

**MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO**

REGIONE LIGURIA

LINEE GUIDA

**PER GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE IDROGEOLOGICA
E VEGETAZIONALE NELLE AREE PERCORSE DAL FUOCO**

**ELABORATO PRODOTTO SULLA SCORTA DI ESPERIENZE REALIZZATE
IN AREE INTERESSATE DA INCENDI BOSCHIVI IN LIGURIA**



Esempio di palificate in legname a doppia parete, a 30 giorni dalla ripresa vegetativa
Rio Crovetto, Spotorno (SV), maggio 2004 (foto U.Bruschini)

PREMESSE

Le Linee guida nascono dalla collaborazione tra il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio -Direzione Difesa del Territorio - e la Regione Liguria, a seguito dei finanziamenti, erogati nel 2001 dal Ministero, per la riqualificazione di aree percorse da incendi boschivi sul territorio regionale.

Il Ministero dell'Ambiente è intervenuto per la salvaguardia di aree a rischio idrogeologico sottese ad aree interessate da incendi boschivi e la Regione Liguria, con i suddetti finanziamenti, ha messo in sicurezza tre siti attraverso le competenti Comunità Montane che hanno gestito sia la parte tecnica sia la parte amministrativa degli interventi. Le opere, tra le prime in Italia come estensione e tecnica di intervento, sono state costantemente monitorate nel corso della loro realizzazione .

Si è ritenuto opportuno di divulgare le conoscenze acquisite nel corso della stesura dei progetti e della loro realizzazione nonché i risultati ottenuti, considerando l'incendio boschivo un problema sempre più attuale, come elemento di dissesto idrogeologico.

In particolare le Linee guida vogliono risultare un *first aid* agli Enti territoriali quali Comunità Montane e Comuni, per la stesura di progetti di riqualificazione ambientale in aree percorse dal fuoco, utilizzando prevalentemente le tecniche di ingegneria naturalistica, al fine di evitare, per quanto possibile, interventi invasivi su luoghi già pesantemente colpiti e per limitare al massimo, in tempi contenuti, il dissesto o, più semplicemente, la perdita di suolo fertile.

Le Linee guida, approvate con Deliberazione della Giunta Regionale della Liguria n.1142 del 30 settembre 2005 sono state elaborate congiuntamente dal Dott. Forestale Umberto Bruschini, dal Dott. Geol. Renzo Castello e dall'Ing. Dott. Naturalista Paolo Cornelini, che hanno elaborato un precedente documento prodotto per la Regione Liguria dal Dott. Forestale Umberto Bruschini e dal Dott. Geol. Maurizio Iallonghi.

Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio
Direzione Generale della Difesa del Suolo

Regione Liguria
Dipartimento Ambiente Servizio Politiche
Assetto del Territorio

Ing.Giovanni Onorato

Dott. Geol. Renzo Castello

INDICE

- Finalità
- Fattori determinanti la propensione al dissesto in aree percorse da incendi boschivi
- Azioni prioritarie di intervento
- Indicazioni per l'identificazione delle aree a priorità di intervento
- Tecniche di difesa del suolo e di recupero ambientale
- Gli interventi di recupero e ricostituzione della vegetazione

ALLEGATO 1 Indicazioni progettuali

ALLEGATO 2 Caratterizzazione di alcune aree percorse dal fuoco in Liguria

ALLEGATO 3 L'impiego del compost e del cippato nel recupero ambientale

FINALITA'

Ogni anno il territorio della nostra Regione è percorsa da incendi boschivi con ingenti danni non solo al patrimonio naturalistico. Gli incendi, che colpiscono l'attenzione dell'opinione pubblica per gli aspetti visivi connessi, soprattutto, se ne risultano interessate aree di elevato pregio ambientale ovvero è messa in pericolo la pubblica e privata incolumità, assumono, infatti, rilevanza anche sotto il profilo strettamente idrogeologico. E' noto che, oltre ai danni all'assetto vegetazionale, effetti evidenti del passaggio del fuoco sono i fenomeni di degrado, che comportano riduzione della funzione protettiva della vegetazione sul suolo, modificazioni dirette della componente pedologica, nonché fenomeni erosivi diffusi ed accelerati, che incidono sulla suscettività al dissesto.

A fronte di tali fenomeni la Regione Liguria ha predisposto le seguenti linee guida che rappresentano **le prime indicazioni tecniche** applicabili in presenza di criticità idrogeologiche ed ambientali legate al passaggio del fuoco.

Con le presenti "linee guida", che non hanno carattere vincolante anche in considerazione delle differenti casistiche che un "accidente" ambientale come il passaggio del fuoco può causare, l'amministrazione regionale auspica di fornire agli operatori pubblici e privati UNA BUONA PRATICA utile nella predisposizione di progetti di riqualificazione territoriale di aree percorse da incendio boschivo, che devono privilegiare il ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica.

In ogni caso l'attuazione degli interventi di riqualificazione idrogeologica e vegetazionale resta soggetta all'ambito di applicazione della normativa vigente in materia ed, in particolare, all' art. 10 della legge n.353 /2000, Legge quadro in materia di incendi boschivi, che dispone: "sono vietate per cinque anni, sui soprassuoli percorsi dal fuoco, le attività di rimboschimento e di ingegneria ambientale sostenute con risorse finanziarie pubbliche salvo specifica autorizzazione concessa dal Ministero dell'Ambiente per le aree naturali protette statali, o dalla Regione ¹ competente, negli

¹ Nell'attuale assetto di competenze quale risulta dalla l.r. 4/1999 spetta alle Comunità Montane ovvero alle Province nelle rispettive aree di competenza la valutazione ed il rilascio dell'autorizzazione in deroga, qualora ne ricorrano le condizioni, in quanto enti competenti in relazione alla tutela del vincolo idrogeologico

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”.

FATTORI DETERMINANTI LA PROPENSIONE AL DISSESTO IN AREE PERCORSE DA INCENDI BOSCHIVI

Nelle aree boschive percorse da incendi sono evidenti, soprattutto per gli addetti ai lavori, le problematiche di dissesto idrogeologico indotte dal passaggio del fuoco. Di seguito si individuano taluni fattori determinanti la propensione al dissesto quali risultano dall'esame della letteratura di settore e da esperienze in campo, che consentono di individuare l'entità dei problemi indotti dagli incendi:

1. erosione superficiale con perdita di suolo fertile;
2. alterazioni chimico-fisiche dei suoli;
3. diminuzione della capacità di infiltrazione;
4. riduzione dei tempi di corrivazione;
5. erosione accelerata incanalata.

Nei primi due casi si tratta di impatti di tipo geopedologico, riscontrabili nel breve periodo, se si considera che le perdite di suolo avvengono nel corso dei due mesi successivi all'incendio. Gli altri aspetti interessano, propriamente il dissesto idrogeologico e si esprimono nel medio e lungo periodo.

Appare evidente come le criticità suddette siano strettamente legate tra loro, e tali da innescare elementi di criticità idrologica sino a veri e propri fenomeni di propensione alla desertificazione e all'instaurarsi di nuove fitocenosi con caratteristiche a volte differenti rispetto alla copertura vegetale pre-incendio .

I processi di danno idrogeologico hanno luogo a partire in presenza di temperature che alterano sensibilmente le caratteristiche chimico-fisiche dei suoli; i dati vanno da temperature di circa 170° C per incendi di residui di vegetazione erbacea (stoppie o praterie ad erbe alte), fino ad 850° C negli incendi di bosco.

A tali temperature le alterazioni dei suoli sono molto importanti; in condizioni particolari si forma uno strato idrorepellente, formato da sostanza organica migrata verso il basso dopo un processo di pirolisi; tale strato idrorepellente subsuperficiale determina condizioni di maggiore ritenzione idrica sul sottile strato soprastante che, in presenza di piogge, è facilmente soggetto ad erosione accelerata.

Anche le caratteristiche fisiche dei suoli sono profondamente modificate; il suolo perde plasticità, si riduce la porosità (e la capacità di ritenzione idrica) e si perde la coesione; in definitiva, vengono favorite le condizioni di erosione del suolo stesso.

Dal punto di vista chimico, è vero che l'incendio, nel breve periodo, rende disponibili elementi inorganici facilmente solubili ed assimilabili da parte del terreno, aumentandone sostanzialmente la fertilità, ma occorre sottolineare che tali elementi sono anche molto più facilmente erodibili con le prime piogge; infatti prima dell'incendio erano presenti in composti organici legati al suolo, risultando più difficilmente asportabili dalle piogge.

In caso di asportazione della copertura i suoli vengono pesantemente esposti all'erosione, con la seguente cadenza di fasi:

- splash erosion: indotta dall'impatto diretto delle gocce sul suolo, determina la disgregazione del suolo, la fluidificazione della componente humifera e l'occlusione dei pori;
- sheet erosion: o erosione laminare, in terreni a bassa pendenza;
- rill erosion e gully erosion: erosione in rivoli e erosione incanalata, in terreni a media e forte pendenza

La quantità di suolo erosa nel corso di un anno risulta molto influenzata dalla intensità con cui il fuoco ha "aggredito" il bosco ma rispetto ad una area ricoperta da vegetazione, il suolo asportato dopo il passaggio di un incendio particolarmente devastante per il substrato pedologico, può essere anche 35 volte superiore l'erosione normale mentre un fuoco leggero implica una erosione di circa cinque volte la normale asportazione.

Anche la ridotta capacità di infiltrazione rappresenta un problema importante nel sistema idrogeologico e idrologico del post-incendio sia per la ridotta o nulla attività di veicolazione dell'acqua nel suolo da parte dell'apparato radicale sia per la minore porosità del suolo stesso sia per la formazione nel corso dell'incendio di livelli "idrofobici " dovuti alla deposizione di sostanze idrorepellenti come sopra ricordato.

Il calore prodotto da un incendio boschivo può far diminuire, per un limitato lasso di tempo, anche 80 volte la normale capacità di infiltrazione di un suolo.

In termini stagionali, l'erosione del suolo di maggiore consistenza avviene nei mesi immediatamente successivi all'incendio, soprattutto in corrispondenza delle piogge autunnali successive all'incendio estivo.

Tali perdite di suolo sono particolarmente gravi soprattutto in considerazione della lentissima pedogenesi che caratterizza gran parte dei suoli liguri con particolare riferimento ai substrati serpentinosi.

AZIONI PRIORITARIE DI INTERVENTO

In funzione del tipo e dell'intensità dell'incendio si possono generare danni di diversa entità, che, nei migliori dei casi, determinano danni alla vegetazione e perdite di suolo piuttosto contenuti, che consentono il recupero dell'assetto del territorio in pochi anni, prescindendo da valutazioni di ordine ecologico sulle modificazioni comunque indotte alla vegetazione, al suolo ed alla fauna.

Nel caso, invece, di danni di maggiore rilevanza che possono essere percepiti sia in termini estetico-paesaggisti sia, soprattutto, in termini di danno al soprassuolo ed alla sua funzionalità idrogeologica, è presumibile che incendi di forte intensità possano provocare danni all'assetto del territorio ed il recupero naturale delle aree sia lento e parziale.

Di fronte ad una situazione di degrado quale quella che si presenta agli operatori del settore nell'immediatezza dell'incendio boschivo si suggerisce, pertanto, di intervenire tenuto conto delle seguenti indicazioni:

- intraprendere, in tempi contenuti, le azioni necessarie ad evitare ulteriori fenomeni di degrado;
- pianificare e progettare interventi combinati di difesa del suolo e recupero della copertura vegetazionale;
- utilizzare, prioritariamente, tecniche a basso impatto ambientale per le opere di difesa del suolo;
- utilizzare, prioritariamente, criteri ecologici e di selvicoltura naturalistica nella ricostruzione della vegetazione;
- reintegrare, per quanto possibile, le perdite di sostanza organica e di biomassa vegetale mediante il reimpiego di materiali naturali (materiali legnosi, prodotti derivati da compostaggio, ecc.).

Considerate le difficoltà di recupero di aree totalmente distrutte dal fuoco, appare, altresì, opportuno che sia accuratamente studiata e predisposta la fase di progettazione degli interventi di sistemazione idraulico-forestale e di recupero ambientale, da affidare a professionalità con competenze multidisciplinari, esperti, in particolare, in materia di Ingegneria naturalistica, dinamiche vegetazionali e dissesto dei versanti.

INDICAZIONI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE AREE A PRIORITÀ DI INTERVENTO

Come è noto le aree percorse da incendio boschivo possono presentare una propria intrinseca fragilità dovuta principalmente:

1. al degrado delle capacità di "salvaguardia idrogeologica", con conseguente elevato trasporto solido, maggiori tempi di corrivazione e possibile innesco di frane superficiali;
2. alla perdita di suolo fertile con conseguenti situazioni di propensione alla desertificazione e, con particolare riferimento all'ambiente ligure, alla perdita di elementi vegetazionali di pregio.

La maggiore propensione al dissesto, in caso di piogge particolarmente intense, si manifesta nelle aree acclivi con coltre detritica di potenza anche non elevata, ed in particolare in aree già soggette a movimenti gravitativi, mentre le vie preferenziali per l'allontanamento del consistente trasporto solido prodotto risulta ovviamente il reticolo idrografico del bacino idrologico interessato.

Le condizioni geomorfologiche e orografiche del sito nonché lo stato di urbanizzazione del territorio a valle del sito stesso rappresentano, pertanto, i fattori di maggiore criticità, che gli Enti competenti sono chiamati a tenere presente ai fini dell'individuazione delle priorità di intervento.

Gli elementi fondativi per un primo screening mirato a stabilire la maggiore o minore criticità del sito percorso da incendio anche in funzione degli elementi a rischio presenti sul territorio a valle dello stesso, sono desumibili dalla cartografia tematica e dalle conseguenti carte di sintesi dei Piani di bacino vigenti.

In funzione degli elementi deducibili dalle cartografie citate e dalle conoscenze idrologiche dei Piani di Bacino sono, infatti, individuabili aree che, tenuto conto delle situazioni idrogeologiche ed idrauliche particolarmente critiche, risultano potenzialmente pericolose per gli elementi antropici presenti a valle ovvero all'interno delle stesse e pertanto da ritenersi a rischio.

Di seguito si individua un primo elenco di fattori che, se presenti nell'areale in esame, costituito dalla zona percorsa dall'incendio boschivo e dalla sua immediata espansione

a valle, possono rendere lo stesso come areale a rischio in caso di piogge particolarmente intense.

1. Sono state interessate da incendio boschivo aree in frana attiva (pg4), aree con suscettività al dissesto elevata o in frana quiescente (pg3) e media (pg2) solo se queste ultime presentano particolari criticità geomorfologiche desumibili dalla carta geomorfologica stessa;
2. L'area, particolarmente acclive, percorsa da incendio sottende un elemento a rischio ovvero lo stesso risulta in prossimità di un corso d'acqua o di un impluvio direttamente interessato dall'incendio boschivo;
3. In prossimità dell'elemento a rischio e comunque a valle di una estesa area interessata da incendio il corso d'acqua presenta elementi idraulici di particolare criticità quali tombinamenti, ponti non verificati etc.
4. sono state interessate da incendio boschivo aree antropizzate quali discariche di rifiuti inerti, terrapieni etc, boscate prima del passaggio del fuoco.

Indirizzi progettuali

Si indicano di seguito alcuni indirizzi progettuali utili per la stesura del progetto di riqualificazione e di mitigazione del rischio dell'area d'interesse. Si ritiene, infatti, opportuno che:

1. le opere di salvaguardia siano realizzate prioritariamente lungo le aree prospicienti i corsi d'acqua;
2. gli interventi applichino, per quanto possibile, tecniche di ingegneria naturalistica (IN) recuperando i materiali di risulta presenti in situ o utilizzando materiali di origine comunque "naturale";
3. le opere per il consolidamento e il "trattenimento" del suolo consistano prevalentemente in briglie in legname e pietrame o palizzate utilizzando, ove possibile, le ceppaie rimaste se presentano ancora le necessarie capacità di ancoraggio al substrato;

4. il materiale legnoso morto sia in piedi che a terra sia riutilizzato in opere di I.N. e, pertanto, reso solidale al terreno ovvero asportato dal sito in questione o cippato sul luogo stesso al fine di evitarne la fluitazione e la conseguente ostruzione di manufatti in alveo ;
5. le vie di accesso alle aree di cantiere siano realizzate con tutti gli accorgimenti necessari ad evitare fenomeni di infiltrazione preferenziale delle acque di ruscellamento ed ad aumentare, comunque, la propensione al dissesto;
6. nel caso in cui si debba intervenire in aree interessate da frane attive o quiescenti o coltri superficiali con potenza tale da poter essere causa di frane superficiali se intaccate, siano posti preventivamente in opera tutti gli accorgimenti necessari alla prevenzione del possibile dissesto;
7. per la ricostituzione del suolo e della sua frazione organica, a supporto di possibili operazioni di idrosemina e stesura di bio reti, sia utilizzato, tra l'altro, il materiale "cippato" nonché, se del caso in aree campione e previa verifica qualitativa del materiale , compost di qualità;
8. si proceda ad una valutazione comparativa delle fitocenosi esistenti prima dell'incendio e del nuovo assetto vegetazionale dell'area interessata dagli interventi, tenuto conto della capacità di recupero spontaneo delle fitocenosi incendiate;
9. sia previsto un programma di "gestione e manutenzione" dell'area interessata dall'intervento.

Risultati attesi

Dall'applicazione dei sopra citati indirizzi progettuali possono derivare i seguenti risultati ad avvenuta realizzazione degli interventi di riqualificazione dell'area con le modalità indicate nel presente documento:

1. la regimazione delle acque superficiali e il conseguente ripristino della funzionalità idrogeologica dell'area al fine di:

- a) limitare il trasporto solido e la conseguente perdita di "suolo";
 - b) evitare l'innescò di movimenti franosi anche superficiali recuperando le aree in dissesto anche di limitata potenza;
 - c) riportare i tempi di corrivazione a valori "naturali" recuperando la permeabilità propria del suolo e la sua capacità di infiltrazione diffusa;
2. la messa in sicurezza degli elementi, che in occasione di eventi meteorologici anche non eccezionali, possono ostruire le opere in alveo poste a valle;
 3. la ricostituzione di un soprassuolo confacente con le caratteristiche vegetazionali del sito e, per quanto possibile, gli ambienti naturali distrutti dal passaggio del fuoco se in linea con gli indirizzi di programmazione forestale della Regione Liguria.

TECNICHE DI DIFESA DEL SUOLO E DI RECUPERO AMBIENTALE

Le problematiche da affrontare nel recupero delle aree percorse dal fuoco sono sostanzialmente le seguenti:

1. la sistemazione dei versanti e dei corsi d'acqua con interventi di difesa del suolo e di ricostituzione del substrato pedologico;
2. la ricostituzione della copertura vegetazionale.

Le diverse fasi che verranno illustrate devono essere naturalmente intese come complementari tra loro. La ricostituzione della copertura vegetazionale si attua, infatti, contestualmente alla realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica, così come la stabilizzazione di un'area in erosione superficiale si ottiene sia con strutture specifiche che con rivestimenti vegetativi, con semine, ecc..

Nel presente paragrafo vengono descritte alcune tecniche ed alcuni accorgimenti tecnici, che possono essere osservati nella progettazione e, soprattutto, nella esecuzione di interventi di difesa del suolo e di recupero ambientale, che possono identificarsi nel generico settore delle sistemazioni idraulico-forestali. Si tratta, comunque, di indirizzi progettuali da non intendersi come "indirizzi standardizzati e codificati" e sarà cura del tecnico effettuare eventuali modifiche o migliorie finalizzate all'adattamento dell'intervento alle singole zone.

Quanto agli interventi prevalgono, in particolare, quelli che vengono, di solito, individuati come **interventi estensivi di sistemazione dei versanti**, diretti principalmente al contenimento ed alla sistemazione di fenomeni erosivi e di movimento di terreno superficiali.

In genere, nelle aree percorse dal fuoco della Regione Liguria gli interventi di riqualificazione ambientale sono, prioritariamente, attuati con interventi di Ingegneria naturalistica ove le condizioni risultino favorevoli .

Resta inteso che le opere devono, comunque, essere caratterizzate da basso impatto ambientale, intendendo con tale espressione non solo l'aspetto estetico dell'opera, che deve ben inserirsi nel paesaggio, ma soprattutto l'aspetto funzionale, che deve adattarsi alle singole condizioni della zona di intervento.

Quanto alle opere di ingegneria naturalistica, si rinvia a quanto indicato dalla **Regione Liguria** nel manuale **“Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale”** e nello schema di **“ Contratto e capitolato speciale d’appalto”** per opere di Ingegneria Naturalistica.

Si richiama, peraltro, l’attenzione sui seguenti aspetti tecnico -funzionali delle opere di ingegneria naturalistica finalizzati al recupero delle aree percorse dal fuoco:

1. impiego di materiali legnosi, fibre biodegradabili, ecc., che, oltre a fornire strutture e supporto alle opere di rinverdimento, apportano consistenti quantità di sostanza organica ai suoli;
2. efficace azione di completamento per l’attecchimento della vegetazione posta a dimora nelle strutture;
3. sviluppo di condizioni microclimatiche ed edafiche favorevoli alla vegetazione, soprattutto nelle condizioni di difficoltà ed aridità dei siti in oggetto;
4. modularità e facile adattabilità di molte tecniche a situazioni anche molto diversificate, oltre che elasticità e leggerezza delle strutture;
5. facilità di trasporto dei materiali;
6. buon inserimento nel paesaggio;
7. utilizzo di materiale anche parzialmente combusto, di risulta dai tagli di bonifica dell’area.

Quanto alle tipologie di intervento realizzabili nelle aree percorse da fuoco mediante tecniche di I.N. le principali possono essere così elencate:

- interventi di **sistemazione del terreno**;
- opere di **consolidamento al piede**;
- opere di **stabilizzazione superficiale**;
- opere di **rivestimento vegetativo**.

Interventi di sistemazione del terreno

Rientrano in questo ambito gli interventi di preparazione dell’area, di profilatura di scarpate, ecc. . In relazione alla delicatezza delle aree di intervento, dove il suolo ed il terreno sono risorse preziose, appare opportuno

- riutilizzare i materiali di risulta per il ricarico di aree con limitati profili pedologici, e per il riempimento di opere di I.N.;
- limitare al massimo i movimenti terra e favorire la pedogenesi in caso assenza di suolo;
- in caso di riporti di terreno, privilegiare il rinterro delle opere di I.N. e la posa del terreno a tergo delle stesse, al fine di utilizzarle per il contenimento del terreno.

Opere di consolidamento al piede

Comprendono le opere di I.N. con maggiore utilizzo delle strutture in legname e/o di altri materiali morti. Si tratta in genere di strutture, che consentono, infatti, il consolidamento al piede di fenomeni di dissesto. Le principali sono:

1. palificata viva in legname a doppia parete:

è l'opera di maggiore utilizzo tra quelle di consolidamento al piede. Può essere utilmente impiegata per:

- la sistemazione al piede di limitati fenomeni franosi e scarpate stradali;
- la formazione di gradonature per il rimodellamento dei versanti;
- la sistemazione di erosioni incanalate in solchi e calanchi;
- il consolidamento a valle di tracciati forestali e di servizio;
- la formazione di linee di drenaggio in impluvi, con riempimento in pietrame nelle parti interessate da ruscellamento dell'acqua.

Considerata la limitata potenza media del suolo, gli scavi di fondazione possono essere poco approfonditi e, comunque, realizzati tenuto conto della presenza della roccia. In ogni caso deve essere mantenuta la contropendenza a monte.

Tale tipologia di opera offre il grande vantaggio della modularità, della leggerezza e del trasporto del materiale. Il terreno di riempimento rappresenta un punto di facile attecchimento e sviluppo della vegetazione. In caso di limitata disponibilità di terreno in loco o di sterilità dello stesso, il riempimento potrà essere effettuato in parte con terreno e detrito locale, in parte con terreno di riporto, compost, chips legnosi, ecc..

2. palificata viva in legname a parete semplice:

può essere utilmente impiegata per:

- la sistemazione al piede di piccoli fenomeni franosi e scarpate stradali;
- la formazione di gradonature sui versanti per piccoli rimodellamenti;
- il consolidamento a valle di tracciati forestali e di servizio;

In relazione alle limitate necessità di terreno per il loro riempimento possono essere utili in zone con limitata disponibilità di materiali per i rinterri in loco, mantenendo buone condizioni per l'attecchimento di piantine e semine.

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

3. scogliera rinverdita:

è un'opera poco utilizzata per la sistemazione dei versanti, considerata la necessità di accesso al sito di intervento con mezzi di trasporto pesanti e della mobilitazione dei massi con mezzi meccanici pesanti.

Può, comunque, essere usata per :

- la sistemazione al piede di fenomeni franosi e scarpate stradali;
- la formazione di gradonature sui versanti per il loro rimodellamento;
- la sistemazione di erosioni incanalate in solchi e calanchi;
- il consolidamento a valle di tracciati forestali e di servizio;

In caso di utilizzo di massi di limitate dimensioni (per sistemazione di piccole scarpate stradali, nicchie di erosione e piccoli impluvi sui versanti, ecc.) possono essere realizzate strutture con pietrame a secco, riutilizzando materiale locale in zone ad elevata pietrosità, con caratteristiche simili ai muri a secco.

Non presentano elementi particolarmente favorevoli per lo sviluppo di piantine, fatti salvi eventuali riporti e riempimenti a tergo con terreno

4.gabbioni rinverditi:

valgono le considerazioni usualmente effettuate per l'impiego di gabbioni. Il loro impiego può essere favorevole in presenza di abbondante pietrosità, che può essere reimpiegata per il loro riempimento.

Possono, comunque, essere usati per :

- la sistemazione al piede di limitati fenomeni franosi e scarpate stradali;
- la sistemazione di erosioni incanalate in solchi e calanchi;

- il consolidamento a valle di tracciati forestali e di servizio.

Non rappresentano una struttura particolarmente favorevole per lo sviluppo della vegetazione in aree a forte aridità media.

5. briglie in legname e pietrame:

presentano i vantaggi delle palificate in legname a doppia parete, con costi maggiori per il riempimento con pietrame e per la formazione della gàveta. Sono utilizzabili per:

- la sistemazione di erosioni incanalate in solchi e calanchi, 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. terre armate:

possono essere utilizzate quando vi sia disponibilità di materiale terroso in loco oppure sia agevole il trasporto di materiali di riporto ed offrono il grande vantaggio della modularità, della leggerezza e del trasporto del materiale.

Non favoriscono, invece, lo sviluppo delle piantine in zone a forte aridità.

Opere di stabilizzazione superficiale

Comprendono le opere di I.N. maggiormente utilizzate nella sistemazione di aree percorse dal fuoco, grazie al loro impiego in zone con scarsa potenza del terreno e laddove sia necessario contenere fenomeni erosivi superficiali e diffusi.

1. palizzate semplici:

consistono nella posa di picchetti infissi nel terreno e pali di legname con diametro (d)=10-15 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 tergo è di spessore limitato ma sufficiente per lo sviluppo di piantine e semine. Possono essere impiegate per:

- la sistemazione estensiva di tratti di versante in erosione diffusa;
- la formazione di gradonature sui versanti per piccoli rimodellamenti;
- il consolidamento di piccoli solchi di erosione, di profondità massima di 30-40 cm.;
- la stabilizzazione di piccoli movimenti franosi e scarpate stradali.

I picchetti infissi nel terreno devono essere preferibilmente di legno; in caso di roccia subaffiorante, detrito, ecc. si potranno utilizzare piloti in acciaio, anche ad aderenza migliorata. Ove possibile saranno, comunque, preferibili i picchetti in legno per evitare la posa di ostacoli potenzialmente pericolosi sui versanti.

Le palizzate devono essere disposte in piccoli tratti di 4-5 m. di sviluppo, alternati sui versanti, con andamento irregolare; tali accorgimenti tecnico-costruttivi sono particolarmente importanti in aree ampie come quelle percorse dal fuoco, in relazione all'inserimento paesaggistico dell'intervento.

Nel rinterro a monte la posa di compost, terre di coltivo ed altro materiale organico (paglia, chips legnosi, ecc.) migliora le condizioni di attecchimento delle piantine.

2.graticciate, viminate morte:

consistono nella posa di picchetti infissi nel terreno e fasci di ramaglia morta posti a tergo o ad intreccio tra i picchetti. Sono 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 solo dove il rinterro a monte sia di quantità e qualità tale da garantire un rapido attecchimento delle piantine.

Laddove vi sia disponibilità di ramaglia fine, la situazione migliore è la cippatura ed il reimpiego dei chips sul terreno.

3.grata viva:

tra le opere di stabilizzazione superficiale è la più massiccia e la più onerosa. Offre indubbi vantaggi per la stabilizzazione e la ricostituzione della vegetazione in aree a fortissima pendenza e roccia affiorante, spesso in abbinamento con palificate a doppia parete. Può essere utilizzata per:

- la sistemazione del corpo di scarpate in scavo;
- la ricostituzione del terreno e della copertura vegetale di zone a roccia subaffiorante;
- la stabilizzazione a valle di tracciati forestali e di servizio.

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.

Opere di rivestimento vegetativo

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

Dalle opere di rinverdimento collegate alle opere di I.N. prendono, infatti, avvio i processi di colonizzazione del terreno da parte della vegetazione.

1. posa di reti antierosione:

è il settore dove il mercato offre la maggiore varietà di prodotti e materiali specifici, con reti, feltri, georeti, ecc. . Si suggerisce di definire, in fase di progettazione, le specifiche di prodotto più dettagliatamente possibile, al fine di evitare confusioni terminologiche e la fornitura di materiali non previsti.

Trovano ampio campo di applicazione in:

- sistemazione di intere porzioni di versante in forte erosione superficiale diffusa, previa piccole operazioni di livellamento del terreno;
- sistemazione di scarpate stradali;
- sistemazione superficiale di movimenti franosi.

Si sottolinea che la funzione delle reti antierosione è esclusivamente quella di contenimento dell'erosione, al fine di facilitare l'attecchimento delle sementi e delle piantine poste a dimora, fornendo anche un equilibratore dell'umidità al suolo ed un apporto di sostanza organica. Proprio in riferimento a queste funzioni ed alla situazione dei suoli, si consiglia di utilizzare sempre reti biodegradabili (juta, cocco, ecc.) che svolgono efficaci azioni antierosive, trattengono umidità ed apportano S.O. con la loro degradazione. Reti plastiche tridimensionali, miste di materiali plastici e ferrosi, ecc.

non offrono particolari vantaggi, devono essere rinterrate per funzionare e non essere impattanti sul paesaggio (altrimenti permangono come macchie scure sul terreno).

2.idrosemine:

è una tecnica ampiamente utilizzata, con numerosissime varianti, brevettate e non, con grande scelta di materiali. In linea generale, è consigliabile il ricorso ad idrosemine, ricche di substrati organici di coltivazione (mulch, cellulosa, fibre varie, ecc.), concimi, terricci e collanti evitando idrosemine a basso costo con soli collanti e pochi concimi; in quanto i risultati sono inferiori a quelli conseguibili con buone semine manuali.

3.semine:

si intendono le semine manuali, effettuate a spaglio da personale a terra.

Prescindendo dalla scelta delle sementi, le semine daranno buoni risultati se localizzate in zone con presenza di terreno; dove il substrato pedologico è limitato, sarebbe opportuno effettuare semine protette con materiali vegetali di risulta da tagli del fieno, da paglia, compost e/o chips legnosi. La formazione di un feltro di sostanza organica favorisce la ritenzione idrica, a favore della germinazione del seme, ed apporta sementi e sostanza organica al terreno

Quanto ai **materiali legnosi per le strutture di I.N.** è opportuno utilizzare legname ad alta durabilità, scelto tra i seguenti:

- o legname di castagno scortecciato;
- o legname di resinose impregnato a pressione.

Nelle aree percorse dal fuoco è, peraltro, utilizzabile **il legname di risulta dalle operazioni di bonifica** della vegetazione colpita dall'incendio, purchè risulti ancora funzionale per almeno $\frac{3}{4}$ del proprio volume e purchè sia impiegato per opere di stabilizzazione superficiale, quali palizzate semplici per sviluppare principalmente la funzione di contenimento del suolo lungo i versanti soggetti ad erosione diffusa escludendo palificate e grate. Per queste ultime il legname di risulta potrà essere impiegato solo valutando, caso per caso, che le funzioni strutturali possano ancora essere svolte efficacemente. Inoltre dovrà essere particolarmente curato il rinterro di

tali opere, eventualmente con parti di compost, concimi e/o terre ricche di humus, nonchè la scelta delle specie di nuovo impianto.

In sostanza, 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.

Resta, comunque, inteso che l'impiego di legname di risulta dalle operazioni di bonifica, adatto in termini dimensionali, risulta, 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. In tale senso, i materiali di risulta dalle operazioni di bonifica non dovranno essere oggetto di abbruciamento, fatti salvi quei casi in cui vi possano essere rischi concreti di innesco di nuovi incendi, con interessamento di elementi a rischio.

GLI INTERVENTI DI RECUPERO E DI RICOSTITUZIONE DELLA VEGETAZIONE

La resilienza della vegetazione, che definisce la capacità di ritornare alle condizioni iniziali a seguito degli incendi, varia in funzione delle forme biologiche presenti e del tipo di riproduzione successiva al passaggio del fuoco. Il fuoco è, infatti, un componente naturale dell'ecosistema mediterraneo, che ha avuto un ruolo fondamentale nella determinazione dell'attuale paesaggio vegetale.

Le specie legnose sempreverdi della macchia e della lecceta hanno, in genere, capacità di ripresa vegetativa tramite l'emissione di polloni dagli organi ipogei non bruciati, mentre producono pochi semi. Le specie con capacità di ripresa vegetativa posseggono poi un sistema radicale più sviluppato delle specie legnose con rigenerazione da seme, che garantisce un miglior consolidamento del suolo.

Le conifere sono, in genere, specie con rigenerazione da seme, producono moltissimi semi, ma non hanno capacità di ripresa vegetativa.

Nel bacino del Mediterraneo l'evoluzione delle fitocenosi in presenza del fuoco ha premiato le specie sempreverdi con capacità di riproduzione vegetativa (leccio, fillirea, lentisco alaterno, etc.) rispetto alle specie sempreverdi a riproduzione da seme (pini, cisti).

Ne risulta una miglior efficienza della macchia e della lecceta rispetto al bosco di conifere, nella maggioranza dei casi di impianto artificiale, nel recupero della vegetazione e nella difesa del suolo.

La resilienza della vegetazione mediterranea nella capacità di ricostituire l'assetto vegetazionale preesistente l'incendio trova, peraltro, un limite nella frequenza degli incendi. Gli incendi ripetuti alterano la vegetazione mantenendola negli stadi pionieri e causano l'impoverimento del suolo e l'erosione. Tale degradazione irreversibile comporta la distruzione della foresta sempreverde mediterranea e la comparsa di una gariga a cisti ed eriche. Il degrado del suolo può essere talmente avanzato che, anche cessando l'impatto, il recupero della vegetazione verso le forme più evolute è particolarmente difficoltosa.

Gli interventi di recupero e di ricostituzione della copertura vegetale costituiscono, pertanto, una operazione difficile e delicata, in considerazione delle condizioni delle aree percorse da incendi molto intensi, dove i danni al soprassuolo sono stati pressochè totali ed i danni ai suoli sono stati rilevanti. Lo stato di degrado, infatti, può peggiorare con il trascorrere del tempo dal momento dell'incendio sempre in funzione dell'asportazione delle componenti fertili del terreno.

Inoltre le scelte relative alla ricostituzione della vegetazione non sono generalizzabili o codificabili, in considerazione della variabilità propria del settore vegetale. Appare, peraltro, preferibile che l'intervento di ricostituzione della vegetazione sia avviato laddove siano già presenti le opere di I.N. in considerazione della maggiore disponibilità di terreno, della maggiore porosità dovuta al riporto del terreno, del migliore mantenimento dell'umidità, ecc., evitando la posa di piantine isolate su terreno privo di copertura, specialmente se di specie arboree climaciche.

Sarà, comunque, difficile ottenere coperture continue in tempi ridotti considerate le difficoltà e lo stato di degrado delle aree percorse da incendi a forte intensità. Anche per questo motivo la scelta di arbusti ricostruttori sembra fondamentale per il recupero ambientale delle aree interessate.

Si forniscono, di seguito, alcune indicazioni tecniche, che consentono di effettuare le scelte operative più consone al sito di intervento individuando le specie più adatte al sito stesso.

1. trattamento della eventuale vegetazione esistente:

Nel caso di trattamento della vegetazione esistente valgono i seguenti indirizzi generali:

bonifica della vegetazione:

si intende l'eliminazione del materiale legnoso morto in piedi per combustione e/o attacchi parassitari, ecc.. Si procede al taglio al colletto di tutte le piante, che saranno sramate e depezzate in misure adatte ad un eventuale reimpiego in opere di I.N. quando lo stato di degrado ed i diametri del legname siano soddisfacenti. La ramaglia ed il materiale minuto devono essere preferibilmente sminuzzate con cippatrice, ridotto in scaglie (chips), che potranno essere reimpiegate sul terreno. In mancanza di viabilità per l'accesso della cippatrice, la ramaglia potrà essere concentrata in piccoli mucchi e sminuzzata con la motosega, in pezzi da 40-50 cm. massimo, in modo da facilitarne la decomposizione sul terreno e la cessione di

sostanza organica. Il legname non utilizzabile per opere di I.N. potrà comunque essere depezzato e posato sul terreno, lungo le curve di livello, fissandolo sommariamente con picchetti reperiti in loco o altro, svolgendo comunque una azione di rallentamento dell'acqua.

trattamento delle ceppaie di latifoglie:

le latifoglie hanno la capacità di emettere polloni dal colletto della ceppaia. L'entità ed il vigore di tale ricaccio sarà direttamente dipendente dai danni subiti dalla ceppaia stessa, ma raramente sono state osservate ceppaie completamente danneggiate. In ogni caso è preferibile procedere ad un taglio selettivo, a favore dei ricacci esistenti, eliminando i fusti morti in piedi; nel caso in cui tale operazione sia materialmente difficoltosa e purchè 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.

2. impianto della vegetazione ex-novo

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

- effettuare rilievi, anche speditivi, della composizione della vegetazione esistente e nelle aree limitrofe con caratteristiche analoghe all'area percorsa dal fuoco;
- 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.

- utilizzare prevalentemente arbusti ricostruttori autoctoni, impostando il recupero della vegetazione dagli stadi iniziali, in relazione sempre allo stato di degrado dell'area;

- impostare l'impianto di arbusti in misura pari ad almeno il 70-90 % della composizione specifica del nuovo impianto di vegetazione;

- 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;
- evitare l'impiego di specie climaciche (le specie che costituiscono lo stadio finale del soprassuolo, in assenza di disturbi), come ad es. il leccio, che potrebbero incontrare serie difficoltà in aree molto esposte e degradate, sia nel suolo che nella copertura vegetazionale;
- 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;
- anche nelle specie arboree, almeno in piccole aree ristrette e/o nell'ambito di eventuali parcelle pilota, riservare una quota minima a leguminose arboree come la mimosa, l'albero di Giuda, ecc., al fine di verificare le capacità di miglioramento del suolo e di aumento dell'accrescimento;
- nella scelta del miscuglio di sementi per le idrosemine e le semine manuali, usare sempre miscugli molto diversificati, purchè di specie adatte ai siti di intervento;
- nel miscuglio per le semine inserire sempre specie arbustive (ginestre) e leguminose erbacee (ginestrino, trifoglie, erba medica, ecc.) purchè compatibili con il sito, in misura pari ad almeno il 25-35 % del miscuglio;
- per quanto riguarda il materiale vegetale di impianto, privilegiare la fornitura di vivai esistenti in loco;
- utilizzare sempre, salvo casi particolari, piantine con pane di terra (fitocella, paper pot, ecc.) per ridurre gli stress di impianto;
- utilizzare sempre piante giovani (1-2 anni) che meglio si adattano alle difficili condizioni dei siti di intervento;

- non utilizzare talee di salici nelle opere di ingegneria naturalistica in aree litoranee, salvo casi specifici valutati dal tecnico (in zone di ristagno idrico, impluvi, ecc.);
- utilizzare chips legnosi per la pacciamatura intorno alle piantine, per il mantenimento dell'umidità.

ALLEGATO 1

INDICAZIONI PROGETTUALI

Di seguito si forniscono talune indicazioni, desunte dalla normativa sui lavori pubblici, per la redazione di un progetto di recupero di un area percorsa dal fuoco, articolato per approfondimenti tecnici successivi, utilizzabili dagli operatori pubblici e privati impegnati nella riqualificazione del territorio.

PROGETTO PRELIMINARE

Rappresenta la fase di avvio della progettazione ed è finalizzato alla definizione dei criteri tecnici fondamentali del progetto, i costi, la sua fattibilità. Nel caso specifico di un progetto di opera di recupero si suggerisce di sviluppare la progettazione avendo presente la seguente documentazione tecnica:

relazione tecnico-illustrativa, articolata in:

- inquadramento dell'opera, del finanziamento, delle motivazioni;
- descrizione dello stato attuale, negli aspetti vegetazionali, di degrado e dissesto idrogeologico, di elementi a rischio;
- indicazioni di progetto, con individuazione degli obiettivi e dei criteri di scelta del progetto, individuazione e descrizione degli interventi;
- valutazioni sulla fattibilità dell'opera, con riferimento alla documentazione geologica preliminare;
- valutazioni sulla disponibilità delle aree ed eventuali espropri o occupazioni temporanee;
- cronoprogramma delle fasi attuative;
- individuazione delle operazioni di accessibilità al cantiere, di manutenzione delle opere;
- prime indicazioni e disposizioni per il piano di sicurezza.

studio di prefattibilità ambientale, comprensivo di:

verifica compatibilità Assetto Vegetazionale P.T.C.P. 1:25.000;
verifica compatibilità Assetto Geomorfologico P.T.C.P. 1:25.000;
verifica compatibilità Assetto Insediativo P.T.C.P. 1:25.000;
verifica di compatibilità con la pianificazione di bacino;
eventuali presenze di aree Parco, SIC, ecc.;
verifica disposizioni in materia urbanistica (PUC, PRG, ecc.);
valutazioni di fattibilità, incidenza sulla salute dei cittadini,
mitigazione degli impatti, ecc.

planimetria generale, in scala 1:10.000 o 1:5.000

schemi grafici, comprensivi di:

stralcio cartografico Assetto Vegetazionale P.T.C.P. 1:25.000;
stralcio cartografico Assetto Geomorfologico P.T.C.P. 1:25.000;
stralcio cartografico Assetto Insediativo P.T.C.P. 1:25.000
stralci cartografici di aree Parco, SIC, Piani di Assestamento
forestale, Piani di Bacino, ecc.;
stralci cartografia strumenti urbanistici (PUC, PRG, ecc.);

schemi grafici ed opere d'arte tipo, comprensivi di:

sezioni, prospetti, planimetrie delle opere d'arte tipo (opere di
I.N. quali palificate, grate, palizzate, ecc.);
opere di regimazione acque lungo viabilità forestale, ecc.

calcolo sommario della spesa

documentazione fotografica

rilievi, eventuali rilievi forestali, vegetazionali, climatici, ecc.

PROGETTO DEFINITIVO

Rappresenta la fase di progettazione finalizzata all'ottenimento dei titoli abilitativi necessari alla realizzazione delle opere di recupero, alla maggiore definizione dei criteri tecnici di progetto. Nel caso specifico di un progetto di opera di recupero si suggerisce di sviluppare la progettazione avendo presente la seguente documentazione tecnica:

relazione descrittiva, articolata in:

inquadramento dell'opera, del finanziamento, delle motivazioni;
descrizione dello stato attuale, negli aspetti vegetazionali, di degrado e dissesto idrogeologico, di elementi a rischio, con riguardo a tutti gli aspetti esplorati del territorio;
indicazioni di progetto, con individuazione degli obiettivi e dei criteri di scelta del progetto, individuazione e descrizione degli interventi, motivazioni di eventuali modifiche rispetto al preliminare;
valutazioni sulla disponibilità delle aree ed eventuali espropri o occupazioni temporanee;
eventuali modifiche al cronoprogramma delle fasi attuative;
individuazione delle operazioni di accessibilità al cantiere, di manutenzione delle opere;

studio di fattibilità ambientale, con approfondimenti rispetto al preliminare ed individuazione di tutti gli aspetti relativi ad autorizzazioni in campo ambientale;

relazioni geologica, geotecnica, idrologica, idraulica, in relazione alle singole necessità dell'area e degli interventi;

rilievi planoaltimetrici, in scala 1:500 o 1:1.000;

tavole di inquadramento generale, in scale varie:

stralcio cartografico Assetto Vegetazionale P.T.C.P. 1:25.000;

stralcio cartografico Assetto Geomorfologico P.T.C.P. 1:25.000;

stralcio cartografico Assetto Insediativo P.T.C.P. 1:25.000;

stralci cartografici dei piani di bacino;

stralci cartografici di aree Parco, SIC, Piani di Assestamento forestale;

stralci cartografia strumenti urbanistici (PUC, PRG, ecc.);

localizzazione aree percorse dal fuoco;

aspetti logistici legati ad accessibilità, presenza di linee aeree per interventi con elicottero, ecc.;

planimetria catastale;

planimetrie e sezioni di progetto, in scale 1:500, 1:200;

planimetrie e sezioni di viabilità di servizio, in scala 1:500, 1:50;

particolari costruttivi, in scale varie;

computo metrico estimativo e quadro economico-riassuntivo;

disciplinare descrittivo e prestazionale, comprendente:

descrizione dei lavori;

norme tecniche sui materiali (legname, materiale vivaistico, reti, ecc.);

norme tecniche sui lavori (opere I.N., viabilità, ricostituzione vegetazione, ecc.);

piano particellare di esproprio, o di occupazione temporanea dei terreni;

documentazione fotografica;

rilievi, eventuali rilievi forestali, vegetazionali, climatici, ecc.;

calcoli preliminari di strutture ed eventuali impianti;

stima sommaria dell'intervento e delle espropriazioni.

PROGETTO ESECUTIVO

Definisce compiutamente tutte le opere previste in progetto ed è redatto nel rispetto delle indicazioni del definitivo, fatte salve eventuali modifiche imposte da prescrizioni in fase autorizzativa. Nel caso specifico di un progetto di opera di recupero si suggerisce di sviluppare la progettazione avendo presente la seguente documentazione tecnica:

relazione generale, articolata in:

illustrazione dei criteri seguiti e delle scelte per rendere esecutivi ed oggetto di contratto tutte le lavorazioni previste, le caratteristiche dei materiali, ecc.;

definizione delle indagini e dei rilievi realizzati al fine di evitare imprevisti;

relazioni specialistiche, quali relazioni geologica, geotecnica, idrologica, idraulica;

elaborati grafici esecutivi, in scale adeguate a valutazioni di dettaglio;

calcoli esecutivi delle strutture e di eventuali impianti, compresa relazione

illustrativa di criteri e modalità di calcolo;

planimetrie e sezioni di progetto esecutivo, in scale 1:500, 1:200;

particolari costruttivi, in scale varie;

piano di manutenzione dell'opera, con eventuale redazione di:

manuale e programma di manutenzione;

piano di sicurezza e coordinamento;

cronoprogramma delle lavorazioni;

computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;

analisi dei prezzi, se necessario, per per:

prezzi a corpo

prezzi a misura

elenco prezzi unitari;

schema di contratto e capitolato speciale d'appalto.

ALLEGATO 2

Caratterizzazione di alcune aree percorse dal fuoco in Liguria

Relativamente al problema del recupero del territorio dopo il passaggio del fuoco, la Regione Liguria ha effettuato studi specifici nelle seguenti aree:

- ✓ loc. S. Bernardino, Comune di Sestri L. (GE), incendio agosto 1999
- ✓ loc. S. Anna, Comune di Sestri L. (GE), incendio settembre 2000
- ✓ loc. Tosse e Voze, Comuni di Spotorno e Noli (SV), incendio agosto 1998
- ✓ loc. Rio Portigliolo, Comuni di Cogoleto e Varazze (Ge e SV), incendio settembre 2001

Dall'esame delle risultanze degli studi condotti è emerso che:

- la Liguria è un territorio ad elevato rischio di incendio, sia in termini di numero che di superficie; per le aree di studio sono state prescelte alcune zone dove i danni sono stati particolarmente rilevanti. Tutte le zone prescelte erano interessate da pinete di pino marittimo, prevalentemente in condizioni di degrado per precedenti incendi ed attacchi fitosanitari;
- nelle aree oggetto di studio si sono innescati fenomeni di erosione, così attribuiti nelle 31 aree di rilievo:
 - erosione idrica diffusa (EID): n° 18 osservazioni;
 - erosione idrica incanalata moderata (EIM): n° 8 osservazioni;
 - erosione idrica incanalata severa (EIS): n° 5 osservazioni.In alcune aree sono presenti diversi tipi di erosione;
- in termini di riduzione della copertura vegetazionale, nell'area di S. Anna, dove erano disponibili dati ante incendio, il passaggio del fuoco ha ridotto la copertura del suolo a meno di un terzo di quella originaria (da 40,15 a

12,5 %); la copertura attuale delle altre tre aree è decisamente inferiore al 12,5 % di S.Anna (dal 6,5 di Noli-Spotorno al 9,5-9,7 % di S.Bernardino);

- in tutte le aree si osserva la pressochè totale distruzione della biomassa in piedi, con rilascio in piedi di fusti carbonizzati; tuttavia diverse intensità e temperature dell'incendio influenzano anche le capacità di ripresa della vegetazione; infatti sia a S.Anna che sul Rio Portigliolo la ripresa della vegetazione, a pochi mesi e pochi anni dall'incendio, determina una copertura media con valori intorno al 10-12 %, che non sono assolutamente soddisfacenti ai fini della copertura del suolo, ma decisamente migliori di quelli di S.Bernardino, dove a distanza di alcuni mesi la copertura era inferiore al 3 % ed a distanza di tre anni è ancora inferiore al 10 %. Infatti a S.Bernardino, a differenza di S.Anna e Rio Postigliolo, sono stati trovati completamente combusti anche parecchi apparati radicali, di cui non si è più trovata traccia se non per le cavità nel terreno nel terreno;

- la situazione di maggior criticità in termini di copertura del suolo si trova nell'area di Noli-Spotorno, dove la vegetazione copre il 6,5 % del suolo, con minimi del 2,4 %, e questo nonostante siano passati oltre tre stagioni vegetative dall'incendio. L'altezza media della vegetazione è di 25,6 cm., pari ad un accrescimento medio di 8,5 cm./anno, corrispondente a 1/3-1/5 dell'accrescimento medio delle specie presenti, in condizioni favorevoli;

- l'erosione del suolo determina un aumento generalizzato della pietrosità. Dai dati raccolti nelle aree di saggio si deduce:
 - aree molto pietrose (MP): n° 6 osservazioni
 - aree pietrose (MP): n° 14 osservazioni
 - assenza di pietrosità (MP): n° 13 osservazioniLa pietrosità dipende, comunque, dal substrato roccioso. Ad es. a Noli-Spotorno l'area è caratterizzata da un substrato molto alterabile, che tende a frantumarsi molto, creando detrito fine. Sul Rio Portigliolo, al contrario, la pietrosità è molto rilevante;

- l'erosione del suolo determina un aumento generalizzato della rocciosità. Dai dati raccolti nelle aree di saggio si deduce:
 - terreno roccioso (TR): n° 4 osservazioni
 - estremamente roccioso (ER): n° 3 osservazioni
 - aree rocciose (RO): n° 13 osservazioni
 - assenza di rocciosità (AS): n° 13 osservazioniAnche in questo caso il substrato geologico influenza la rocciosità, che era certamente presente anche prima dell'incendio, anche se in misura minore per la minore erosione dei suoli indisturbati da incendio;
- il passaggio del fuoco elimina la sostanza organica nel suolo, peggiorando notevolmente le possibilità di ripresa della vegetazione sia da ceppaia che, soprattutto, da seme; si rilevano infatti ricacci di polloni dalle ceppaie di latifoglie arboree ed arbustive (se l'intensità dell'incendio non le ha distrutte), mentre la rinnovazione naturale da seme è pressochè assente;
- la presenza di necromassa a terra è generalmente limitata, in relazione alla sua eliminazione mediante combustione; comunque, anche quando presente, sono stati rilevati modestissimi fenomeni di degradazione del legname che consentirebbe un parziale recupero di sostanza organica per i suoli; ad es. nell'area di Noli-Spotorno sono presenti zone con necromassa a terra, che, pur essendo di piccolo diametro e di specie con legno non particolarmente durevole, a distanza di quasi 4 anni dall'incendio non sembrano in condizioni di marcescenza tali da favorire un minimo processo di pedogenesi e di apporto di sostanza al suolo. Probabilmente incidono condizioni microclimatiche ed edafiche particolarmente siccitose, oltre alla alterazione dei tessuti legnosi indotta dal fuoco;
- su substrati alterabili ed in condizioni di forte pendenza, l'erosione diffusa tende ad incanalarsi dando origine a fenomeni di rill erosion e gully erosion, con formazione di solchi calanchivi anche molto pronunciati, in grado di determinare variazioni nella morfologia dei versanti. Ne sono un caso evidente alcuni versanti nell'area di Noli-Spotorno, dove il ripetersi di un incendio a distanza di pochi anni

da un evento analogo ha innescato un processo di desertificazione di difficile recupero.

ALLEGATO 3

L'IMPIEGO DEL COMPOST E DEL CIPPATO NEL RECUPERO AMBIENTALE

Tra i principali effetti degli incendi in aree forestali, ed in particolare di quelli che si sviluppano in territori come quello costiero ligure, vi sono le modificazioni chimico-fisiche a danno del suolo, provocate dalle temperature raggiunte durante il passaggio del fuoco, oltre ai fenomeni erosivi e di eliminazione della copertura edafica, che succedono l'evento vero e proprio.

Le ricerche e le sperimentazioni effettuate in Italia ed all'estero hanno accertato che le possibilità di un efficace recupero ambientale di aree percorse dal fuoco, risultano strettamente correlate con la capacità degli operatori di limitare tali processi erosivi con immediati interventi di difesa del suolo.

In Liguria eventi ambientalmente traumatici di varia natura, quali incendi boschivi, varie fitopatologie, fenomeni meteorologici di particolare intensità etc., hanno ridotto in numerose zone la potenza dei suoli e impoverito le loro caratteristiche chimico-fisiche, con il risultato evidente di ampie aree in cui si verificano fenomeni di propensione alla desertificazione, per la difficoltà di insediamento di formazioni vegetali adeguate.

Un valido supporto meccanico e chimico-fisico per l'impianto e lo sviluppo di una adeguata copertura vegetale può essere rappresentato dall'impiego del compost di qualità e del cippato, che consentono la riqualificazione delle porzioni di suolo asportate. A tal fine questi materiali devono presentare le seguenti caratteristiche:

- 1) larga disponibilità e relativa economicità che ne consentano un impiego estensivo su aree vaste;
- 2) buone caratteristiche di stabilità fisica e di drenaggio;
- 3) un'adeguata fertilità;
- 4) assenza di elementi inquinanti (inquinanti organici, metalli pesanti etc.).

E' inutile soffermarsi sull'impiego estensivo di terreno vegetale, tal quale o miscelato con materiali inerti, nel ripristino di aree percorse da incendi, soprattutto per il costo eccessivo di tale materiale. Discorso diverso vale quanto all'utilizzo del compost di qualità, ottenuto dalla lavorazione di matrici selezionate provenienti da rifiuti solidi

urbani o da altre biomasse di scarto. Tale materiale, diretto alla ricostituzione di substrati in grado di ospitare il reinsediamento di coperture vegetali e di permettere, quindi, la ricostituzione di situazioni ecologiche adeguate ai principali processi pedogenetici, appare, infatti, come una delle poche soluzioni percorribili nel ripristino di aree forestali percorse dal fuoco.

Il compost può garantire un buon contenuto in sostanza organica, un sufficiente apporto in elementi nutritivi, una buona dotazione in microelementi e caratteristiche fisiche assimilabili al terreno naturale per quanto riguarda granulometria, capacità idrologiche, omogeneità.

Le capacità fertilizzanti del compost di qualità possono essere comparate a quelle di mezzi agronomici più tradizionalmente conosciuti, quali per esempio i letami, utilizzati in agricoltura per l'arricchimento in elementi nutritivi di suoli impoveriti. A seconda dei prodotti di partenza nella produzione del compost, i quantitativi di azoto, fosforo e potassio, variano in maniera anche considerevole.

	Acqua %	Sostanza secca %	Sostanza organica %	Azoto %	Fosforo %	Potassio %
Letame vaccino	75	35	19,2	0,55	0,66	0,6
Compost da scarti verdi	50	50	22,0	0,55	0,25	0,2
Compost da scarti alimentari	50	50	25,1	0,9	1,05	0,7

Apporto in elementi nutritivi di compost di qualità comparato con quello di letame vaccino

Nella tabella precedente sono confrontati gli apporti in nutritivi del letame vaccino con quelli relativi alle composizioni medie di compost di varia natura, prodotti in Italia.

Nell'uso agronomico ed eventualmente forestale, i compost prodotti da scarti verdi presentano, rispetto al letame vaccino, quantità maggiori di sostanza organica e comparabili per quanto riguarda l'azoto, mentre i quantitativi di fosforo e potassio si attestano intorno a un terzo di quelli apportati con l'utilizzo di fertilizzanti.

Il significato di quest'ultimo dato si rivela di maggiore importanza nell'impiego agronomico di questo compost, mentre nell'uso per ripristini ambientali, tali capacità fertilizzanti risultano di gran lunga sufficienti.

I compost di derivazione alimentare presentano, invece, contenuti in nutritivi superiori a quelli del letame, anche se tale dato va ovviamente confrontato con le capacità di cessione di tali elementi al suolo.

Per quanto riguarda la capacità del compost di ospitare la germinazione di semi da varie specie vegetali, diverse sperimentazioni sono state compiute anche nel nostro paese e tra queste, le più interessanti sono quelle svolte presso il Dipartimento di Produzione Vegetale e Tecnologie Agrarie dell'Università di Udine dal prof. G. Zerbi.

Durante queste ricerche sono state impiegate varie specie vegetali, principalmente erbacee, tra quelle che più di frequente si rinvennero nelle miscele utilizzate per inerbimenti anche in aree degradate (*Dactylis glomerata Lolium spp.*, *Poa pratensis*, etc. tra le graminacee e *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa* etc. tra le leguminose).

Queste specie sono state seminate su miscele costituite da compost e suolo in varie percentuali, su suolo 100% e su compost 100%, in serra a temperatura ed irrigazione controllate.

Substrato suolo/compost	Germinazione %	Energia germinativa
100/0	70,7	4,71
80/20	62,9	6,40
60/40	63,2	6,41
40/60	60,8	7,13
20/80	51,6	7,77
0/100	49,4	8,17

Percentuale di germinazione ed energia germinativa osservate nella media delle specie testate

Nella tabella precedente sono riportati i risultati relativi ai tassi di germinazione all'energia germinativa (n. di semi germogliati * giorni esperimento / totale semi germinati) riscontrati nella media delle specie verificate.

I risultati dimostrano come sia le miscele di compost e suolo sia il solo impiego di compost hanno influito sul successo di germinazione e sul tempo necessario al suo

compimento, con una maggiore risposta da parte delle graminacee rispetto alle leguminose.

Assodate quindi le notevoli potenzialità fertilizzanti ed ammendanti del compost, le ricerche svolte sottolineano la necessità di procedere, prima dell'esecuzione degli interventi di ripristino ambientale, ad accurati studi sulle miscele inerbanti da utilizzarsi in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche dei substrati impiegati.

Un altro metodo di controllo dei fenomeni erosivi diffusi con l'impiego di materiali, che possano, nelle prime fasi di intervento di ripristino ambientale, sostituire il substrato pedologico vero e proprio, è rappresentato dall'utilizzo di **materiale legnoso cippato** utilizzabile tal quale o altrimenti compostato.

L'uso di materiale legnoso cippato come pacciamante o ammendante su suoli erosi o interessati da incendi boschivi ha trovato sperimentazione anche presso la Provincia di Genova, dove nel 2001 sono state realizzate e studiate alcune parcelle sperimentali in aree, in cui il passaggio del fuoco aveva provocato danni anche notevoli al suolo innescando fenomeni di erosione diffusa. Nell'ambito di tale progetto è stata verificata la resistenza di diversi strati di cippato al dilavamento delle piogge, ottenendo risultati molto interessanti e, in parte, inaspettati.

Infatti, l'elevata pendenza media di molte parcelle nelle quali è stato posto a dimora il cippato poneva seri dubbi sulla possibilità che il cippato stesso venisse dilavato in occasione delle prime piogge intense; tuttavia le prime osservazioni analitiche hanno dimostrato una buona resistenza nonostante nel periodo di osservazione (agosto 2001) le piogge siano state limitate, con alcuni temporali e scrosci intensi, che rappresentano un fattore di criticità per il dilavamento di materiali sciolti in scarpata come il cippato. Pertanto si ritiene che i dati rilevati siano sostanzialmente validi, anche se rilevati in un breve lasso di tempo.

Infatti, anche a distanza di pochissimi mesi dalla posa dei chips si è osservata una buona coesione nello strato superficiale degli stessi, tale da conferirgli una valida funzione antierosiva. Tale strato può essere indicato in 1-3 cm. di spessore.

Ne consegue che l'impiego di chips su terreni percorsi dal fuoco può fornire una duplice funzione:

- o a breve termine, a partire dai primissimi mesi post-incendio, può fornire una sorta di feltro biodegradabile con evidenti funzioni antierosive;

- o a medio-lungo termine contribuisce all'apporto di sostanza organica in terreni che, proprio per il passaggio del fuoco, ne risultano fortemente carenti.

In termini pratici, si ritiene che nella progettazione e nella esecuzione degli interventi sia opportuno procedere alla cippatura dei materiali legnosi ancora presenti in sito, compresi quelli parzialmente combusti, provvedendo a spargere i chips omogeneamente sul terreno e si ritengono sufficienti strati di 2-3 cm.

Nel cantiere di Noli-Spotorno si è impiegata tale tecnica, sia con la cippatura della necromassa presente, sia con l'apporto di cippato da altri cantieri.

Infine rimanendo in un contesto di sperimentazione pratica di sistemi e tecniche innovative per il recupero delle aree percorse dal fuoco, occorre fare accenno all'impiego delle micorrize. Si tratta di funghi che possono formare simbiosi con gli apparati radicali del 90% delle specie vegetali presenti sul pianeta. Questa relazione è particolarmente importante per le piante che in agricoltura hanno bisogno di considerevoli quantità di nutrienti ed acqua per raggiungere ottimi risultati di crescita.

Il fungo micorrizico produce enzimi che aiutano ad estrarre facilmente dalle particelle del suolo elementi come azoto, calcio, ferro e fosforo; favorisce anche l'assorbimento dell'acqua, ritarda l'azione degli agenti patogeni del suolo, e facilita l'aggregazione delle particelle del terreno in una struttura porosa migliorandone le condizioni. In cambio, riceve dalle piante, con cui ha attivato la simbiosi, carboidrati ed altri composti importanti per le sue attività vitali.

Si possono dividere in due principali categorie :

- o le Ectomycorrhizae, le più numerose, che si attaccano alla parete esterna delle cellule dell'apparato radicale delle conifere;
- o le Endomycorrhizae che invece colonizzano il tessuto radicale penetrando direttamente nelle cellule;

Queste ultime si associano preferibilmente con specie arbustive ed erbacee, incluse le più importanti piante a livello commerciale nel settore agricolo ed ornamentale.

La continua ricerca e sperimentazione ha dimostrato che questa simbiosi migliora considerevolmente l'assorbimento, da parte del vegetale, dei nutrienti, favorisce la crescita dell'apparato radicale, la resistenza ad una vasta gamma di patologie, riduce lo shock del trapianto, lo stress dovuto alla siccità e ad altre situazioni atmosferiche molto critiche, e l'uso di fertilizzanti.

Negli Stati Uniti le micorrize vengono utilizzate nelle aree percorse dal fuoco per "stimolare" l'accrescimento degli apparati radicali e delle parti di piante (semi, parti di fusto, ecc.) ancora presenti in sito, favorendo pertanto la ripresa vegetativa delle formazioni forestali un tempo presenti nell'area danneggiata, e migliorandone contestualmente le caratteristiche del suolo.

L'apparato radicale "micorizzato" di un albero sviluppa una fitta ed estesa rete di filamenti da 2 a 5 volte più sottili delle normali radici, ed hanno una superficie di assorbimento per unità di volume da 10 a 1000 volte superiore; questo consente ai suddetti filamenti di esplorare gli spazi meno accessibili del terreno ed un assorbimento molto più efficiente e permette anche una maggiore tolleranza alla siccità, alla salinità, agli agenti patogeni ed agli squilibri chimici del suolo.

Inoltre, come già detto, questi filamenti micorrizici producono humus e collanti organici che aiutano l'aggregazione delle particelle del terreno e ne aumentano la porosità, quindi l'aerazione e la permeabilità del suolo.

Tutti questi elementi influenzano positivamente il trapianto e la crescita di specie arboree od arbustive di ogni genere, oltre ad una riduzione ed un maggior controllo dei fenomeni erosivi.

