli ambienti forestali ma anche per la progettazione permanente e la gestione adattativa.

6.5.1 Obiettivi dei programmi di monitoraggio

Il monitoraggio viene applicato per comprendere la tendenza dinamica di processi reputati fondamentali per il recupero di un'area percorsa dal fuoco tramite l'applicazione di indicatori che possano essere seguiti nel corso del tempo.

In programma di monitoraggio può avere, nel caso dell'incendio di Calci e Vicopisano, due target diversi: a. si può rivolgere sia esclusivamente alle aree in cui si procede all'esecuzione di interventi ed azioni di recupero; b. ha come "bersaglio" (target) l'intera area vasta percorsa dal fuoco.

Distinguiamo due tipi: monitoraggio in situ che prevede azioni di rilievo diretto in campo; monitoraggio in remoto che prevede l'acquisizione di dati da strumenti o da database accessibili ma comunque non direttamente rilevati al suolo. In questo secondo caso sono di particolare interesse i processi di monitoraggio eseguiti sulla base di dati telerilevati.

Nel caso del monitoraggio in situ i caratteri si riferiscono all'oggetto specifico del monitoraggio (ad esempio la densità di copertura della vegetazione), ai dispositivi impiegati (ad es. aree permanenti, stazioni micrometeorologiche, infiltrometri) ed alla frequenza di acquisizione dei dati.

6.5.1.1 Che cosa monitorare in situ

Indicatori	Oggetto	Dispositivi	Frequenza
copertura vegetale	densità di copertura per tipo di	Osservazione e rilievo della	Indicativamente due volte l'anno in

	vegetazione	copertura dei diversi strati di vegetazione su aree di saggio permanenti	autunno e in primavera/estate
Struttura della vegetazione	Sviluppo della vegetazione	Osservazione e rilievo delle caratteristiche dei diversi strati di vegetazione su aree di saggio permanenti	Indicativamente due volte l'anno in autunno e in primavera/estate
Diversità specifica	Corteggio floristico	Osservazioni fitosociologiche e botaniche su transetti lineari in corrispondenza di aree di saggio permanenti	Variabile in base ai tipi di vegetazione osservati
Dissesto ed erosione	Sedimenti erosi e movimenti franosi	Misurazione dei volumi di interrimento delle sistemazioni idrauliche (briglie e palificate) – misurazione dei volumi dei coni di distacco dei movimenti franosi.	A seguito di eventi di pioggia intensi
Microclimatici, idrologici e	Dinamica di assorbimento/deflu	Rete di stazioni di misurazione	A seguito di eventi di

idrodinamici	soo idrico	(pluviometriche, portate)	pioggia intensi
Pedologici	Idrofobicità del suolo e contenuto di carbonio	Test di velocità di assorbimento della goccia per la valutazione dell'idrofobicità dello strato superficiale del suolo e analisi chimica del contenuto di carbonio	Una volta ogni anno

Nel caso del monitoraggio in remoto ai dispositivi si sostituisce la sorgente di dati, ovverosia i database disponibili o da costruire che consentiranno una accessibilità a dati omogenei alla frequenza impostata a priori.

6.5.1.2 Che cosa monitorare in remoto

Indicatori	Oggetto	Sorgente di dati	Frequenza
copertura vegetale	NDVI	Sentinel-2	Dipendente dalle immagini telerilevate. Sentinel-2 ha frequenza di passaggio ogni 5 giorni
Dissesto ed erosione	NBR	Sentinel-2	Dipendente dalle immagini telerilevate. Sentinel-2 ha frequenza di passaggio ogni 5 giorni

Microclimatici, idrologici e idrodinamici	NDWI	Sentinel-2	Dipendente dalle immagini telerilevate. Sentinel-2 ha frequenza di passaggio ogni 5 giorni

Fig. 11: Rappresentazioni grafiche del monitoraggio dei principali indici descritti per la valutazione della risposta dei sistemi naturali.

6.6 NOMI SCIENTIFICI, NOMI COMUNI E HABITUS DELLE SPECIE ARBOREE ED ARBUSTIVE CITATE NEL TESTO

<i>Arbutus unedo</i>	Corbezzolo	Arbustivo /arboreo
<i>Calluna vulgaris</i>	Calluna	Arbustivo
<i>Castanea sativa</i>	Castagno	Arboreo
<i>Cistus creticus</i>	Cisto di Creta	Arbustivo
<i>Cistus monspeliensis</i>	Cisto di Montpellier	Arbustivo
<i>Cistus salvifolius</i>	Cisto dalle foglie di salvia	Arbustivo
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinella	Arbustivo /arboreo

<i>Erica arborea</i>	Erica	Arbustivo /arboreo
<i>Erica scoparia</i>	Scopa	Arbustivo
<i>Daphne gnidium</i>	Dafne	Arbustivo
<i>Dorycnium hirsutum</i>	Trifoglio irsuto	Arbustivo
<i>Cytisus villosus</i>	Citiso trifloro	Arbustivo
<i>Cytisus scoparius</i>	Ginestra dei carbonai	Arbustivo
<i>Coronilla emerus</i>	Cornetta (Coronilla)	Arbustivo
<i>Fraxinus ornus</i>	Orniello	Arboreo
<i>Genista germanica</i>	Ginestra spinosa	Arbustivo
<i>Genista pilosa</i>	Ginestra pelosa	Arbustivo
<i>Genista tinctoria</i>	Ginestra dei tintori	Arbustivo
<i>Laurus nobilis</i>	Alloro	Arbustivo /arboreo
<i>Lavandula stoechas</i>	Lavanda selvatica	Arbustivo
<i>Pinus pinaster</i>	Pino marittimo	Arboreo
<i>Populus canescens</i>	Pioppo canescente	Arboreo

<i>Populus tremula</i>	Pioppo tremulo	Arboreo
<i>Pteridium aquilinum</i>	Felce aquilina	Arbustivo
<i>Quercus ilex</i>	Leccio	Arboreo
<i>Quercus pubescens</i>	Roverella	Arboreo
<i>Quercus suber</i>	Sughera	Arboreo
<i>Robinia pseudacacia</i>	Robinia (Acacia)	Arboreo
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rovo	Arbustivo
<i>Spartium junceum</i>	Ginestra comune	Arbustivo
<i>Ulex europaeus</i>	Ginestrone (Ginestra di Spagna)	Arbustivo