

REPUBBLICA ITALIANA

BOLLETTINO UFFICIALE
DELLA
REGIONE LOMBARDIA

MILANO - MARTEDÌ, 9 MAGGIO 2000

1° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO AL N. 19

S O M M A R I O

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 29 FEBBRAIO 2000 – N. 6/48740	[5.1.0]	
Approvazione direttiva «Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica»		3

[BUR2000031]

[5.1.0]

D.G.R. 29 FEBBRAIO 2000 – N. 6/48740**Approvazione direttiva «Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica»****LA GIUNTA REGIONALE**

Considerato che la Regione Lombardia da anni si è attivata per sviluppare una coerente ed efficace politica di tutela del paesaggio e dell'ambiente che prevede interventi attivi di rinaturalizzazione e di riequilibrio dei diversi ambiti del territorio lombardo attraverso il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica;

Vista la deliberazione della Giunta regionale n. 50989 del 7 aprile 1994 con la quale è stato adottato il «Manuale tecnico di ingegneria naturalistica» predisposto dalle Regioni Emilia-Romagna e Veneto;

Vista la deliberazione di Giunta 19 dicembre 1995, n. 6/6586 «Direttiva concernente criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio delle Regione» e la deliberazione di Giunta 1° luglio 1997, n. 6/29567 «Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia»;

Considerato che per sviluppare e promuovere tali attività la Giunta regionale con deliberazione n. 5/50412 del 28 marzo 1994 e successive integrazioni, ha costituito un «Gruppo di lavoro interassessorile per la definizione di normative tecniche e programmi di formazione professionale in materia di ingegneria naturalistica»;

Preso atto che all'attività di tale gruppo di lavoro sono stati chiamati funzionari delle direzioni generali: Territorio ed Edilizia Residenziale, Tutela Ambientale, Agricoltura, Opere pubbliche e Protezione Civile, Urbanistica, Formazione e Lavoro, oltre ad esperti esterni alla struttura regionale quali il Corpo Forestale dello Stato e l'Azienda Regionale delle Foreste;

Preso atto che alcuni componenti del citato Gruppo di Lavoro hanno collaborato, unitamente ad esperti in materia, alla stesura della Direttiva «Quaderno delle opere tipo di ingegneria naturalistica»;

Considerato altresì che il Direttore Generale al Territorio ed Edilizia Residenziale con decreto n. 4576 del 1° settembre 1998 ha istituito un Comitato Tecnico Internazionale per l'ingegneria naturalistica composto da eminenti esperti internazionali, con il compito di individuare gli indirizzi strategici e le linee guida per la promozione della disciplina, lo sviluppo di una mirata ed aggiornata normativa regionale, l'adeguamento e l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio regionale;

Considerato che la Regione Lombardia ha in corso una ricerca sul «Comportamento biotecnico della vegetazione nelle opere di ingegneria naturalistica» in collaborazione con il DIAR/Politecnico di Milano, il Dipartimento di biologia e l'Istituto di idraulica agraria dell'Università degli Studi di Milano, nonché con il Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie della II Università degli Studi di Milano per la realizzazione di un manuale tecnico di calcolo ad uso dei progettisti;

Considerato altresì che il Programma Regionale di Sviluppo della VI Legislatura prevede tra gli «Strumenti di gestione integrata del territorio e dell'ambiente – nuovi strumenti per governare il territorio» il progetto 5.1.5 – Riequilibrio delle condizioni ambientali attraverso la rinaturalizzazione ed il recupero ambientale con l'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica – di cui la presente Direttiva «Quaderno delle opere tipo di ingegneria naturalistica» costituisce parte integrante;

Preso atto che la citata direttiva «Quaderno delle opere tipo di ingegneria naturalistica» è stata approvata in data 15 dicembre 1999 dal «Gruppo di lavoro interassessorile per la definizione di normative tecniche e programmi di formazione professionale in materia di ingegneria naturalistica»;

Preso altresì atto che la direttiva di cui sopra è stata approvata dal Comitato Tecnico Internazionale per l'Ingegneria Naturalistica con nota prot. n. Z1.2000.002353 del 3 febbraio 2000;

Preso inoltre atto che la medesima direttiva costituisce elemento essenziale del «Piano per la difesa del suolo e riassetto idrogeologico della Valtellina e delle adiacenti zone delle province di Bergamo, Brescia, Como e Lecco – Seconda fase, da

proporre all'Autorità di bacino del fiume Po, quale nuovo stralcio dello schema previsionale e programmatico per i bacini idrogeologici dell'Adda-Mera, lago di Como, dello Spoel, del Reno di Lei, del Brembo e dell'Oglio, a suo tempo definito ai sensi dell'art. 3 della legge 102/1990» approvato con d.c.r. n. VI/1308 del 29 settembre 1999 – ed ora proposta come documento di riferimento per gli interventi di difesa del suolo da attuare sui bacini idrografici della Lombardia;

Preso atto che l'ingegneria naturalistica da anni ha trovato impiego in diverse opere realizzate dalle Comunità Montane, dagli Enti Gestori dei Parchi e delle Riserve Naturali e dall'Azienda Regionale delle Foreste;

Ritenuto di dover continuare nel perseguimento di detti obiettivi ed in particolare di focalizzare l'attenzione dei tecnici e dei professionisti sui principi ai quali ispirarsi nella progettazione ed esecuzione delle opere;

dato atto che la presente deliberazione non è soggetta a controllo ai sensi dell'art. 17, comma 31 della legge n. 127 del 15 maggio 1997;

tutto ciò premesso, a voti unanimi, espressi nei modi e termini di legge

Delibera

1. di approvare l'allegata direttiva «Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica» composto da:

A) parte generale – relazione tecnica;

- allegato n. I - richiamo ad alcuni aspetti normativi;
- allegato n. II - documentazione richiesta per le opere minori di ingegneria naturalistica;
- allegato n. III - scheda di sintesi del progetto esecutivo;
- allegato n. IV - scheda per il monitoraggio.

B) parte sistematica – schede descrittive delle principali tipologie di opere di ingegneria naturalistica.

2. di dare mandato alle direzioni generali Territorio ed Edilizia Residenziale, Tutela Ambientale, Agricoltura, Opere Pubbliche e Protezione Civile, Urbanistica, Formazione e Lavoro di promuovere e divulgare la presente direttiva;

3. di disporre che la presente direttiva «Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica» sostituisca il precedente «Manuale tecnico di ingegneria naturalistica» di cui alla d.g.r. n. 50989 del 7 aprile 1994 citato in premessa;

4. di disporre la pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia della direttiva «Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica» con gli allegati di cui al punto 1 della presente;

5. di dichiarare il presente atto non soggetto a controllo ai sensi dell'art. 17, comma 31, legge n. 127 del 15 maggio 1997.

Il segretario: Sala

———— • ————

QUADERNO OPERE TIPO DI INGEGNERIA NATURALISTICA

INDICE

Introduzione

A) PARTE GENERALE

1. Premesse

1.1. Richiamo ad alcuni aspetti normativi

2. Obiettivi e finalità dell'ingegneria naturalistica

3. Competenza degli enti territoriali ed aspetti di pianificazione

4. Aspetti generali relativi alla realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica sul territorio lombardo

4.1. Opera minore ed Opera complessa

5. Aspetti metodologici legati alla progettazione

5.1. Progettazione di Opere minori

5.2. Progettazione di Opere complesse

5.2.1. *Progettazione preliminare*

5.2.2. *Progettazione definitiva*

5.2.3. *Progettazione esecutiva*

6. Aspetti legati alla fase esecutiva

7. Garanzie

7.1. Progetti di sole opere di ingegneria naturalistica

7.2. Progetti di opere miste

7.3. Lavori in amministrazione diretta

8. Monitoraggio

Allegato 1: Richiamo ad alcuni aspetti normativi

Allegato 2: Documentazione richiesta per le opere minori di ingegneria naturalistica – lista di controllo

Allegato 3: Scheda di sintesi del progetto esecutivo

Allegato 4: Scheda per il monitoraggio

B) PARTE SISTEMATICA

Schede descrittive e disegni delle principali tipologie di opere di ingegneria naturalistica

C) BIBLIOGRAFIA

1. In lingua nazionale

2. In lingue straniere

3. Dizionari

Introduzione

Il Quaderno delle Opere Tipo di Ingegneria Naturalistica che viene presentato deve essere inteso come un documento in via di evoluzione, che verrà di volta in volta integrato nelle successive edizioni per approfondire le caratteristiche tecniche degli interventi descritti e per proporre nuove tipologie, per affrontare la tematica dei costi delle opere e per mantenere un livello di aggiornamento in linea con le evoluzioni della disciplina dell'ingegneria naturalistica.

La presente edizione è composta da una parte generale che affronta le tematiche di base, quali gli obiettivi e le finalità dell'ingegneria naturalistica, gli aspetti metodologici legati alla progettazione e quelli relativi alla esecuzione delle opere, oltre alle garanzie ed all'importante argomento del monitoraggio degli interventi. Gli allegati si riferiscono ad una panoramica delle normative in vigore e presentano le schede di sintesi del progetto e per il monitoraggio. La successiva parte sistematica è formata da schede descrittive delle principali tipologie di opere proposte con allegati i corrispondenti disegni in pianta e sezione e da una nutrita bibliografia. Tale parte sistematica costituisce un approfondimento tecnico e specifico per alcune tipologie del «Mansionario degli interventi di manutenzione territoriale diffusa» dello Staff di Coordinamento Operativo per la Difesa del Suolo – Valtellina, del Settore Presidenza della Regione, realizzato nel 1994.

Le successive edizioni saranno integrate con ulteriori tipologie di opere, con la stima unitaria dei materiali da impiegare ed i relativi costi, nonché dalle «Linee Guida» ad uso dei progettisti, per il corretto dimensionamento delle opere e per la scelta delle tipologie più efficaci da utilizzare negli interventi. Tali Linee Guida deriveranno dal risultato della ricerca in atto «Il comportamento biotecnico della vegetazione nelle opere di ingegneria naturalistica» a cura del Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, ambientale e del Rilevamento, dall'Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Biologia ed Istituto di Idraulica Agraria e Il Università degli Studi di Milano «Bicocca», Dipartimento di Geologia e Geotecnologie.

Il Quaderno delle Opere Tipo di Ingegneria Naturalistica è parte integrante del Progetto Strategico 5.1.5 «Riequilibrio delle condizioni ambientali attraverso la rinaturalizzazione ed il recupero ambientale con l'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica» della Presidenza della Giunta della Regione Lombardia.

Si desiderano ringraziare i componenti del Gruppo di lavoro interassessorile per l'ingegneria naturalistica, all'interno del quale è partita l'iniziativa ed i singoli autori, oltre all'assessore al Territorio ed Edilizia Residenziale Alessandro Moneta, al Direttore Generale Michele Presbitero, presso la cui direzione fa capo il coordinamento del citato Gruppo di lavoro ed al Dirigente del Servizio Geologico e Riassetto del Territorio. Nel contempo si ringraziano le Direzioni Generali Presidenza, Agricoltura, Urbanistica, Tutela Ambientale ed Opere Pubbliche e Protezione Civile, presso le quali operano i funzionari che hanno contribuito alla redazione dei testi.

Un doveroso ringraziamento va inoltre ai collaboratori esterni che fanno capo al Coordinamento regionale del Corpo Forestale dello Stato, all'Azienda Regionale delle Foreste, alla Sezione Lombardia dell'Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica, alla Direzione del Servizio Faunistico della Provincia di Modena, nonché agli esperti in ingegneria naturalistica liberi professionisti.

Determinante è inoltre stato il contributo del Comitato Tecnico Internazionale per l'Ingegneria Naturalistica, che raggruppa i massimi esperti europei nella disciplina, con uno speciale ringraziamento al Presidente Dott. Giuliano Sauli ed al Prof. Florin Florineth.

Da ultimo i ringraziamenti devono essere estesi al coordinatore per la parte sistematica Fulvio Bombelli, al segretario tecnico Pietro Zanatta ed al disegnatore Massimo Sormani.

Il Coordinatore Generale:
Dott. Geol. Luca Ottenziali

A) PARTE GENERALE

1. Premesse

Nell'intento di sviluppare una coerente ed efficace politica di tutela del paesaggio e dell'ambiente che veda, accanto a forme di conservazione dei siti, interventi attivi di rinaturazione e di riequilibrio di diversi ambiti del territorio lombardo attraverso il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica, efficaci di basso impatto e rispettose degli equilibri ecologico-ambientali, la Regione Lombardia intende sviluppare un processo di sensibilizzazione nei confronti di tale disciplina indirizzato agli Enti soggetti di pianificazione e gestione del territorio nelle diverse fasi della programmazione, progettazione, esecuzione, collaudo, monitoraggio e manutenzione delle opere.

Si rammenta che l'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnico-naturalistica che utilizza piante vive, o parti di esse, come materiale da costruzione in abbinamento con altri materiali inerti (legno, pietrame, reti zincate, geotessili, biostuoie ecc.), per numerosi interventi che, promuovendo processi naturali, sono volti alla ricostruzione ambientale, al consolidamento di aree in dissesto ed alla creazione di nuove unità ecosistemiche, in grado per quanto possibile di autosostenersi.

Il presente Quaderno vuole in particolare focalizzare l'attenzione dei tecnici e dei professionisti sui principi ai quali dovranno ispirarsi nella progettazione ed esecuzione delle opere, quali sistemazioni di corsi d'acqua o di dissesti, recupero di aree degradate, inserimento nel paesaggio di opere infrastrutturali ed altro, affinché il processo progettuale sia mirato a formare nuovi equilibri attraverso la creazione di ecosistemi.

È bene evidenziare che molteplici opere di ingegneria naturalistica adempiono ad una pluralità di funzioni sinergiche, per cui sarebbe più esaustivo che tutti gli aspetti afferenti a tale disciplina venissero trattati nel presente quaderno, ma non sfugge che un approccio completo relativo alla totalità delle funzioni esercitate dalle opere di ingegneria naturalistica richiederebbe la realizzazione di un trattato, che esula dagli obiettivi del Gruppo di Lavoro. Per tale motivo la presente parte generale fornirà un quadro metodologico il più possibile razionale e completo, recuperando nella parte sistematica la necessaria gradualità dell'approccio, attraverso successivi aggiornamenti sin dall'inizio programmati mediante la struttura a schede della pubblicazione, che saranno di volta in volta integrate.

È opportuno evidenziare che l'ingegneria naturalistica non può essere considerata la soluzione per tutti i problemi legati al degrado ambientale ed idrogeologico, in quanto diversi casi devono necessariamente essere affrontati con tecniche di ingegneria classica (che non vengono trattate nel presente quaderno). Si vuole comunque ribadire che l'ingegneria naturalistica rappresenta un formidabile strumento per aiutare la natura a ricostituire gli equilibri naturali nelle aree in dissesto, a proteggere le superfici denudate mediante la vegetazione, i suoli, il paesaggio e gli ecosistemi. Per i motivi sopraesposti è essenziale che vengano privilegiate tali tecniche in tutti i casi in cui l'ingegneria naturalistica può essere validamente impiegata per il corretto riordino del territorio in un quadro generale di tutela dinamica e per uno sviluppo sostenibile.

L'ingegneria naturalistica, per la sua transdisciplinarietà, presuppone, specialmente nella fase di progettazione, il contributo di diverse figure professionali in grado di affrontare i temi relativi alla botanica, alla fitosociologia, all'ingegneria idraulica, alla geologia, alla geomorfologia, alla geotecnica, alla pedologia, alla selvicoltura, alle sistemazioni idraulico forestali, all'architettura del paesaggio, fino allo studio delle cene faunistiche.

Appare essenziale che gli organismi e gli enti soggetti di pianificazione e gestione del territorio possano disporre di strumenti formativi che consentano di acquisire le necessarie professionalità e sensibilità in materia di ambiente e paesaggio attraverso la realizzazione di corsi di formazione per tecnici chiamati ad operare sul territorio.

1.1. Richiamo ad alcuni aspetti normativi

Si desidera evidenziare che nell'allegato 1) del quaderno gli aspetti normativi sintetizzati nel presente paragrafo saranno più puntualmente sviluppati, riportando in toto od in parte alcuni testi a cui faranno riferimento gli aspetti relativi alla disciplina.

In materia di ingegneria naturalistica la Regione Lombardia si è dotata di due direttive e precisamente: «*Direttiva concernente criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della Regione*», approvata con Deliberazione della Giunta Regionale del 19 dicembre 1995, n. 6/6586, e «*Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia*», approvata con Deliberazione della Giunta Regionale dell'1 luglio 1997, n. 6/29567, che vengono allegate ed alle quali si rimanda per tutti gli aspetti puntuali.

Altri aspetti di ingegneria naturalistica sono trattati dal Piano Territoriale Paesistico Regionale adottato con d.g.r. del 25 luglio 1997 n. 6/30195, il cui testo è stato presentato con d.g.r. del 18 giugno 1999 n. 6/43749 al Consiglio Regionale per l'approvazione della proposta definitiva.

A livello nazionale la prima legge dello Stato che richiama la necessità di impiegare tecniche di ingegneria naturalistica (allora denominata bioingegneria) è la legge 2 maggio 1990, n. 102 «*Disposizioni per la ricostruzione e la rinascita della Valtellina e delle adiacenti zone delle province di Bergamo, Brescia e Como, nonché della provincia di Novara, colpite dalle eccezionali avversità atmosferiche di luglio ed agosto 1987*». L'art. 6, comma 3 recita infatti: «Gli interventi di sistemazione idrogeologica nelle aree di maggiore rilevanza ambientale, di cui al comma 2, si attuano preferibilmente con l'impiego di tecniche di bioingegneria, con particolare riguardo alla sistemazione idraulica dei corsi d'acqua».

Per la realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica, il Ministero dell'Ambiente, Servizio per la Valutazione dell'Impatto Ambientale, l'informazione ai cittadini e la relazione sullo stato dell'ambiente – Commissione per la Valutazione dell'Impatto Ambientale – nel novembre 1992 ha predisposto il documento «*Indicazioni preliminari per il recupero delle cave a cielo aperto e delle discariche di inerti di risulta collegate all'attività di escavazione*».

Nel 1993, lo stesso Servizio del Ministero, ha pubblicato «*Opere di ingegneria naturalistica sulle sponde, tecniche costruttive ed esempi nel cantone di Berna*».

Nell'aprile 1994 è stata prodotta la prima bozza del Capitolato speciale tipo per «*Opere a verde e ripristini ambientali*»; successivamente nel 1995 (I edizione) e nel 1997 il Ministero per l'Ambiente ha pubblicato le «*Linee guida per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavori di opere a verde*».

Con Decreto 4 febbraio 1999 «*Attuazione dei programmi urgenti per la riduzione del rischio idrogeologico, di cui agli art. 1, comma 2 e 8, comma 2 del decreto-legge n. 180, convertito con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267*», il Ministero dell'Ambiente richiede che nella relazione tecnica di accompagnamento alla richiesta di erogazione del finanziamento, venga indicato l'eventuale ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica (Cfr. la Sezione 5 allegata al Decreto).

L'Autorità di Bacino del fiume Po ha adottato con deliberazione 11 maggio 1999, n. 1/99 il progetto di «*Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*», pubblicato in data 28 luglio 1999, nonché ha adottato nell'aprile 1997 il «*Quaderno delle Opere Tipo*», che contiene numerose tipologie di interventi di ingegneria naturalistica.

Anche il Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico detta normative nel campo dell'ingegneria naturalistica, le quali vengono specificate nell'apposito allegato 1).

Il decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152 «*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane...*», pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 29 maggio 1999, nei principi relativi alle finalità della norma (art. 1, lettera d), nelle competenze degli Enti (art. 3, comma 6) e nella tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici (art. 41, comma 1), richiama diversi aspetti peculiari dell'ingegneria naturalistica. L'allegato 1) precisa gli specifici passaggi normativi.

2. Obiettivi e finalità dell'ingegneria naturalistica

L'obiettivo generale dell'ingegneria naturalistica è quello di innescare negli ecosistemi non in equilibrio, processi evolutivi naturali che portino ad un nuovo equilibrio dinamico in grado di garantire una maggiore stabilità ed un miglioramento dei valori paesaggistici dell'ambiente in un quadro di aumento della complessità e della biodiversità dell'ecosistema.

Attraverso l'impiego di tecniche su base biologica possono essere perseguite molteplici finalità:

• **finalità tecnico-funzionali:** si riassumono nelle azioni fisiche che le piante inducono sul suolo nel processo di consolidamento dei terreni sotto l'aspetto idrogeologico e nelle funzioni di filtrazione dei solidi sospesi e degli inquinanti di origine diffusa (fitodepurazione) esercitata dalla vegetazione spontanea lungo le rive dei corpi d'acqua. Tali ecosistemi-filtro svolgono inoltre una efficace funzione di protezione dall'inquinamento atmosferico (polveri), importanti nei contesti urbanizzati. Negli interventi di stabilizzazione dei pendii tali tecniche consentono in particolare: l'aumento della protezione dall'erosione mediante la copertura del suolo nudo con piante con funzione protettiva; il consolidamento del terreno, anche relativamente in profondità, mediante l'azione legante del reticolo radicale che aumenta la resistenza al taglio del terreno. È opportuno ricordare che la componente strutturale di alcune tecniche, quali grata viva, palificata ecc., consente un consolidamento ed una immediata stabilizzazione, successivamente l'azione consolidante viene svolta dalle piante con il proprio apparato radicale. Le tecniche di ingegneria naturalistica consentono inoltre l'aumento della ritenzione idrica delle precipitazioni meteoriche mediante l'incremento della macroporosità del suolo operata dallo sviluppo dei reticoli radicali; l'aumento dei tempi di corruzione; l'arricchimento delle falde freatiche; la riduzione dell'erosione eolica attraverso l'azione frangivento; l'arresto o il rallentamento, nei terreni nudi, del movimento gravitativo del materiale incoerente, nonché l'arresto o il rallentamento del materiale nevoso attraverso la realizzazione di punti di resistenza allo scivolamento della coltre nevosa;

• **finalità naturalistiche:** attraverso la creazione e/o ricostruzione di ambienti naturali con innesco di ecosistemi mediante l'impiego di specie autoctone, che hanno tra l'altro maggior grado di attecchimento ed autonomia di accrescimento. Per gli aspetti più strettamente naturalistici, quali difesa delle specie e della biodiversità, si rammenta l'importanza di un raccordo con la teoria e le prassi delle reti ecologiche, che costituisce oggi la forma più avanzata e feconda di approccio, anche all'esterno delle aree protette. Tali finalità naturalistiche inoltre consentono: il miglioramento delle condizioni microclimatiche (specialmente nei valori estremi) mediante l'incremento della vegetazione ed aumento dell'umidità stagionale; l'attivazione ed il potenziamento della microflora e della microfauna del terreno con innesco e potenziamento dei processi evolutivi dei suoli, nonché lo sviluppo di associazioni vegetali in sintonia con le caratteristiche ecologiche della stazione;

• **finalità paesistica:** essa consente un collegamento con il paesaggio circostante, non solo sotto l'aspetto estetico-visuale (panorama), ma anche storico-culturale (palinsesto), entrambe importanti nella realtà italiana, che l'ingegneria naturalistica può contribuire a valorizzare. A titolo di esempio alcuni interventi permettono il ripristino del paesaggio attraverso la mitigazione o il mascheramento di strutture ed infrastrutture del territorio o la ricucitura delle ferite determinate dal degrado originato da cause antropiche o naturali, nonché la creazione e l'inserimento, attraverso progettazione integrata, di opere a limitato impatto ambientale e paesaggistico;

• **finalità socio-economica:** in quanto strutture competitive ed alternative di opere ingegneristiche di alto impatto, nonché motore del beneficio sociale legato alla gestione economica delle risorse naturali ed allo sviluppo dell'occupazione nelle aree collinari, montane e della pianura agricola.

Lo spettro di impiego delle diverse tecniche di ingegneria naturalistica è assai consistente ed è sempre più destinato ad ampliarsi nel tempo con l'avvento sul mercato di nuovi materiali di basso impatto ecologico da associare alle piante vive.

In particolare tali tecniche consentono di realizzare:

• **interventi di difesa dall'erosione** quali: consolidamenti di versanti instabili, riduzione dei processi erosivi superficiali dei suoli, interventi di stabilizzazione e consolidamento di alcune tipologie di fenomeni franosi (es. gradonata, cordonata, palificata, grata viva ecc.), interventi di drenaggio delle acque sottosuperficiali (es: con fascinate di drenaggio ecc.), difese elastiche delle sponde dei corpi d'acqua correnti e stagnanti, opere idrauliche e legate alla dinamica idraulica (es. difesa spondale con ramaglia, scogliera o gabbionata con talsee, copertura diffusa con astoni, rampa in pietrame ecc.);

• **interventi di mitigazione dell'impatto ambientale** e paesaggistico dovuta a: opere di regimazione torrentizia e fluviale di elevato impatto, infrastrutture viarie, piste da sci. Ad esempio mediante la creazione di ecosistemi-filtro a valle

di scarichi idrici, oppure barriere visive e mascheramenti vegetali, barriere antirumore, barriere vegetali per combattere la diffusione della polvere ed aerosol;

• **interventi di ripristino e rinaturazione di ambiti territoriali degradati** quali: cave, discariche, sistemazioni temporanee o permanenti di cantieri, tratte di aste torrentizie e fluviali, casse di espansione, bacini di deposito, creazione di nuove unità ecosistemiche in grado di aumentare la biodiversità locale o territoriale, creazione di nuove strutture ambientali (reti e corridoi ecologici in grado di garantire la permanenza e la mobilità della fauna).

3. Competenza degli Enti territoriali ed aspetti di pianificazione

La salvaguardia dei valori naturali ed ambientali regionali, la prevenzione e l'eliminazione delle cause di dissesto idrogeologico, la realizzazione delle opere di interesse regionale per la difesa del suolo ed il potenziamento del verde, attività e funzioni che costituiscono parte rilevante della politica forestale ed ambientale della Regione, sono conferite alle Comunità montane ed alle Province, oltre che agli Enti gestori delle aree protette, delle Riserve naturali e dei Consorzi di Bonifica.

La sistemazione territoriale delle aree boscate e montane e la manutenzione delle opere di sistemazione idraulico-agraria e forestale sono individuate in programmi, anche poliennali, redatti in base agli strumenti di pianificazione territoriale vigenti ed approvati dagli Enti delegati.

Gli strumenti di pianificazione territoriale riconoscono ed evidenziano l'insieme delle attività di difesa del suolo, di prevenzione ed eliminazione delle cause di dissesto idrogeologico, di sistemazione delle aree boscate e montane, di manutenzione delle opere di sistemazione idraulico-agraria-forestale.

È opportuno rammentare il ruolo che svolgono gli Organismi e gli Enti soggetti di pianificazione e gestione del territorio in Lombardia evidenziando l'estrema importanza che rivestono gli aspetti di pianificazione e programmazione degli interventi.

Le attività di pianificazione territoriale e di settore vengono sviluppate, ciascuna per le proprie competenze, dall'Autorità di Bacino (Piani di Bacino), dalla Regione (Piano Territoriale Regionale), dalle Province (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e Piani di Settore), dalle Comunità Montane (Piani Urbanistici di Comunità), dai Parchi Regionali (Piano Territoriale di Coordinamento e Piani di Settore), dalle Riserve Naturali (Piano di Gestione), dai Comuni (Pianificazione Urbanistica) e dai Consorzi di Bonifica (Programmi Provvisori di Bonifica).

Si vuole in particolare rammentare l'importante ruolo che svolge la Regione e le sue Agenzie nel campo dell'ingegneria naturalistica, non solo a livello di pianificazione, ma anche in quello della promozione della disciplina, attraverso l'attività del «Gruppo di lavoro interassessoriale per l'ingegneria naturalistica». Tale gruppo ha prodotto le direttive citate al punto 1.1. del presente documento (e riportate per esteso nell'allegato 1), ha promosso la realizzazione di corsi di formazione sulla disciplina, nonché ha coordinato la ricerca scientifica sul «Comportamento biotecnico della vegetazione nell'ingegneria naturalistica» (Dipartimento di Ingegneria Idraulica e del Rilievamento del Politecnico di Milano, del Dipartimento di Biologia e dell'Istituto di Idraulica agraria dell'Università degli Studi di Milano e del Dipartimento di Geologia e geotecnologie della II Università di Milano-Bicocca). La Regione si è dotata inoltre di una struttura di consulenza attraverso l'istituzione del **Comitato Tecnico Internazionale per l'ingegneria naturalistica**, composto dai massimi esperti europei della disciplina.

Un significativo ruolo viene pure svolto dall'ERSAL attraverso lo studio e la pubblicazione di cartografie di carattere pedologico, importantissime a livello di pianificazione e progettazione delle opere. Tali carte sono sviluppate su tutta la porzione di pianura della Regione e parzialmente anche in alcuni territori di montagna.

L'Azienda Regionale delle Foreste svolge in tale campo prevalentemente la funzione di «braccio operativo» della Regione, con la realizzazione in amministrazione diretta di diverse opere di ingegneria naturalistica, nonché la ricerca e la messa a disposizione degli operatori, di materiale vivaistico di specie arboree ed arbustive di idonea provenienza per garantire e tutelare i genotipi e la biodiversità degli ecosistemi lombardi.

Con la legge regionale n. 16 del 14 agosto 1999 è stata istituita l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente –

ARPA che prevede specifici interventi per la tutela, il risanamento ed il recupero dell'ambiente e delle aree naturali protette, nonché per la promozione e la diffusione delle tecniche innovative sulle forme di tutela degli ecosistemi.

Una particolare attenzione deve essere posta alla programmazione degli interventi di costruzione e/o manutenzione estensiva e diffusa sul territorio, in grado di essere affidati, mediante apposite convenzioni, dall'ente pubblico ad operatori agro-silvo-pastorali, ciò anche nella prospettiva di appositi corsi regionali di formazione.

Infatti gli articoli 9 e 17 della Legge 31 Gennaio 1994, n. 97 «Nuove disposizioni per le zone montane», prevedono che ai Consorzi forestali ed agli imprenditori agro-silvo-pastorali, singoli o associati, possano essere affidati compiti di manutenzione e conservazione del territorio, per cui tali soggetti potrebbero costituire in futuro gli interlocutori privilegiati per l'applicazione delle tecniche di ingegneria naturalistica, in subordine alle Comunità Montane, che operano con i rispettivi piani di sviluppo socio-economico.

I lavori di ingegneria naturalistica fino ad un importo di L. 300 milioni possono essere infatti eseguiti, oltre che in appalto ed in amministrazione diretta, da cooperative di produzione agricola e di lavoro agricolo-forestale con affidamento dagli enti locali in deroga alle vigenti disposizioni di legge, ai sensi dell'art. 17, 2° comma della legge n. 97/94.

Ai sensi del 1° comma del suddetto articolo, gli Enti Pubblici possono affidare ai coltivatori diretti, singoli od associati, che impiegano il lavoro proprio o dei famigliari, lavori dell'importo massimo di L. 30 milioni. Questa forma di affidamento sarebbe particolarmente adatta per effettuare le manutenzioni alle opere di ingegneria naturalistica, oppure per la realizzazione di piccoli interventi.

Per le aree di pianura va rammentato l'importante ruolo che svolgono le Province ed i Comuni attraverso la pianificazione territoriale e paesistica provinciale, la perimetrazione dei parchi locali di interesse sovramunicipale, i piani agro-ambientali provinciali ed i piani urbanistici comunali, i quali enti possono contribuire efficacemente a diffondere su vasta scala le applicazioni dell'ingegneria naturalistica. Nel settore degli enti funzionali, un ruolo importante può essere svolto dagli enti gestori delle aree protette, per competenza e per vocazione specifica, nonché dai Consorzi di Bonifica, che potrebbero operare in modo analogo ai Consorzi Forestali, anche coinvolgendo gli operatori agricoli.

L'insieme delle attività pianificatorie non possono essere, d'altra parte, razionalmente programmate e gestite in assenza della conoscenza e del censimento puntuale delle opere e degli interventi presenti sul territorio e realizzati anche da Uffici ed Enti diversi da quelli a cui dal 1976 la Regione Lombardia ha delegato o trasferito l'attuazione della politica forestale regionale.

La schedatura di dettaglio ed il rilievo cartografico delle opere e degli interventi già realizzati contribuisce alla migliore conoscenza del territorio; la schedatura rileverà le immediate o future esigenze di manutenzione e potrà costituire utile elemento per la redazione dei programmi previsti dagli articoli 2 e 3 della legge regionale n. 8/1976.

È anche necessaria, con i criteri di cui sopra, la costante integrazione con le schede ed i rilievi cartografici relativi ai nuovi interventi di sistemazione e manutenzione man mano che gli stessi vengono attuati.

4. Aspetti generali relativi alla realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica sul territorio lombardo

Quale premessa all'approccio progettuale ed alla conseguente esecuzione delle opere di ingegneria naturalistica, appare opportuno fornire un inquadramento delle diverse fasi in cui si compone il processo realizzativo degli interventi sul territorio.

L'allegata scheda descrive, pur in termini sintetici, le cinque fasi della pianificazione, progettazione, esecuzione, manutenzione e monitoraggio delle opere, le quali risultano più puntualmente analizzate nei successivi paragrafi.

a) **La fase di pianificazione** viene sviluppata dagli Enti soggetti di pianificazione, ossia dall'Autorità di Bacino, dalla Regione, dalle Province, dalle Comunità Montane, dagli Enti gestori delle aree protette, dai Comuni e dai Consorzi di Bonifica, ciascuno secondo le proprie competenze.

Sulla scorta delle analisi dello stato del territorio e dei censimenti delle opere presenti e del loro stato di efficienza, ven-

gono focalizzati i nodi critici con l'individuazione degli specifici problemi. La loro soluzione comporta la valutazione della «opzione zero», ovvero la determinazione di evitare qualsiasi intervento lasciando ai processi naturali la creazione dei nuovi equilibri, oppure la realizzazione di uno specifico progetto.

b) **La fase della progettazione** può essere sviluppata da un libero professionista o da un dipendente tecnico dell'Ente incaricato della progettazione, eventualmente coadiuvati da un Gruppo di Lavoro Interdisciplinare. Il progetto si suddivide nelle fasi «preliminare», «definitivo» ed «esecutivo», ai sensi della legge 18 novembre 1998, n. 415 - Modifiche alla legge 11 febbraio 1994, n. 109, e ulteriori disposizioni in materia di Lavori pubblici, le cui caratteristiche vengono di seguito meglio specificate.

c) **La fase esecutiva** può essere realizzata da una impresa mediante regolare gara di appalto, oppure da un Ente che opera in amministrazione diretta. A titolo di esempio in Lombardia interventi in amministrazione diretta vengono svolti dall'Azienda Regionale delle Foreste, da alcuni Consorzi Forestali, dalle Comunità Montane, dagli Enti gestori delle aree protette e dai Consorzi di Bonifica. Per l'esecuzione di questa fase viene individuato un Direttore dei Lavori, il quale assume, nel caso specifico, un ruolo particolarmente importante in relazione all'accuratezza degli interventi ed alla necessaria flessibilità da adottare negli eventuali adeguamenti in corso d'opera che dovessero rendersi necessari, nel rispetto delle normative in vigore.

Al fine di una corretta esecuzione dei lavori che assicuri il raggiungimento dei risultati tecnici prefissati in progetto, è necessario che vengano previste idonee garanzie, la cui durata dovrà protrarsi oltre la data di approvazione del certificato di regolare esecuzione o del collaudo.

d) **La fase di manutenzione** nell'ingegneria naturalistica riveste un ruolo particolarmente significativo in quanto, a differenza delle opere in materiali inerti, quelle che impiegano i materiali vivi richiedono cure colturali già nei primi anni dall'esecuzione dei lavori. La funzionalità delle opere dipende infatti dallo sviluppo delle piante e risulta largamente influenzata dalle cure colturali prestate immediatamente dopo l'esecuzione dei lavori.

Il piano delle cure colturali nelle prime 2 stagioni vegetative è di vitale importanza, spesso è comunque opportuno effettuare interventi significativi per i primi 4-5 anni dall'ultima- zione dei lavori. La tipologia e l'intensità degli interventi colturali dipendono dalla zona e dall'andamento stagionale. Più le condizioni stazionali sono difficili, maggiori possono essere le cure richieste.

In generale gli interventi di manutenzione per le prime due stagioni vegetative dovranno essere previsti ed inclusi nell'appalto. Per gli anni successivi le cure colturali dovrebbero essere oggetto di specifici appalti per la manutenzione e, nei casi di amministrazione diretta, essere adeguatamente programmati.

Indicazioni più precise sono fornite dalla «Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia», approvata con d.g.r. 1 luglio 1997 - n. 6/29567 (Cfr. allegato 1).

e) **La fase di monitoraggio** è peculiare in tutti gli interventi di ingegneria naturalistica e deve essere estesa ad un arco di tempo sufficientemente significativo, in quanto deve iniziare prima della esecuzione dell'opera per consentire il controllo «in bianco» o nella «fase zero», proseguire durante la costruzione e continuare nel tempo, in modo da consentire agli Enti competenti di programmare futuri interventi manutentori.

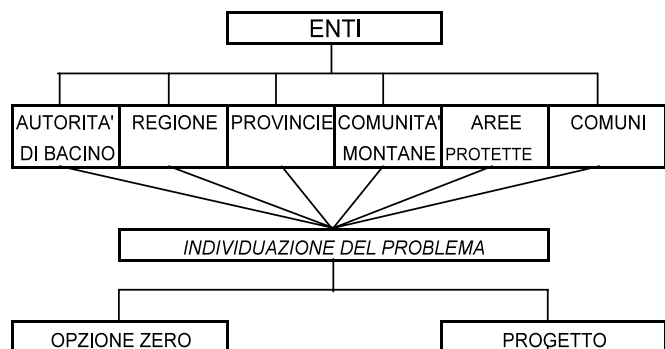
4.1. Opera minore ed Opera complessa

È bene evidenziare la necessaria distinzione che deve essere posta fra le opere minori e puntuali da quelle di maggiore dimensione, le cui diverse caratteristiche richiederanno approcci progettuali diversificati.

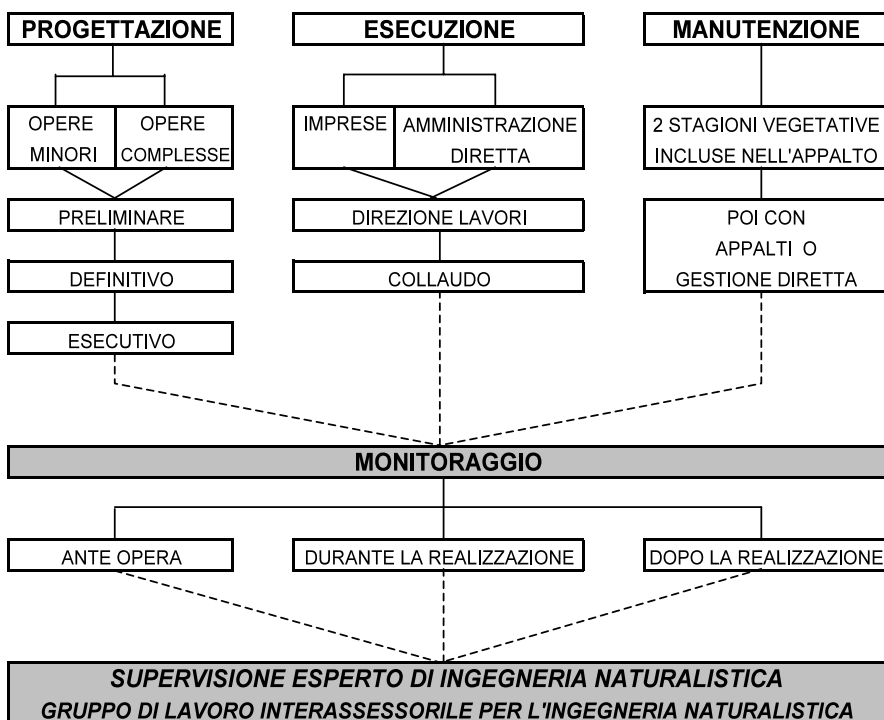
Per «**opera minore**» si intende un intervento, in genere di manutenzione, che preveda anche diverse tipologie di opere di ingegneria naturalistica semplici, standardizzate e di rapida esecuzione da realizzare su un elemento lineare o un'area puntuale circoscritta, precisamente identificabile e con limitata interazione con centri edificati ed infrastrutture antropiche. Alcuni significativi esempi, che possono essere puntualmente individuati nell'allegato 2), sono: piccole frane e smottamenti di versante, sistemazioni di scarpate di opere varie minori e piste di esbosco, sistemazione di sentieri e mulattiere, sistemazione di ruscelli, piccoli torrenti, canali di bonifica

ASPETTI RELATIVI ALLA GESTIONE DI OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

PIANIFICAZIONE



FASE ESECUTIVA



ed irrigui, sorgenti e fontanili, nonché interventi di manutenzione diffusa sul territorio ecc.

Per «**opera complessa**» si intende serie di interventi coordinati realizzati con diverse tipologie di opere di ingegneria naturalistica distribuiti su aree di maggiore dimensione che possano presentare anche consistenti interazioni con centri edificati ed infrastrutture antropiche, nonché coinvolgere ampie superfici montane o di pianura, quali significative porzioni di versante, cospicui tratti di corsi d'acqua o interventi lineari su strade e ferrovie, oppure vaste aree degradate da fattori naturali o antropici.

Sulle «**opere minori**», per le quali è necessario un approccio snello e rapido, anche in relazione all'eventuale urgenza dell'intervento e le cui disponibilità finanziarie possono essere limitate, si propone una procedura progettuale semplificata. Le «**opere complesse**» di significativo condizionamento del territorio, spesso programmabili a medio e lungo termine, richiedono, per contro, nella fase progettuale una attenta analisi preliminare transdisciplinare ed accurate valutazioni diagnostiche.

Si rammenta che molte tipologie di opere complesse potranno essere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale.

Nel caso di «**opere complesse**» gli interlocutori che concorrono alla progettazione e realizzazione delle opere potranno essere: il progettista ed i suoi consulenti esperti nelle diverse discipline, il direttore dei lavori, l'impresa o l'Ente ed il collaudatore.

Sarebbe auspicabile che il Direttore dei Lavori potesse usufruire del contributo di un esperto in ingegneria naturalistica o del Gruppo di Lavoro Interassessoriale per l'Ingegneria Naturalistica, istituito con Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. 5/50412 del 28 marzo 1994 e successive integrazioni.

Tale contributo riveste una particolare importanza, in quanto gli esperti potranno provvedere alle operazioni di monitoraggio prima, durante e dopo l'intervento, nonché affiancarsi in qualità di consulenti al direttore dei lavori in cantiere per la valutazione puntuale e la risoluzione di specifiche problematiche che possono emergere durante la realizzazione degli interventi, proponendo al direttore eventuali adeguamenti in corso d'opera.

Ovviamente, per le «**opere minori**» e nei limiti consentiti dalla legislazione vigente, alcune delle figure citate potranno essere accorpate in una stessa persona, a condizione che la medesima disponga di conoscenze specifiche nelle discipline coinvolte.

5. Aspetti metodologici legati alla progettazione

Per il perseguimento degli obiettivi in premessa, si propone una metodologia suddivisa in tre successive fasi di lavoro: analisi, valutazione diagnostica e proposte progettuali. Tali fasi concorreranno in vario modo alla realizzazione della progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva.

5.1. Progettazione di opere minori

La progettazione semplificata potrà prevedere le fasi «*preliminare, definitiva ed esecutiva*» eventualmente contratte in funzione della natura e della tipologia dell'intervento. Il progettista, nel caso coadiuvato da un tecnico di settore, dovrà comunque raccogliere e sviluppare personalmente tutti gli elementi di analisi che consentano di disporre di un sufficiente quadro delle caratteristiche dell'area sulla quale si intende intervenire.

A tal fine viene allegato un elenco degli elementi che debbono essere raccolti per un corretto inquadramento del problema (check-list – allegato 2) e potrà rifarsi a tipologie standard di intervento, di cui molti esempi costituiscono le schede della parte sistematica del presente documento.

Si rammenta l'importanza che riveste anche in questo caso il monitoraggio dei luoghi prima, durante e dopo l'intervento.

5.2. Progettazione di Opere complesse

Gli interventi di maggiore dimensione, con le caratteristiche sopra segnalate, richiederanno un approccio progettuale più attento, che vedrà spesso il contributo di più professionisti. La fase progettuale si svilupperà secondo le indicazioni che seguono.

5.2.1. Progettazione preliminare

La **fase di analisi** dovrà sviluppare le indispensabili indagini peditive, quali osservazioni di campagna relative all'area

sulla quale si intende intervenire ed a un suo intorno sufficientemente significativo. Ad esempio per il dissesto idrogeologico su pendio, l'analisi dovrà riguardare il caso specifico con messa in evidenza delle sue caratteristiche dimensionali, le probabili cause dell'insacco del dissesto ed il suo meccanismo evolutivo, nonché dovrà rilevare gli altri eventuali dissesti, le opere già realizzate in passato nell'immediato contesto dell'area oggetto di analisi e le altre eventuali componenti ambientali e territoriali presenti. Analogamente per il consolidamento di sponde di corsi d'acqua, l'indagine dovrà trattare l'area di intervento ed estendersi ad una significativa parte dell'asta torrentizia o fluviale a monte ed a valle dell'opera proposta.

Il progetto dovrà prevedere una relazione illustrativa sulle soluzioni proposte, nonché comprendere schemi grafici per l'individuazione delle caratteristiche dimensionali, volumetriche, tipologiche, funzionali e tecnologiche, nonché relative all'utilizzo dei materiali ed ai costi relativi.

La successiva **fase di valutazione diagnostica** è finalizzata alla ponderazione di tutti gli elementi più significativi emersi nella fase di analisi relativi all'area oggetto di possibile intervento ed agli ecosistemi presenti in un'intorno adeguato, alle loro interrelazioni ed ai rapporti fra questi con i fattori ambientali ed antropici propri del territorio. Ciò consentirà di valutare le differenti scelte tipologiche o localizzative alternative con stima dei costi-benefici, sia in termini ambientali, che puramente economici, compresa l'opzione zero nella quale risulta di maggior beneficio la scelta del non intervento.

5.2.2. Progettazione Definitiva

Anche la progettazione definitiva prevede una **fase di analisi**, la quale affronterà le tematiche relative alle caratteristiche topoclimatiche e microclimatiche dell'area, all'analisi del substrato pedologico con riferimento alle caratteristiche chimiche, fisiche e tessiture del suolo, all'esame delle caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche, alle verifiche idrauliche e geotecniche alla base conoscitiva floristica, fitosociologica, con particolare riferimento alla vegetazione naturale e potenziale ed alla loro dinamica, per l'efficace sfruttamento delle caratteristiche biotecniche di ogni singola specie ed all'accurata selezione delle specie vegetali da impiegare, considerando anche i miscugli di specie erbacee.

Il prodotto di tale analisi è costituito da una cartografia di dettaglio a scala adeguata alla natura dell'opera e da una relazione che evidenzia il contesto ambientale e territoriale con precise schede, nonché tutti i fattori che costituiscono gli ecosistemi interessati e le relazioni che intercorrono fra essi.

Il progetto definitivo dovrà in particolare contenere gli elementi necessari ai fini del rilascio delle prescritte autorizzazioni ed approvazioni, nonché la descrizione dei criteri utilizzati per le scelte progettuali ed i calcoli preliminari delle strutture. Appare opportuno rammentare che un attento inquadramento ambientale e territoriale nella fase di analisi dovrebbe comunque essere prodotto non solo per la progettazione di opere di ingegneria naturalistica, ma anche per la realizzazione di interventi con tecniche di ingegneria classica.

5.2.3. Progettazione esecutiva

Il progetto esecutivo, redatto in conformità alla progettazione definitiva, dovrà prevedere il corretto dimensionamento delle opere con la predisposizione di elaborati progettuali di dettaglio tali da consentirne l'identificazione, la tipologia, la quantità e la dimensione, visti anche nell'ottica evolutiva di un processo continuo di verifica e monitoraggio. Per la precisione l'intervento che si intende realizzare non è fine a se stesso, ma deve inserirsi in un contesto esistente che viene modificato dall'intervento e che, a sua volta, modifica nel tempo l'opera stessa attraverso la degradazione operata dagli agenti meteorici, lo sviluppo o il mancato attecchimento delle piante, l'azione di modellamento morfologico operato dalle acque di ruscellamento superficiale lungo i versanti o l'azione erosiva provocata dalle acque incanalate.

Per tali motivi il progetto esecutivo dovrà prevedere diverse fasi gestionali dell'opera e precisamente dovrà essere indicato ciò che si intende realizzare subito con la valutazione dei tempi entro i quali l'opera raggiungerà presumibilmente gli effetti attesi, la previsione degli interventi di successivo adeguamento, il monitoraggio dello stato di conservazione dell'opera, nonché i programmi di manutenzione scaglionati nel tempo ed il piano delle cure colturali da attuare successivamente all'esecuzione dei lavori. Quest'ultimo è fondamentale per garantire la qualità, la continuità ed il successo degli interventi realizzati.

Sarà in ogni caso particolare cura dell'Ente appaltante provvedere alla redazione di programmi di manutenzione delle opere scaglionati nel tempo ed a programmare il piano delle cure culturali a breve, medio e lungo termine, così come dovranno essere previsti ed accantonati nel bilancio dell'Ente i fondi per il monitoraggio e la manutenzione delle opere realizzate.

Dovrà inoltre essere predisposta dal progettista una precisa scheda tecnica di sintesi che descriva il progetto dell'opera sotto l'aspetto puntuale ed evidenzi gli elementi ambientali e territoriali più significativi della zona in esame. Tale scheda sarà inviata agli enti competenti, quali l'Ente affidatario dell'incarico e la Segreteria del Gruppo di Lavoro Interassessoriale per l'Ingegneria Naturalistica (a tal fine Cfr. allegato 3).

Deve infine essere evidenziato che nella disciplina dell'ingegneria naturalistica il ruolo di primario protagonista nella realizzazione degli interventi viene ricoperto dai vegetali vivi, pertanto diventa fondamentale la scelta delle specie idonee da impiegare, la forma di propagazione, gli standard qualitativi, i dosaggi e l'epoca consigliabile per il loro utilizzo sin dalla fase della progettazione.

A tale scopo risulta opportuno fare riferimento all'allegata «Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia» (Cfr. allegato 1).

6. Aspetti legati alla fase esecutiva

La fase esecutiva a livello di realizzazione delle opere dovrà essere la più accurata possibile e nel contempo duttile, tale da ammettere eventuali varianti in corso d'opera, nei limiti stabiliti dalla normativa vigente in materia di opere pubbliche.

Grande importanza assume la figura del direttore dei lavori, il quale è opportuno che produca una relazione che valuti lo stato di fatto al termine dei lavori e preveda le dinamiche di evoluzione dell'opera con eventuali proposte di interventi integrativi da prevedersi in tempi successivi.

Ovviamente per le «opere minori» il quadro nel quale si muove il direttore dei lavori è più duttile e snello di quanto viene richiesto per gli interventi più complessi relativi alle «opere complesse».

Per quanto concerne i puntuali aspetti tecnici relativi al periodo utile per l'esecuzione dei lavori, agli indici di attecchimento, al collaudo, alle garanzie ed alla specificità delle cure culturali a breve, medio e lungo periodo, si rimanda all'allegata «Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia» (Cfr. allegato 1).

Si rileva in particolare che i tagli della vegetazione in alveo per la propagazione delle talee dovranno essere effettuati preferibilmente nel periodo tardo autunnale ed invernale, escludendo tassativamente il periodo tardo primaverile ed estivo (già con ripresa vegetativa) in cui è massimo il danno all'avifauna nidificante.

Per l'acquisizione del materiale di propagazione è stata rilasciata dall'Ufficio del Territorio dell'Intendenza di Finanza un'autorizzazione alla Regione Lombardia.

7. Garanzie

Ai fini di una corretta realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica occorre richiedere adeguate garanzie ai soggetti esecutori dei lavori, così come previsto dalla normativa vigente in materia di Lavori Pubblici e della Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi.

La durata delle garanzie, considerate le specifiche peculiarità delle opere di ingegneria naturalistica, che richiedono tempi lunghi per verificare l'esito dei lavori, deve protrarsi oltre la data di approvazione del certificato di regolare esecuzione o del collaudo.

Per le «opere complesse» le seguenti disposizioni dovranno essere recepite ed adottate nel capitolato speciale di appalto e nel contratto tra la stazione appaltante e la ditta aggiudicataria dei lavori.

7.1. Progetti di sole opere di ingegneria naturalistica

Dovrà essere previsto il deposito cauzionale, pari almeno al 15-20% dell'importo dei lavori, il cui periodo di validità deve essere differito rispetto all'approvazione del certificato di regolare esecuzione che, come noto, deve essere redatto entro 6 mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

L'approvazione del certificato di regolare esecuzione o del certificato di collaudo, che avrà valenza ed effetti per gli a-

dempimenti contabili e di bilancio, non svincola automaticamente il deposito cauzionale.

Lo svincolo avverrà solo alla fine della seconda stagione vegetativa, dopo la verifica del raggiungimento dei risultati, in termini di indici di attecchimento, previsti dal progetto.

Qualora fossero previsti interventi manutentori sulle fallanze presenti, lo svincolo sarà condizionato alla corretta esecuzione delle opere di ripristino e comunque non prima dell'avvenuta certificazione di conformità redatta dal Direttore dei Lavori.

7.2. Progetti di opere miste

Nei casi i cui progetti prevedano, sia la realizzazione di opere di ingegneria civile, che di ingegneria naturalistica, i depositi cauzionali dovranno essere disgiunti.

Il deposito cauzionale non potrà essere inferiore al 15-20% del relativo importo dei lavori delle sole opere di ingegneria naturalistica.

La durata dovrà essere differita rispetto all'approvazione del certificato di regolare esecuzione o del certificato di collaudo, la cui approvazione non svincola automaticamente il deposito cauzionale.

Possono pertanto essere redatti due certificati di regolare esecuzione o di collaudo, uno per le opere di ingegneria civile e l'altro per quelle di ingegneria naturalistica.

Nel caso in cui il certificato di regolare esecuzione o il certificato di collaudo sia unico, la sua approvazione assume piena valenza tecnica ed amministrativa per i lavori di ingegneria civile, mentre per quelli di ingegneria naturalistica occorre attendere l'esito delle verifiche posticipate sul raggiungimento dei risultati.

Per le opere di ingegneria naturalistica, lo svincolo verrà effettuato alla fine della seconda stagione vegetativa, dopo che il responsabile unico del procedimento avrà verificato il raggiungimento dei risultati, in termini di indici di attecchimento, previsti dal progetto.

7.3. Lavori in amministrazione diretta

Per i lavori di ingegneria naturalistica eseguiti in amministrazione diretta, gli Enti competenti (Comune, Comunità Montana, Consorzio di Bonifica, Ente Gestore di area protetta, Consorzio Forestale, ecc.) dovranno accantonare un congruo fondo per effettuare gli opportuni interventi nel caso in cui non siano stati raggiunti i risultati previsti dal progetto.

8. Monitoraggio

Il sistematico monitoraggio delle opere di ingegneria naturalistica consente di valutare l'efficacia nel tempo delle stesse.

Esso assolve anche ad altre importanti funzioni di interesse pratico-operativo, in quanto permette di:

- mappare sul territorio gli interventi di ingegneria naturalistica;
- acquisire informazioni sulle problematiche che si riscontrano sia nella fase esecutiva che successivamente;
- acquisire dati sui costi unitari delle varie tipologie di opere;
- programmare gli interventi culturali di manutenzione ed i relativi costi;
- individuare eventuali fonti di approvvigionamento del materiale vivo.

Per queste ed altre funzioni, il monitoraggio diventa un'attività di vitale e strategica importanza.

Il monitoraggio deve interessare le 3 fasi principali delle opere di ingegneria naturalistica:

• **Fase 1 (di pre-intervento o di progetto):** rileva lo stato dei luoghi dal punto di vista ambientale, i problemi da risolvere, ecc.. Le risultanze di queste rilevazioni devono essere raccolte in una scheda compilata dal progettista, da allegare al progetto esecutivo.

• **Fase 2 (di realizzazione):** rileva ciò che viene effettivamente realizzato (tipologie opere, quantità, costi, modalità di esecuzione, approvvigionamento materiale di propagazione, problematiche riscontrate durante l'esecuzione dei lavori, periodi di esecuzione lavori, ecc.). La scheda di rilevazione, compilata dal direttore dei lavori, deve essere allegata agli atti di contabilità finale.

• **Fase 3 (di post-intervento):** rileva lo sviluppo e il comportamento degli interventi realizzati, il grado di risoluzione dei problemi (efficacia tecnica), la necessità di cure culturali

ed il grado di attuazione delle stesse. Questo monitoraggio dovrà essere effettuato nei 5 anni successivi alla consegna delle opere. La scheda può essere compilata da un operatore avente specifiche conoscenze in ingegneria naturalistica.

Le schede dovranno essere collegate tra di loro, evitando così di informatizzare più volte i dati comuni delle 3 fasi di rilevazione, mediante un campo chiave comune, corrispondente un codice univoco che sarà attribuito dalla struttura che si occuperà dell'archiviazione informatica dei dati.

Il presente documento è stato redatto dal Gruppo di Lavoro interdisciplinare composto da:

Direzione Generale Territorio ed Edilizia Residenziale

Dott. Lidia Andreoli – Ingegnere
 Dott. Luca Beretta – Ingegnere
 Dott. Cristina Capetta – Biologo
 Dott. Monica Cetti – Geologo
 Dott. Marina Credali – Geologo
 Dott. Nicoletta Fusi – Geologo
 Dott. Eugenia Lentini – Geologo
 Dott. Roberta Negrioli – Geologo
 Dott. Giovanni Scaglia – Laureato in Scienze Ambientali

Direzione Generale Agricoltura

Dott. Andrea Corapi – Agronomo

Direzione Generale Urbanistica

Dott. Luisa Casu – Naturalista

Direzione Generale OO.PP. e Protezione Civile

Geom. Vilfredo Candiani
 Dott. Gianluca Maffoni – Laurea in Scienze politiche

Corpo Forestale dello Stato

Dott. Alberto Guzzi – Agronomo

Azienda Regionale delle Foreste

Dott. Italo Buzzetti – Forestale
 Dott. Enrico Calvo – Forestale

Hanno collaborato

Dott. Massimo Comedini – Geologo
 Dott. Giambattista Rivellini – Naturalista
 Dott. Mauro Ferri – Veterinario

Disegni

P.I. Massimo Sormani – Disegnatore

Coordinamento per la parte sistematica

Dott. Fulvio Bombelli – Architetto

Segreteria Tecnica

Dott. Pietro Zanatta – Architetto

Coordinamento Generale

Dott. Luca Ottenziali – Geologo

Visto:

Dott. Achille Mortoni – Geologo
 Dirigente del Servizio Geologico e Riassetto del Territorio

Il presente documento «Quaderno delle opere tipo di ingegneria naturalistica» è stato approvato con nota n. Z1.2000.002353 del 3 febbraio 2000 nella «A) PARTE GENERALE» dal Comitato Tecnico Internazionale per l'Ingegneria Naturalistica, istituito con decreto n. 4576 dell'1 settembre 1998,

I componenti del Comitato sono:

Presidente

- Dott. Giuliano Sauli – Presidente dell'Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica (A.I.P.I.N.) – Trieste (I);

Componenti

- Dott. Ing. Mario Di Fidio – Esperto in Pianificazione Territoriale ed Ambientale – Milano (I);
 - Prof. Florin Florineth – Universität für Bodenkultur – Vienna (A);
 - Prof.ssa Eva Hacker – Università di Hannover (D);
 - Prof. Rolf Johannsen – Fachhochschule – Architettura del Paesaggio – Erfurt (D);
 - Dott. Matthias Oplatka – Canton Zurigo – AWEL (Abfall, Wasser, Energie und Luft) esperto in Ingegneria Naturalistica – Zurigo (CH);
 - Prof. h.c. Hugo M. Schiechl – Professor emerito Centro di ricerca e Sperimentazione ingegneria naturalistica – Innsbruck (A);
 - Dipl. Ing. Helgard Zeh – Libero professionista in pianificazione del paesaggio, esperto in Ingegneria Naturalistica – Worb (CH);
-

ALLEGATO I

RICHIAMO AD ALCUNI ASPETTI NORMATIVI

Approvvigionamento di materiale vegetale vivo da impiegare negli interventi di ingegneria naturalistica

Al fine dell'impiego del materiale vegetale vivo per la realizzazione delle opere, il Dipartimento del Territorio del Ministero delle Finanze - Direzione Compartimentale del territorio per la Regione Lombardia ha autorizzato, con nota prot. n. 2/3/11883/99 dell'8 febbraio 2000, la Regione alla raccolta permanente di materiale vegetale vivo (salice, pioppo, ontano ed altre essenze spontanee) nelle aree demaniali lungo i corsi d'acqua.

La Regione Lombardia emanerà apposita informativa sulle modalità tecnico-operative per il reperimento del materiale vegetale vivo da utilizzare nei cantieri.

Richiamo ad alcuni aspetti normativi

1 - Testo aggiornato della legge 11 febbraio 1994, n. 109 recante: «Legge quadro in materia di lavori pubblici», pubblicato sul «Supplemento ordinario» alla Gazzetta Ufficiale n. 234 del 5 ottobre 1999.

- Art. 2 (Ambito oggettivo e soggettivo di applicazione della legge)

1) Ai sensi e per gli effetti della presente legge e del regolamento di cui all'art. 3, comma 2, **si intendono per lavori pubblici**, se affidati dai soggetti di cui al comma 2 del presente articolo, le attività di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione di opere ed impianti, anche di **presidio e difesa ambientale e di ingegneria naturalistica**. Nei contratti misti di lavoro, forniture e servizi e nei contratti di forniture o di servizi quando comprendano lavori accessori, si applicano le norme della presente legge qualora i lavori assumano rilievo economico superiore al 50 per cento.

2 - Deliberazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po 11 maggio 1999, n. 1/99 «Adozione del Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)», pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 142 della G.U. n. 175 del 28 luglio 1999.

Richiami specifici alla disciplina dell'Ingegneria Naturalistica

Titolo I - Norme per l'assetto della rete idrografica e dei versanti

- Art. 14 «Interventi di manutenzione idraulica ed idrogeologica» - Punto 2 - «Gli interventi di manutenzione idraulica devono mantenere le caratteristiche naturali dell'alveo e salvaguardare la varietà e la molteplicità delle biocenosi riparie... Devono inoltre essere effettuati in maniera tale da non compromettere le funzioni biologiche del corso d'acqua e degli ecosistemi ripariali».

Punto 4 - «Gli interventi di manutenzione dei versanti e delle opere di consolidamento o protezione dai fenomeni di dissesto devono tendere al mantenimento di condizioni di stabilità, alla protezione del suolo da fenomeni di erosione accelerata e instabilità, al trattenimento idrico ai fini della riduzione del deflusso superficiale e dell'aumento dei tempi di corrivazione. In particolare privilegiano il ripristino di boschi, la ricostituzione di boschi degradati e di zone umide, i reimpianti, il cespugliamento, la semina di prati e altre opere a verde. Sono effettuati in maniera tale da non compromettere le caratteristiche naturali degli ecosistemi».

- Art. 15 - «Interventi di riqualificazione ambientale e rinaturazione» - Punto 1 - «Il Piano ha l'obiettivo di promuovere interventi di riqualificazione e rinaturazione che favoriscano: - la riattivazione e l'avvio di processi evolutivi naturali e il ripristino di ambienti umidi naturali; - il ripristino e l'ampliamento delle aree a vegetazione spontanea, allo scopo di ripristinare, ove possibile, gli equilibri ambientali ed idrogeologici; - il recupero dei territori periferiali ad uso naturalistico e ricreativo».

- Art. 17 - «Interventi nell'agricoltura e per la gestione forestale» - Punto 1 - «Nella definizione di programmi di inter-

vento in agricoltura e nella gestione forestale sono considerati prioritari interventi finalizzati a: - migliorare il patrimonio forestale esistente; - favorire l'instaurarsi delle successioni naturali in atto nei terreni abbandonati dall'agricoltura; - monitorare e controllare le successioni naturali al fine di evitare condizioni di dissesto conseguenti all'abbandono; - gestire e realizzare **adeguate** sistemazioni idraulico-agrarie e idraulico-forestali; - incrementare la forestazione naturalistica lungo le aste fluviali; - mantenere un'opportuna copertura erbacea nelle colture specializzate collinari (viticoltura e frutticoltura); - realizzare interventi coordinati di tipo estensivo (forestazione ed inerbimenti) a completamento di opere o interventi di tipo intensivo; - realizzare **interventi intensivi**, ove possibile, **attraverso tecniche di ingegneria naturalistica**».

Titolo II - Norme per le fasce fluviali

- Art. 32 - «Demanio fluviale e pertinenze idrauliche e demaniali» - Punto 3 - «Le aree del demanio fluviale di nuova formazione, ai sensi della l. 5 gennaio 1994, n. 37, a partire dalla data di approvazione del presente Piano, sono destinate esclusivamente al miglioramento della componente naturale della regione fluviale e non possono essere oggetto di sdemanializzazione».

- Art. 36 - «Interventi di rinaturazione» - Punto 1 - «Nelle fasce A e B e in particolare nella porzione non attiva dell'alveo inciso sono favoriti gli interventi finalizzati al mantenimento ed ampliamento delle aree di esondazione,...., la riattivazione o la ricostituzione di ambienti umidi, il ripristino e l'ampliamento delle aree a vegetazione spontanea» - Punto 2 - «Gli interventi devono assicurare la compatibilità con l'assetto delle opere idrauliche di difesa, la riqualificazione e la protezione degli ecosistemi relittuali, degli habitat esistenti e delle aree a naturalità elevata e la ridotta incidenza sul bilancio del trasporto solido del tronco fluviale interessato;....».

3 - Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152, «Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole», pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale del 29 maggio 1999.

Il Decreto Legislativo specifica:

• all'art. 1 (Finalità) «Il presente Decreto definisce la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee perseguendo i seguenti obiettivi:

d) mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate»;

• all'art. 3 (Competenze), «Le competenze disciplinate dal presente Decreto sono stabilite dal Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 e dagli altri provvedimenti statali e regionali adottati ai sensi della legge 15 marzo 1997, n. 59, fino all'attuazione delle disposizioni di cui al comma 1, comma 6, I consorzi di bonifica ed irrigazione, anche attraverso appositi accordi di programma con le competenti autorità, concorrono alla realizzazione di azioni di salvaguardia ambientale e di risanamento delle acque, anche al fine delle loro utilizzazione irrigua, della rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e della fitodepurazione»;

• all'art. 41 (Tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici)

comma 1 - Ferme restando le disposizioni di cui al capo VII del Regio Decreto 25 luglio 1904, n. 523, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente ai corpi idrici, con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo, entro un anno dall'entrata in vigore del presente Decreto, le Regioni disciplinano gli interventi di trasformazione e di gestione del suolo e soprassuolo previsti nella fascia di almeno 10 metri dalla sponda di fiumi, laghi,

stagni e lagune comunque vietando la copertura dei corsi d'acqua, che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità e la realizzazione di impianti di smaltimenti dei rifiuti».

4 - «Direttiva concernente criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della Regione»

Deliberazione della Giunta Regionale del 19 dicembre 1995, n. 6/6586 pubblicata sul Bollettino Ufficiale del 26 gennaio 1996, IV supplemento straordinario al n. 4.

Direttiva concernente criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della Regione - (Deliberazione della giunta regionale del 19 dicembre 1995 - 6/6586)

LA GIUNTA REGIONALE

Considerata la necessità di sviluppare una coerente ed efficace politica di tutela del paesaggio e dell'ambiente che veda, accanto a forme di conservazione dei siti, interventi attivi di rinaturalizzazione di diversi ambiti del territorio lombardo;

Atteso che tale obiettivo è perseguibile attraverso il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica di basso impatto e rispettose degli equilibri ecologico-ambientali;

Considerato che, ai fini di promuovere e sviluppare il ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica, la giunta regionale, con delibera n. 50989 del 7 aprile 1994, ha adottato quale strumento tecnico-operativo di riferimento il «Manuale tecnico di ingegneria naturalistica» predisposto dalle regioni Emilia-Romagna e Veneto;

Ritenuto che sia necessario sviluppare le tematiche stesse avvalendosi di una pluralità di competenze professionali per la valutazione dei fattori geologici, geomorfologici, idraulico-forestali, naturalistico-ambientali, che interessano l'assetto complessivo dei singoli spazi paesistici;

Vista la deliberazione della giunta regionale n. 5/50412 del 28 marzo 1994, con la quale è stato costituito un gruppo di lavoro interassessorile per la definizione di normative tecniche e programmi di formazione professionale in materia di ingegneria naturalistica;

Visto il documento del gruppo di lavoro, in data 14 novembre 1995, concernente una «Direttiva sui criteri per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica», avente lo scopo di sensibilizzare gli operatori del territorio ad un approccio più attento agli equilibri naturali;

Ritenuto che la regione, sulla scorta delle dette indicazioni, debba provvedere a formulare nuovi indirizzi tecnico-amministrativi per la progettazione, esecuzione e manutenzione delle opere pubbliche in genere, in particolare per favorire programmi di rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e di recupero delle aree degradate attraverso tecniche di ingegneria naturalistica;

Valutata l'opportunità di dare mandato ai singoli settori della giunta regionale di formulare - per l'ambito di propria competenza - proposte per l'adeguamento della normativa vigente finalizzato alla promozione dei contenuti della presente direttiva.

Rilevato che tali proposte, volte anche alla maggior semplificazione possibile delle procedure amministrative vigenti, interessano prioritariamente l'ambito di applicazione della normativa paesaggistica, ai sensi delle leggi 1497/39 e 431/85 e della normativa forestale, ai sensi del r.d. 3267/23, della l.r. 8/76 così come modificata ed integrata dalla l.r. n. 80/89 e del r.r. n. 1/93;

Ritenuto opportuno che, per la divulgazione, la valorizzazione e l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica, nonché per la formazione professionale degli addetti a tali interventi, la giunta regionale provveda a dotarsi di un'apposita organizzazione in cui siano inserite figure professionali idonee, con qualifiche corrispondenti alle diverse discipline coinvolte;

Dato atto che la presente deliberazione non è soggetta al controllo ai sensi dell'art. 1 del d.lgs. n. 40/1993, come modificato dall'art. 1 del d.lgs. n. 479/93;

Tutto ciò premesso, a voti unanimi, espressi nei modi e termini di legge

DELIBERA

1. di approvare l'allegata direttiva concernente criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della regione;

2. di dare mandato ai settori ambiente ed energia, urbanistica e territorio, agricoltura e lavori pubblici di formulare, per le materie di competenza, proposte volte a modificare la normativa vigente, promuovendo i contenuti della presente direttiva e nel contempo semplificando le procedure amministrative;

3. di riservarsi con successivo atto deliberativo la creazione di un'apposita struttura organizzativa in grado di gestire le problematiche relative alla divulgazione, alla valorizzazione e all'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica;

4. di disporre la pubblicazione della direttiva sul Bollettino Ufficiale della Regione;

5. di dichiarare il presente atto non soggetto a controllo ai sensi del d.lgs. n. 40 del 13 febbraio 1993.

Il presidente: Formigoni

Il segretario: Miglio

**DIRETTIVA SUI CRITERI
PER L'ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI
DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

SOMMARIO:

1. Gli scopi della direttiva
2. Le funzioni e gli obiettivi dell'ingegneria naturalistica
3. Categorie di intervento e modalità progettuali
 - 3.1. Sistemazione di corsi d'acqua e bacini lacustri
 - 3.1.1. Principi generali
 - 3.2.2. Interventi operativi
 - 3.2. Consolidamento di versanti
 - 3.3. Recupero di aree degradate
 - 3.4. Materiali vegetali
 - 3.5. Infrastrutture ed ecosistemi filtro
4. Bibliografia

1. Gli scopi della direttiva

La presente direttiva individua i criteri ed indirizzi in materia di ingegneria naturalistica ai quali dovranno fare riferimento gli organismi e gli enti soggetti di pianificazione e gestione del territorio che operano in Lombardia nelle diverse fasi della programmazione, progettazione, esecuzione e manutenzione delle opere.

Scopo della direttiva è quello di sensibilizzare gli operatori verso un approccio alle problematiche ambientali più attento all'analisi degli elementi costitutivi dell'ecosistema e delle interrelazioni fra i diversi ecosistemi.

Per ecosistema si intende l'insieme degli organismi vegetali ed animali (biocenosi) che vivono nello stesso ambiente (biotopo) e delle relazioni che li legano fra loro e con l'ambiente stesso. In generale si può osservare che la complessità dell'ecosistema è funzionale alla sua stabilità.

Per tale motivo i soggetti destinatari della direttiva dovranno in primo luogo affrontare le tematiche che si presentano, quali sistemazione dei corsi d'acqua o di dissesti, recupero di aree degradate, inserimento nel paesaggio delle opere infrastrutturali ed altro, attraverso una corretta analisi ecosistemica ed una valutazione dello stato di fatto dei luoghi, in modo da produrre un progetto che tenga conto di tutte le componenti ambientali coinvolte (progettazione ambientale).

Per analisi ecosistemica si intende la conoscenza e la valutazione dei fattori che compongono l'ecosistema, lo studio delle relazioni che intercorrono fra di essi e con il territorio circostante, nonché la previsione delle loro possibili evoluzioni.

Per progettazione ambientale si intende in genere ogni attività progettuale che si basi sull'analisi ecosistemica e tenga conto quindi del complesso rapporto tra differenti ecosistemi, nonché della problematica relativa alla gestione economica delle risorse naturali.

In questo ambito si colloca l'ingegneria naturalistica, intesa come tecnica di costruzione del paesaggio, che utilizza piante vive o parti di esse in abbinamento con altri materiali inerti, per numerosi interventi che, promuovendo processi naturali, sono volti alla ricostruzione ambientale e alla creazione di nuove unità ecosistemiche in grado, per quanto possibile, di autosostenersi.

Appare opportuno ricordare che l'ingegneria naturalistica ha una lunga tradizione, nei campi della sistemazione del suolo e dei corsi d'acqua, che in molti casi è stata interrotta, ma in altri ha potuto continuare, soprattutto grazie all'ammi-

nistrazione forestale. Si tratta quindi di riscoprire e di attuare tecniche che anche in Italia hanno avuto in passato significative applicazioni.

Poiché scopo fondamentale della direttiva è quello di sviluppare un processo di sensibilizzazione, ciascuna delle strutture pubbliche interessate potrà sviluppare, nell'ambito delle proprie competenze specifiche, le applicazioni più concrete ispirate ai criteri di seguito illustrati.

2. Le funzioni e gli obiettivi dell'ingegneria naturalistica

Da quanto sopra specificato, le funzioni dell'ingegneria naturalistica possono essere così sintetizzate:

- funzione ecologica, di creazione e/o ricostruzione di ambienti naturali;
- funzione idrogeologica, di consolidamento del terreno, protezione dall'erosione, sistemazione idrogeologica ed aumento della ritenzione delle precipitazioni meteoriche;
- funzione estetico-paesaggistica, di collegamento al paesaggio circostante;
- funzione socio-economica, relativa al beneficio sociale ed alla gestione economica delle risorse naturali;
- funzione di sviluppo dell'occupazione nelle aree collinari e montane.

Obiettivo generale dell'ingegneria naturalistica è l'aumento della complessità e della diversità dell'ecosistema degradato, innescando quindi un processo evolutivo che porti ad un equilibrio dinamico in grado di garantire una maggiore stabilità ed un miglioramento dei valori paesaggistici dell'ambiente.

A tal fine, l'ingegneria naturalistica mette a disposizione diverse tecniche particolarmente efficaci per la sistemazione dei corsi d'acqua e dei versanti, limitando l'azione erosiva degli agenti meteorici ed effettuando il consolidamento, assieme al reinserimento naturalistico, di scarpate e superfici degradate da fattori naturali (dissesto idrogeologico) o antropici (cave, discariche, opere infrastrutturali).

In particolare tali tecniche consentono di realizzare:

- il consolidamento di sponde di corpi d'acqua correnti e stagnanti;
- il consolidamento di versanti naturali soggetti a dissesti idrogeologici;
- il consolidamento di rilevati e trincee di infrastrutture (strade, ferrovie ecc.);

- il consolidamento e la riqualificazione di fronti di cava e discariche;
- barriere visive e mascheramenti vegetali;
- barriere antirumore mediante rilevati rinverditi;
- barriere vegetali per combattere la diffusione di polveri ed aerosol;
- ecosistemi-filtro a valle di scarichi idrici;
- sistemazioni temporanee o permanenti di aree di cantiere;
- nuove unità ecosistemiche in grado di aumentare la biodiversità locale o territoriale e/o di offrire fruizioni di tipo naturalistico;
- nuove strutture ambientali in grado di garantire la permanenza e la mobilità della fauna protetta (ad es. scale di risalita per pesci).

Per i riferimenti tecnici si richiama il manuale di ingegneria naturalistica realizzato dalle regioni Emilia-Romagna e Veneto ed adottato dalla giunta regionale della Lombardia con deliberazione n. 50989 del 7 aprile 1994. Si richiamano inoltre i testi elencati nella successiva bibliografia.

3. Categorie di intervento e modalità progettuali

Nell'approccio ai problemi legati all'uso del suolo ed in particolare a quelli di dissesto idrogeologico, sistemazione dei corsi d'acqua, recupero di aree degradate da fattori antropici, realizzazione di grandi opere infrastrutturali, quali strade, ferrovie, canali navigabili, dovrà essere privilegiata una visione ecosistemica per la ricerca delle soluzioni progettuali più idonee volte alla salvaguardia del territorio e al miglioramento della qualità della vita.

In quest'ottica tutti gli interventi dovranno essere tesi a ristabilire il naturale assetto dell'ecosistema, o comunque a favorire il ritorno, nei tempi più brevi possibile, dell'equilibrio ambientale tipico dei luoghi.

3.1. Sistemazione di corsi d'acqua e bacini lacustri

3.1.1. Principi generali

Si tratta di un settore che più di altri necessita di radicali modifiche dei principi di sistemazione, anche alla luce delle più recenti acquisizioni della scienza idrologica, secondo il seguente schema:

PRINCIPI DI SISTEMAZIONE

In passato

- Deflusso veloce
- Salti di fondo
- Riduzione delle aree di pertinenza fluviale
- Alveo rettificato e cementato
- Alveo costretto
- Alveo intubato
- Difesa attiva dalle acque
- Potenziamento delle opere

In futuro

- Ritenzione
- Rampe
- Aumento delle aree di pertinenza fluviale
- Alveo divagante e consolidato a verde
- Alveo allargato
- Alveo riportato in superficie
- Difesa passiva dalle acque
- Interventi puntuali di conservazione e manutenzione

Tali indirizzi trovano riscontro nei documenti dell'autorità di Bacino del fiume Po «Iniziative urgenti di intervento per la difesa del suolo e l'assetto idrogeologico del bacino del Po», dicembre 1994 e «Approvazione del piano stralcio ai sensi della legge 21 gennaio 1995, n. 22, art. 4, comma 5», pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, II S.S. al n. 29, 21 luglio 1995.

Per quanto concerne la progettazione degli interventi di sistemazione idrogeologica, dovrà essere in primo luogo valutata l'effettiva necessità dell'intervento in funzione della manifesta pericolosità, le alternative possibili ed il rapporto tra i benefici tratti e gli effetti potenziali negativi indotti, più o meno prevedibili. Gli interventi di difesa attiva o passiva dovranno comunque privilegiare, ove possibile, le tecniche di ingegneria naturalistica.

Si rammenta inoltre l'opportunità che l'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica sia legato ad una pianificazione complessiva a livello di bacino o sottobacino sull'uso del territorio, di cui le opere idrauliche sono un semplice elemento. Particolarmente significativa al riguardo è la possibilità di sinergie con i piani generali di difesa della natura e del

paesaggio, a partire dai piani delle aree protette (parchi e riserve naturali) e con i piani integrati per la difesa del suolo.

3.1.2. Interventi operativi

In primo luogo dovranno essere individuate e verificate, secondo le direttive dell'autorità di bacino, le aree di pertinenza fluviale con le relative fasce di divagazione e le aree di esondazione in relazione ai tempi di ritorno delle piene. Gli interventi dovranno pertanto essere tesi alla conservazione ed eventualmente al ripristino di dette aree di esondazione, anche mediante l'acquisizione dei terreni o l'apposizione di vincoli nelle aree di pertinenza fluviale. All'interno di tali zone si dovrà quindi tendere ad un assetto naturalistico.

Nella fase di analisi preliminare alla progettazione sarà opportuno vengano identificati i livelli medio, di magra, di morbida e di piena del corso d'acqua in relazione alla pendenza delle sponde. Tali livelli, sommati alla frequenza con cui l'acqua bagna la sponda ad una certa altezza, determinano l'insaturarsi di differenti subzone vegetazionali, determinanti per la scelta delle specie più idonee da impiegare negli interventi.

La fase di collaudo presenterà necessariamente modalità

differenti da quelle tradizionali, in quanto la componente vegetazionale, essenziale nelle tecniche di ingegneria naturalistica, richiede la verifica del suo efficace attecchimento. Per tale motivo sarà predisposto il certificato di regolare esecuzione al termine dei lavori nel quale saranno dichiarate le modalità di trattamento e di messa a dimora del materiale vegetale. L'approvazione del certificato di regolare esecuzione e della relativa contabilità finale, rimarrà subordinata alla verifica del grado di attecchimento dei vegetali impiegati e verrà effettuata nella stagione vegetativa successiva alla conclusione dell'intervento.

Le opere di difesa idrogeologica dovranno rispondere agli indirizzi della progettazione ambientale descritta al punto 1 ed in particolare dovranno tener conto della dinamica geomorfologica e della tendenza evolutiva dei corsi d'acqua facendo riferimento, ove possibile, alle tipologie afferenti all'ingegneria naturalistica.

Si dovranno rispettare i parametri caratteristici degli alvei, quali pendenza, sezione, granulometria dei materiali del fondo e delle sponde e salvaguardare le aree di esondazione e le aree di divagazione, che garantiscano condizioni accettabili di equilibrio del corso d'acqua.

Opere di maggiore impatto ambientale potranno essere ammissibili quando i vincoli strutturali esistenti non permettano altre soluzioni progettuali.

Lungo il corso d'acqua dovrà essere garantita la continuità, degli scambi biologici fra i vari tronchi, privilegiando la realizzazione di soglie-rampe rispetto ad opere trasversali insuperabili dalla fauna ittica e comunque dovranno essere previste rampe per la risalita dei pesci. In particolare, durante i regimi di magra, le opere di captazione idraulica dovranno garantire un minimo deflusso vitale.

Lungo le sponde dovrà anche essere garantita la continuità del corridoio ecologico costituito dalla vegetazione ripariale. In particolare, entro i limiti del possibile, si dovrà ridurre la pendenza delle sponde e massimizzare la superficie di contatto fra la sponda ed il corpo d'acqua, per garantire la maggiore potenzialità di sviluppo dell'ecosistema.

3.2. Consolidamento di versanti

Anche nel caso del consolidamento dei versanti franosi e delle scarpate naturali, l'ingegneria naturalistica offre una serie di strumenti tecnici adatti per una risoluzione duratura ed efficace dei problemi. Tali tecniche possono essere con successo utilizzate per la sistemazione di alcuni tipi di fenomeni franosi ed erosivi, come le frane superficiali, le aree in erosione accelerata e regressiva, le zone soggette a decortamento. Estese applicazioni sono possibili anche nella realizzazione di drenaggi, nella raccolta e convogliamento di acque meteoriche, nel consolidamento di masse di terreno franate e nella copertura di superfici denudate.

Gli interventi di ingegneria naturalistica sono particolarmente utili in presenza di dissesti diffusi, per la loro prevenzione mediante manutenzione e sistemazione estensiva del territorio.

Si rammenta che l'ingegneria naturalistica mira a ristabilire gli equilibri attraverso una pluralità di fattori, in contrasto con tecniche che tendono ad una eccessiva semplificazione. Pur garantendo ad esempio l'allontanamento dell'acqua in eccesso, essa consente la ritenzione della quantità di acqua necessaria al ripristino della vegetazione arbustiva ed arborea ed al conseguente ristabilimento degli equilibri ecologici.

Per le sistemazioni di versanti in cui si rendono necessarie tecniche di maggiore impatto, l'ingegneria naturalistica svolge l'importante funzione di mitigazione e di inserimento paesaggistico dell'opera.

Per quanto riguarda le opere di sostegno (palificate, gabbionate, palizzate, muri cellulari, ecc.), ai sensi del d.m. 11 marzo 1988, queste devono essere preventivamente calcolate e verificate tramite i normali metodi ingegneristici applicati per i muri di sostegno. Ciò permette quindi di effettuare una verifica di stabilità relativa al rimodellamento morfologico ottenuto, al quale va aggiunto l'effetto positivo di drenaggio e consolidamento generato dalla vegetazione utilizzata.

3.3. Recupero di aree degradate

Nel caso del recupero di aree degradate da attività antropiche (cave, discariche, cantieri) e/o soggette ad attività a forte impatto sul territorio, l'ingegneria naturalistica fornisce un supporto fondamentale alla definizione degli interventi per la ricostruzione degli ecosistemi locali con caratteristiche il più

possibile affini a quelli precedenti al degrado delle aree stesse. Fornisce inoltre gli strumenti tecnici per la limitazione del degrado in sede preventiva, ossia di progettazione degli interventi di trasformazione del territorio.

In fase preventiva, l'analisi del paesaggio e degli ecosistemi circostanti, nelle componenti abiotiche e biotiche, fornirà elementi fondamentali di cui sarà necessario tenere conto nei piani di conduzione delle attività ed in quelli di recupero.

Nel caso delle cave, ad esempio, i piani di coltivazione dovranno essere compatibili sia con l'assetto del territorio circostante sia con la destinazione finale dell'area, garantendo l'effettiva realizzabilità del recupero ambientale attraverso la creazione delle condizioni sufficienti per l'insediamento delle componenti vegetali ed animali tipiche della zona. Anche in questo caso, il criterio fondamentale del recupero naturalistico dovrà essere quello della massimizzazione della diversità degli ecosistemi, attraverso interventi sia morfologici che biologici.

In fase esecutiva si farà riferimento alle tipologie delle opere indicate nel citato manuale tecnico di ingegneria naturalistica adottato dalla Regione. Dovranno essere inoltre incentivati la produzione e l'utilizzo di sementi di essenze autoctone.

3.4. Materiali vegetali

Una corretta scelta del materiale vegetale da utilizzarsi nell'ambito delle opere di ingegneria naturalistica costituisce la premessa fondamentale per la buona riuscita degli interventi. In tale contesto si indicano i seguenti criteri fondamentali:

- il materiale vegetale va scelto a seguito di specifiche indagini e valutazioni dell'ambiente nel quale si opera, individuando e prefigurando, per quanto possibile, le caratteristiche vegetazionali delle diverse successioni ecologiche che potranno interessare l'area di intervento;

- la scelta va inoltre condotta a favore delle specie più idonee non solo dal punto di vista ecologico, ma anche funzionale, soprattutto laddove si tratta di interventi di riassetto e riequilibrio idrogeologico;

- è da sottolineare che la scelta del materiale vegetale deve privilegiare, nell'ambito delle specie considerate, le provenienze locali, cioè quelle di massima adattabilità ecologica per le caratteristiche pedologiche e climatiche dell'area;

- il corredo vegetale, per quanto possibile, deve essere sufficientemente articolato tra specie arboree di varia grandezza al fine di costituire popolamenti in crescita di sufficiente variabilità e struttura;

- l'impiego delle specie erbacee va fatto cercando, il più possibile, di recuperare materiale locale (fiorame, zolle, ecc.).

3.5. Le infrastrutture ed ecosistemi filtro

Per la progettazione di infrastrutture, verificato che l'intervento sia possibilmente localizzato in siti dove i margini di ricettività ambientale consentano la realizzazione dell'opera, si adotteranno le tecniche in grado, a parità di altre condizioni, di minimizzare gli impatti ambientali.

Poiché la componente morfologica relativa all'inserimento dell'opera nel paesaggio presenta la massima importanza, gli interventi di ingegneria naturalistica raggiungeranno la maggiore efficacia quando saranno programmati direttamente nella fase progettuale, a partire dallo studio di fattibilità fino alla progettazione esecutiva dell'infrastruttura.

Dovranno inoltre essere prese in considerazione, ove possibile, azioni di riequilibrio condotte contestualmente all'intervento, volte ad abbassare i livelli di criticità indotti dallo stesso ed a fornire quindi maggiori margini di ricettività ambientale, quali ad esempio la creazione di nuove unità ecosistemiche in grado di aumentare l'equipaggiamento naturale del territorio.

La costituzione, in particolare, di ecosistemi-filtro consente da un lato di mitigare l'impatto e dall'altro di compensare la perdita di valori ambientali del territorio a causa della realizzazione dell'infrastruttura.

Per ecosistema filtro si intende un'unità ecosistemica in grado di assorbire gli elementi inquinanti, quali polveri, aerosol, gas, liquidi e rumori, nonché di trattenere, modificare o rallentare il loro flusso verso l'ambiente o gli insediamenti antropici.

La presente direttiva è stata redatta dal «Gruppo di lavoro interassessorile per la definizione di normative tecniche e programmi di formazione professionale in materia di ingegneria naturalistica» istituito con deliberazione n. 5/50412 del 28 marzo 1994.

4. Bibliografia

- AA.VV. (1982) *Protection contre les crues des cours d'eau - Directive*. Département fédéral des transports, des Communications et de l'énergie - Berna.
- AA.VV. (1980) *Handbuch Wasserbau-Naturgemässe Gestaltung von Fließgewässern*. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg-Karlsruhe.
- AA.VV. (1992) *Atti del Congresso internazionale: Tecniche di rinaturazione e di ingegneria naturalistica*. Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica - Trieste.
- AA.VV. (1992) *Sistemazione tecnica e biologica dei corsi d'acqua: 20 anni di esperienze*. Azienda Speciale per la Regolazione dei Corsi d'acqua e la Difesa del Suolo. Provincia Autonoma di Bolzano.
- AA.VV. (1993) *Opere di ingegneria naturalistica sulle sponde - Tecniche costruttive nel Cantone di Berna (CH)*. Ministero dell'Ambiente - Roma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1994) - *Iniziative urgenti di intervento per la difesa del suolo e l'assetto idrogeologico del Bacino del Po* - Parma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO - *Metodo di delimitazione della fascia fluviale* - Parma - revisione 1995.
- BEGEMANN W. SCHIECHTL H.M. (1986) - *Ingenieurbiologie - Handbuch zum naturnahen Wasser-und Erdbau* - Bauverlag GMBH - Wiesbaden und Berlin.
- BUCKLEY K., HONNOR J. E NEWBOLD C. (1989) - *Nature conservation and the management of drainage channels*. Nature Conservancy Council - Association of Drainage Authorities.
- BENINI GIUSEPPE (1990) - *Sistemazioni Idraulico Forestali* - UTET Torino.
- DI FIDIO M. - *Architettura del paesaggio* - Milano, Pirola 1994.
- DI FIDIO M. - *Capitolato speciale d'appalto per opere di costruzione del paesaggio* - Milano, Pirola 1994.
- DI FIDIO M. - *I corsi d'acqua* - Milano, Pirola 1995.
- DELLAGIACOMA F., FLORINETH F. E ZOLIN G. (1991). *Opere di sistemazione e di regolazione dei corsi d'acqua* - V.I.A. Provincia Autonoma di Trento.
- DIN 18915 (1972) - *Landschaftsbau. Bodenarbeiten für Vegetationstechnische Zwecke*.
- DIN 18916 (1972) - *Landschaftsbau: Pflanzen und Planzarbeiten*.
- DIN 18917 (1972) - *Landschaftsbau: Rasen*.
- DIN 18918 (1972) - *Landschaftsbau: Sicherungsbauweisen. 10 S.*
- DIN 18919 (1972) - *Landschaftsbau. Unterhaltungsarbeiten bei Vegetationsflächen*.
- DIN - BLATT 19657 (1965) - *Sicherungen an Gewässern, Deichen und Küstendünen. Richtlinien. Fachnormenausschuß Wasserwesen im DNA. 16 S.*
- DIN 19660 (1959) - *Richtlinien für Landschaftspflege und landwirtschaftlichen Wasserbau*. Berlin, 6 S.
- LACHAT B. (1991) - *Le cours d'eau - Conservation, entretien et aménagement*. - Consiglio d'Europa - Strasburgo.
- LARSEN P. (1986) - *Mitteilungen - Heft 174/1986 - Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer - Projektstudie* - Universität Friderician zu Karlsruhe.
- LARSEN P. (1986) - *Mitteilungen - Heft 175/1986 - Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer - Beiträge zum Wasserbaulichen Kolloquium* - Universität Friderician zu Karlsruhe.
- R.A.I.N. (1995) Gruppo Interregionale Recupero Ambientale Ingegneria Naturalistica - *Tecniche di Ingegneria Naturalistica*
Videocassetta VHS - PAL durata 40'
Realizzazione: Azimuth studios s.r.l. - Bologna
- REGIONE EMILIA ROMAGNA - REGIONE DEL VENETO (1993) - *Manuale tecnico di Ingegneria naturalistica adottato dalla giunta regionale della Lombardia con deliberazione n. 50989 del 7 aprile 1994* - Centro di Formazione Professionale «O. Malaguti».
- REGIONE LOMBARDIA (1994) - *Atti del seminario su: Ingegneria naturalistica - Nuove prospettive per la difesa del territorio lombardo e la ricostruzione dell'ambiente naturale* - Milano.
- SCHIECHTL H.M. (1991) - *Bioingegneria forestale - Biotecnica naturalistica* - Edizioni Castaldi - Feltre (BL).

SCHIECHTL H.M. E STERN R. (1992) - *Ingegneria naturalistica - Manuale delle opere in terra* - Edizioni Castaldi - Feltre (BL).

5 - «Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia»

Deliberazione della Giunta Regionale del 1 luglio 1997, n. 6/29567, pubblicata sul Bollettino Ufficiale del 29 luglio 1997, I supplemento straordinario al n. 31.

D.G.R. I LUGLIO 1997 - N. 6/29567

Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia

LA GIUNTA REGIONALE

Considerata la necessità di sviluppare una coerente ed efficace politica di tutela del paesaggio e dell'ambiente che veda, accanto a forme di conservazione dei siti, interventi attivi di rinaturalizzazione di diversi ambiti del territorio lombardo;

Atteso che tale obiettivo è perseguibile anche attraverso il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica di basso impatto e rispettose degli equilibri ecologico-ambientali;

Vista la deliberazione della giunta regionale n. 5/50412 del 28 marzo 1994, con la quale è stato costituito un gruppo di lavoro interassessorile per la definizione di normative tecniche e programmi di formazione professionale in materia di ingegneria naturalistica, coordinato dal Settore ambiente ed energia;

Considerato che, ai fini di promuovere e sviluppare il ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica, la giunta regionale, con delibera n. 5/50989 del 7 aprile 1994, ha adottato quale strumento tecnico-operativo di riferimento il «Manuale tecnico di ingegneria naturalistica» predisposto dalle regioni Emilia-Romagna e Veneto;

Vista la deliberazione della giunta regionale n. 6/6586 del 19 dicembre 1995 con la quale veniva approvava la direttiva concernente i criteri e gli indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della regione;

Ritenuto che la regione, sulla scorta delle indicazioni formulate dalla predetta direttiva, debba provvedere a fornire indirizzi e disposizioni di carattere tecnico-operativo, relativamente alla scelta delle specie vegetali ed al loro impiego nelle varie forme di propagazione, che dovranno essere considerate nella progettazione, esecuzione e controllo finale delle opere di ingegneria naturalistica;

Dato atto che il gruppo di lavoro interassessorile ha elaborato la «Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia» di cui all'allegato;

Atteso che la direttiva intende richiamare l'attenzione degli addetti ai lavori sui principali fattori e comportamenti che contribuiscono a determinare l'efficacia delle opere di ingegneria naturalistica al fine di suggerire accorgimenti tecnico-amministrativi finalizzati a garantire la più efficiente operatività ed i migliori risultati tecnici;

Rilevato che la presente direttiva integra ed approfondisce le indicazioni contenute nelle deliberazioni antecedenti;

Ritenuto di dare mandato ai singoli settori della giunta regionale di formulare - per l'ambito di propria competenza - proposte per l'adeguamento della normativa vigente finalizzate alla promozione dei contenuti della presente direttiva;

Rilevato che tali proposte, volte anche alla maggior semplificazione possibile delle procedure amministrative vigenti, interessano prioritariamente l'ambito di applicazione della normativa per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale ai sensi della l.r. n. 86/83 e successive modificazioni, la normativa paesaggistica, ai sensi delle leggi n. 1497/39, n. 431/85 e n. 394/91 e della normativa forestale, ai sensi del r.d. n. 3267/23, della l.r. n. 8/76 così come modificata ed integrata dalla l.r. n. 80/89 e del r.r. n. 1/93;

Atto non soggetto a controllo ai sensi dell'art. 17 comma 31 legge n. 127, del 15 maggio 1997;

tutto ciò premesso, a voti unanimi, espressi nei modi e termini di legge

DELIBERA

1. di approvare l'allegata direttiva concernente l'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria natu-

ralistica in Lombardia, direttiva composta da relazione tecnica e n. 4 allegati che costituiscono parte integrante del presente atto;

2. di dare mandato ai Settori ambiente ed energia, urbanistica e territorio, agricoltura e lavori pubblici di formulare, per le materie di competenza, proposte volte a modificare la normativa vigente, promuovendo i contenuti della presente direttiva e nel contempo semplificando le procedure amministrative;

3. di disporre la pubblicazione della direttiva sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Il segretario: Minichetti

— • —

ALLEGATO

REGIONE LOMBARDIA

GRUPPO DI LAVORO INTERASSESSORILE
PER L'INGEGNERIA NATURALISTICA

**DIRETTIVA
SULL'IMPIEGO DEI MATERIALI VEGETALI
NEGLI INTERVENTI
DI INGEGNERIA NATURALISTICA
IN LOMBARDIA**

Milano, aprile 1997

I N D I C E

1. SCOPI DELLA DIRETTIVA
2. PROGETTAZIONE E DIREZIONE DEI LAVORI
 - 2.1 Competenze professionali
 - 2.2 Progettazione interna alla pubblica amministrazione
 - 2.3 Contenuti progettuali
3. VEGETALI
 - 3.1 Scelta delle specie
 - 3.2 Origine e provenienza
 - 3.3 Forme di propagazione e caratteristiche qualitative del materiale di propagazione
 - 3.4 Reperimento del materiale vegetale ed aspetti amministrativi connessi all'approvvigionamento in loco
 - 3.5 Conservazione del materiale di propagazione agamica
 - 3.6 Trasporto
 - 3.7 Epoca di impiego
 - 3.8 Messa a dimora del materiale vegetale
4. ESECUZIONE DEI LAVORI
 - 4.1 Esecuzione dei lavori e progettazione
 - 4.2 Attuazione del piano delle cure colturali
 - 4.3 Periodo utile per l'esecuzione dei lavori
5. INDICI DI ATTECCCHIMENTO
 - 5.1 Inerbimenti
 - 5.2 Interventi con l'impiego di piantine
 - 5.3 Interventi con l'impiego di talee ed astoni
 - 5.4 Casi problematici
6. COLLAUDO
7. GARANZIE PER I MATERIALI VEGETALI
8. CURE COLTURALI
 - 8.1 Cure colturali nel breve periodo
 - 8.2 Cure colturali nel medio e lungo periodo
9. FONTI NORMATIVE
 - 9.1 Normativa nazionale
 - 9.1.1 Foreste e difesa del suolo
 - 9.1.2 Territorio, paesaggio, aree protette, acque
 - 9.1.3 Lavori pubblici
 - 9.2 Normativa regionale
 - 9.2.1 Foreste e difesa del suolo
 - 9.2.2 Territorio, paesaggio, aree protette, acque
 - 9.2.3 Lavori pubblici
10. QUADRO ISTITUZIONALE DI RIFERIMENTO
 - 10.1 Enti pubblici territoriali locali
 - 10.2 Direzioni generali
 - 10.2.1 Servizi periferici
 - 10.3 Enti regionali
 - 10.4 Organismi statali e organismi sovraregionali
11. BIBLIOGRAFIA

ALLEGATI

- ALLEGATO 1: Indicazioni di massima circa le specie autoctone da utilizzare per gli interventi di recupero ambientale ed ingegneria naturalistica.
- ALLEGATO 2: Indicazione di massima sui periodi di esecuzione delle opere di ingegneria naturalistica.
- ALLEGATO 3: Principali standard qualitativi del materiale per l'ingegneria naturalistica.
- ALLEGATO 4: Indici di attecchimento delle talee delle principali specie legnose.

— • —

1. Scopi della direttiva

Nella consapevolezza delle problematiche e delle difficoltà che si presentano nella applicazione delle tecniche di ingegneria naturalistica, si è ritenuto opportuno emanare la presente direttiva, che persegue l'obiettivo di agevolare l'impiego di tali tecniche in Lombardia.

Pertanto, si forniscono indirizzi e disposizioni di carattere tecnico-operativo, relativamente alla scelta delle specie vegetali ed al loro impiego nelle varie forme di propagazione, che dovranno essere considerate nella progettazione, esecuzione e controllo finale delle opere di ingegneria naturalistica realizzate con finanziamenti regionali.

La direttiva richiama l'attenzione degli addetti ai lavori (progettisti, direttori dei lavori, imprese, funzionari tecnici degli enti preposti al controllo, ecc.) sui principali fattori e comportamenti che contribuiscono a determinare l'efficacia delle opere di ingegneria naturalistica e suggerisce alcuni accorgimenti tecnico-amministrativi, finalizzati a garantire la più efficiente operatività ed i migliori risultati tecnici.

Il contenuto della direttiva integra ed approfondisce le indicazioni del manuale di ingegneria naturalistica adottato dalla giunta regionale con d.g.r. n. 5/50989 del 7 aprile 1994, e del quaderno delle opere tipo e del relativo mansionario adottati per l'attuazione dei piani degli interventi di cui alla legge 102/90.

2. Progettazione e direzione dei lavori

La progettazione costituisce una fase importante, per la predisposizione della quale si valutano i problemi del territorio su cui si deve intervenire, nell'ambito di una più ampia visione, che in alcuni casi (nei territori montani) investe l'intero bacino idrografico e si propongono adeguate tecniche di intervento.

Nel rispetto dello spirito e delle finalità dell'ingegneria naturalistica, ai vegetali vivi viene attribuito il ruolo di protagonisti nella realizzazione degli interventi, pertanto diventa fondamentale la scelta delle specie idonee sin dalla fase di progettazione delle opere.

2.1 Competenze professionali

La conoscenza di esigenze ecologiche, forme di propagazione, caratteristiche biotecniche delle specie vegetali, non è patrimonio di tutte le figure professionali che hanno competenza in materia di progettazione e direzione dei lavori per gli interventi sul territorio.

Pertanto, pur rimanendo fermo il principio dell'interdisciplinarietà dell'ingegneria naturalistica, tutte le fasi di progettazione della componente vegetale devono essere corredate da una coerente relazione ecologico-naturalistica dell'area in cui si interviene, redatta da un tecnico qualificato (ad es. agronomo, forestale, naturalista, biologo, ecc.).

Tali figure professionali qualificate dovranno assicurare la propria presenza anche durante la fase di esecuzione dei lavori.

2.2 Progettazione diretta

Per la progettazione e la realizzazione di interventi pubblici finanziati dalla regione, dovrà essere favorito il coinvolgimento e la valorizzazione delle professionalità tecniche presenti nelle amministrazioni pubbliche.

2.3 Contenuti progettuali

Sul piano tecnico-funzionale, la realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica viene schematizzata in 3 fasi: progettazione (F1), esecuzione dei lavori (F2), prime cure culturali (F3).

Contestualmente alla progettazione degli interventi, deve essere predisposto il piano delle cure culturali da attuare successivamente all'esecuzione dei lavori.

Relativamente all'impiego dei vegetali vivi, i progetti delle opere di ingegneria naturalistica devono indicare le specie da impiegare, la forma di propagazione, gli standard qualitativi, i dosaggi, l'epoca consigliabile per il loro utilizzo, ecc., secondo quanto meglio specificato ai punti successivi.

3. Vegetali

3.1 Scelta delle specie

Le specie vegetali erbacee, arbustive ed arboree da impiegare nei lavori di ingegneria naturalistica – da precisare nel progetto – dovranno essere compatibili con le caratteristiche ecologiche dell'area d'intervento, ciò al fine di evitare che l'intro-

duzione di specie estranee all'ambiente alteri i processi evolutivi della componente vegetale.

Inoltre, la scelta dovrà tenere conto delle finalità tecniche proprie dell'intervento e delle caratteristiche biotecniche delle piante.

Per le ragioni esposte, a parità di caratteristiche biotecniche richieste (es. resistenza all'inghiaamento e all'erosione, flessibilità del fusto, capacità di consolidamento del terreno, ecc.), devono essere privilegiate le specie tipiche delle zone di intervento.

Al fine di facilitare la scelta, si allegano alcune schede che riportano le principali specie impiegabili nei diversi ambiti del territorio lombardo, che è stato schematicamente suddiviso in fasce altimetriche ed in ambienti azionali; per ogni ambito si considera inoltre l'esposizione (Nord-Sud) e la reazione della matrice geologica e del terreno (acida-basica) – (v. allegato n. 1).

3.2 Origine e provenienza del materiale vegetale

Coerentemente con i principi esposti al precedente punto 3.1, il materiale vegetale da impiegare nei lavori deve provenire da popolamenti di aree ecologicamente simili a quelle di intervento.

Il rispetto di questa condizione è una delle premesse per l'ottenimento di buoni risultati, in quanto gli individui di questi popolamenti sono già adattati agli ambienti di applicazione.

Il materiale proveniente dai vivai deve essere accompagnato da un certificato/dichiarazione di provenienza, mentre per quello reperito in loco il direttore dei lavori dovrà dichiarare la/le località di approvvigionamento.

3.3 Forme e caratteristiche qualitative del materiale di propagazione

Le specie erbacee vengono impiegate prevalentemente attraverso il seme (miscugli); delle specie perenni possono essere impiegati i bulbi, i rizomi e gli stoloni. Infine, si possono impiegare zolle o rotoli erbosi.

Le specie legnose (arbustive ed arboree) possono essere impiegate sotto forma di seme, di piantina (a radice nuda o in contenitore) oppure come parte di pianta (talea, astone, ecc.). Le talee legnose e le piantine sono il materiale di comune impiego, le cui specie principali propagate agamicamente sono indicate nell'allegato n. 4.

Nell'allegato n. 3 si riportano i principali standard qualitativi del materiale vegetale, la cui conoscenza è indispensabile per ottimizzare il suo impiego ed i risultati conseguibili.

Diventa dunque importante l'accertamento dello stato fitosanitario, che non deve riscontrare patologie.

I miscugli di seme commerciale devono rispondere ai requisiti di legge (germinabilità, purezza, stato fitosanitario, ecc.).

Le piantine devono avere un equilibrato rapporto chioma-radice (a favore delle radici), l'apparato radicale ben conformato, il fusto ben lignificato, ecc.

Le talee devono avere lunghezza variabile in funzione della tecnica adottata e diametro non inferiore al centimetro (ad un diametro grosso corrispondono maggiori quantità di sostanze di riserva).

3.4 Reperimento del materiale vegetale ed aspetti amministrativi connessi all'approvvigionamento in loco

L'approvvigionamento di materiale vegetale con le caratteristiche fin qui illustrate costituisce una fase molto importante per l'applicazione delle tecniche di ingegneria naturalistica.

Il reperimento può avvenire in loco oppure presso i vivai dell'azienda regionale delle foreste e/o privati.

In considerazione delle oggettive difficoltà a reperire materiale vegetale (soprattutto erbaceo), appare opportuno prevedere, nei casi in cui è possibile, l'utilizzo di fiorime ed eventualmente del cotico erboso, rimosso durante l'esecuzione dei lavori (es. apertura delle strade) ed opportunamente stoccato sul cantiere.

Particolare significato ecologico può rivestire la creazione di "ecocelle" per la diffusione di ecotipi caratteristici delle aree di intervento, utilizzando il seme delle specie erbacee che vegetano in zona (es. pascoli).

Per il taleaggio in loco delle specie legnose (es. salici), è necessario che il prelievo venga effettuato durante il periodo di riposo vegetativo.

L'approvvigionamento in loco (es. taleggio su popolamenti di specie arbustive ed arboree) comporta preliminari adempimenti amministrativi, derivanti dall'applicazione della l.r. 5 aprile 1976, n. 8 (legge forestale regionale) che considera bosco anche le formazioni di specie arbustive che abbiano un'estensione uguale o maggiore di 2000 m² ed un grado di copertura delle chiome di almeno il 20%.

In applicazione della suddetta legge regionale e delle prescrizioni di massima e di polizia forestale valide per tutto il territorio della regione, approvate con regolamento regionale n. 1/93, i tagli di approvvigionamento su questi popolamenti vegetali devono essere preventivamente denunciati agli enti delegati (amministrazioni provinciali, comunità montane, enti gestori di parchi regionali e di riserve naturali).

Inoltre, se le specie da utilizzare popolano aree demaniali, quali i corsi d'acqua principali, si deve ottenere una preventiva autorizzazione dall'Intendenza di finanza - ufficio del territorio o dai titolari di concessione di tali aree. A tale proposito, la regione Lombardia si attiverà presso il coordinamento territoriale regionale del Ministero delle finanze, al fine di definire un'appropriata procedura amministrativa.

Il reperimento di talee, astoni ed altre parti di piante negli alvei dei corsi d'acqua deve, per quanto possibile, essere associato alla manutenzione degli stessi, intendendosi in tal caso per «manutenzione» l'asportazione della vegetazione che può creare ostacolo al regolare deflusso delle acque.

In generale il prelievo di materiale vegetale non deve arrecare danno ai popolamenti e deve essere effettuato mediante interventi culturali di miglioramento.

Il progetto esecutivo delle opere deve segnalare se nella zona sono presenti popolamenti vegetali dai quali prelevare materiale da impiegare nei lavori. In tal caso, devono essere indicate in corografia, seppure in via di massima, le possibili aree di approvvigionamento. In questi casi, trattandosi di interventi culturali a carattere manutentorio, non occorre alcuna autorizzazione ai sensi dell'art. 7 della l. 1497/39, in forza dell'art. 1, 8° comma della l. 431/85 (disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale).

Qualora il progetto di ingegneria naturalistica comporti l'approvazione dell'ente delegato in materia forestale ed il prelievo presenti le caratteristiche di un intervento culturale, l'approvazione sostituisce, ai sensi dell'art. 4 del regolamento regionale n. 1/93, la denuncia di taglio e può prevedere una deroga al turno di ceduzione delle specie legnose ed al periodo di taglio, ai sensi degli articoli 10 e 42 dello stesso regolamento.

In tutti gli altri casi, deve essere inoltrata regolare denuncia agli enti delegati in materia forestale competenti per territorio, richiedendo, se necessario, una motivata deroga al periodo di taglio ed al turno di ceduzione delle specie.

Nel caso in cui il prelievo ricada nell'ambito di un parco regionale o di una riserva naturale, si deve tenere conto delle norme tecniche dei relativi piani.

Si richiama infine l'attenzione sulla normativa speciale di cui alla l.r. 27 gennaio 1977, n. 9 (tutela della vegetazione nelle aree protette).

3.5 Conservazione del materiale di propagazione agamica

I notevoli quantitativi di materiale che in molti lavori devono essere impiegati (coperture diffuse di salice, cordonate, ecc.) rendono obbligatorio l'anticipo della raccolta rispetto al momento di esecuzione dei lavori.

La conservazione deve avvenire in luoghi idonei (celle frigorifere oppure pozze di acqua fredda continuamente ricambiata) al fine di evitare:

- la ripresa anticipata, rispetto all'esecuzione dei lavori, dell'attività vegetativa;
- l'insorgenza di marciumi e la disidratazione delle talee.

Non disponendo di luoghi idonei, si può ritardare, per brevi periodi, la ripresa dell'attività vegetativa, conservando il materiale in stazioni altimetricamente più elevate e fredde rispetto alla zona di intervento.

3.6 Trasporto

I siti di approvvigionamento e di conservazione del materiale vegetale, il più delle volte, non coincidono con le aree di intervento; esso deve essere pertanto trasportato, in una o due tappe, sul cantiere di lavoro.

Se non si adottano opportuni accorgimenti, sia per le talee che per le piantine, si corre il pericolo di disidratazioni provo-

cate dal contatto con l'aria. È pertanto consigliato l'impiego di camion con cassoni chiusi, oppure si deve avere l'accortezza di coprire il carico con teloni o altro materiale.

3.7 Epoca di impiego

Le talee ed il postime, soprattutto quello a radice nuda, devono essere messi a dimora durante il riposo vegetativo. Tale stadio interessa un periodo dell'anno la cui lunghezza è in funzione della stazione in cui si opera (vedi allegato n. 2): in genere in montagna è più lungo rispetto alla pianura.

Nel cronogramma allegato si indicano i periodi in cui è possibile utilizzare i vegetali, distintamente per fasce altimetriche ed esposizione del terreno, con l'avvertenza che essi costituiscono un orientamento di massima per la programmazione dei lavori e possono variare in relazione all'andamento stagionale.

3.8 Messa a dimora del materiale vegetale

Durante l'esecuzione dei lavori è necessario che vengano osservate alcune modalità operative, in modo particolare per quanto concerne l'impiego delle talee, astoni, ecc. e delle piante a radice nuda.

Sul cantiere di lavoro il materiale di propagazione agamica (talee, astoni, ramaglia viva, ecc.) deve essere preparato, ossia depezzato nelle dimensioni richieste dalle opere in costruzione, solo se viene immediatamente impiegato, al fine di ridurre i rischi di disidratazione.

Inoltre, è essenziale che venga rispettata la polarità delle gemme, pena l'impossibilità di germogliamento e radicamento delle talee. Il posizionamento orizzontale o sub-orizzontale (ad es. nelle gradonate) favorisce la radicazione di più nodi, mentre nelle talee conficcate verticalmente nel terreno, la radicazione si sviluppa nelle vicinanze della sezione di taglio della parte basale.

Per le piante, soprattutto quelle a radice nuda, si deve evitare l'esposizione all'aria delle radici, perché ne compromette drasticamente l'attecchimento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata ai terreni «difficili»; ad esempio nei terreni argillosi bagnati (saturi d'acqua) è sconsigliabile sia la preparazione del terreno (ad esempio l'apertura delle buche) sia la messa a dimora del materiale vegetale. In queste condizioni si verificano dannose conseguenze dovute all'«effetto vaso» e alla compattazione del terreno che inibiscono lo sviluppo e l'attività radicale.

4. Esecuzione dei lavori

La realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica di interesse pubblico avviene, di norma, secondo due modalità:

- amministrazione diretta;
- appalto.

4.1 Progettazione esecutiva

Se una buona progettazione è la premessa per la corretta impostazione degli interventi, un'accurata e nel contempo duttile esecuzione è indispensabile per la piena riuscita tecnica degli stessi.

Nell'ambito degli interventi di difesa del suolo (consolidamento di dissesti e sistemazione di corsi d'acqua) la progettazione esecutiva dovrà essere la più accurata possibile e sono ammesse eventuali varianti in corso d'opera nei limiti stabiliti dalla normativa vigente in materia di lavori pubblici.

4.2 Attuazione del piano delle cure culturali

Per garantire la qualità, la continuità ed il successo degli interventi realizzati, è opportuno prevedere che il piano delle cure culturali venga attuato dal medesimo soggetto esecutore delle opere di ingegneria naturalistica.

4.3 Periodo utile per l'esecuzione dei lavori

È stato precedentemente ricordato che il periodo utile per la raccolta del materiale vegetale vivo coincide con la stagione del riposo vegetativo. Esso può differire da quello di esecuzione dei lavori, purché vengano adottati gli opportuni accorgimenti di conservazione (celle frigorifere, ecc.).

In linea di massima, l'epoca migliore per l'esecuzione dei lavori è l'autunno per la pianura e la primavera per la montagna; l'esecuzione dei lavori in primavera comporta tempi più brevi per il rinverdimento del terreno, riducendo così i rischi di erosione.

Nel caso in cui i progetti prevedano la realizzazione contestuale di opere sia in materiali inerti, sia in materiali vivi, le prime devono essere ultimate in un periodo nel quale sia an-

cora possibile lavorare con le seconde (in genere le opere a verde seguono quelle in calcestruzzo, pietrame, ecc.), adeguando le tecniche dell'ingegneria classica a quelle dell'ingegneria naturalistica.

Qualora ciò non fosse possibile, è opportuno prevedere una diversa tempistica per l'esecuzione dei lavori.

5. Indici di attecchimento

Il grado di attecchimento esprime la riuscita degli interventi. Vi sono difficoltà nell'individuare indici di attecchimento uniformi, a motivo della molteplicità dei fattori che li possono influenzare. Tuttavia, è necessario fissare alcuni parametri che per convenzione permettano di stabilire se le opere realizzate sono «certificabili» e «collaudabili».

Distintamente per le tre principali forme di propagazione (seme, pianta e talea) si riportano di seguito alcuni valori ottimali da verificare al momento della redazione del certificato di regolare esecuzione e del collaudo tecnico-amministrativo entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori ed alla fine del periodo di garanzia, meglio precisato nel successivo punto 7.

In casi particolari, se per ragioni tecniche specifiche non fosse possibile prevedere valori ottimali di attecchimento, il progetto esecutivo deve indicare i valori che, seppur inferiori, permettano il conseguimento di risultati tecnici positivi.

Di seguito, per semplicità, si utilizzerà il termine collaudo in senso estensivo.

5.1 Inerbimenti

Per ottenere buoni risultati di copertura è necessario che le sementi dei miscugli commerciali impiegati siano conformi ai requisiti (purezza, germinabilità, ecc.) previsti dalla normativa vigente.

È importante il dosaggio, che non deve essere né troppo basso né troppo elevato. Nel primo caso si ottiene una copertura rada, nel secondo eccessivamente densa, con gravi problemi di competizione e di sopravvivenza per le piante.

Al fiorume, che presenta un grado di germinabilità molto basso, deve essere associato un miscuglio di specie pioniere, al fine di garantire un grado di copertura funzionale alla difesa dall'erosione.

L'inerbimento uniformemente distribuito deve presentare i seguenti gradi di copertura:

- al collaudo: non inferiore al 95%;
- alla fine del periodo di garanzia: non inferiore al 90%.

Nei punti critici degli interventi (zone di scoronamento delle scarpate stradali, consolidamento di frane, ecc.) ed in tutte quelle situazioni in cui si ha la necessità di limitare i rischi di innescio di erosioni superficiali, deve essere garantita la piena copertura.

5.2 Interventi con l'impiego di piantine

Il grado di attecchimento richiesto può essere variabile a seconda che si utilizzino piantine a radice nuda o in contenitore. Esso varia anche in relazione alla densità di impianto.

Di seguito si riportano alcuni valori ottimali, considerando l'attecchimento uniformemente distribuito sul terreno.

Al collaudo:

- piantine a radice nuda: non inferiore al 90%;
- piantine in contenitore: non inferiore al 100%.

Alla fine del periodo di garanzia:

- piantine a radice nuda: non inferiore all'80%;
- piantine in contenitore: non inferiore al 90%.

5.3 Interventi con l'impiego di talee, astoni e ramaglia

Nelle opere che richiedono l'impiego di questo materiale di propagazione, l'indice di attecchimento può essere espresso con la percentuale di attecchimento dello stesso oppure mediante il numero di talee o astoni attecchiti per m (es. nel caso delle cordionate) oppure per m² (es. copertura diffusa di salice).

Esprimendo l'indice con la percentuale di attecchimento, che deve essere uniformemente distribuito, si indicano i seguenti valori medi:

- al collaudo: non inferiore all'80%;
- alla fine del periodo di garanzia: non inferiore al 70%.

L'indice di attecchimento può essere espresso anche come numero di germogli vitali sviluppati per unità di spazio lineare (es. cordonate) oppure di superficie (es. coperture diffuse di salice).

A titolo esemplificativo si riportano alcuni valori:

- al collaudo
 - non inferiore a 7-8 germogli al m;
 - non inferiore a 10-12 germogli al m²;
- alla fine del periodo di garanzia
 - non inferiore a 4-5 germogli al m;
 - non inferiore a 7-8 germogli al m².

Per ottenere questi valori, che garantiscono funzionalità alle opere realizzate, si devono impiegare specie che possiedono elevata capacità vegetativa e buona capacità di crescita.

La copertura deve essere continua e non presentare vuoti, che possono compromettere la funzionalità delle opere.

5.4 Casi problematici

In difficili condizioni ambientali di intervento, sin dalla progettazione devono essere adottati gli accorgimenti tecnici (ad es. piante in contenitore anziché a radice nuda, maggiore densità di impianto, maggiore dosaggio, impiego di biostuoie ecc.) del caso, al fine di ottenere buoni indici di attecchimento.

6. Collaudo

Il collaudo avverrà attraverso certificato di regolare esecuzione o collaudo tecnico-amministrativo ai sensi delle vigenti norme statali e regionali.

7. Garanzie per le opere di ingegneria naturalistica

Al fine di una corretta esecuzione dei lavori che assicuri il raggiungimento dei risultati tecnici prefissati in progetto, è necessario che vengano previste delle garanzie.

Il periodo minimo di garanzia decorrerà dalla data di ultimazione dei lavori e terminerà alla fine della successiva seconda stagione vegetativa. Trascorso tale periodo, le opere verranno consegnate agli enti competenti per la normale gestione.

Per i lavori in appalto, il capitolato speciale dovrà prevedere la prestazione di idonee garanzie, attraverso deposito cauzionale, finalizzate al raggiungimento dei risultati tecnici espressi dagli indici di attecchimento. Per i lavori eseguiti in economia (amministrazione diretta) gli enti competenti, per le stesse ragioni, dovranno accantonare un congruo fondo.

Alla scadenza del periodo di garanzia, il responsabile del procedimento provvederà alle verifiche del raggiungimento dei risultati e allo svincolo della garanzia.

8. Cure colturali

A differenza delle opere in materiali inerti, quelle di ingegneria naturalistica richiedono cure colturali nei primi anni dall'esecuzione dei lavori.

La funzionalità delle opere dipende dallo sviluppo delle piante, largamente influenzato dalle cure colturali prestate immediatamente dopo l'esecuzione dei lavori.

Perciò, oltre alla buona progettazione e corretta esecuzione, un ruolo fondamentale per la riuscita dei lavori deve essere riconosciuto alle cure colturali, le quali sono indispensabili almeno nei primi due anni (piano delle cure colturali).

Per garantire funzionalità agli interventi di ingegneria naturalistica, è essenziale che, trascorso il biennio delle cure colturali, venga predisposto un monitoraggio delle opere da parte degli enti competenti, per programmare futuri interventi manutentori.

La distribuzione temporale delle principali cure colturali, di seguito riportate, è stata per semplicità ripartita in due distinti periodi.

8.1 Cure colturali nel breve periodo

Pur ribadendo la vitale importanza dei primi 2 anni (piano delle cure colturali), spesso è opportuno effettuare interventi significativi per i primi 4-5 anni dall'ultimazione dei lavori. La tipologia e l'intensità degli interventi colturali dipendono dalla zona nonché dall'andamento stagionale. Più le condizioni stagionali sono difficili, maggiori possono essere le cure richieste.

Le cure di questo periodo sono estremamente importanti perché permettono la sopravvivenza di un numero di piante adeguato alla funzionalità delle opere e ne facilitano la crescita.

Gli interventi colturali più comuni sono:

- sostituzione di fallanze;
- rifacimento di opere o parti di esse danneggiate;

– irrigazione di soccorso oppure ordinaria a seconda della situazione;

- concimazione: minerale, organica, mista;
- apporto di pacciame (paglie di cereali, cippato, ecc.);
- sfalcio: pur non essendo indispensabile, potrebbe essere utile almeno un sfalcio iniziale nelle coperture molto dense perché favorisce lo sviluppo radicale e le specie meno aggressive;
- potatura delle piante arboree ed arbustive per fini fitosanitari o per il conferimento di particolari forme di allevamento alle piante;
- messa in opera di pali tutori;
- contenimento della vegetazione invadente;
- interventi contro i parassiti animali e vegetali (fauna, entomofauna, funghi, ecc.).

Per le concimazioni e le irrigazioni si deve avere l'avvertenza di non eccedere nei dosaggi e nella frequenza di distribuzione, in quanto potrebbero produrre effetti indesiderati, come uno sviluppo radicale superficiale che renderebbe le piante più sensibili agli stress idrici e poco adatte ad assolvere alle funzioni per cui sono state impiegate. Questi particolari interventi colturali si rendono sovente necessari negli stadi iniziali e soprattutto nelle situazioni stazionali più sfavorevoli.

8.2 Cure colturali a medio e lungo periodo

Interessano la copertura arborea ed arbustiva e tengono conto delle finalità tecniche delle opere, delle destinazioni finali delle aree sistemate e delle associazioni vegetali che si vogliono ottenere e mantenere.

A titolo esemplificativo si riportano alcune tipiche situazioni.

Nei versanti franosi sistemati, che non devono essere gravati da un elevato peso o da forti sollecitazioni meccaniche (azione del vento sulle piante), si deve ricorrere alla ceduzione del soprassuolo.

Lungo i corsi d'acqua, al fine di ridurre gli effetti provocati dalle correnti, può essere necessario mantenere una certa elasticità della copertura vegetale mediante la ceduzione e l'asportazione di piante d'alto fusto (adulte) che si sono insediate e sviluppate naturalmente.

Se la destinazione finale dell'area sistemata è costituita da bosco, si interviene periodicamente con operazioni colturali quali ripuliture, sfolli, diradamenti, tagli fitosanitari, ecc. fino ad arrivare ai turni di utilizzazione che variano a seconda della forma di governo (es. ceduo ed alto fusto).

All'interno delle aree interessate dagli interventi di ingegneria naturalistica potranno essere individuate porzioni da destinare a vivai di approvvigionamento di materiale vegetale per altri cantieri.

9. Fonti normative

Al fine di agevolare il compito dei diversi operatori, si riportano le principali normative nazionali e regionali attualmente vigenti che possono avere attinenza con l'ingegneria naturalistica.

9.1 Normativa nazionale

9.1.1 Foreste e difesa del suolo

R.d.l. 30 dicembre 1923, n. 3267 – Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

L. 22 maggio 1973, n. 269 – Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento.

L. 1 marzo 1975, n. 47 – Norme integrative per la difesa dei boschi dagli incendi.

L. 18 maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

9.1.2 Territorio, paesaggio, aree protette, acque

L. 29 giugno 1939, n. 1497 – Protezione delle bellezze naturali

L. 8 agosto 1985, n. 431 – Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

L. 8 luglio 1986, n. 349 – Istituzione del ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale.

L. 6 dicembre 1991, n. 394 – Legge quadro sulle aree protette.

L. 5 gennaio 1994, n. 37 – Norme per la tutela ambientale

delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche.

L. 31 gennaio 1994, n. 97 – Nuove disposizioni per le zone montane.

9.1.3 Settore lavori pubblici

R.d. 25 luglio 1904, n. 523 – Testo unico della legge sulle opere idrauliche

L. 11 febbraio 1994, n. 109 – Legge quadro in materia di lavori pubblici.

9.2 Normativa regionale

9.2.1 Foreste e difesa del suolo

L.r. 20 ottobre 1972, n. 33 – Interventi per la prevenzione ed estinzione degli incendi forestali.

L.r. 5 aprile 1976, n. 8 – Legge forestale regionale.

Con la modifica apportata dalla seguente l.r.:

– L.r. 22 dicembre 1989, n. 80 – Integrazioni e modifiche della l.r. 5 aprile 1976, n. 8 «Legge forestale regionale».

L.r. 21 giugno 1988, n. 33 – Disciplina delle zone del territorio regionale a rischio geologico e a rischio sismico.

Regolamento regionale 23 febbraio 1993, n. 1 – Prescrizioni di massima e di polizia forestale valide per tutto il territorio della regione.

9.2.2 Territorio, paesaggio, aree protette, acque

L.r. 15 aprile 1975, n. 51 – Disciplina urbanistica del territorio regionale e misure di salvaguardia per la tutela del patrimonio naturale e paesistico.

L.r. 27 gennaio 1977, n. 9 – Tutela della vegetazione nei parchi istituiti con legge regionale.

Con la modifica apportata dalla l.r.:

– 22 dicembre 1989, n. 80 – Integrazioni e modifiche della l.r. 5 aprile 1976, n. 8 «Legge forestale regionale».

L.r. 27 luglio 1977, n. 33 – Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica.

Con le modifiche apportate dalle seguenti ll.rr.:

– 6 giugno 1980, n. 71 – Integrazioni e modifiche alla l.r. 27 luglio 1977, n. 33 «Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica»;

– 22 aprile 1983, n. 31 – Modifica alla l.r. 27 luglio 1977, n. 33 «Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica»;

– 18 maggio 1983, n. 42 – Modifica alla l.r. 27 luglio 1977, n. 33 «Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica»;

– 22 maggio 1987, n. 18 – Modifica dell'art. 17 (vegetazione erbacea ed arbustiva) della l.r. 27 luglio 1977, n. 33 «Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica».

L.r. 30 novembre 1983, n. 86 – Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale.

Con le modifiche apportate dalle seguenti ll.rr.:

– 23 aprile 1985, n. 41 – Integrazioni e modifiche alla l.r. 30 novembre 1983, n. 86 in materia di aree regionali protette;

– 27 maggio 1985, n. 57 – Esercizio delle funzioni regionali in materia di protezione delle bellezze naturali e sub-delega ai comuni;

– 14 dicembre 1987, n. 42 – Modifica dell'art. 43 (norma di raccordo) della l.r. 30 novembre 1983, n. 86 «Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale»;

– 13 febbraio 1988, n. 6 – Modifica all'art. 18 (rapporti con gli altri strumenti di pianificazione territoriale) della l.r. 30 novembre 1983, n. 86 «Piano regionale delle aree protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale»;

– 22 gennaio 1990, n. 5 – Integrazioni e modifiche alla l.r. 30 novembre 1983, n. 86 «Piano generale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale»;

– 14 febbraio 1994, n. 4 – Modifiche all'allegato A) della l.r. 30 novembre 1983, n. 86 in materia di aree regionali protette;

– 25 marzo 1996, n. 7 – Modifica dell'art. 18 (rapporti con gli altri strumenti di pianificazione territoriale) della l.r. 30 novembre 1983, n. 86 «Piano generale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve,

dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale»;
– 8 novembre 1996, n. 32 – Integrazioni e modifiche alla l.r. 30 novembre 1983, n. 86 «Piano generale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale» e regime transitorio per l'esercizio dell'attività venatoria.

L.r. 26 novembre 1984, n. 59 – Riordino dei consorzi di bonifica.

L.r. 27 maggio 1985, n. 57 – Esercizio delle funzioni regionali in materia di protezione delle bellezze naturali e sub-delega ai comuni.

Con le modificazioni introdotte dalla l.r.:
– 12 settembre 1986, n. 54 – Modificazioni ed integrazioni alla l.r. 27 maggio 1985, n. 57 «Esercizio delle funzioni regionali in materia di protezione delle bellezze naturali e sub-delega ai comuni».

D.g.r. 10 dicembre 1985, n. 4/3859 – Adempimenti regionali ex art. 1-ter della legge n. 431 dell'8 agosto 1985: tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

D.g.r. 24 dicembre 1992, n. 5/30976 – L.r. 26 settembre 1992, n. 32 – Approvazione dei criteri per l'esercizio della sub-delega, da parte dei comuni, delle funzioni amministrative ex legge 29 giugno 1939, n. 1497.

D.g.r. 19 dicembre 1995, n. 6/6586 – Direttiva concernente criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della regione.

9.2.3 Lavori pubblici

L.r. 12 settembre 1983, n. 70 – Norme sulla realizzazione di opere pubbliche di interesse regionale.

Con le modifiche approvate dalla seguente l.r.:
– 20 aprile 1995, n. 20.

10. Quadro istituzionale di riferimento

Ritenendo che possa essere di pratica utilità, si elencano le categorie dei principali enti ed organi pubblici, che a diverso titolo si occupano di territorio: concessione di finanziamenti, rilascio di autorizzazioni, nulla-osta e pareri, controllo del rispetto delle leggi, ecc.

10.1 Enti pubblici territoriali

Regione, province, comunità montane, enti gestori di parchi regionali e riserve naturali, comuni, consorzi di bonifica, consorzi forestali.

10.2 Direzioni generali della regione

Agricoltura;
Opere pubbliche e protezione civile;
Tutela ambientale;
Urbanistica.

10.2.1 Servizi periferici della regione

Servizi tecnici amministrativi provinciali – (STAP)

10.3 Enti regionali

Azienda Regionale delle Foreste (ARF):
– Sede (Segrate); ufficio operativo di Breno (BS); ufficio operativo di Curno (BG); ufficio operativo di Erba (LC); ufficio operativo di Milano (MI); ufficio operativo di Morbegno (SO); ufficio operativo di Toscolano Maderno (BS).

Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL).

10.4 Organismi statali sovraregionali

Corpo forestale dello Stato: coordinamento regionale di Milano; coordinamenti provinciali di Bergamo, Brescia, Como, Lecco, Pavia, Sondrio e Varese;

Coordinamento territoriale per l'ambiente di Bormio (SO);
Coordinamento distrettuale di Breno (BS);
Distaccamento A.I.B. di Curno (BG);
Comandi stazione dislocati sul territorio regionale.

Ministero delle finanze – Direzione compartimentale del territorio per la regione Lombardia.

Soprintendenza ai beni ambientali ed architettonici di Milano e Brescia.

Magistrato per il Po con sede a Parma.

Autorità di Bacino con sede a Parma.

11. Bibliografia

Vengono indicate alcune pubblicazioni, utili ad approfondire le indagini sull'area di intervento e le possibili soluzioni

tecniche delle varie problematiche sia a livello progettuale che esecutivo, con l'avvertenza che la progettazione deve comunque basarsi soprattutto su verifiche dirette di campagna.

ARRIGHETTI A. e D. (1976) – «Il margine del bosco» – Edizioni Manfrini.

GRADI A. (1980) – «Vivaistica forestale» – Edagricole Bologna.

MARTINI F. – PAIERO P. (1988) – I salici d'Italia – Guida al riconoscimento e all'utilizzazione pratica – Edizioni LINT Trieste.

BENINI G. (1990) – «Sistemazioni idraulico-forestali» – UTET Torino.

BOLDONI R. – KOKEY B. – LOVATO A. – «Le piante foraggiere» – Reda.

COPPIN N.J. – RICHARDS I.G. (1990) – «Use of Vegetation in Civil Engineering» – Butterworths, London.

AA.VV. (1990) – «Tecniche di bioingegneria naturalistica negli interventi di recupero ambientale» – Congresso nazionale AIN, Torino, 18-19 maggio 1990 – Acer – Il verde editoriale, n. 6/1990.

AA.VV. (1991) – «Tecniche di ingegneria naturalistica – Materiali e metodi» – Convegno regionale AIN, Lecco, 24 maggio 1991 – Acer – Il verde editoriale, n. 6/1991.

SCHIECHTL H.M. (1991) – «Bioingegneria forestale – Biotecnica naturalistica» – Edizioni Castaldi – Feltre (BL).

SCHIECHTL H.M. – STERN R. – «Ingegneria naturalistica – Manuale delle opere in terra» – Edizioni Castaldi – Feltre (BL).

AA.VV. (1993) – «Interventi di rivitalizzazione su corsi d'acqua» – Azienda speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo, provincia autonoma di Bolzano – Bolzano.

REGIONE EMILIA ROMAGNA E REGIONE VENETO (1993) – «Manuale tecnico di ingegneria naturalistica».

AA.VV. (1994) – «Ingegneria naturalistica: nuove prospettive per la difesa del territorio lombardo e la ricostruzione dell'ambiente naturale» – Seminario regione Lombardia – Milano, 2 marzo 1994.

GRUPPO INTERREGIONALE RECUPERI AMBIENTALI INGEGNERIA NATURALISTICA (R.A.I.N.) (1995) – «Video: tecniche di ingegneria naturalistica» – Bologna.

CARBONARI A. – MEZZANOTTE M. – «Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio» – Provincia Autonoma di Trento.

REGIONE VENETO – «Corso di formazione professionale in ingegneria naturalistica – Atti 1994-95» – Centro sperimentale valanghe e difesa idrogeologica – Arabba (BL).

SAULI G. – SIBEN S. (1995) – «Tecniche di rinaturazione e di ingegneria naturalistica» – Congresso internazionale Lignano Sabbiadoro (UD), 21-23 maggio 1992 – Patron editore, Bologna.

SCHIECHTL H.M. (1996) – «I salici nell'uso pratico» – Edizioni Arca, Gardolo – Trento.

DI FIDIO M. – «Capitolato speciale d'appalto per opere di costruzione del paesaggio» – Edizioni Pirola, Milano.

DI FIDIO M. – «I corsi d'acqua» – Edizioni Pirola, Milano.

DI FIDIO M. – «Capitolato speciale di appalto per opere di costruzione del paesaggio con il computer» – Edizioni Pirola, Milano.

OPLATKA M. – DIEZ C. – LEUTZINGER Y. – PALMIERI F. – DI BONA L. – FROSSARD P.A. (1996) – «Dictionary of soil bioengineering» – «Worterbuch Ingenieurbiologie» Hochschulverlag AG an der ETH – Zurich.
Dizionario in lingua italiana, inglese, francese e tedesca.

DIN 18915 (1972) – Landschaftsbau. Bodenarbeiten für Vegetationstechnische Zwecke.

DIN 18916 (1972) – Landschaftsbau: Pflanzen und Planzarbeiten.

DIN 18917 (1972) – Landschaftsbau: Rasen.

DIN 18918 (1972) – Landschaftsbau: Sicherungsbauweisen.

DIN 18919 (1972) – Landschaftsbau. Unterhaltungsarbeiten bei Vegetationsflächen.

ALLEGATO N. 1

**INDICAZIONI DI MASSIMA CIRCA LE SPECIE AUTOCTONE
DA UTILIZZARE PER GLI INTERVENTI DI RECUPERO AMBIENTALE
ED INGEGNERIA NATURALISTICA IN REGIONE LOMBARDIA**

Ambiti territoriali di applicazione:

- pianura
- pianalto (brughiera)
- appennino lombardo
- fascia pedemontana
- prealpi
- alpi

* Nomenclatura botanica da: PIGNATTI S., 1982 – «Flora d'Italia» 1-3 Bologna.

NOTE GENERALI SULLE TABELLE DELL'ALL. N. 1

Per le parti del territorio lombardo costituite dalla pianura, il pianalto e l'oltrepò pavese, vengono fornite indicazioni circa la reazione dei terreni. Tale scelta è stata dettata dalla variabilità dei substrati dai quali si sono formati questi terreni.

Per il territorio pedemontano, prealpino e alpino, le indicazioni si riferiscono ai substrati rocciosi di queste aree, riconducibili sinteticamente ai complessi calcarei e cristallini.

Le specie sono state raggruppate in arboree, arbustive ed erbacee.

Per quanto riguarda le specie arboree ed arbustive, sono state elencate le modalità di impiego più comuni; infatti alcune di esse, come ad esempio le querce possono essere impiegate anche come seme.

Il *Salix caprea* presenta bassi indici di attecchimento in pieno campo, tuttavia, se il taleaggio viene effettuato durante la fioritura, si possono ottenere buoni risultati.

Per le specie erbacee non sono indicate particolari modalità di utilizzo, prevedendo sempre interventi di semina; per alcune specie vengono fornite ulteriori precauzioni circa l'impiego.

Nella colonna «Note», dove ritenuto significativo, sono stati riportati ulteriori dati utili per l'impiego.

LEGENDA

ESPOSIZIONE

- N: esposizione Nord
S: esposizione Sud

MODALITÀ D'IMPIEGO

- Sem: semenzale
TP: trapianto
Cont: piantine in contenitore
T: talea
TR: talea radicata

REAZIONE TERRENO

- suoli acidi: pH < 6,8
suoli neutri: pH 6,8-7,2
suoli basici: pH > 7,2

SUBSTRATI

- calc.: rocce calcaree
sil.: rocce cristalline

N.B.: Per le specie erbacee, impiegate prevalentemente come seme, è indispensabile valutarne la reale disponibilità di mercato; la loro applicazione pratica implica l'impiego di miscugli dei quali dovrà essere attentamente valutata la quantità relativa delle singole specie.

PIANURA LOMBARDA
Ambito di ripa lungo i corsi d'acqua (escluse golene)

Specie	Reazione terreno			Impiego	Note
	Acido	Neutro	Basico		
ARBOREE					
Alnus glutinosa	X			SEM/TR	indifferente al tipo di suolo
Carpinus betulus		X		SEM	
Populus alba		X	X	TR	
Populus nigra		X	X	TR	
Quercus robur	X	X	X	TP/CONT	
Salix alba		X		T/TR	
Salix fragilis	X			T/TR	
Ulmus minor		X	X	SEM	
ARBUSTIVE					
Cornus sanguinea		X	X	SEM	si adatta ad ogni terreno
Corylus avellana	X	X	X	SEM	
Crataegus monogyna	X	X	X	SEM	si adatta ad ogni terreno
Rubus caesius	X	X		T/TR	
Rubus ulmifolius	X	X		T/TR	
Salix daphnoides		X	X	T/TR	
Salix eleagnos		X	X	T/TR	
Salix purpurea		X	X	T/TR	
Salix triandra		X	X	T/TR	
Salix viminalis		X	X	T/TR	
Sambucus nigra		X		SEM	
Viburnum opulus		X	X	SEM	
ERBACEE					
Arrhenatherum elatius					
Carex acutiformis					
Dactylis glomerata					
Glyceria maxima					
Iris pseudoacorus					
Poa trivialis					
Typhoides arundinacea					

PIANURA LOMBARDA
Vegetazione azonale golenale

Specie	Reazione terreno			Impiego	Note
	Acido	Neutro	Basico		
ARBOREE					
Acer campestre		X	X	SEM	
Alnus glutinosa	X			SEM/TR	
Carpinus betulus		X		SEM	
Fraxinus oxycarpa		X	X	SEM	
Populus alba		X	X	TR	
Populus canescens			X	TR	
Populus nigra		X	X	TR	
Prunus avium	X	X		SEM	
Quercus robur	X	X	X	TP/CONT	indifferente al tipo di suolo
Salix alba		X		T/TR	
Tilia platyphyllos		X	X	SEM	
Ulmus laevis		X	X	SEM	
Ulmus minor		X	X	SEM	
ARBUSTIVE					
Berberis vulgaris	X	X		TR	
Cornus mas		X	X	SEM	
Cornus sanguinea		X	X	SEM	
Corylus avellana	X	X	X	SEM	si adatta ad ogni terreno
Crataegus monogyna	X	X	X	SEM	si adatta ad ogni terreno
Euonymus europaeus		X		SEM	
Frangula alnus	X	X		SEM	
Ligustrum vulgare		X	X	SEM	
Malus sylvestris		X		SEM	
Prunus spinosa		X	X	SEM	
Rhamnus cathartica		X	X	SEM	
Rosa canina		X	X	SEM	
Salix daphnoides		X	X	T/TR	
Salix eleagnos		X	X	T/TR	
Salix purpurea		X	X	T/TR	
Salix cinerea		X		TR/T	
Sambucus nigra		X		SEM	
Viburnum lantana		X		SEM	
Viburnum opulus		X	X	SEM	
ERBACEE					
Agropyron repens					
Arrhenatherum elatius					
Brachypodium pinnatum					
Carex acutiformis					
Carex elata					
Carex gracilis					
Carex riparia					
Dactylis glomerata					
Filipendula ulmaria					
Glyceria maxima					
Iris pseudoacorus					
Phragmites australis					
Tipha latifolia					

PIANURA LOMBARDA
Vegetazione zonale

Specie	Reazione terreno			Impiego	Note
	Acido	Neutro	Basico		
ARBOREE					
Acer campestre		X	X	SEM	
Carpinus betulus		X		SEM	
Fraxinus ornus		X	X	SEM	
Populus alba		X	X	TR	
Populus nigra		X	X	TR	
Prunus avium	X	X		SEM	
Prunus padus	X			SEM	
Quercus robur	X	X	X	TP/CONT	indifferente al tipo di suolo
Tilia cordata	X	X		SEM	
Tilia platyphyllos		X	X	SEM	
Ulmus minor		X	X	SEM	
ARBUSTIVE					
Clematis vitalba		X	X	SEM	
Cornus mas		X	X	SEM	
Cornus sanguinea		X	X	SEM/T	
Corylus avellana	X	X	X	SEM	si adatta ad ogni terreno
Euonymus europaeus		X		SEM	
Ligustrum vulgare		X	X	SEM/T	
Lonicera caprifolium		X	X	SEM	
Rhamnus cathartica		X	X	SEM	
Malus sylvestris		X		SEM	
Viburnum opulus		X	X	SEM	
ERBACEE					
Brachypodium sylvaticum					
Carex sylvatica					
Dactylis glomerata					
Festuca heterophylla					
Melica nutans					
Mercurialis perennis					
Oplismenus undulatifolius					

PIANALTO LOMBARDO (BRUGHIERA)

Specie	Reazione terreno			Impiego	Note
	Acido	Neutro	Basico		
ARBOREE					
Betula pendula	X			SEM	
Castanea sativa	X			SEM	
Pinus sylvestris			X	TP/CONT	
Populus tremula		X		TR	
Quercus petraea	X	X		TP/CONT	
Quercus robur	X	X	X	TP/CONT	indifferente al tipo di suolo
ARBUSTIVE					
Calluna vulgaris	X			SEM/TR	
Cornus sanguinea		X	X	SEM	
Cytisus scoparius	X			CONT	
Euonymus europaeus		X		SEM	
Frangula alnus	X	X		SEM	
Gerista germanica	X			CONT	
Gerista tinctoria	X			CONT	
Prunus spinosa		X	X	SEM	
Rhamnus cathartica		X	X	SEM	
Rosa gallica		X	X	SEM	
Viburnum opulus		X	X	SEM	
ERBACEE					
Agrostis stolonifera					
Aruncus dioicus					
Brachypodium pinnatum					
Dactylis glomerata					
Danthonia decumbens					
Luzula campestris					
Molinia arundinacea					
Pteridium aquilinum					

APPENNINO LOMBARDO – OLTREPÒ PAVESE
Collina sino a quota 900m s.l.m.

Specie	Reazione terreno			Impiego	Note
	Acido	Neutro	Basico		
ARBOREE					
Acer campestre		X	X	SEM	N-S
Acer opulifolium		X		SEM	N
Acer pseudoplatanus		X	X	SEM	N-S
Carpinus betulus		X		SEM	N
Castanea sativa	X			SEM	N
Fraxinus excelsior		X	X	SEM	N
Fraxinus ornus		X	X	SEM	N-S
Laburnum anagyroides		X	X	SEM/T	N-S
Ostrya carpinifolia		X	X	SEM	N-S
Populus tremula		X		TR	N-S
Prunus avium	X	X		SEM	N-S
Pyrus pyraeaster		X		SEM	N-S
Quercus cerris		X		TP/CONT	N-S
Quercus petraea	X	X		TP/CONT	N-S
Quercus pubescens		X	X	TP/CONT	N-S
Quercus robur	X	X	X	TP/CONT	N-S
Salix caprea		X		TR	N
Sorbus aria		X	X	SEM	N
Sorbus domestica		X	X	SEM	N-S
Sorbus torminalis		X		SEM/TR	N
Tilia cordata	X	X		SEM	N
Ulmus minor		X	X	SEM	N-S
ARBUSTIVE					
Amelanchier ovalis		X	X	SEM	S
Berberis vulgaris	X	X		SEM/T	N-S
Cornus mas		X	X	SEM	N-S
Cornus sanguinea		X	X	SEM/T	N-S
Coronilla emerus		X		SEM	S
Corylus avellana	X	X	X	SEM	N-S
Cotinus coggygria		X	X	SEM	S
Crataegus monogyna	X	X	X	SEM	S
Crataegus oxyacantha		X	X	SEM	N-S
Cytisus sessilifolius			X	CONT	S
Euonymus europaeus		X		SEM	N
Genista germanica	X			CONT	S
Hippophae rhamnoides		X		SEM	N
Ilex aquifolium		X		SEM	N
Juniperus communis	X	X	X	SEM	S
Ligustrum vulgare		X	X	SEM/T	S
Lonicera caprifolium		X	X	SEM	N-S
Lonicera xylosteum	X	X		SEM/TR	N-S
Malus sylvestris		X		SEM	S
Prunus mahaleb		X	X	SEM	N-S
Prunus spinosa		X	X	SEM	N-S
Rhamnus cathartica		X	X	SEM	N-S
Rosa canina		X	X	SEM	S
Rubus idaeus	X			T/TR	N-S
Rubus ulmifolius	X	X		T/TR	N-S
Sambucus nigra		X			N
Spartium junceum	X	X		SEM	S
Viburnum lantana		X		SEM	N-S
Viburnum opulus		X	X	SEM/T	N-S
ERBACEE					
Agrostis tenuis					
Anthyllis vulneraria					
Arrhenatherum elatius					
Brachypodium pinnatum					
Bromus erectus					
Coronilla varia					
Cynosurus cristatus					
Dactylis glomerata					
Festuca arundinacea					
Festuca rubra					
Lathyrus pratensis					
Lolium perenne					
Lotus corniculatus					
Medicago lupulina					
Melilotus alba					
Melilotus officinalis					
Onobrychis viciifolia					
Phleum pratense					

APPENNINO LOMBARDO – OLTREPÒ PAVESE
Collina sino a quota 900m s.l.m.

Specie	Reazione terreno			Impiego	Note
	Acido	Neutro	Basico		
Poa pratensis					
Sanguisorba minor					
Trifolium pratense					
Trifolium repens					
Trisetum flavescens					
Tussilago farfara					

APPENNINO LOMBARDO – OLTREPÒ PAVESE
Ambiente submontano e montano oltre quota 900m s.l.m.

Specie	Reazione terreno			Impiego	Esposizione
	Acido	Neutro	Basico		
ARBOREE					
Acer campestre		X	X	SEM	N-S
Acer pseudoplatanus		X	X	SEM	N-S
Fagus sylvatica		X		SEM	N
Fraxinus excelsior		X	X	SEM	N-S
Laburnum alpinum		X	X	SEM/T	N-S
Laburnum anagyroides		X	X	SEM	S
Populus tremula		X		TR	N-S
Prunus avium	X	X		SEM	N-S
Quercus cerris		X		TP/CONT	S
Salix caprea		X		TR	N-S
Sorbus aria		X	X	SEM	N
Sorbus aucuparia	X	X		SEM	N-S
ARBUSTIVE					
Calluna vulgaris	X			SEM	S
Coronilla emerus		X		SEM	N-S
Corylus avellana	X	X	X	SEM	N-S
Crataegus monogyna	X	X	X	SEM	S
Cytisus sessilifolius			X	CONT	S
Ilex aquifolium		X		SEM	N-S
Juniperus communis	X	X	X	SEM	S
Lonicera alpigena		X	X	SEM	N-S
Rosa canina		X	X	SEM	S
Rubus idaeus	X			T/TR	N-S
Sambucus nigra		X		SEM	N
Sambucus racemosa	X	X	X	SEM	N-S
Viburnum lantana		X		SEM	N
ERBACEE					
Achillea millefolium					
Agrostis tenuis					
Anthoxanthum odoratum					
Anthyllis vulneraria					
Bromus inermis					
Dactylis glomerata					
Festuca pretensis					
Festuca rubra					
Lathyrus pratensis					
Lolium perenne					
Lotus corniculatus					
Medicago lupulina					
Melilotus officinalis					
Onobrychis viciifolia					
Melica uniflora					
Astragalus monspessulanus					
Cynosurus cristatus					
Poa annua					
Poa pratensis					
Trifolium pratense					
Trifolium repens					
Trisetum flavescens					

APPENNINO LOMBARDO – OLTREPÒ PAVESE
Corsi d'acqua fino a quota 900m s.l.m.

Specie	Reazione terreno			Impiego	Esposizione
	Acido	Neutro	Basico		
ARBOREE					
Alnus glutinosa	X			SEM/TR	N-S
Populus alba		X	X	TR	N-S
Populus canescens			X	TR	N-S
Salix alba		X		T/TR	S
Salix caprea		X		TR	S
ARBUSTIVE					
Hippophae rhamnoides		X		SEM	N
Salix appennina		X	X	T/TR	N-S
Salix cinerea		X		T/TR	S
Salix eleagnos		X	X	T/TR	S
Salix purpurea		X	X	T/TR	S
Salix triandra		X	X	T/TR	S
Sambucus nigra		X		SEM	N
ERBACEE					
Petasites albus					
Agrostis gigantea					
Dactylis glomerata					
Festuca rubra					
Phragmites australis					

APPENNINO LOMBARDO – OLTREPÒ PAVESE
Corsi d'acqua in ambiente submontano e montano
oltre quota 900m s.l.m.

Specie	Reazione terreno			Impiego	Esposizione
	Acido	Neutro	Basico		
ARBUSTIVE					
Salix appendiculata			X	T/TR	S
Salix eleagnos		X	X	T/TR	S
Salix myrsinifolia		X		T/TR	N-S
Salix purpurea		X	X	T/TR	S
Salix triandra		X	X	T/TR	S
ERBACEE					
Agrostis gigantea					
Agrostis stolonifera					
Dactylis glomerata					
Festuca rubra					
Lotus corniculatus					
Trifolium repens					

FASCIA PEDEMONTANA – PIANO SUBMONTANO
Indicativamente inferiore ai 1000 m s.l.m.

<i>Specie</i>	<i>Substrato</i>	<i>Impiego</i>	<i>Esposizione</i>	<i>Note</i>
ARBOREE				
Acer campestre	sil	SEM	S/N	
Acer pseudoplatanus	calc/sil	SEM	S/N	
Betula pendula	calc/sil	SEM	S/N	
Celtis australis	calc/sil	SEM	S	limite sup. verso gli 800 m
Fraxinus excelsior	calc/sil	SEM	N	
Fraxinus ornus	calc	SEM	S/N	
Ostrya carpinifolia	calc	SEM	S/N	
Pinus sylvestris	sil	SEM	S	
Populus tremula	calc/sil	SEM	N	
Prunus avium	calc/sil	SEM	S/N	
Salix caprea	calc/sil	SEM/T	N	
Sorbus aria	calc	SEM	S/N	
ARBUSTIVE				
Amelanchier ovalis	calc	SEM	S	
Berberis vulgaris	calc/sil	SEM/TR	S	
Chamaecytisus hirsutus	sil	SEM	S	
Chamaecytisus purpureus	calc	SEM	S	
Cornus mas	calc/sil	SEM	S/N	
Cornus sanguinea	calc/sil	SEM	S/N	
Coronilla emerus	calc	SEM	S	
Corylus avellana	calc/sil	SEM	S/N	
Cotinus coggyria	calc	SEM	S	
Cotoneaster integerrimus	calc	SEM	S	a partire da 500-600 m
Cotoneaster nebrodensis	calc	SEM	S	a partire da 500-600 m
Crataegus monogyna	calc/sil	SEM	S	
Cytisus scoparium	sil	SEM	S	
Cytisus sessilifolius	calc	SEM	S	
Euonymus europaea	calc/sil	SEM	N	
Frangula alnus	calc/sil	SEM	S/N	limite intorno ai 400 m in Valtellina
Genista germanica	sil	SEM	S	
Genista tinctoria	sil	SEM	S	
Hippophae rhamnoides	sil	SEM	N	
Juniperus communis	calc	SEM	S	
Laburnum anagyroides	calc/sil	SEM/T	S/N	
Ligustrum vulgare	calc/sil	SEM/T	S	
Lonicera xylosteum	calc	SEM	N	
Prunus mahaleb	calc/sil	SEM	S	
Prunus spinosa	calc/sil	SEM	S/N	
Rhamnus saxatilis	calc	SEM	S	
Rosa canina (gruppo)	calc/sil	SEM	S	
Rubus idaeus	calc/sil	TR	S/N	
Spartium junceum	sil	SEM	S	
ERBACEE				
Agrostis tenuis	sil		S/N	
Anthoxanthum odoratum	calc/sil		S/N	
Anthyllis vulneraria	calc		S/N	
Bromus erectus	calc		S	
Bromus inermis	calc/sil		N	
Coronilla varia	calc		S	
Coronilla cristatus	calc/sil		S/N	
Dactylis glomerata	calc/sil		S/N	
Festuca rubra subsp. rubra	sil		N	
Leucanthemum vulgare	calc/sil		S/N	
Lolium perenne	calc/sil		S/N	
Lotus corniculatus	calc/sil		S/N	
Medicago lupulina	calc/sil		S/N	
Melilotus alba	calc/sil		S/N	
Melilotus officinalis	calc/sil		S/N	
Molinia caerulea	calc/sil		N	
Onobrychis viciifolia	calc/sil		S	
Poa nemoralis	calc/sil		N	
Poa pratensis	calc/sil		S/N	
Saponaria ocymoides	calc		S/N	
Sesleria varia	calc		S/N	

FASCIA PEDEMONTANA – PIANO SUBMONTANO
Indicativamente inferiore ai 1000 m s.l.m.

<i>Specie</i>	<i>Substrato</i>	<i>Impiego</i>	<i>Esposizione</i>	<i>Note</i>
Trifolium pratense	sil		S/N	
Trifolium repens	sil		S/N	

AMBITO PREALPINO – PIANO MONTANO
Indicativamente compreso tra 1000-1800 m s.l.m.

<i>Specie</i>	<i>Substrato</i>	<i>Impiego</i>	<i>Esposizione</i>	<i>Note</i>
ARBOREE				
Acer pseudoplatanus	calc/sil	SEM	S/N	limite intorno ai 1500 m
Betula pendula	calc/sil	SEM	S/N	
Fraxinus excelsior	calc/sil	SEM	S/N	limite 1400-1500 m
Fraxinus ornus	calc	SEM	S/N	limite intorno ai 1400 m
Ostrya carpinifolia	calc	SEM	S/N	limite intorno 1800 m
Pinus sylvestris	calc/sil	SEM	S	
Populus tremula	calc/sil	SEM	S/N	
Prunus avium	calc	SEM	S	limite intorno ai 1500 m
Salix caprea	calc/sil	SEM/T	S/N	
Sorbus aria	calc	SEM	S/N	
ARBUSTIVE				
Amelanchier ovalis	calc	SEM	S	
Berberis vulgaris	calc/sil	SEM/TR	S	
Chamaecytisus hirsutus	sil	SEM	S	
Corylus avellana	calc/sil	SEM	S/N	
Cotoneaster integerrimus	calc	SEM	S	limite sup. verso 1500 m
Cotoneaster nebrodensis	calc	SEM	S	limite sup. verso 1500 m
Crataegus monogyna	calc	SEM	S	limite sup. verso 1500 m
Cytisus scoparium	sil	SEM	S	
Genista tinctoria	sil	SEM	S	
Hippophae rhamnoides	calc/sil	SEM	S/N	
Juniperus communis	calc/sil	SEM	S	
Laburnum alpinum	calc/sil	SEM/T	S/N	
Ligustrum vulgare	calc	SEM/T	S	
Lonicera alpigena	calc/sil	SEM	S/N	
Lonicera xylosteum	calc/sil	SEM	N	
Prunus spinosa	calc	SEM	S	
Rhamnus saxatilis	calc	SEM	S	
Rosa canina (gruppo)	calc	SEM	S	
Rubus idaeus	calc/sil	TR	S/N	
Salix glabra	calc	T	N	
Sambucus racemosa	calc/sil	SEM	S/N	
Sorbus aucuparia	calc/sil	SEM	S/N	
ERBACEE				
Achillea millefolium	calc/sil		S/N	
Agrostis tenuis	calc/sil		S/N	
Anthoxanthum odoratum	calc/sil		N	
Anthyllis vulneraria	calc		S/N	
Briza media	calc/sil		S	
Bromus erectus	calc		S	
Bromus inermis	calc/sil		S/N	
Coronilla varia	calc		S	
Cynosurus cristatus	calc/sil		S	
Dactylis glomerata	calc/sil		S/N	
Festuca nigrescens	sil		S/N	
Festuca rubra subsp. rubra	sil		S/N	
Leucanthemum vulgare	sil		S/N	
Lolium perenne	calc/sil		S/N	
Lotus corniculatus	calc/sil		S/N	
Luzula multiflora	sil		S/N	
Medicago lupulina	calc		S/N	
Melilotus alba	calc/sil		S/N	
Melilotus officinalis	calc/sil		S/N	
Molinia caerulea	calc/sil		N	
Onobrychis viciifolia	calc		S	
Poa annua	calc		N	
Poa nemoralis	calc/sil		N	
Poa pratensis	calc/sil		S/N	
Saponaria ocymoides	calc		S/N	
Sesleria varia	calc		S/N	
Trifolium alpinum	sil		S/N	limite inferiore 1500 m
Trifolium pratense	sil		S/N	
Trifolium repens	calc/sil		S/N	
Trisetum flavescens	calc/sil		S/N	
Viola tricolor	sil		S	

AMBITO ALPINO – PIANO SUBALPINO
Indicativamente compreso tra 1800-2200 m s.l.m.

<i>Specie</i>	<i>Substrato</i>	<i>Impiego</i>	<i>Esposizione</i>	<i>Note</i>
ARBOREE				
Larix decidua	calc/sil	SEM	S/N	
Betula pendula	calc/sil	SEM	S/N	
Pinus sylvestris	calc	SEM	S	limite superiore
ARBUSTIVE				
Alnus viridis	sil	SEM	S/N	impluvi
Berberis vulgaris	calc	SEM/TR	S	limite sui 2000 m
Corylus avellana	calc	SEM	S	
Juniperus nana	calc/sil	SEM	S/N	
Laburnum alpinum	calc/sil	SEM/T	S/N	limite superiore
Lonicera alpigena	calc/sil	SEM	S/N	limite superiore
Pinus mugo	calc	SEM	S/N	
Rubus idaeus	calc/sil	TR	S/N	
Sambucus racemosa	calc/sil	SEM	S/N	limite a 2000 m
Sorbus aucuparia	calc/sil	SEM	S/N	limite superiore
ERBACEE				
Agrostis tenuis	calc/sil		S/N	
Anthoxanthum odoratum	calc/sil		S/N	
Anthyllis vulneraria	calc		S/N	
Avenula versicolor	sil		S/N	
Festuca alpestris	calc		S/N	
Festuca halleri	sil		S/N	
Festuca nigrescens	sil		S/N	
Festuca rubra subsp. rubra	sil		N	
Lotus corniculatus	calc/sil		S/N	
Onobrychis viciifolia	calc		S	
Poa alpina	calc/sil		S/N	
Poa annua	calc		S/N	
Poa pratensis	calc/sil		S/N	
Polygonum bistorta	sil			
Sesleria varia	calc		S/N	
Trifolium alpinum	sil		S/N	limite inferiore 1500 m
Trifolium pratense	calc/sil		S/N	
Trifolium repens	sil		S	

AMBITO ALPINO – PIANO ALPINO
Indicativamente a quote superiori ai 2200 m s.l.m.

<i>Specie</i>	<i>Substrato</i>	<i>Impiego</i>	<i>Esposizione</i>	<i>Note</i>
ARBUSTIVE				
<i>Alnus viridis</i>	sil	SEM	S/N	impluvi
<i>Juniperus nana</i>	calc/sil	SEM	S/N	
<i>Pinus mugo</i>	calc	SEM	S/N	
<i>Rubus idaeus</i>	calc/sil	TR	S/N	limite superiore 2200
<i>Sorbus chamaemespilus</i>	calc/sil	SEM	S	
ERBACEE				
<i>Agrostis tenuis</i>	calc/sil		S/N	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	calc/sil		S/N	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	calc		S/N	
<i>Avenula versicolor</i>	sil		S/N	
<i>Epilobium fleischeri</i>	sil		S/N	
<i>Festuca alpestris</i>	calc		S	
<i>Festuca halleri</i>	sil		S	
<i>Festuca nigrescens</i>	sil		S/N	
<i>Festuca varia</i>	sil		S/N	
<i>Leucanthemopsis minima</i>	sil		S/N	
<i>Lotus corniculatus</i>	calc/sil		S/N	
<i>Papaver rhæticum</i>	calc		S/N	macereti
<i>Poa alpina</i>	calc/sil		S/N	
<i>Poa annua</i>	calc		S/N	
<i>Poa pratensis</i>	calc/sil		S/N	
<i>Sesleria varia</i>	calc		S/N	
<i>Trifolium alpinum</i>	sil		S	limite inferiore 1500 m
<i>Trifolium badium</i>	calc/sil		S/N	
<i>Trifolium pratense</i>	calc/sil		S/N	
<i>Trifolium repens</i>	sil		S	

AMBITI AZONALI DALLA FASCIA PEDEMONTANA ALL'ALPINA
Ruscelli, torrenti, corsi d'acqua, impluvi

<i>Specie</i>	<i>Impiego</i>	<i>Note</i>
PIANO ALPINO indicativamente superiore ai 2000 m		
ARBUSTIVE		
<i>Alnus viridis</i>	SEM	esp. N
<i>Rubus idaeus</i>	TR	
<i>Salix hastata</i>	T	esp. S localizzato
<i>Salix helvetica</i>	T	subs. crist. localizzato
ERBACEE		
<i>Agrostis stolonifera</i>		
<i>Epilobium angustifolium</i>		
<i>Epilobium fleischeri</i>		preferibilmente su salice
PIANO SUBALPINO indicativamente tra 1800-2000 m		
ARBUSTIVE		
<i>Alnus viridis</i>	SEM	
<i>Myricaria germanica</i>	T	
<i>Salix appendiculata</i>	T	esp. N
<i>Salix foetida</i>	T	substr. cristallino
<i>Salix pentandra</i>	T	subs. crist. localizzato
<i>Salix waldsteniana</i>	T	substr. calc. esp. N
ERBACEE		
<i>Agrostis stolonifera</i>		
<i>Epilobium angustifolium</i>		
<i>Epilobium fleischeri</i>		preferibilmente su silice
<i>Poa nemoralis</i>		
<i>Poa trivialis</i>		
<i>Stipa calamagrostis</i>		
PIANO MONTANO indicativamente tra 1000-1800 m		
ARBOREE		
<i>Alnus incana</i>	SEM/TR	
<i>Salix caprea</i>	TR	
ARBUSTIVO		
<i>Hippophae rhamnoides</i>	SEM	
<i>Myricaria germanica</i>	SEM	
<i>Salix appendiculata</i>	T	esp. N
<i>Salix caesia</i>	T	
<i>Salix daphnoides</i>	SEM	
<i>Salix eleagnos</i>	T	esp. S substr. calc.
<i>Salix foetida</i>	T	substr. crist.
<i>Salix hastata</i>	T	
<i>Salix nigricans</i>	T	
<i>Salix pentandra</i>	T	
<i>Salix purpurea</i>	T	
<i>Salix waldsteniana</i>	T	substr. calc. esp. N
ERBACEE		
<i>Achnatherum calamagrostis</i>		substr. calcarei
<i>Agrostis gigantea</i>		limite 1600 m
<i>Agrostis stolonifera</i>		
<i>Epilobium dodonaei</i>		substr. calc.
<i>Molinia coerulea</i>		
PIANO SUBMONTANO indicativamente inferiore a 1000 m		
ARBOREE		
<i>Alnus glutinosa</i>	SEM/TR	
<i>Salix alba</i>	T	
<i>Salix caprea</i>	TR	
ARBUSTIVE		
<i>Hippophae rhamnoides</i>	SEM	
<i>Myricaria germanica</i>	SEM	
<i>Salix cinerea</i>	T	
<i>Salix eleagnos</i>	T	esp. S
<i>Salix nigricans</i>	T	
<i>Salix pentandra</i>	T	
<i>Salix purpurea</i>	T	
<i>Salix triandra</i>	T	esp. S
<i>Salix viminalis</i>	T	
ERBACEE		
<i>Achnatherum calamagrostis</i>		substr. calcarei
<i>Agrostis gigantea</i>		esp. N
<i>Agrostis stolonifera</i>		
<i>Epilobium dodonaei</i>		substr. calc.
<i>Molinia coerulea</i>		

ALLEGATO N. 2

INDICAZIONI DI MASSIMA SUI PERIODI DI ESECUZIONE DELLE OPERE DI RECUPERO AMBIENTALE
ED INGEGNERIA NATURALISTICA IN REGIONE LOMBARDIA

Ambiti territoriali di applicazione:

- pianura
- pianalto (brughiera)
- appennino lombardo
- fascia pedemontana
- prealpi
- alpi

N.B.

* si possono considerare 10-15 giorni di anticipo o di ritardo in relazione alle esposizioni (Sud-Nord) dei versanti e per le quote maggiori del relativo innevamento

* per le semine delle essenze erbacee vanno esclusi i periodi o troppo freddi o troppo asciutti

PIANURA LOMBARDA E PIANALTO

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
PIANTINE IN CONTENITORE												
PIANTINE A RADICE NUDA												
TALEE												
SEMINE ERBACEE												

APPENNINO LOMBARDO - COLLINA DELL'OLTREPO' (sino a 900 m s.l.m.)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
PIANTINE IN CONTENITORE												
PIANTINE A RADICE NUDA												
TALEE												
SEMINE ERBACEE												

APPENNINO LOMBARDO - MONTAGNA DELL'OLTREPO' (oltre i 900 m s.l.m.)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
PIANTINE IN CONTENITORE												
PIANTINE A RADICE NUDA												
TALEE												
SEMINE ERBACEE												

FASCIA PEDEMONTANA - PIANO SUBMONTANO (indicativamente < 1000 m s.l.m.)

PIANTINE IN CONTENITORE													
PIANTINE A RADICE NUDA													
TALEE													
SEMINE ERBACEE													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	

AMBITO PREALPINO - PIANO MONTANO (indicativamente 1000-1800 m s.l.m.)

PIANTINE IN CONTENITORE													
PIANTINE A RADICE NUDA													
TALEE													
SEMINE ERBACEE													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	

AMBITO ALPINO - PIANO SUBALPINO (indicativamente 1800-2200 m s.l.m.)

PIANTINE IN CONTENITORE													
PIANTINE A RADICE NUDA													
TALEE													
SEMINE ERBACEE													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	

AMBITO ALPINO - PIANO ALPINO (indicativamente > 2200 m s.l.m.)

PIANTINE IN CONTENITORE													
PIANTINE A RADICE NUDA													
TALEE													
SEMINE ERBACEE													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	

ALLEGATO N. 3

PRINCIPALI STANDARD QUALITATIVI DEL MATERIALE VEGETALE PER L'INGEGNERIA NATURALISTICA**A) Provenienza del materiale da area ecologicamente omogenea rispetto a quella di impianto**

Le piante da usarsi negli interventi devono provenire da materiale di propagazione di base (seme, talee, marze, tessuti vegetali, ecc.) raccolto in un territorio omogeneo dal punto di vista ecologico in particolare per gli aspetti pedo-climatici rispetto a quello in cui saranno effettuati gli impianti.

B) Idoneità allo svolgimento efficace delle funzioni per le quali è stato scelto

Caratteristiche da valutarsi:

- attitudine biotecnica;
- forza edificatrice;
- capacità di crescita;
- effetto produttivo;
- effetto estetico;
- effetto igienico-antiquinamento.

C) Rispetto delle normative di tutela fitosanitaria e delle condizioni di buona sanità delle piante

1) Si richiama il decreto MAF 18 giugno 1993 «Norme di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali»

2) Difetti escludenti le piante dall'utilizzo:

- piante con ferite non cicatrizzate;
- piante parzialmente o totalmente disseccate;
- apparato fogliare danneggiato tale da compromettere la sopravvivenza della pianta;
- colletto danneggiato;
- piante che presentino gravi danni causati da organismi nocivi;
- piante che presentino segni di riscaldamento, di fermentazione o di ammuffimento derivanti da errate conservazioni.

D) Rispetto delle buone norme di qualità esteriore e morfologica

- Pianta possibilmente giovani e non invecchiate in vivaio senza aver subito adeguati trattamenti culturali.
 - Pianta ben equilibrate, dritte, con gemme apicali in buono stato, getti terminali ben lignificati, fusti dritti con buona dominanza apicale (esclusi gli arbusti), apparato radicale ben confermato, sano, senza ammuffimenti e tagli irregolari, ricco di radici secondarie e capillari;
 - Pianta presentanti buon vigore e capacità di ripresa immediata;
 - Pianta con buon rapporto altezza/diametro del fusto al colletto (mediamente 50-80);
 - Pianta di dimensioni idonee alla funzione da svolgere.
- Sono da escludere piante presentanti:
- fusto con eccessiva curvatura;
 - ramificazione assente (secondo la specie) o nettamente insufficiente;
 - radici principali gravemente attorcigliate o curve;
 - fusto squilibrato rispetto all'apparato radicale.

E) Principali caratteristiche morfologiche del materiale di propagazione a-gamica

- Talea legnosa piccola: porzione di fusto o di ramo lungo 20-50 cm con diametro compreso tra 1 - 1,5 e 3 cm;
- talea legnosa grossa: porzione di fusto o di ramo lungo 50-120 cm con diametro compreso tra 3 e 8 cm;
- astone: fusto o sua porzione di lunghezza > di 150 cm avente getto apicale dotato di gemma terminale;
- ramaglia: rami interi di lunghezza > a 50 cm aventi le ramificazioni secondarie.

Le dimensioni di questi materiali variano in funzione delle caratteristiche dimensionali delle opere realizzate.

ALLEGATO N. 4

INDICI DI ATTECCIMENTO DELLE TALEE DELLE PRINCIPALI SPECIE LEGNOSE IMPIEGATE NEI LAVORI DI INGEGNERIA NATURALISTICA IN LOMBARDIA

<i>Specie</i>	<i>Indice medio di attecchimento in pieno campo (% di radicamento)</i>	<i>Note</i>
Laburnum alpinum	70-100	
Laburnum anagyroides	70	
Ligustrum vulgare	70-100	
Populus nigra	70-100	
Salix aba	70	
S. appendiculata	50-70	Impiego nella fase di riposo vegetativo
S. apennina	70-80	
S. breviserrata	50	
S. caesia	50	Raro
S. cinerea	50-70	
S. daphnoides	100	Raro
S. elaeagnos	50-70	Impiego nella fase di riposo vegetativo
S. foetida	50	Lento sviluppo
S. glabra	75	Lento sviluppo
S. hastata	70	Raro e lento accrescimento
S. helvetica	60	Lento sviluppo
S. nigricans	75	
S. purpurea	100	Il più adatto ai fini dell'ingegneria naturalistica
S. pentandra	90	
S. triandra	70-100	
S. viminalis	85	
S. waldsteiniana	70	Lento accrescimento

Per l'elaborazione del presente allegato sono state consultate le seguenti pubblicazioni:

- SCHIECHTL H.M. e STERN R. - Ingegneria naturalistica, manuale delle opere in terra - Edizioni Castaldi - Feltre (BL)
- SCHIECHTL H.M. (1996) - I salici nell'uso pratico - Edizioni Arca - Gardolo (TN)

NOTE

L'indice di attecchimento esprime l'attitudine alla moltiplicazione vegetativa delle specie legnose. La radicazione è molto importante perché ad un germogliamento non necessariamente corrisponde una radicazione con conseguente morte del germoglio.

Al fine di ottenere i migliori indici di attecchimento, si consiglia l'impiego delle specie aventi capacità di attecchimento non inferiore al 70%.

In condizioni stazionali particolarmente difficili si possono impiegare anche le specie con indici di attecchimento più bassi, ma più adatte alle aree di intervento aumentando il numero delle talee da mettere a dimora.

ALLEGATO II

**DOCUMENTAZIONE RICHIESTA PER LE OPERE
MINORI DI INGEGNERIA NATURALISTICA
LISTA DI CONTROLLO**

**Regione Lombardia**

Gruppo di lavoro interassessorile per l'ingegneria naturalistica

DOCUMENTAZIONE RICHIESTA PER LE OPERE MINORI DI INGEGNERIA NATURALISTICA
LISTA DI CONTROLLO (CHECK-LIST) - Allegato 2
Stato di Fatto

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
planimetria 10.000 e 2.000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
estratti mappa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
documentazione fotografica	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
inquadr. vegetazionale	*	*		*				*	*		*	*			*	
rilievo stato di fatto	*	*		*	*			*	*		*	*		*	*	
sezioni	*	*		*	*			*	*		*	*		*	*	
relazione sintetica di inquad. #	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

se non previsto specificatamente la relazione di inquadramento deve contenere in modo sintetico tutti gli elementi tali da definire le caratteristiche dei luoghi di intervento

N.B.: si rammenta l'obbligo di compilare l'allegato 3 in tutte le sue parti, per quanto possibile.

Progetto

part. costruttivi (dal quaderno)	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*			*	
indicazione dei materiali	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
indic. materiali vegetali (specie)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
calcoli stabilita` **	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
relazione idraulica								*								
sezioni longitudinali (alveo)								*								
relazione tecnica	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

** nell'ipotesi di predisposizione di palificate di h. > 2,5 m e muri calcolati

Interventi minori:

- A : piccole frane e smottamenti di versante ***
 B : sistemazione scarpate di opere viarie minori e piste di esbosco
 C : sistemazioni intorno ai piloni di linee elettriche e di impianti risalita
 D : pulizia e sistemazione sentieri mulattieri e aree limitrofe
 E : approntamento piccole aree attrezzate di sosta in ambito boscato
 F : aree al contorno di sentieri didattici, percorsi natura e percorsi vita
 G : sistemazioni ruscelli e piccoli torrenti senza opere trasversali
 H : idem con opere trasversali (briglie)
 I : sistemazioni viarie minori con muretti a secco e tecniche miste
 J : predisposizione di pozze per abbeverata d'alpeggio e di selvaggina
 K : sistemazioni e approntamenti presso sorgenti e fontanili
 L : sistemazioni risorgive, cavi, fossati e drenaggi in ambito pianiziale
 M : sistemazioni e manutenzioni presso impianti sciistici
 N : sistemazioni di verde al contorno degli edifici urbani e rurali
 O : piccoli interventi nelle aree protette (parchi riserve, oasi, ecc.) ****
 P : negli interventi inquadrabili come piccola manutenzione del territorio

*** con eventuale relazione geologica in base alle problematiche

**** a discrezione dell'ente gestore

N.B.: alcune opere si possono inoltre configurare come interventi di manutenzione straordinaria tal quale

N.B.: non rientrano in queste casistiche le opere di Ingegneria Naturalistica predisposte all'interno di specifici e articolati progetti di interventi sul territorio legate a:

recupero di cave e discariche (che prevedono un progetto di recupero globale)

recupero di altre aree degradate (in quanto parte integrante del progetto di recupero delle stesse)

progetti di opere viarie su gomma e su rotaia o la predisposizione di porti e attracchi in ambito fluviale o lacustre con carattere sovracomunale

grandi opere di sistemazione idrauliche su bacini idrografici di qualsiasi ordine

grandi opere di sistemazione e di assetto complessivo del territorio su scala almeno provinciale

predisposizione di impianti e stazioni sciistiche

ALLEGATO III**SCHEDA DI SINTESI DEL PROGETTO ESECUTIVO**

La scheda assolve a diversi scopi:

1. inquadrare gli interventi in ambito territoriale ed ambientale;
2. consentire un'agevole e veloce lettura del progetto fornendo un'indicazione sintetica dei principali contenuti progettuali;
- 3) realizzare l'inventario ed il monitoraggio delle opere di ingegneria naturalistica con il relativo quadro economico;
- 4) censire i siti sui quali si effettuano i prelievi di materiale vegetale di propagazione (astoni, talee ecc.).

Note per la compilazione della scheda:

La scheda è stata realizzata con il programma Microsoft Excel 97.

- Le singole celle vanno compilate in ogni loro parte con l'indicazione di quanto richiesto;
- Alcune voci prevedono risposte da scegliersi tra quelle suggerite, in questo caso è sufficiente indicare la fattispecie evidenziando la corrispondente cella;
- Le sezioni C. e/o D. vanno compilate facendo riferimento alla tipologia dell'intervento.

N.B.: La corretta compilazione di questa scheda costituisce un valido aiuto per la realizzazione del progetto.



Regione Lombardia

Gruppo di lavoro interassessorile per l'ingegneria naturalistica

n.

/

SCHEDA DI SINTESI DEL PROGETTO ESECUTIVO

Allegato 3 al Quaderno delle Opere Tipo di ingegneria naturalistica

Titolo progetto:

A. Informazioni generali ed amministrative

A.1 Ente Commitente

A.1.1 Codice ISTAT

**A.2 Comune di ubicazione
dell'intervento**

A.2.1 Provincia

A.3 Comunità Montana

A.3.1 Codice ISTAT

A.4 Area Protetta

A.4.1 Codice ISTAT

**A.5 Figure professionali
di progettazione**

(titolo) (cognome e nome)

(n° iscrizione) (ordine: nazionale, regionale, provinciale, repertorio o associazione professionale - indicare)

(titolo) (cognome e nome)

(n° iscrizione) (ordine: nazionale, regionale, provinciale, repertorio o associazione professionale - indicare)

(titolo) (cognome e nome)

(n° iscrizione) (ordine: nazionale, regionale, provinciale, repertorio o associazione professionale - indicare)

(titolo) (cognome e nome)

(n° iscrizione) (ordine: nazionale, regionale, provinciale, repertorio o associazione professionale - indicare)

(titolo) (cognome e nome)

(n° iscrizione) (ordine: nazionale, regionale, provinciale, repertorio o associazione professionale - indicare)

A.6 Modalità di esecuzione delle opere

A.6.1	Appalto	
A.6.2	Amministrazione diretta	
A.6.3	Altro	

(indicare)

A.7 Periodo previsto per l'esecuzione dei lavori

A.7.1	Inizio		
		(mese)	(anno)
A.7.2	Fine		
		(mese)	(anno)

A.8 Fonte di Finanziamento

A.8.1	Proprio	
A.8.2	Provinciale	
A.8.3	Regionale	
A.8.4	Statale	
A.8.5	UE	
A.8.6	Altro	

(indicare)

B. Inquadramento territoriale**B.1 Bacino idrografico**

B.1.1	Sottobacino	
-------	-------------	----------------------

B.2 Descrizione Climatica

B.2.0	Stazione meteo più vicina	
-------	---------------------------	----------------------

B.2.1	Temperatura annua	B.2.1.1	Minima	°
		B.2.1.2	Media	°
		B.2.1.3	Massima	°

B.2.2	Precipitazione annua	B.2.2.1	Minima	mm
		B.2.2.2	Media	mm
		B.2.2.3	Massima	mm

B.2.3	Intensità massima	/ /	mm
-------	-------------------	---	-------------------------

giorno/mese/anno

B.3 Zona fitoclimatica (cfr. DGR n. VI/29567 del 1 luglio 1997)

B.3.1	Pianura lombarda - ambito di ripa lungo i corsi d'acqua	
B.3.2	Pianura lombarda vegetazione azonale golenale	
B.3.3	Pianura lombarda - vegetazione zonale	
B.3.4	Pianalto lombardo (Brughiera)	
B.3.5	Appennino lombardo - Oltrepo Pavese collina sino a 900 m slm	
B.3.6	App. lomb.-Oltrepo Pavese amb. Sub e montano oltre 900 m slm	
B.3.7	App. lomb.-Oltrepo Pavese corsi d'acqua sino a 900 m slm	
B.3.8	App. lomb. Corsi d'acqua in amb. sub e montano oltre 900 m slm	
B.3.9	Fascia pedemontana - piano submontano circa < 1000 m slm	
B.3.10	Ambito prealpino piano montano compreso tra 1000-1800 m slm	
B.3.11	Ambito alpino piano subalpino compreso tra 1800-2200 m slm	
B.3.12	Ambito alpino piano alpino quota >2200 m slm	

B.3.13 Abiti azonali dalla fascia pedemontana all'alpina:

B.3.13.1	Piano alpino > 2000 m slm	
B.3.13.2	Piano subalpino tra 1800-2000 m slm	
B.3.13.3	Piano montano tra 1000-1800 m slm	
B.3.13.4	Piano submontano inferiore a 1000 m slm	

B.4 Vincoli Ambientali e paesaggistici - D. Lgs. n. 490 del 29.10.1999

B.4.1	Descrizione del tipo di vincolo	
B.4.2	Descrizione del tipo di vincolo	
B.4.3	Descrizione del tipo di vincolo	
B.4.4	Descrizione del tipo di vincolo	
B.4.5	Descrizione del tipo di vincolo	

B.5 Litologia

B.5.1	Sabbia e ghiaia	
B.5.2	Limo	
B.5.3	Arenarie	
B.5.4	Calcari e dolomie	
B.5.5	Marne	
B.5.6	Argille	
B.5.7	Conglomerati	
B.5.8	Morene	
B.5.9	Rocce granitiche	
B.5.10	Rocce porfiriche	
B.5.11	Rocce scistose	

B.6 Pedologia

B.6.1	Suoli vegetali humici	
B.6.2	Suoli aridi a matrice sabbiosa	
B.6.3	Suoli con crostoni induriti	
B.6.4	Suoli ferrettizzati	
B.6.5	Suoli argillosi	
B.6.6	Suolo limosi	
B.6.7	Suoli con ciottoli abbondanti	

B.7 Emergenze natutralistiche significative

C. Interventi su versanti - recuperi ambientali

C.1 Località

C.2 Quote altimetriche

min

m

max

m

C.2.1 Differenza quote (Δ)

m

C.3 Esposizione

N

NO

NE

O

SO

SE

S

39

C.4 Caratteristiche geometriche

C.4.1	Superficie		m ²
C.4.2	Lunghezza massima		m
C.4.3	Lunghezza media		m
C.4.4	Larghezza massima		m
C.4.5	Larghezza media		m
C.4.6	Pendenza media		%

C.5 Caratteristiche del terreno

C.5.1	Tessitura	
C.5.2	Umidità	
C.5.3	Sostanza organica	
C.5.4	Reazione	
C.5.5	Calcare totale	
C.5.6	Calcare attivo	

C.6 Descrizione della vegetazione presente

C.6.1	Planiziale	
C.6.2	Submontana	
C.6.3	Montana	
C.6.4	Subalpina	
C.6.5	Alpina	

C.7 Destinazione d'uso dei terreni

C.7.1	Terreni oggetto dell'intervento	
C.7.2	Terreni circostanti	

C.8 Grado di accessibilità dell'area dell'intervento

Buono	
Medio	
Scarso	
Altro	
(indicare)	

C.9 Cause del dissesto

C.9.1	Cause naturali	
C.9.1.1	eventi meteorici eccezionali	
C.9.1.2	ruscellamento superficiale (erosione)	
C.9.1.3	infiltrazioni acque meteoriche	
C.9.1.4	erosione al piede	
C.9.1.5	gelo - disgelo	
C.9.1.6	geomeccanica - geotecnica	
C.9.1.7	debrisflow	
C.9.1.8	altro	
C.9.2	Cause antropiche	
C.9.2.1	incendi	
C.9.2.2	disboscamenti	
C.9.2.3	costruzioni	
C.9.2.4	infrastrutture	
C.9.2.5	attività estrattive	
C.9.2.6	altro	

C.10 Finalità dell'intervento

C.11 Tipologia dell'intervento

C.12 Sintetica descrizione dell'intervento

C.13 Eventuali alternative prese in considerazione

C.14 Presenza di opere di ingegneria civile nell'immediato intorno

si	no
----	----

C.15 Presenza di altre opere di ingegneria naturalistica

si	no
----	----

C.16 Tecniche di ingegneria naturalistica previste

C.16.1 Tipologia e quantità (descrivere)

C.16.1.1	
C.16.1.2	
C.16.1.3	
C.16.1.4	
C.16.1.5	
C.16.1.6	
C.16.1.7	
C.16.1.8	
C.16.1.9	
C.16.1.10	

C.17 Totale costi opere di ingegneria naturalistica

(IVA esclusa)

£

--

C.18 Tecniche di ingegneria civile

C.18.1 Tipologia e quantità (descrivere)

C.18.1.1	
C.18.1.2	
C.18.1.3	
C.18.1.4	
C.18.1.5	
C.18.1.6	
C.18.1.7	
C.18.1.8	
C.18.1.9	
C.18.1.10	

C.19 Totale costi opere di ingegneria civile (IVA esclusa)

£

C.20 Materiali vivi impiegati per le opere di ingegneria naturalistica

Specie e quantità		Propagazione	Provenienza (indicare)
C.20.1	n°		
C.20.2	n°		
C.20.3	n°		
C.20.4	n°		
C.20.5	n°		
C.20.6	n°		
C.20.7	n°		
C.20.8	n°		
C.20.9	n°		
C.20.10	n°		
C.20.11	Miscele sementi		
C.20.12			
C.20.13			

C.21 Altri materiali utilizzati	(indicare)	
	(indicare)	
	(indicare)	
	(indicare)	
	(indicare)	

C.22 Opere ed interventi accessori (indicare)	

D. Interventi sui corsi d'acqua

D.1 Denominazione

D.2 Corpo recettore

D.3 Località

D.4 Quote altimetriche

min

m

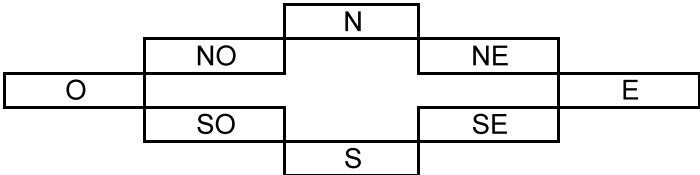
max

m

D.4.1 Differenza quote (Δ)

m

D.5 Esposizione



D.6 Caratteristiche del tratto interessato dalle opere

D.6.1	Lunghezza		m
D.6.2	Larghezza media		m
D.6.3	Pendenza media		%
D.6.4	Pendenza sponde		%
D.6.5	Portata liquida	ordinaria	m ³ /s
	Portata solida	ordinaria	m ³ /s
D.6.6	Portata liquida	piena	m ³ /s
	Portata solida	piena	m ³ /s
D.6.7	Quota del livello medio acqua		m
D.6.8	Velocità media		m/s
D.6.9	Diametro medio trasporto solido		m
D.6.10	Andamento	rettilineo	
		meandriforme	
D.6.11	Coefficiente di scabrezza		
D.6.12	τ - Resistenza alla forza di trascinamento		N/m ²
D.6.13	altro		
	(indicare)		

D.6.14

Derivazioni e restituzione d'acqua (indicare)

D.7 Descrizione della morfologia

D.8 Caratteristiche del terreno

D.8.1 Corso impostato

(indicare)

su roccia

(indicare)

su deposito

D.9 Presenza di vegetazione

D.9.1

se si indicare
se si indicare
se si indicare
se si indicare

si	no

D.10 Destinazione d'uso dei terreni

D.10.1 Terreni oggetto dell'intervento

D.10.2 Terreni circostanti

D.11 Grado di accessibilità dell'area dell'intervento

buono	
medio	
scarso	
altro	
(indicare)	

D.12 Cause del dissesto

D.12.1 Cause naturali

D.12.1.1	eventi meteorici eccezionali	
D.12.1.2	erosione	
D.12.1.3	esondazione	
D.12.1.4	altro	
	(indicare)	

D.12.2 Cause antropiche

D.12.2.1	bonifica	
D.12.2.2	attività estrattiva	
D.12.2.3	costruzioni e/o infrastrutture	
D.12.2.4	altro	
	(indicare)	

D.13 Finalità dell'intervento

D.14 Tipologia dell'intervento

D.15 Sintetica descrizione dell'intervento

D.16 Eventuali alternative prese in considerazione

D.17 Presenza di opere di ingegneria civile nell'immediato intorno

si	no
----	----

D.18 Presenza di altre opere di ingegneria naturalistica

si	no
----	----

D.19 Tecniche di ingegneria naturalistica previste

D.19.1 Tipologia e quantità (descrivere)

D.19.1.1	
D.19.1.2	
D.19.1.3	
D.19.1.4	
D.19.1.5	
D.19.1.6	
D.19.1.7	
D.19.1.8	
D.19.1.9	
D.19.1.10	

D.20 Totale costi opere di ingegneria naturalistica (IVA esclusa)

£	
---	--

D.21 Tecniche di ingegneria civile

D.21.1 Tipologia e quantità (descrivere)

D.21.1.1	
D.21.1.2	
D.21.1.3	
D.21.1.4	
D.21.1.5	
D.21.1.6	
D.21.1.7	
D.21.1.8	
D.21.1.9	
D.21.1.10	

D.22 Totale costi opere di ingegneria civile (IVA esclusa)

£	
---	--

D.23 Materiali vivi impiegati per le opere di ingegneria naturalistica

		Specie e quantità	Propagazione	Provenienza (indicare)
D.23.1	n°			
D.23.2	n°			
D.23.3	n°			
D.23.4	n°			
D.23.5	n°			
D.23.6	n°			
D.23.7	n°			
D.23.8	n°			
D.23.9	n°			
D.23.10	n°			
D.23.11	Miscele sementi			

D.24 Altri materiali utilizzati

(indicare)	
(indicare)	
(indicare)	
(indicare)	

D.25 Opere ed interventi accessori (indicare)

E. Reperimento del materiale vegetale vivo in aree demaniali

E.1 Comune di ubicazione

--

E.2 Località

E.3 Materiale proveniente da

E.3.1	Aree demaniali (indicare)	
E.3.2	Superficie di prelevamento	mq
E.3.3	Data del prelevamento	/ / giorno/mese/anno

F. Quadro economico del progetto

F.1 importo dei lavori di ingegneria naturalistica (IVA esclusa)	£.
F.2 Importo dei lavori di ingegneria civile (IVA esclusa)	£.
F.3 Importo opere ed interventi accessori (IVA esclusa)	£.
F.4 Oneri per la sicurezza (IVA esclusa)	£.
F.5 Totale importo lavori	£.
F.6 I.V.A.	£.
F.7 Spese di progettazione (IVA inclusa)	£.
F.8 Spese di Direzione Lavori (IVA inclusa)	£.
F.9 Spese per i coordinatori della sicurezza (IVA inclusa)	£.
F.10 Imprevisti (IVA inclusa)	£.
F.11 Importo complessivo del progetto (IVA inclusa)	£.
F.12 Importo per eventuale accantonamento per manutenzioni	£.

G. Cartografia allegata (CTR scala 1:10.000)

G.1 Corografia area/e di intervento	n. Tavole
G.2 Corografia area/e di prelievo materiale vegetale vivo	n. Tavole
G.3 Luogo e data di compilazione scheda	
G.4 Firma del progettista	
G.5 Firme dei Consulenti esperti (facoltative)	

N.B.: Allegare documentazione fotografica prima e dopo l'intervento.

ALLEGATO IV**SCHEDA PER IL MONITORAGGIO**

La scheda assolve a diversi scopi:

1. monitorare gli interventi effettuati sul territorio regionale per valutarne i risultati nel tempo;
2. consentire un rapido approccio agli interventi realizzati fornendo le tipologie ed i materiali effettivamente utilizzati;
3. realizzare l'inventario ed il monitoraggio delle opere di ingegneria naturalistica.

Note per la compilazione della scheda:

La scheda è stata realizzata con il programma Microsoft Excel 97.

- Le singole celle vanno compilate in ogni loro parte con l'indicazione di quanto richiesto;
- Alcune voci prevedono risposte da scegliersi tra quelle suggerite, in questo caso è sufficiente indicare la fattispecie evidenziando la corrispondente cella.



Regione Lombardia
Gruppo di lavoro interassessorile per l'ingegneria naturalistica

n. /

SCHEDA PER IL MONITORAGGIO

Allegato 4 al Quaderno delle Opere Tipo di ingegneria naturalistica

Scheda progetto

n. /

Data rilevamento

Titolo progetto:

A. Informazioni generali ed amministrative

A.1 Ente Commitente

A.1.1 Codice ISTAT

**A.2 Comune di ubicazione
dell'intervento**

A.2.1 Provincia

A.3 Comunità Montana

A.3.1 Codice ISTAT

A.4 Area Protetta

A.4.1 Codice ISTAT

A.5 Modalità di esecuzione delle opere

A.5.1 Appalto
A.5.2 Amministrazione diretta
A.5.3 Altro

(indicare)

A.6 Fonte di Finanziamento

A.6.1 Proprio
A.6.2 Provinciale
A.6.3 Regionale
A.6.4 Statale
A.6.5 UE
A.6.6 Altro

(indicare)

A.7 Periodo di esecuzione dei lavori

A.7.1	I° Periodo	A.7.1.1	Inizio		
				(mese)	(anno)
		A.7.1.2	Fine		
				(mese)	(anno)
A.7.2	II° Periodo	A.7.2.1	Inizio		
				(mese)	(anno)
		A.7.2.2	Fine		
				(mese)	(anno)

A.8 Impresa esecutrice

A.9 Direttore dei lavori

(titolo) (cognome e nome)

(n° iscrizione) (ordine: nazionale, regionale, provinciale, repertorio o associazione professionale - indicare)

A.10 Cartografia allegata (CTR scala 1:10.000)

A.10.1	Tav.
A.10.2	Tav.
A.10.3	Tav.
A.10.4	Tav.
A.10.5	Tav.
A.10.6	Corografia area/e di intervento
	n. Tavole

B. Ambito di intervento

		Tipologia	Unità di misura
	B.1	Corso d'acqua	m
	B.2	Versante	m
	B.3	Zona umida	m
	B.4	Bacini naturali/artificiali	m
	B.5	Cava	m
	B.6	Discarica	m
	B.7	Infrastruttura	m
B.8	Altro		m
		(indicare)	
B.9	Altro		m
		(indicare)	
B.10	Altro		m
		(indicare)	
B.11	Altro		m
		(indicare)	

D. Descrizione dell'intervento ed obiettivi raggiunti

E. Tecniche di ingegneria naturalistica utilizzate

[illegible]

F. Specie vegetali impiegate

F.1 Specie arboree

[illegible]

F.2 Specie arbustive

Specie	Semente	Piantine	Talee	Altro	Quantità	Reperimento

F.3 Specie erbacee

Specie	Semente	Piantine	Talee	Altro	Quantità	Reperimento

F.4 Altri materiali impiegati

Tipologia	Unità di misura	Quantità

G. Altri materiali impiegati

	Tipologia	Unità di misura	Quantità
G.1	Bioreti		
G.2	Biostuoie		
G.3	Gabbionate		
G.4	Paglia		
G.5	Paleria		
G.6	Pietrame		
G.7	Profilati di Fe		
G.8	Reti metalliche		
G.9	Reti sintetiche		
G.10	Stangame		
G.11	Stuoie sintetiche		
G.12	Tubi microfessurati per dreni		
G.13			
G.14			
G.15			

(Altro indicare)

H. Problemi e criticità in fase di esecuzione

I. Valutazione dell'intervento - efficacia complessiva

		Ottima	Buona	Scarsa
H.1	Inerbimenti			
H.2	Piantagioni			
H.3	Strutture vive			
H.4	Strutture morte			
H.5				
H.6				
H.7				
H.8				
H.9				
H.10				

(Altro indicare)

L. Problematiche riscontrate in fase post-intervento

M. Manutenzioni

M.1 Effettuate

Tipologia	Costo	Periodo

M.2 Previste

Tipologia	Costo	Periodo

N.B.: Allegare documentazione fotografica dell'intervento.

B) PARTE SISTEMATICA

(Schede descrittive e disegni delle principali tipologie di opere di ingegneria naturalistica)

Ogni scheda tipologica si compone di una parte descrittiva e di una parte iconografica; la sezione descrittiva è stata articolata secondo le seguenti voci:

- Descrizione dell'opera e funzioni principali
- Campi di applicazione
- Fattibilità
- Materiali impiegati
- Modalità di esecuzione
- Interventi collegati
- Periodo di intervento
- Manutenzione e durata dell'opera

Nella sezione grafica viene rappresentata l'opera di ingegneria naturalistica come dovrà essere realizzata con i necessari particolari per una corretta esecuzione. Sarà peraltro indispensabile operare gli opportuni approfondimenti e le verifiche, nel caso l'opera debba essere realizzata in contesti ambientali specifici.

Le schede sono state realizzate utilizzando i dati ricavati dalla più recente bibliografia privilegiando tecniche già sperimentate o comunque adatte alla realtà territoriale della Lombardia.

SEMINE

SEEDING – SAAT – SEMENCES

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Sistema adottato per distribuire sulle superfici che sono state oggetto di movimento terra quanto serve per ripristinare, nel più breve tempo possibile, la copertura vegetale.

Vengono seminate essenze vegetali con diverse tecniche al fine di aumentare la protezione del suolo dall'erosione e rendere più efficaci gli altri interventi previsti (Fig. 1).

Con tale operazione vengono migliorati il bilancio termico ed idrico e viene promossa l'attivazione biologica del terreno.

Tipologie principali:

- A) **Semina a spaglio**: le sementi sono distribuite sul terreno direttamente a mano o con mezzo meccanico;
- B) **Semina con fiorume**: spargimento manuale a spaglio di sementi derivate da fienagioni di prati naturali prossimi all'area di intervento;
- C) **Semina con coltre protettiva con paglia e bitume** (*sistema Schiechteln*): su uno strato di sostanze vegetali (paglia) vengono sparse le sementi ed i concimi organici o inorganici, il tutto viene ricoperto da un'emulsione bituminosa con funzione protettiva;
- D) **Idrosemina**: le sementi sono poste in una miscela contenente concimi chimici o organici, sostanze miglioratrici del terreno, leganti, eventuali prodotti fitormonici e/o mulch, irrorata sulla superficie da rinverdire con mezzo meccanico;
- E) **Idrosemina a spessore**: rivestimento della superficie da rinverdire con più strati di idrosemina a spessore e mulch;
- F) **Semina a strato con terriccio**: il rivestimento avviene mediante spruzzatura di una miscela di terriccio artificiale composto da terriccio a matrice sabbiosa, compost, carbonati e silicati, ritentori idrici con fertilizzanti, collanti e miscuglio di sementi.

2 Campi di applicazione

Le semine trovano applicazione nei: versanti franosi, scarpate naturali ed artificiali soggette ad erosione, piste da sci, argini fluviali, aree dismesse dall'attività di escavazione, discariche, infrastrutture viarie o ferroviarie, ecc. Nello specifico si possono fare delle distinzioni a seconda del tipo di tecnica applicata:

- A) **Semina a spaglio**: rinverdimento per favorire la protezione dall'erosione idrica ed eolica a breve termine o per prevenire il disseccamento del terreno. Si utilizza su scarpate poco acclivi o su superfici piane, oppure come coltura preparatoria o semina intermedia nei rimboschimenti o come sovescio;
- B) **Semina con fiorume**: come per la semina a spaglio;
- C) **Semina con coltre protettiva con paglia e bitume**: si utilizza per il rivestimento di superfici povere di sostanza organica e con pendenze elevate. Si sfruttano i vantaggi della tecnica per consolidare in superficie rapidamente le aree minacciate da fenomeni erosivi e per la rinaturalizzazione delle aree di intervento quali: discariche e macereti provenienti dalla costruzione di gallerie, ecc. La mescolanza alla miscela di sementi di essenze legnose permette il rimboschimento di pendii rocciosi o sassosi altrimenti poco recuperabili;
- D) **Idrosemina**: adatta per quasi tutte le situazioni. Potendo variare a piacere i componenti della miscela, questa tecnica è idonea a coprire grandi e medie superfici, anche a forte pendenza, terreni grezzi e scarpate con limitata copertura sciolta. Offre il vantaggio di poter distribuire contemporaneamente sul terreno numerose sostanze essenziali per il successo dell'intervento. Con il termine *mulch* si intendono anche quei materiali che, aggiunti alla miscela, conferiscono una maggiore resistenza meccanica e capacità di ritenzione idrica. Mediamente si opera con l'idrosemina semplice fino a 20°, con l'idrosemina con mulch fino a 35° e con l'idrosemina con mulch a fibre legate fino a 50° [60°];
- E) **Idrosemina a spessore**: come nel caso precedente, ma con ripetute irrorazioni al fine di formare strati sovrapposti in modo da garantire una omogenea copertura dell'area da rinverdire. È adatta per condizioni di forte pendenza;
- F) **Semina a strato con terriccio**: idonea per il rivestimento di scarpate, substrati rocciosi privi di copertura organica, strutture in terra rinforzata su inclinazione fino al verticale.

3 Fattibilità

Qualsiasi tipo di semina finalizzata al controllo dell'erosione deve essere associata a sistemi per la regimazione delle acque superficiali (canalette, vimate, ecc.). Quando necessario, in presenza di scarpate molto ripide o lunghe, di forte irraggiamento solare o periodo siccitoso, la semina può essere associata a biostuoie ed eventualmente a reti metalliche.

- A) **Semina a spaglio**: non ha un effetto immediato. Il consolidamento del terreno e la copertura avverrà in modo graduale a seguito della germinazione delle specie vegetali impiegate. È una tecnica semplice, veloce (quella meccanica) ed a buon mercato;
- B) **Semina con fiorume**: i semi risultano particolarmente idonei ai terreni da rinverdire, poiché provenienti dalla fienagione di prati stabili naturali della zona. La principale difficoltà è derivata dal reperimento del volume di fieno necessario per produrre la quantità di semi sufficienti per il rinverdimento;
- C) **Semina con coltre protettiva con paglia e bitume**: è un metodo particolarmente efficace per difficili condizioni del terreno e per stazioni ostili alla vegetazione. Ad eccezione della bitumazione tutte le altre operazioni possono essere eseguite a mano. Non deve essere impiegata su scarpate esposte ad intenso e prolungato irraggiamento solare. Questa tecnica è anche conosciuta con il nome di «nero-verde» ed è stata brevettata dal Prof. H.M. Schiechl;
- D) **Idrosemina**: di facile applicazione in quanto la miscela è costituita da seme fertilizzante e collante. La composizione della miscela varia in funzione delle caratteristiche pedologiche, microclimatiche e di esposizione dell'area di intervento. L'irrorazione crea un letto di germinazione idoneo per varie tipologie di terreno;
- E) **Idrosemina a spessore**: è un'idrosemina ricca di materiale organico e mulch di fibra di legno, per cui risulta adatta alle situazioni in cui il substrato è particolarmente povero, sassoso o roccioso. In condizioni di forte pendenza o sulle terre rinforzate, si miscela della paglia triturata da aggiungere all'ultimo passaggio per la formazione di una copertura che dovrà avere uno spessore variabile da 2 a 4 cm a seconda della quantità di materiale organico;

- F) **Semina a strato con terriccio:** si può utilizzare in condizioni limite, su substrati rocciosi e aridi, anche ad elevatissima pendenza, in quanto i materiali spruzzati a base di terriccio, collanti, ritentori idrici e fertilizzanti costituiscono il materasso idoneo alla germinazione.

4 Materiali impiegati

I semi utilizzati dovranno disporre del certificato di provenienza (ad eccezione del fiorume ricavato dalla fienagione). La composizione della miscela varierà in funzione delle condizioni edafiche, microclimatiche e della stazione vegetazionale di riferimento.

- A) **Semina a spaglio:** per colture preparatorie si utilizzano leguminose e graminacee in miscugli variabili in funzione delle caratteristiche della stazione nella quantità di 30 Π 60 gr/m²;
- B) **Semina con fiorume:** sementi provenienti dalla fienagione di aree limitrofe nella quantità minima di 30 Π 60 gr/m²;
- C) **Semina con coltre protettiva con paglia e bitume:** sementi di foraggiere e di piante rustiche nella quantità di 30 Π 40 gr/m², paglia di cereali o di fieno 0,3 Π 1 Kg/m², concime minerale o organico 50 Π 150 gr/m², emulsione idrobituminosa stabile 700 gr/m² per il fissaggio della paglia e dei semi;
- D) **Idrosemina:** sementi di foraggiere e di piante rustiche nella quantità di 30 Π 40 gr/m², concime minerale o organico 50 Π 150 gr/m², collanti 80 Π 100 gr/m², sostanze miglioratrici del terreno, quali argilla, torba, ecc., fitoregolatori atti a stimolare la radicazione ed acqua in quantità sufficiente a fungere da veicolo per l'irrorazione;
- E) **Idrosemina a spessore:** sementi di foraggiere e di piante rustiche nella quantità di 30 gr/m², mulch – fibra organica di paglia, torba, sfarinati ecc. – nella quantità di 200 Π 500 gr/m², collante in quantità idonea, concime organico e/o inorganico in quantità idonea e acqua;
- F) **Semina a strato con terriccio:** terriccio a matrice sabbiosa, fibra organica, ritentori idrici, concime organico e/o inorganico, collanti e miscuglio di sementi foraggiere e di piante rustiche nella quantità minima di 50 gr/m².

5 Modalità di esecuzione

- A) **Semina a spaglio:** si prepara il letto di semina eliminando i ciottoli tramite rastrellatura, si procede quindi alla semina in modo manuale o meccanico avendo cura di miscelare le sementi. In presenza di terreni poveri sarà opportuno provvedere alla fertilizzazione con concime organico e/o inorganico;
- B) **Semina con fiorume:** si procede come sopra utilizzando il fiorume;
- C) **Semina con coltre protettiva con paglia e bitume:** si prepara il letto di semina e si sparge uno strato di paglia di cereali o di fieno formando uno strato continuo di 2 Π 4 cm di spessore. Sopra lo strato di paglia si semina il miscuglio prescelto di sementi foraggiere e piante rustiche e si procede alla concimazione. Il letto di semina viene coperto da una emulsione idrobituminosa spruzzata a freddo al fine di ottenere una pellicola protettiva per evitare le erosioni da parte degli agenti meteorici. Nella necessità di dover mettere a dimora delle talee, tale operazione dovrà essere effettuata prima dello spargimento della paglia, realizzando piccole buche per la posa di talee o piantine radicate;
- D) **Idrosemina:** preparazione del letto di semina, distribuzione della miscela prescelta in sospensione acquosa con leganti e concimanti mediante motopompe montate su mezzi mobili. Durante l'operazione di idrosemina bisognerà aver cura di agitare la sospensione per evitare la sedimentazione dei componenti. L'intervento dovrebbe essere realizzato preferibilmente nella stagione umida (marzo–maggio, settembre–novembre);
- E) **Idrosemina a spessore:** si procede come nel caso precedente, ma irrorando più strati. Prima di procedere alle successive irrorazioni, sarà opportuno aspettare che lo strato sottostante sia asciutto;
- F) **Semina a strato con terriccio:** si procede come nei casi precedenti, prestando molta cura nella composizione della miscela in considerazione dell'utilizzo in condizioni limite date dalla elevata pendenza e dal substrato privo di copertura organica.

6 Interventi collegati

Tutti gli interventi di ingegneria naturalistica, sia per il consolidamento dei versanti, che per le difese spondali, recupero di aree degradate e manufatti per infrastrutture.

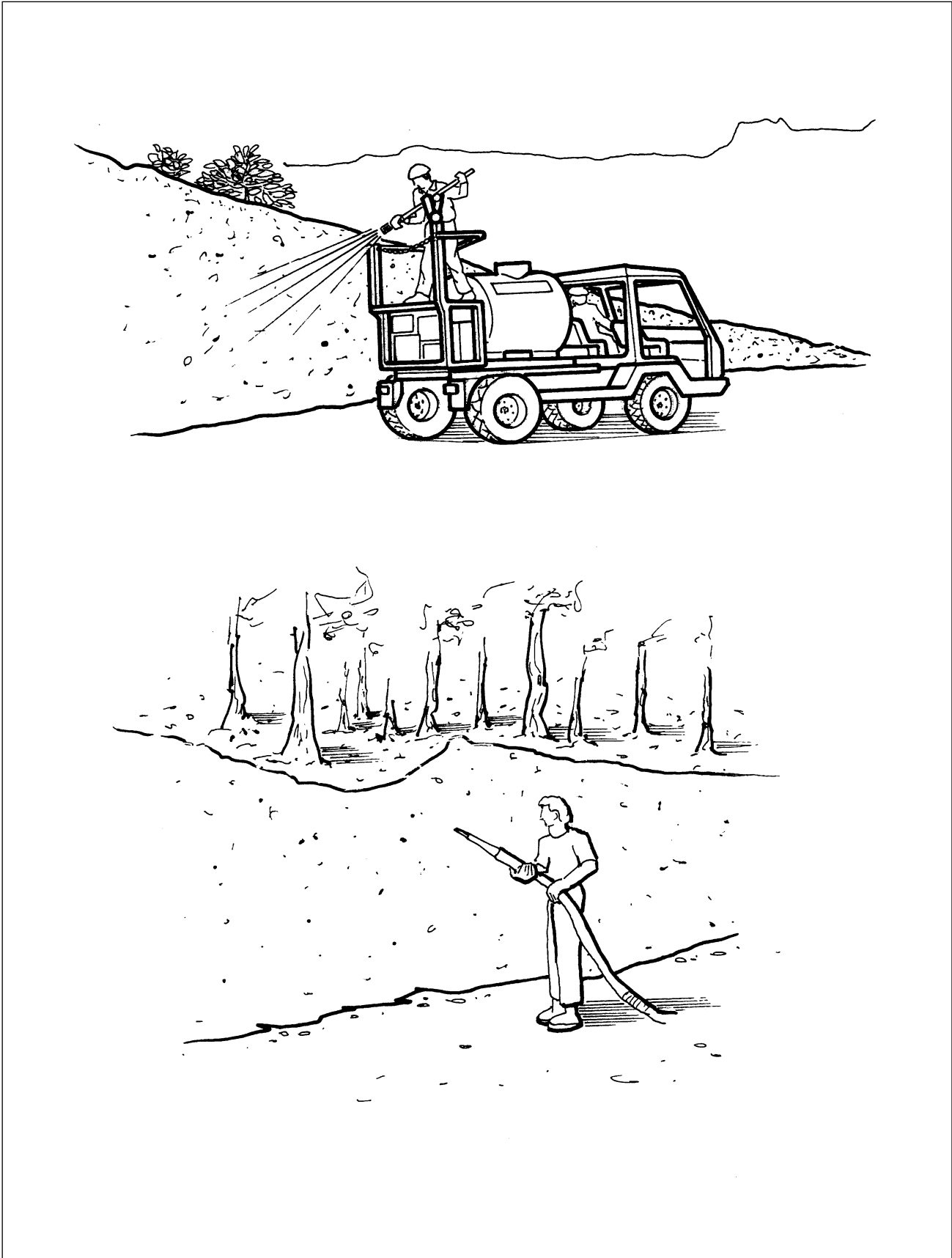
7 Periodo di intervento

Si opera nel periodo vegetativo che varia in funzione delle caratteristiche climatiche locali.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Adacquamento, concimazione e sfalcio, se ritenuti essenziali.

Fig. 1 - SEMINE



PIANTAGIONI

PLANTING – BEPFLANZUNG – PLANTATION

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

L'intervento consiste nella messa a dimora di arbusti o esemplari arborei autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, a radice nuda o con pane di terra (fitocella), allo scopo di stabilizzare aree in erosione o prive di copertura arbustiva e/o arborea.

2 Campi di applicazione

Gli interventi sono caratterizzati da un'ampia valenza applicativa: scarpate in scavo ed in riporto, completamenti di altre opere di ingegneria naturalistica e recupero ambientale, stabilizzazione superficiale di rilevati e/o accumuli di materiale sciolto, ecc...

3 Fattibilità

La riuscita dell'opera è strettamente collegata all'attecchimento delle piantine.

La funzionalità dell'intervento ha bisogno di un certo periodo per consentire lo sviluppo delle radici e per ovviare agli inconvenienti sorti durante le prime fasi (creazione di solchi da ruscellamento, competizione fra specie piantate troppo vicine o infestanti ecc.).

4 Materiali impiegati

Materiale da vivaio: piantine a radice nuda, in fitocella, in vaso, con pane di terra, altezza minima compresa tra 0.30 [1.2 m per gli arbusti e 0.50 [1.50 m per gli alberi, età 2 [5 anni.

Materiale reperito in loco: trapianti di specie arboree e arbustive, zolle di specie arbustive.

Materiali vari: terricci, concimi, idroritettori, pacciamanti.

5 Modalità di esecuzione

Negli interventi di ingegneria naturalistica si usa prevalentemente la tecnica di impianto in buche strettamente legate alle dimensioni dell'apparato radicale delle piantine e alla natura del suolo. L'operazione di scavo si esegue a mano con pale o con piccole trivelle. Il materiale detritico di scavo va conservato per le operazioni successive: drenaggi, riempimenti ecc.

Si pone quindi la piantina all'interno della buca, avendo cura di non danneggiarne le radici, se esse sono nude, o eliminando i contenitori non biodegradabili per le fitocelle.

La buca viene riempita con il materiale accantonato in fase di scavo, fino al colletto della pianta, provvedendo al compattamento del terreno; per verificare la corretta messa a dimora della piantina la stessa dovrà opporre una certa resistenza all'estrazione.

Si potrà rifinire il lavoro con la posa di pacciamanti (feltri, paglia, corteccia di resinose, pietrame) e di ritettori idrici in caso di siccità prolungata durante l'estate (Fig. 1).

6 Interventi collegati

Gli interventi sopra descritti vengono effettuati in concomitanza di altre opere di sistemazione a completamento delle stesse: rimodellamento di versanti, arginature ecc...

7 Periodo di intervento

In presenza di piantine con radici nude si opera solo nel periodo di riposo vegetativo. Per gli elementi in zolla, contenitore o fitocella, il trapianto può essere fatto anche in altri periodi, evitando quelli aridi estivi o di gelo invernale.

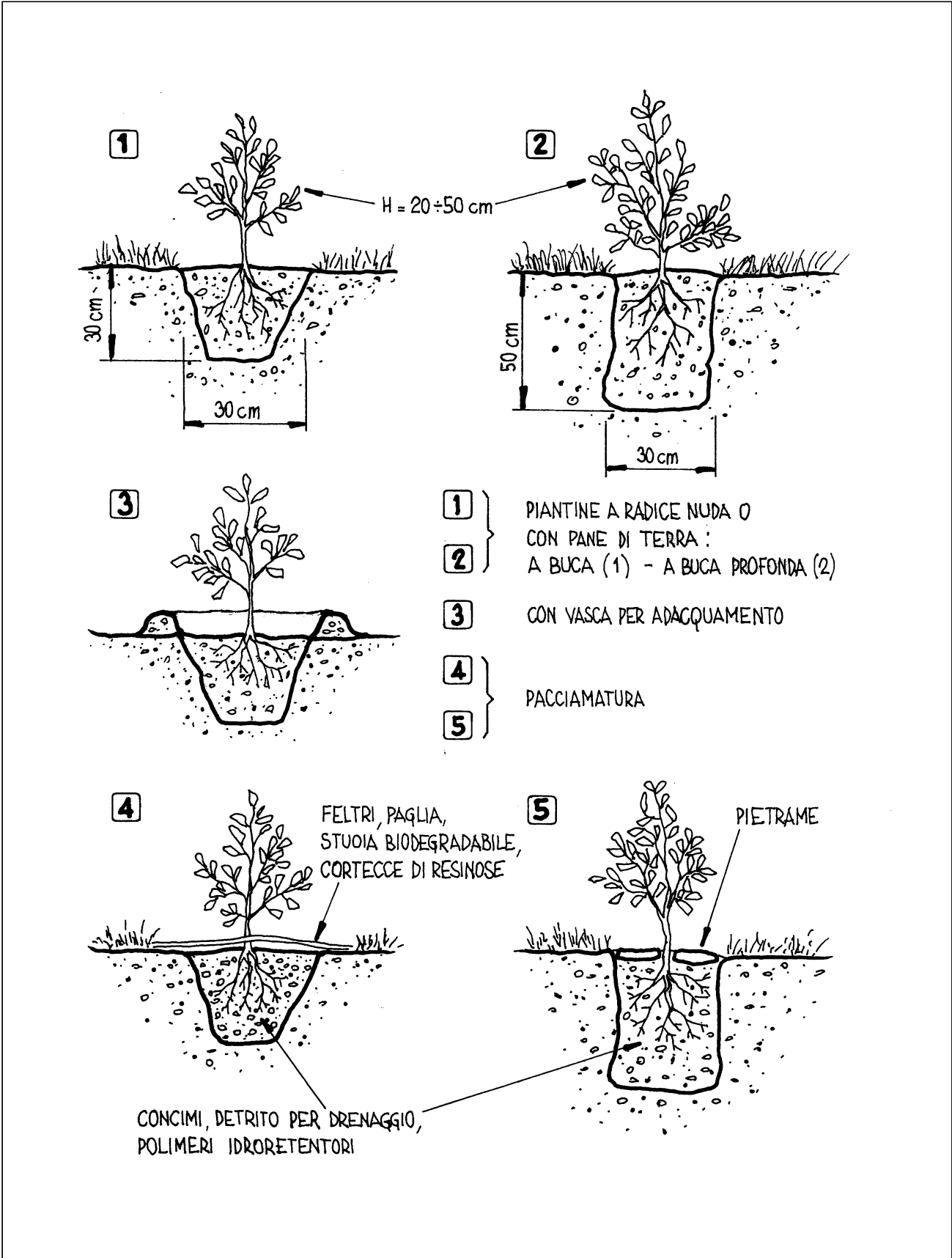
In generale si stima idoneo eseguire gli interventi fra novembre e marzo-aprile a seconda del sito e della quota altimetrica.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Potature mirate.

Irrigazione di sostegno (se necessaria).

Fig. 1 - PIANTAGIONI



RINVERDIMENTO E MASCHERAMENTO

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Sono interventi volti alla mitigazione degli impatti negativi ambientali ed estetici, connessi a grandi infrastrutture (autostrade, ferrovie ecc.) o al recupero di siti degradati dall'attività antropica: (ex discariche, cave, linee elettriche ecc.).

Alle classiche opere di tipo ingegneristico (muri, gabbioni, travi di sostegno ecc.) si abbina la messa a dimora di alberi ed arbusti con una duplice funzione: consolidare il terreno con conseguente maggiore stabilità e sicurezza dell'opera e facilitare l'inserimento paesaggistico dell'opera stessa.

2 Campi di applicazione

Come già accennato in precedenza questi interventi hanno diversi campi di applicazione a seconda del tipo di manufatto antropico che si vuole mitigare e mascherare (cave, discariche, vie di comunicazione, ecc.).

Si possono effettuare piantumazioni sui gradoni di rimodellamento di ex cave, inerbimenti di pareti più acclivi, rivestimenti della superficie di discariche esaurite con piante, cespugli ed essenze erbacee più idonee allo scopo, mascheramento di vie di comunicazione con pareti rinverdite, mascheramento di cantieri, ecc.

3 Fattibilità

Poiché le tecniche impiegate sono varie occorre scegliere quelle più idonee al tipo di intervento da effettuare.

Fondamentale per questa operazione è lo studio della vegetazione circostante: tra gli elementi tipici verranno scelti alberi ed arbusti con caratteristiche morfologiche adatte (chioma ampia e ben strutturata) e con idoneo apparato radicale.

Per il mascheramento di ex discariche sarà opportuno scegliere specie con apparato radicale non troppo profondo per evitare che le essenze vadano ad interferire con i teli di rivestimento delle discariche stesse e che tali essenze non siano troppo sensibili alle sostanze nocive contenute nelle discariche stesse.

Per i mascheramenti di pareti acclivi ecc. esistono tecniche di rinverdimento particolari: es. semine *nero verde*, ecc. Tali tecniche vengono trattate nella scheda delle semine.

4 Materiali impiegati

Per avere un veloce effetto di mascheramento si devono utilizzare individui arborei di altezza non inferiore ai 1,5 m che dovranno essere muniti di zolle. Si utilizzano poi materiali per semine e per piantumazioni (confronta schede relative).

5 Modalità di esecuzione

Si scavano buche di dimensioni adeguate ove porre a dimora gli alberi con relativa zolla di terra. Nel caso di discariche la profondità dello scavo sarà funzione della posizione del telo di copertura della discarica.

All'interno della buca per facilitare l'attecchimento e lo sviluppo delle piante, verrà riportato terreno vegetale accompagnato da concime complesso granulare e di polimeri idroretentori per limitare il pericolo del deficit idrico.

Si dovrà effettuare una piantumazione di tipo irregolare per evitare «l'effetto filare», favorire l'inserimento dell'intervento nel contesto naturale circostante e garantire la massima copertura dei manufatti da mascherare.

6 Interventi collegati

Dipendono dalla tipologia di intervento antropico da mitigare:

- cave e discariche: interventi sui versanti tipici dell'ingegneria naturalistica: palificate, gradonate, viminate ecc., semine;
- manufatti di strade e ferrovie: cribb-walls, gabbionate ecc.;
- semine varie per versanti acclivi o a completamento degli interventi sopra citati.

7 Periodo di intervento

Sarebbe meglio eseguire questi interventi nel periodo di riposo vegetativo.

Questa indicazione è essenziale se le piante sono a radice nuda (si sconsiglia questa soluzione).

8 Manutenzione e durata dell'opera

Date le dimensioni degli alberi è opportuno prevedere nei primi anni il sostegno meccanico degli stessi tramite dei tutori (pali) legati al fusto in modo corretto e con materiale idoneo che non rechi danno all'albero stesso.

Si ritiene inoltre opportuno prevedere nei primi anni un sistema di adacquamento che possa sopperire ad eventuali carenze idriche, quando le condizioni climatiche siano particolarmente sfavorevoli e tali da mettere a rischio la buona riuscita dell'intervento.

PROTEZIONE DI VERSANTI CON ELEMENTI ANTIEROSIVI ED INERBIMENTO

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Questi interventi presuppongono che sia garantita in altri modi la stabilità globale del pendio e che siano realizzati sistemi di raccolta delle acque superficiali.

L'opera consiste nel posizionamento e fissaggio di un elemento antierosivo bidimensionale o tridimensionale naturale, sintetico, misto o metallico su di una scarpata allo scopo di impedire l'erosione dovuta all'impatto delle gocce di pioggia, al ruscellamento ed ai piccoli scivolamenti superficiali del terreno. I materiali a base naturale in genere hanno anche la capacità di trattenere acqua e di schermare i raggi del sole e fornire materiale organico alle piante decomponendosi.

All'elemento steso sul pendio e fissato al terreno con dei picchetti, viene associata un'operazione di semina o idrosemina al fine di consolidare e proteggere le superfici instabili ed incoerenti per contenere eventuali distacchi di piccole coltri superficiali.

Esempi di intervento sono rappresentati nelle figure 1, 2, 3, 4 e 5 allegate.

2 Campi di applicazione

- fenomeni di erosione superficiale
- versanti privi di copertura vegetale
- scarpate di scavo o riporto
- corpi di frana
- discariche
- cave
- interventi complementari su sponde fluviali

3 Fattibilità

Ampio ventaglio di campi di utilizzazione.

4 Materiali impiegati

- biofeltro in paglia (biostuoia)
- biofeltro in cocco
- biofeltro in cocco e paglia
- biofeltro in fibre miste
- biofeltro in trucioli di legno
- stuoia biodegradabile di cocco
- georete biodegradabile di cocco
- geostuoia tridimensionale biodegradabile di cocco
- geostuoia tridimensionale in materiale sintetico
- geostuoia tridimensionale in materiale sintetico bitumata in opera a freddo
- geostuoia tridimensionale in materiale sintetico prebitumata industrialmente a caldo
- geocelle a nido d'ape in materiale sintetico
- rete metallica a doppia torsione
- rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata e biofeltri
- rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata e biofeltri
- rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata con georete e biofeltri
- rivestimento vegetativo in materasso in rete metallica a doppia torsione zincata e diaframmi con «nontessuto», terriccio e biofeltro o geostuoia tridimensionale
- rivestimento vegetativo a tasche in rete zincata e «nontessuto» o geostuoia sintetica
- rivestimento in griglia metallica ancorata, geotessuto e terriccio

Il mercato in questo settore è in continua evoluzione e possono presentarsi prodotti nuovi ed efficaci.

- picchetti in legno e/o in ferro ad aderenza migliorata, in diverse forme (ad **U**, a **T**) in funzione della consistenza del substrato. Su substrati sciolti e/o profondi sono preferibili i picchetti in legno (soprattutto di castagno), mentre dove la roccia è affiorante sono da utilizzare picchetti metallici. In caso di disponibilità in loco del materiale e di substrati favorevoli, l'elemento può essere fissato con picchetti vivi di specie dotate di capacità vegetativa
- terreno vegetale
- concime
- miscuglio di specie erbacee selezionate autoctone ed idonee al sito.

5 Modalità di esecuzione

- preparazione della scarpata attraverso l'eliminazione di pietrame e ramaglia
- profilatura della scarpata evitando la formazione di buche ed avvallamenti
- scavo di un solco di 20-30 cm lungo il lato a monte della superficie da proteggere come canale di guardia
- stesura di terreno vegetale sulla superficie da proteggere
- semina di un miscuglio di sementi e concimazione
- stesura degli elementi antierosivi lungo la massima pendenza in maniera che non siano troppo tesi e che venga garantita una leggera sovrapposizione laterale (10-15 cm) tra i diversi rotoli impiegati
- fissaggio degli elementi con picchetti disposti a distanza di 1 metro in file alternate. La corretta picchettatura garantisce l'aderenza degli elementi al terreno
- copertura dei bordi esterni degli elementi con il terreno
- eventuale irrigazione durante periodi particolarmente siccitosi per garantire la germinazione delle sementi
- eventuale concimazione post-germinazione qualora il substrato sia povero di sostanza organica

6 Interventi collegati

Scoronamento
Disgaggio
Rimodellamento del pendio
Canalette in terra inerbite
Semina o idrosemina

7 Periodo di intervento

Periodo primaverile – estivo con variazione in funzione della condizione climatica della stazione.

8 Manutenzione e durata dell'opera

- concimazione
- irrigazione

La durata varia in funzione del tipo di elemento utilizzato.

Fig. 1 - PROTEZIONE DI VERSANTI CON ELEMENTI ANTIEROSIVI E INERBIMENTO

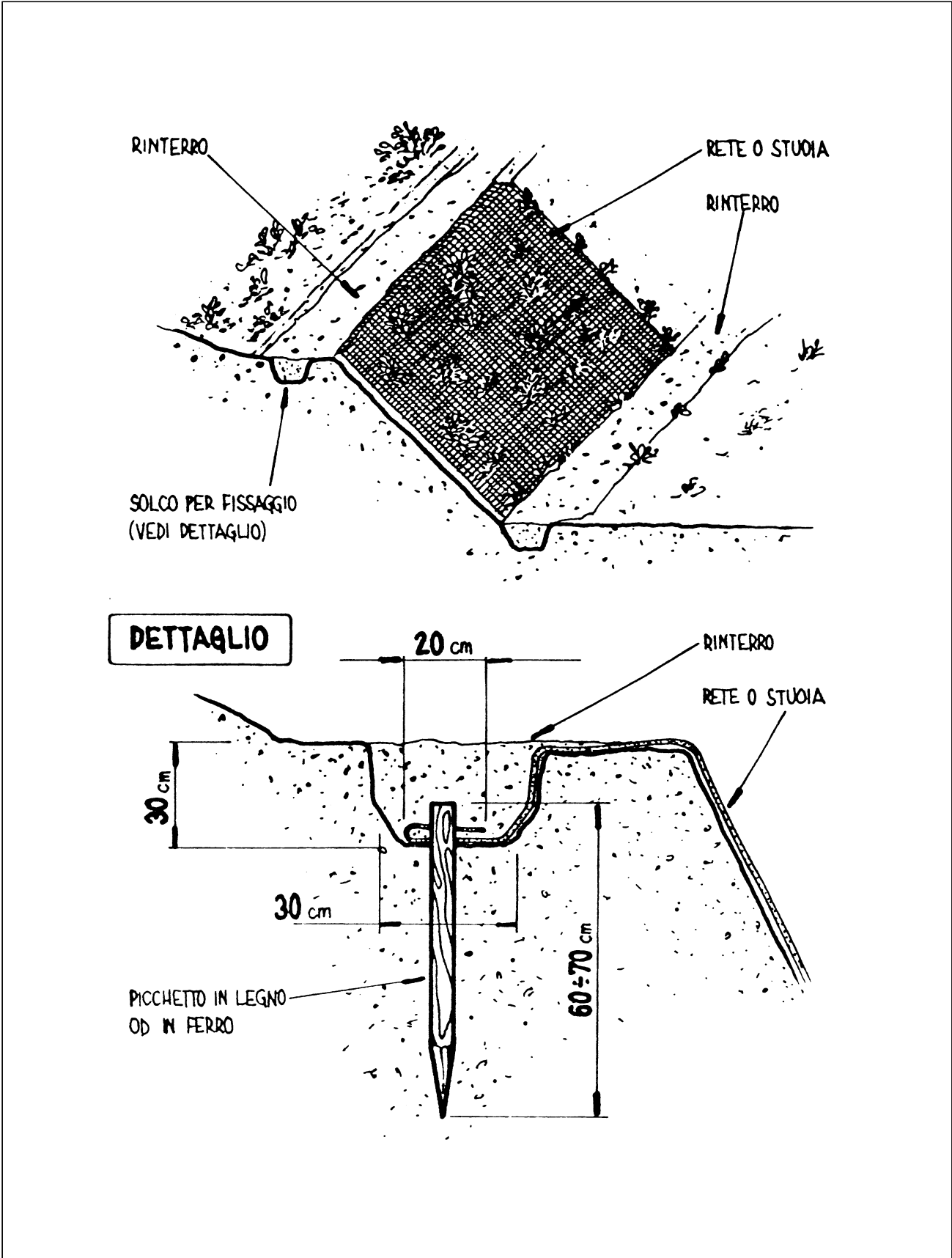


Fig. 2 - PROTEZIONE DI VERSANTI CON ELEMENTI ANTIEROSIVI E INERBIMENTO

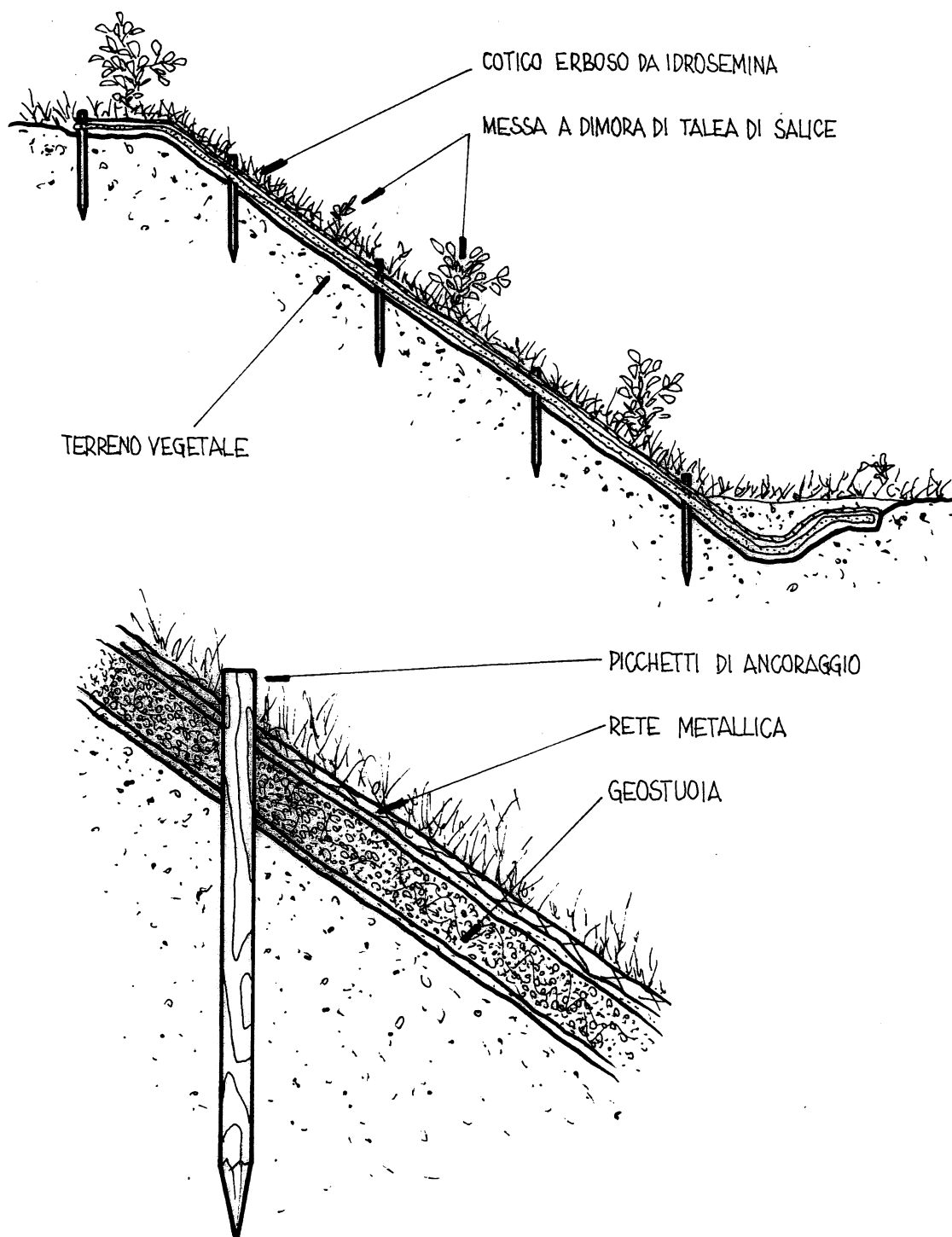


Fig. 3 - PROTEZIONE DI VERSANTI CON ELEMENTI ANTIEROSIVI E INERBIMENTO

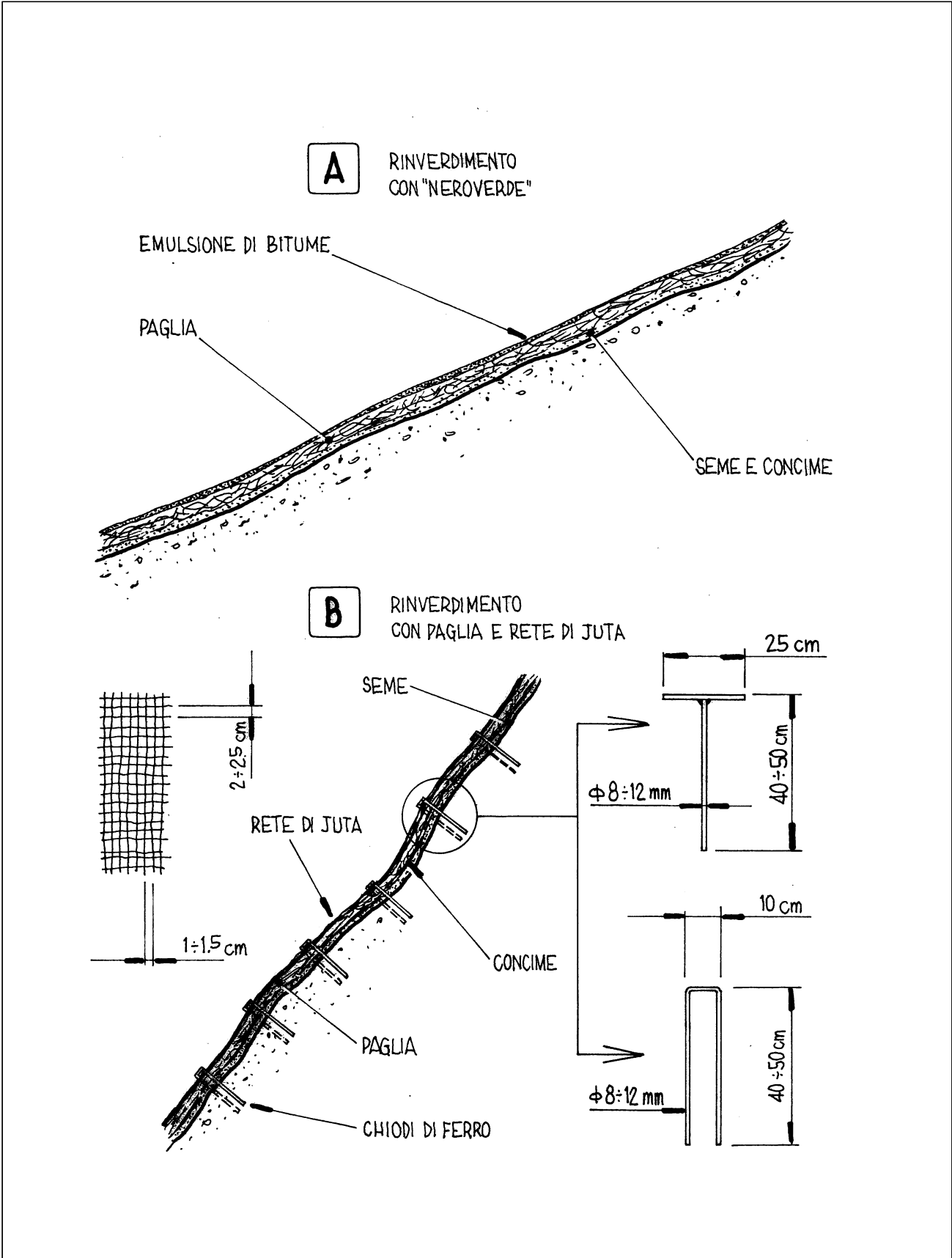


Fig. 4 - PROTEZIONE DI VERSANTI CON ELEMENTI ANTIEROSIVI E INERBIMENTO

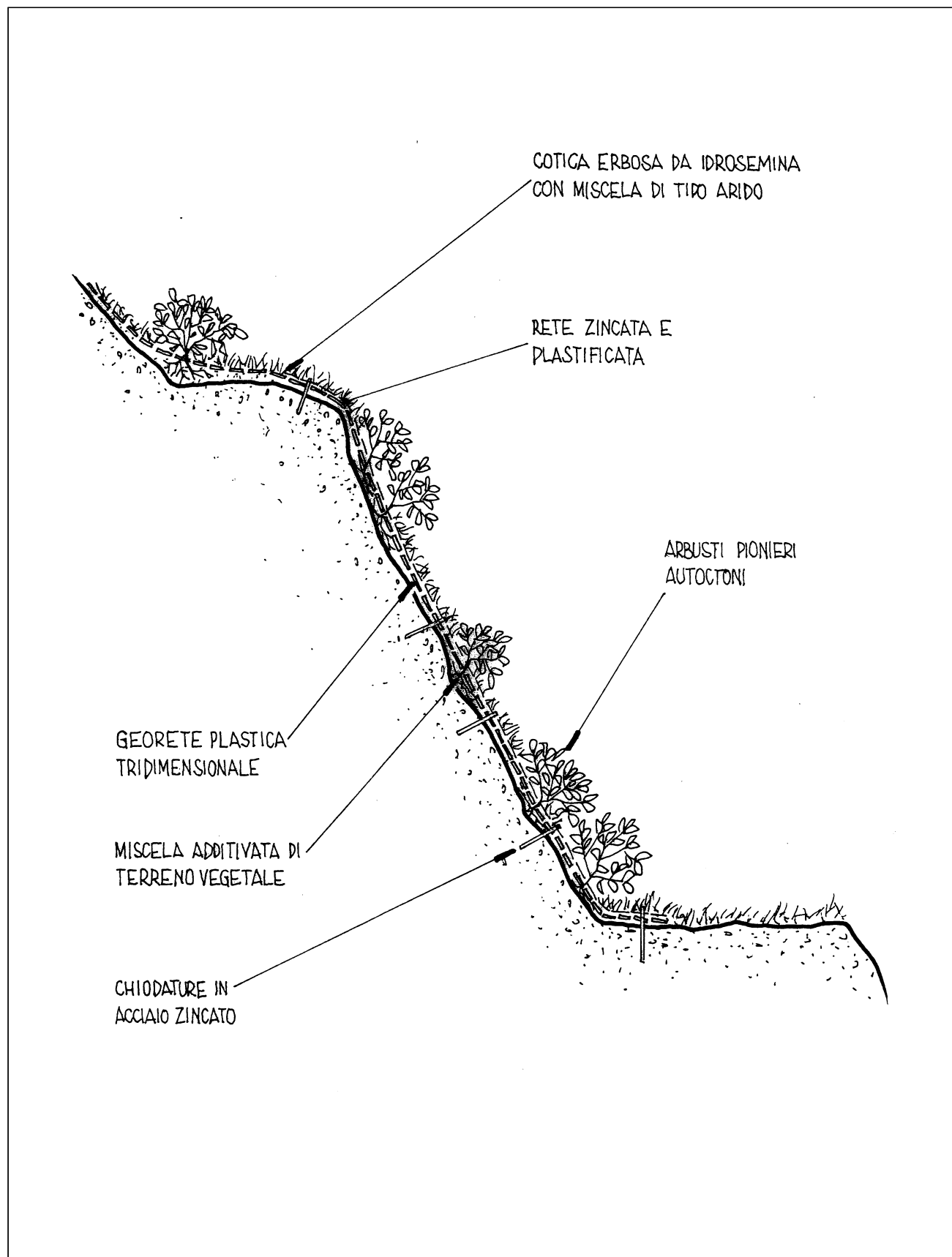
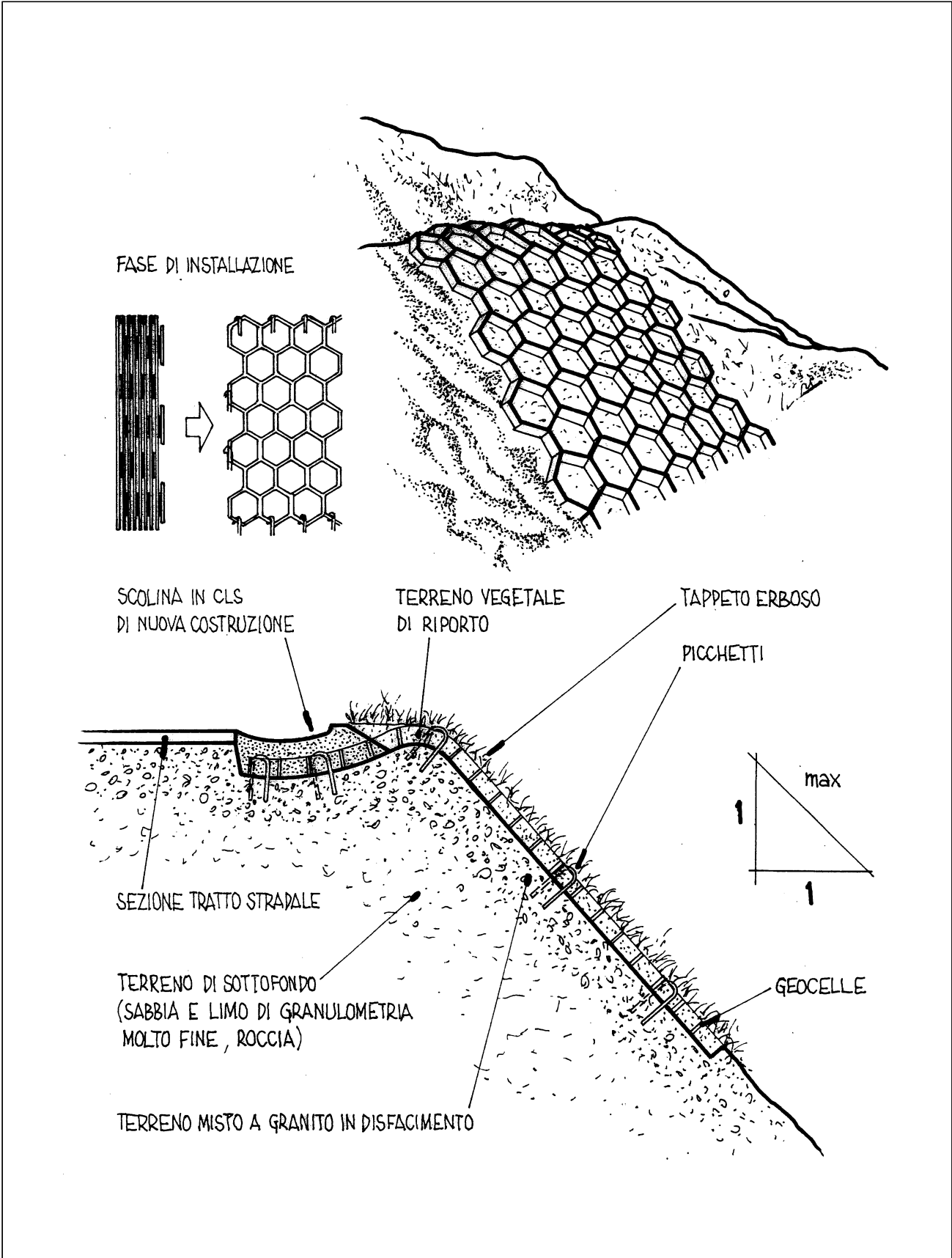


Fig. 5 - PROTEZIONE DI VERSANTI CON ELEMENTI ANTIEROSIVI E INERBIMENTO



VIMINATA VIVA

WATTLE FENCE – FLECHTZAUN – TRESSAGE

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Si tratta di una sistemazione stabilizzante lineare su pendio, composta da un intreccio di verghe, fissato al terreno tramite picchetti di legno o tondini di ferro e successivamente interrato.

La disposizione delle viminate può essere a file orizzontali o incrociate a formare una costruzione di rombi o di quadrati.

2 Campi di applicazione

Su pendio, con funzione di sostegno degli strati superficiali del terreno nel caso di decorticamenti o erosioni; adatto anche per scarpate spondali.

Le viminate hanno un ottimo effetto sulla regimazione delle acque superficiali.

La radicazione delle talee ha un effetto stabilizzante, attraverso l'armatura del terreno. L'opera è tuttavia meno efficace di altre sistemazioni stabilizzanti.

Le viminate romboidali o quadrate sono più efficaci per trattenere il terreno vegetale di copertura.

Si sottolinea che solo le viminate ben cresciute possono assolvere efficacemente la loro funzione.

3 Fattibilità

Possibilità di pronta ritenuta del materiale sul pendio e di formare con l'intreccio delle gradonature stabilizzanti nel pendio.

In generale si ha un elevato consumo di materiale (quindi costi elevati) con effetto di radicazione relativamente modesto, in quanto superficiale.

4 Materiali impiegati

Rami elastici, poco o non ramificati, di specie legnose dotate di buona capacità vegetativa, facilmente intrecciabili, della lunghezza minima di 120 cm. In alternativa, intrecci preconfezionati.

Picchetti in legno $l = 100$ cm, $\varnothing = 3 \text{ } \overline{10}$ cm o aste in ferro $\varnothing = 12 \text{ } \overline{14}$ mm.

Paletti vivi in legno $l < 100$ cm.

5 Modalità di esecuzione

I picchetti di legno (o le aste di ferro) vengono infissi nel terreno non rimaneggiato, per almeno due terzi della lunghezza. Fra questi picchetti (o aste) vengono infissi, ad intervalli di circa 30 cm i paletti vivi in legno.

Le verghe vengono intrecciate ai paletti. La verga più bassa deve essere posizionata in un piccolo solco scavato nel terreno. Le altre verghe saranno poste a dimora o fuori terra o in parte o totalmente interrate poiché possono meglio radicare. Devono essere collocate da tre a sette-otto verghe una sopra l'altra. I paletti non devono sporgere più di 5 cm al di sopra dell'intreccio.

Le viminate vengono generalmente disposte lungo file orizzontali, distanziate di 1,2 m $\overline{2}$ m, che attraversano l'intero pendio, oppure in file diagonali a forma di rombo o di quadrato che aumentano la capacità antierosiva.

L'altezza della viminata fuori terra deve essere modesta (15 $\overline{30}$ cm) ai fini di garantire una migliore stabilizzazione (vedi figure 1 e 2).

6 Interventi collegati

Inerbimenti, gradonate e sistemazioni di versante.

7 Periodo di intervento

Esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo (da tardo autunno a fine inverno).

8 Manutenzione e durata dell'opera

Controllo pluriennale della radicazione delle verghe. Sostituzione immediata dei paletti spezzati e dei riquadri squarciati.

Fig. 1 - VIMINATA VIVA

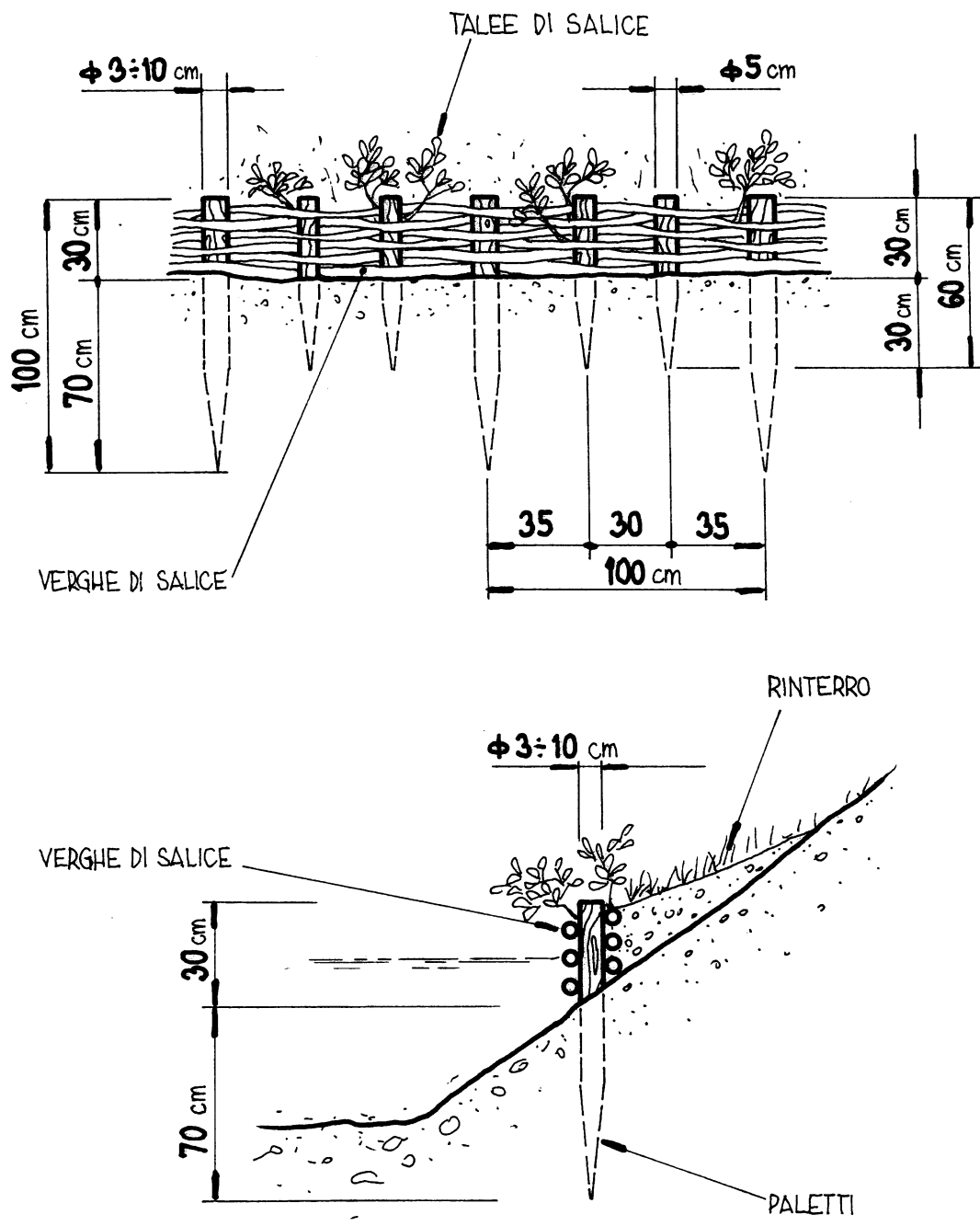
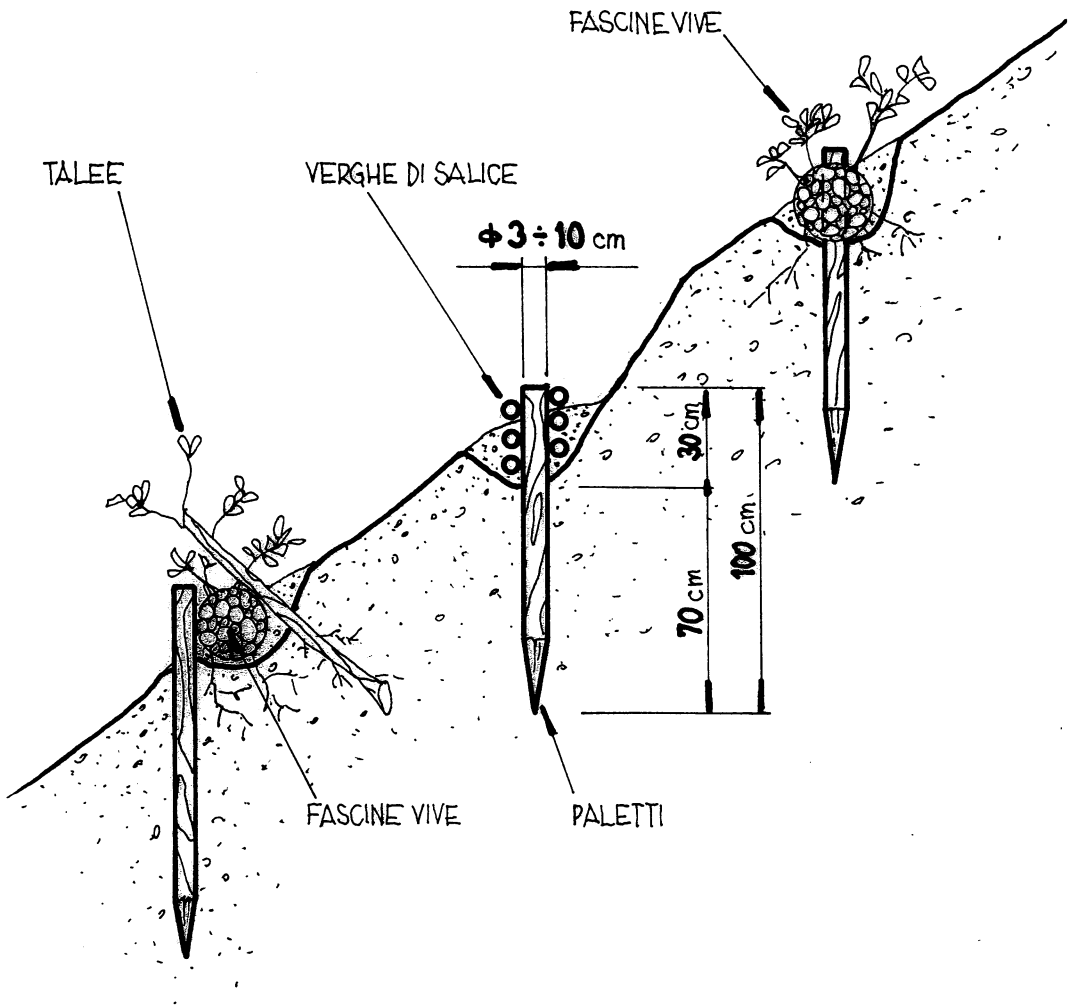


Fig. 2 - VIMINATA VIVA



FASCINATA VIVA

FASCINE MATTRESS WORK – FASCHINENWAND – OUVRAGE EN FASCINES

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

L'opera è costituita da fascine formate da verghe o ramaglia, aventi capacità vegetative, poste e fissate all'interno di un solco scavato nel pendio.

L'opera ha la funzione di stabilizzare superficialmente e drenare versanti molto umidi tramite la raccolta e deflusso delle acque superficiali lungo un percorso definito.

2 Campi di applicazione

L'intervento è adatto su scarpate in terra con inclinazione fino a 35°.

3 Fattibilità

L'effetto stabilizzante e consolidante del terreno avviene solo dopo la radicazione del materiale vegetale. Opera sensibile alla caduta di massi e all'abrasione.

4 Materiali impiegati

- verghe più lunghe possibili ($l > 1$ m) e $\varnothing < 10$ cm, specie legnose dotate di capacità vegetativa (salici, pioppi, ecc.)
- filo di ferro zincato con $\varnothing = 2 \text{ } \square 3$ mm
- picchetti scortecciati di larice o castagno o robinia o rovere $l = 60 \text{ } \square 100$ cm $\varnothing = 6 \text{ } \square 10$ cm
- tondini in ferro $\varnothing = 12 \text{ } \square 16$ mm

5 Modalità di esecuzione

- scavo di un solco lungo la curva di livello (per l'immagazzinamento dell'acqua) o con leggera pendenza (per aumentare il deflusso laterale) di larghezza di 30-60 cm ed uguale profondità
- realizzazione di fascine di circa 20-50 cm di diametro, della lunghezza di 2,5 $\square$ 4 m legate insieme ogni 30-70 cm, in modo che le parti terminali grosse stiano sempre nella stessa direzione. La legatura con fili di ferro può non essere stretta
- posizionamento delle fascine nel fosso scavato e loro fissaggio nel terreno con picchetti di legno (vivi o morti), oppure con tondini di ferro infilati in mezzo ai rami (sec. Kraebel) o a valle della fascina (sec. Hofmann). I paletti vengono posti ad una distanza tra 50-100 cm e conficcati in direzione perpendicolare al piano del versante
- riempimento del fosso con il materiale proveniente dallo scavo, lasciando sporgere dalla terra solo piccoli tratti di verghe
- possono essere messe a dimora piantine immediatamente a monte della fascinata (vedi fig. 1)

Disposizione planimetrica delle fascinate:

- 1) *ad elementi continui*: gli elementi sono disposti a file parallele che attraversano la zona interessata con angolo di inclinazione variabile tra 0°-20° – quando le fascinate hanno funzione di drenaggio dell'acqua;
- 2) *a lisca di pesce*: gli elementi vengono disposti secondo la tipica forma della lisca di pesce. Si deve realizzare una sovrapposizione, di almeno 50 cm, dei tratti interni dei singoli elementi che costituiscono la lisca della fascinata. Si usa questa disposizione quando si deve aumentare la funzione di deflusso laterale (vedi fig. 2).

L'interasse dei vari elementi dovrà essere definito in base alla pendenza del versante. Ad esempio per le fascine disposte lungo le linee di livello (ad elementi continui), indicativamente la distanza sarà:

Pendenza $h : l$	Distanza
1 : 1,5 $\square$ 1 : 2	120 $\square$ 150 cm
1 : 2 $\square$ 1 : 2,5	150 $\square$ 180 cm
1 : 2,5 $\square$ 1 : 3	180 $\square$ 240 cm

(Secondo D.H. Gray e R.B. Sotir, 1995)

6 Interventi collegati

Diversi interventi di stabilizzazione dei versanti

7 Periodo di intervento

Periodo di riposo vegetativo (da tardo autunno a fine inverno)

8 Manutenzione e durata dell'opera

- eventuali risarcimenti per fallanze
- ceduzioni ogni 5 $\square$ 7 anni

Fig. 1 - FASCINATA VIVA

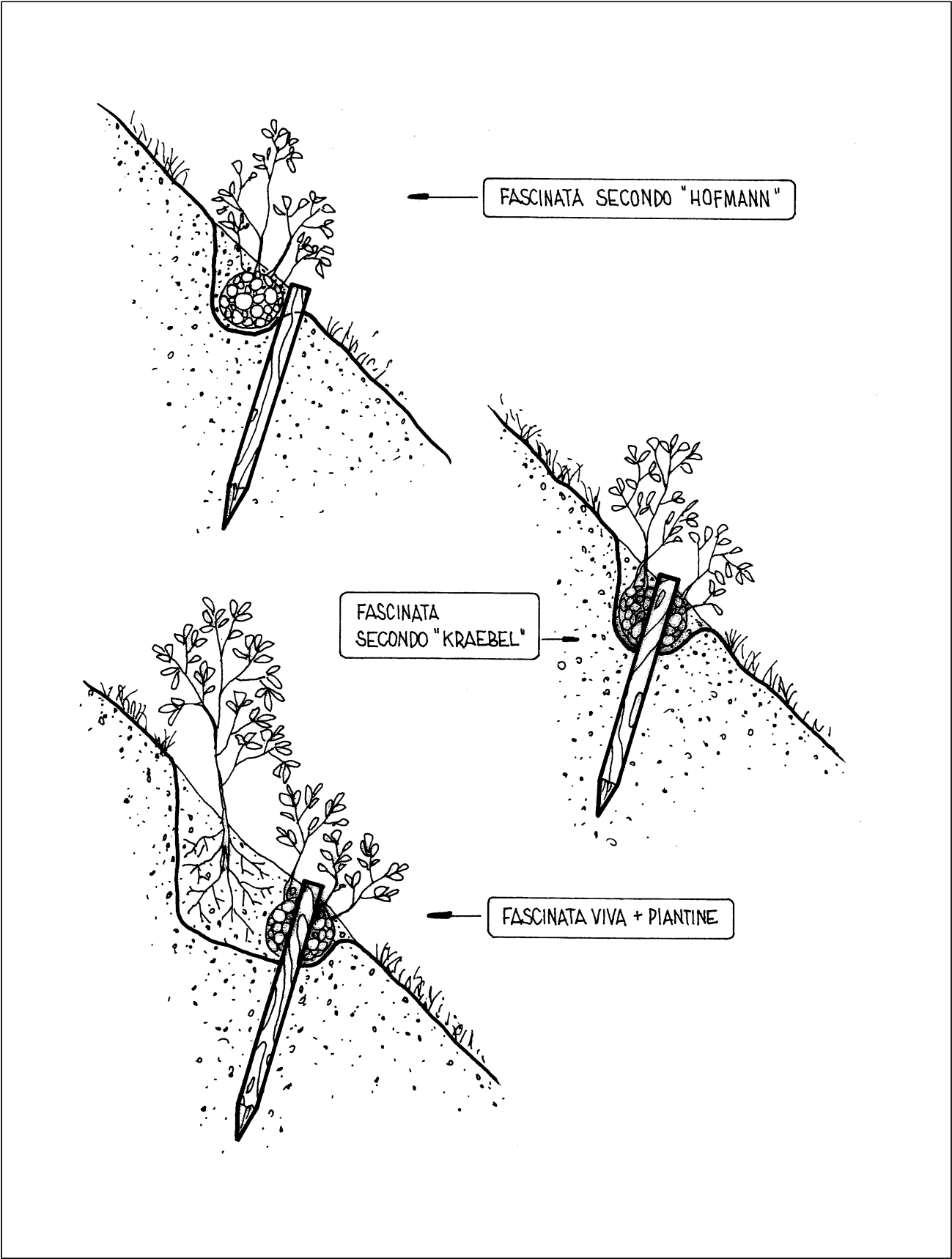
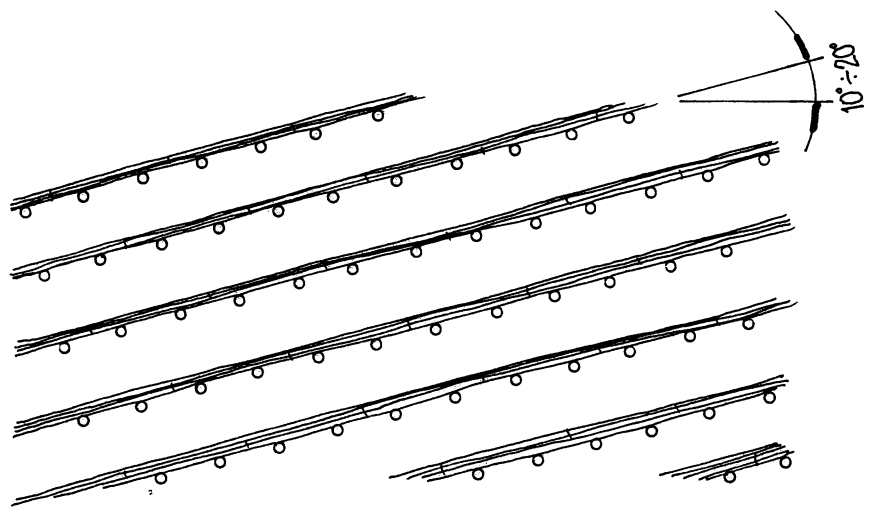
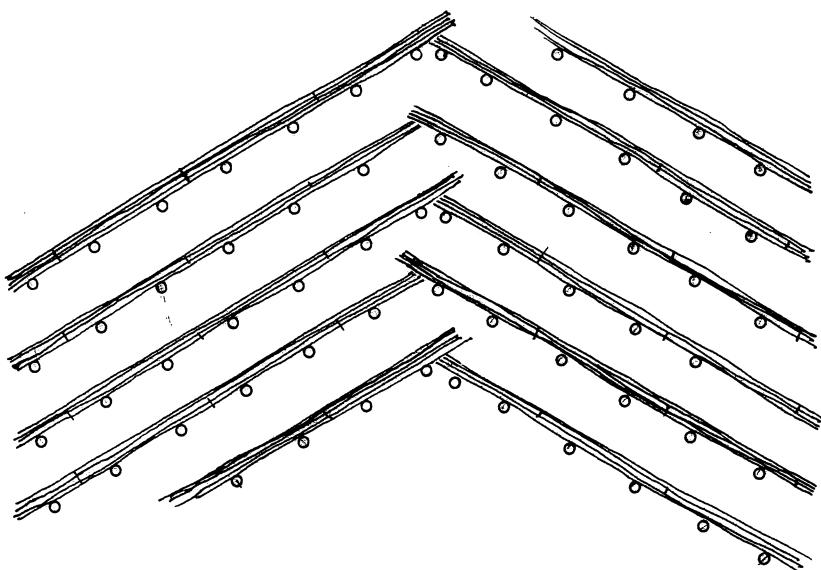


Fig. 2 - FASCINATA VIVA



DISPOSIZIONE DEL SISTEMA DELLA "RETE DI FASCINATE" SUL VERSANTE AD ELEMENTI CONTINUI.



DISPOSIZIONE DEL SISTEMA DELLA "RETE DI FASCINATE" SUL VERSANTE A LISCA DI PESCE.

GRADONATA VIVA

HEDGE BRUSH LAYER – HECKENBUSCHLAGE – LIT DE PLANTS

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

È un'opera che prevede la realizzazione di banchine orizzontali o suborizzontali, costituite da uno scavo inclinato a reggipoggio di circa 5° [10°, nel quale viene posto a dimora materiale vegetale vivo.

Ha una funzione di stabilizzazione di tipo meccanico del pendio ed inoltre interrompe il deflusso superficiale delle acque meteoriche. L'impiego di alcune specie vegetali (salici, frassini ecc.) favorisce la diminuzione del contenuto d'acqua nel terreno rendendolo più stabile.

Normalmente vengono realizzate tre diverse tipologie di gradonate:

- la gradonata con talee (sistemazione a cespuglio secondo Schiechtl);
- la gradonata con piantine (sistemazione a siepe secondo Schiechtl);
- la gradonata mista con talee e piantine (sistemazione a siepe – cespuglio secondo Schiechtl).

2 Campi di applicazione

Utile per la stabilizzazione superficiale di scarpate naturali e artificiali, di rilevati e accumuli di materiale sciolto, di zone in erosione e frane.

- gradonate con talee: sono la tipologia di gradonate più adatte a terreni ripidi, poveri e caratterizzati da movimenti superficiali, perché consentono un rapido consolidamento del terreno
- gradonate con piantine: generalmente utilizzate su terreni buoni, ricchi di sostanze nutritive, in località climatiche favorevoli. Sono inoltre utili su terreni dove non è necessaria una notevole stabilizzazione del pendio, quanto piuttosto la realizzazione di un soprassuolo arboreo definitivo, senza fasi intermedie con vegetazione pioniera
- gradonata mista con talee e piantine: è la tipologia di gradonate più sicura per la sistemazione di modeste frane superficiali

3 Fattibilità

- gradonate con talee: è una sistemazione stabilizzante con un ottimo effetto in profondità; non è adatta a trattenere il terreno vegetale (vedi figure 1A e 2)
- gradonate con piantine: forniscono un consolidamento mediocre del terreno, efficace, però, immediatamente dopo la messa a dimora; grazie alla radicazione lungo tutto il fusto interrato si ottiene una coesione del terreno più profonda ed intensiva. È fattibile solo su stazioni favorevoli; richiede una notevole quantità di materiale (vedi figure 1B e 2)
- gradonata mista con talee e piantine: ha costi più elevati rispetto agli altri tipi di gradonate, ma presenta il vantaggio di un rapido raggiungimento di un'associazione vegetale stabile, costituita sia da specie preparatrici (salici) che da specie definitive (ontani) (vedi fig. 3C)
- non possono essere utilizzate per scarpate in roccia o con roccia subaffiorante

4 Materiali impiegati

- talee o ramaglia di salice con $l > 100$ cm ($10 \text{ } \Pi 20$ cm > della profondità dello scavo) e $\varnothing = 1 \text{ } \Pi 7$ cm
- piantine radicate di latifoglie resistenti (spesso ontano) di $h = 100$ cm ($10 \text{ } \Pi 20$ cm > della profondità dello scavo) e $\varnothing = 1 \text{ } \Pi 3$ cm

5 Modalità di esecuzione

Lungo le curve di livello vengono scavate delle banchine di profondità compresa tra 50 e 100 cm, con una contropendenza di circa 10°. Alla base della trincea viene disposto un letto di talee a pettine (gradonate con talee), che vengono interrate per $\frac{3}{4}$ della loro lunghezza; in alternativa si possono mettere a dimora piantine di 2 [3 anni (gradonata con piantine) oppure talee e piantine contemporaneamente (gradonata mista con talee e piantine).

I gradoni vengono scavati partendo dal basso in modo che lo scavo della banchina soprastante possa venire utilizzato come rinterro della precedente. Per inclinazioni del pendio di 25° [30° si consiglia una distanza tra gradoni successivi compresa tra 1 [1,5 m, mentre per inclinazioni inferiori a 20° si consiglia una distanza tra i gradoni pari a 2 [3 m. La distanza reciproca tra i gradoni è inoltre funzione del grado di umidità del terreno: quanto maggiore è il tasso di umidità, tanto minore sarà l'interasse.

I gradoni possono venire realizzati secondo le curve di livello o leggermente inclinati a valle in modo da favorire il drenaggio.

È possibile utilizzare rinforzi longitudinali (carta catramata, biostuoie o materiale sintetico) come previsto dalla variante delle gradonate con talee secondo Rainer: la parte esterna di una trincea artificiale gradonata viene rivestita con carta catramata o altro al fine di ridurre l'erosione superficiale e favorire l'attecchimento delle specie vegetali grazie ad una maggiore ritenuta idrica (vedi fig. 3D).

6 Interventi collegati

Rimodellamenti delle scarpate, controllo dell'erosione con biostuoie, bioreti o geostuoie o altre strutture.

7 Periodo di intervento

Esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo (novembre – marzo).

8 Manutenzione e durata dell'opera

- gradonate con talee: taglio dei cespugli eseguito a livello del terreno ogni 3-5 anni
- gradonate con piantine: sono utili sfollo e taglio
- gradonate miste con talee e piantine: possono venire utilizzate per ricavare delle talee di salice per ulteriori interventi. Anche se i salici non vengono riutilizzati, è conveniente tagliarli fino a livello del terreno al fine di favorire la crescita delle essenze legnose più pregiate.

Fig. 1 - GRADONATA VIVA

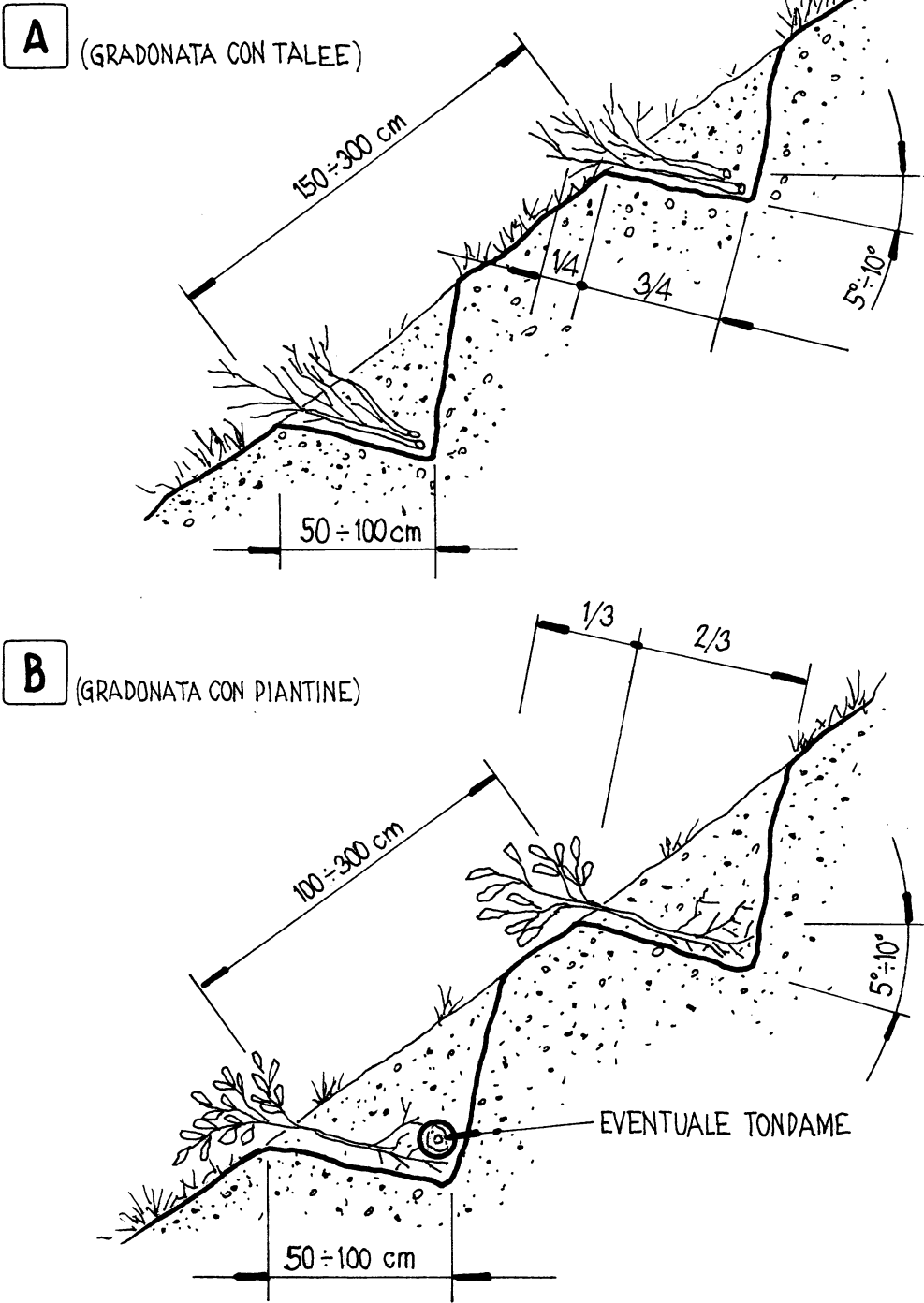
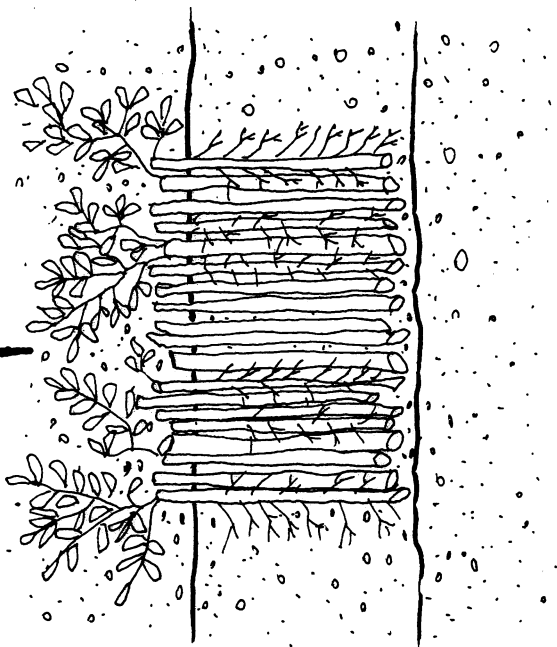


Fig. 2 - GRADONATA VIVA

GRADONATA CON TALEE
(PIANTA)

10 ÷ 15 TALEE/m



GRADONATA CON PIANTINE
(PIANTA)

4 ÷ 5 PIANTINE/m

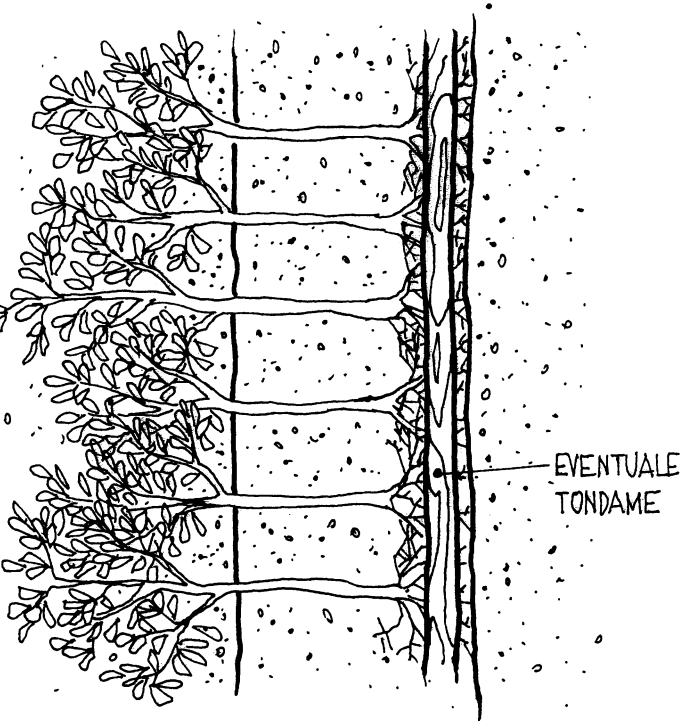
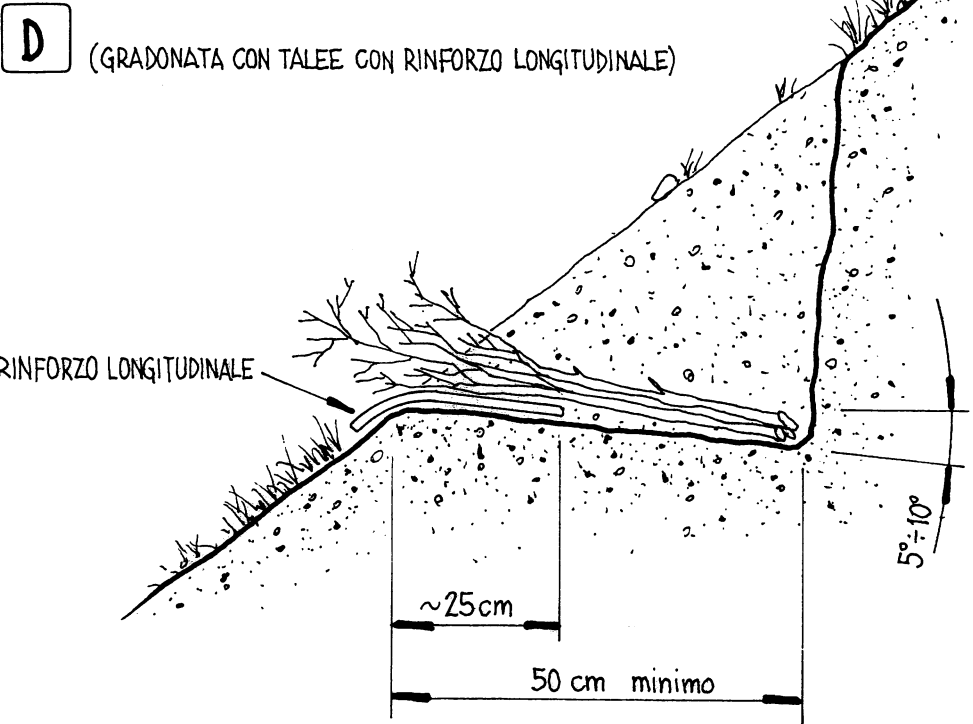
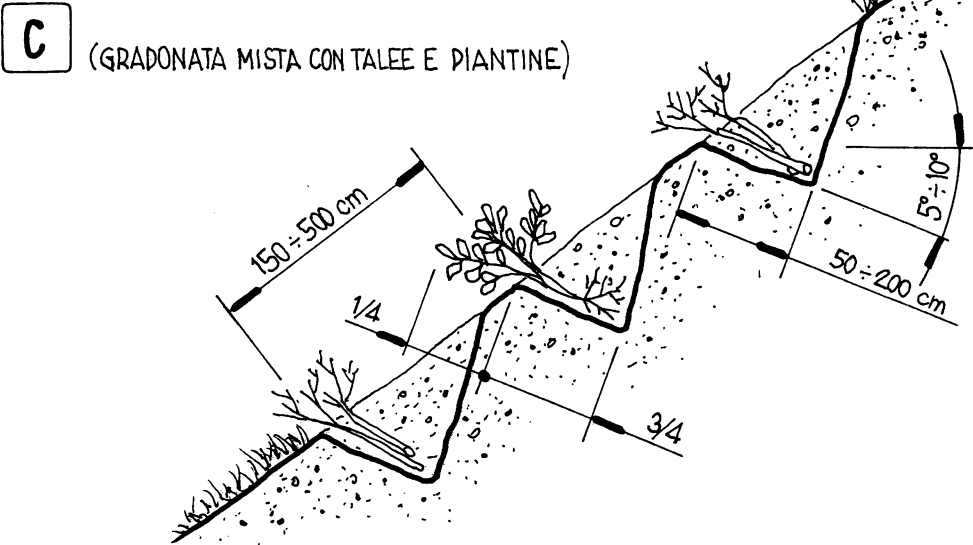


Fig. 3 - GRADONATA VIVA



CORDONATA VIVA

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

È un'opera che prevede la realizzazione di banchine perpendicolari alla linea di massima pendenza, costituite da uno scavo a reggipoggio (10°), nel quale viene posto a dimora materiale vegetale vivo.

È finalizzata alla stabilizzazione di tipo meccanico di pendii anche molto ripidi e su terreni instabili.

Esistono due tipi di cordonate:

- cordonata secondo Couturier;
- cordonata secondo Praxl, con o senza piloti;

che si differenziano sia per il tipo di materiale vivo impiegato, sia per l'utilizzo di tondame e materiale morto (cordonata secondo Praxl) (vedi fig. 1).

2 Campi di applicazione

Utile per la stabilizzazione superficiale di scarpate naturali e artificiali, di rilevati e accumuli di materiale sciolto, di zone in erosione, di terreni con la marcata tendenza allo smottamento.

Adatta anche in condizioni pedologiche difficili, poiché migliora la struttura del suolo ed aumenta l'apporto di sostanza organica; migliora anche il drenaggio in terreni umidi, argillosi o marnosi.

3 Fattibilità

Non possono essere utilizzate per scarpate in roccia o con roccia subaffiorante. Si differenzia dalle gradonate per la maggior quantità di materiale. Questo intervento consente però di migliorare efficacemente la stabilità superficiale del versante.

4 Materiali impiegati

Cordonata secondo Couturier:

- piantine di due anni (olmo, acero, nocciolo, biancospino, ecc.).

Cordonata secondo Praxl:

- stangame reperito in loco, preferibilmente di resinosa o castagno con corteccia, avente $\varnothing = 6 \text{ } \Pi 12 \text{ cm}$ e $l > 2 \text{ m}$;
- picchetti in legno $\varnothing = 12 \text{ } \Pi 15 \text{ cm}$ o piloti in ferro profilati a «T» idonei a sostenere la struttura;
- tondini in ferro;
- filo di ferro zincato;
- talee di salice o altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa, di lunghezza $> 60 \text{ cm}$ e $\varnothing = 3 \text{ } \Pi 10 \text{ cm}$;
- piantine a radice nuda o in fitocella;
- abbondante ramaglia di conifere.

5 Modalità di esecuzione

Per tutti i tipi di cordonate si realizzano dei gradoni, scavando delle banchine di profondità pari a $50 \text{ } \Pi 100 \text{ cm}$, con contropendenza a monte di circa 10° , realizzando lo scavo lungo le isoipse senza destabilizzare il pendio. Tanto più ripido sarà il versante tanto meno profonda dovrà essere la banchina. L'opera procede dal basso verso l'alto, in modo che il materiale di scavo della banchina superiore serva come rinterro per quella sottostante. In questo modo quando si è arrivati alla sommità del pendio le parti inferiori sono rimboschite, ad eccezione dell'ultimo gradone per il riempimento del quale è necessario eseguire un piccolo scavo a monte.

I gradoni sono di solito disposti secondo le curve di livello, ma possono anche essere leggermente inclinati in modo da favorire il drenaggio. La distanza tra i gradoni è pari a circa 2 m ed è funzione della natura del terreno, soprattutto della sua tendenza allo scivolamento (vedi fig. 2).

Cordonata secondo Couturier: sulla superficie della banchina vengono messe a dimora delle piantine, in modo tale che risultino perfettamente verticali. Le piantine vengono fermate provvisoriamente con un po' di terra e quindi ricoperte con il terreno proveniente dallo scavo della banchina soprastante, fino a riempimento completo della buca. Dopo due o tre anni il terreno al di sopra delle siepi è diventato idoneo a consentire l'impianto di opportune essenze arboree.

Cordonata secondo Praxl: lungo i bordi interno ed esterno della banchina viene posto in opera longitudinalmente dello stangame, preferibilmente di resinosa o di castagno con corteccia; viene quindi posto sul fondo un letto continuo di ramaglia in preferenza di conifere. Si realizza in tal modo uno scheletro di sostegno del terreno. Il tutto viene ricoperto da uno strato di terreno vegetale di spessore di circa 10 cm ; quindi vengono poste a dimora le talee nella quantità di $10 \text{ } \Pi 20$ talee al metro o, in alternativa, le piantine a radice nuda, a distanza reciproca di $20 \text{ } \Pi 25 \text{ cm}$. Le talee devono essere $10 \text{ } \Pi 20 \text{ cm}$ più lunghe rispetto alla profondità della banchina, in modo da sporgere verso l'esterno.

Nella variante con piloti, lo stangame longitudinale viene fissato con i piloti di ferro o legno, che vengono infissi nel terreno per almeno $80 \text{ } \Pi 120 \text{ cm}$ (vedi fig. 3).

6 Interventi collegati

Tecniche di stabilizzazione del pendio.

7 Periodo di intervento

Esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo (novembre – marzo).

8 Manutenzione e durata dell'opera

Sfalcio ed interventi sulle fallanze.

Nella cordonata secondo Couturier bisogna liberare le piantine coperte da materiale.

Fig. 1 - CORDONATA VIVA

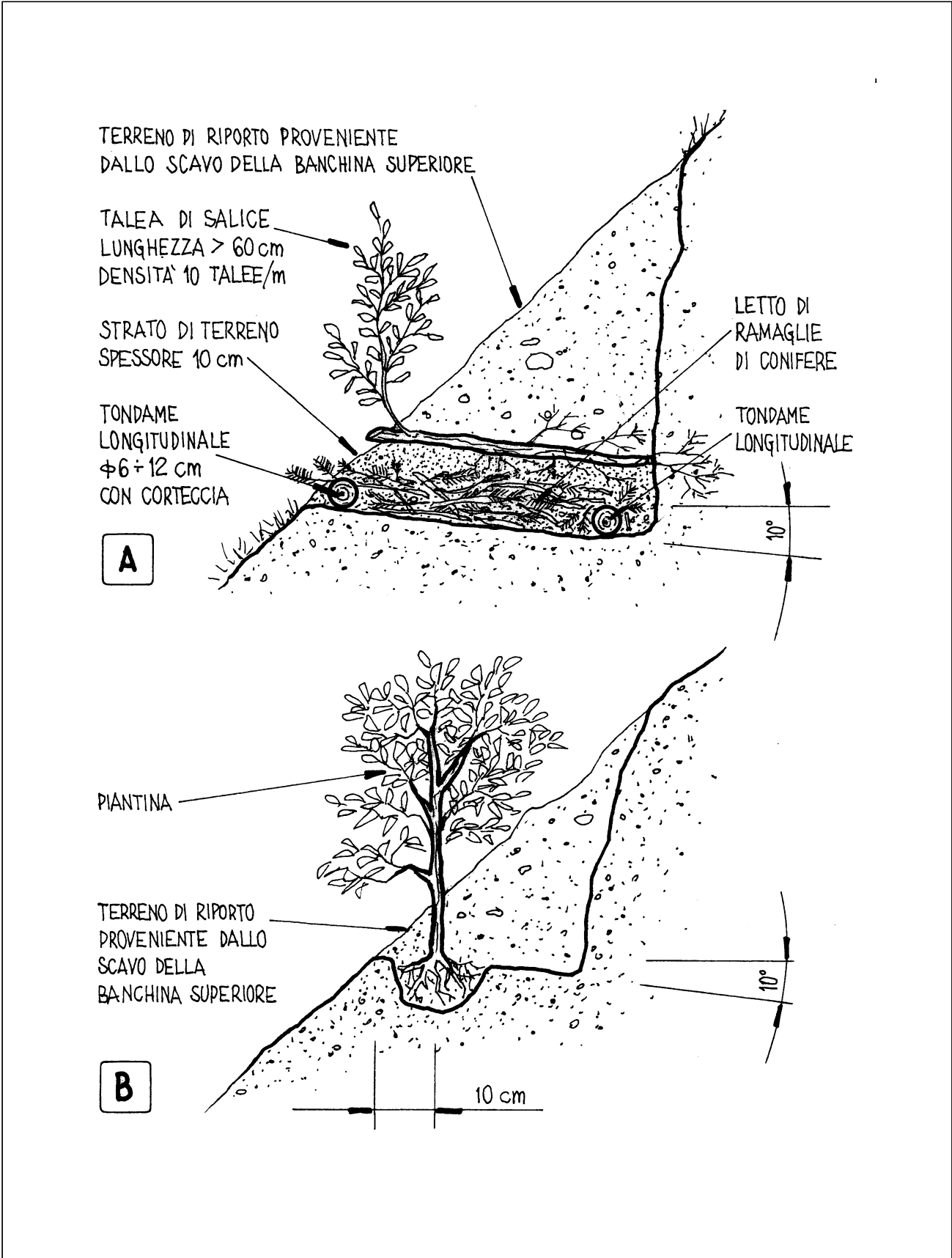


Fig. 2 - CORDONATA VIVA

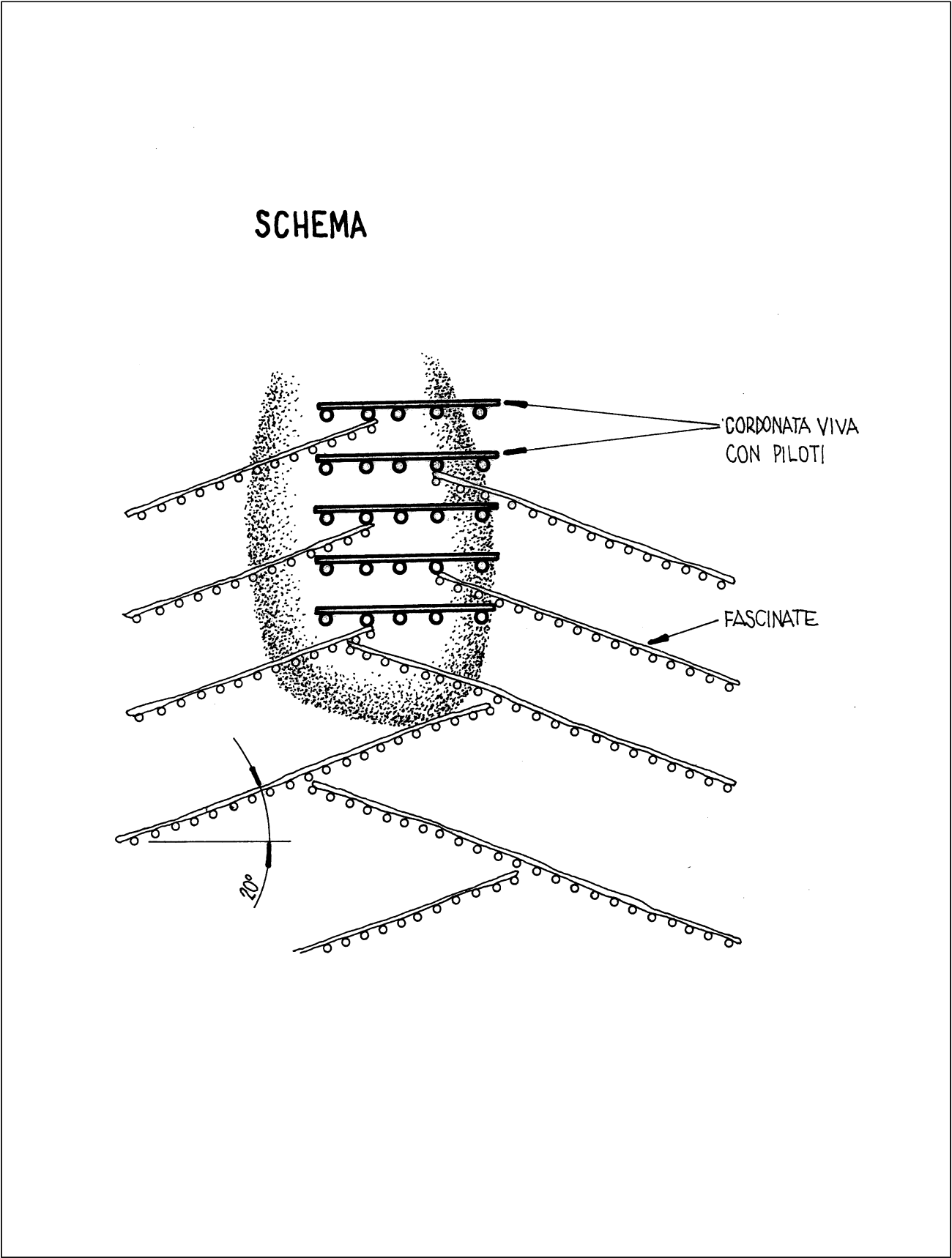
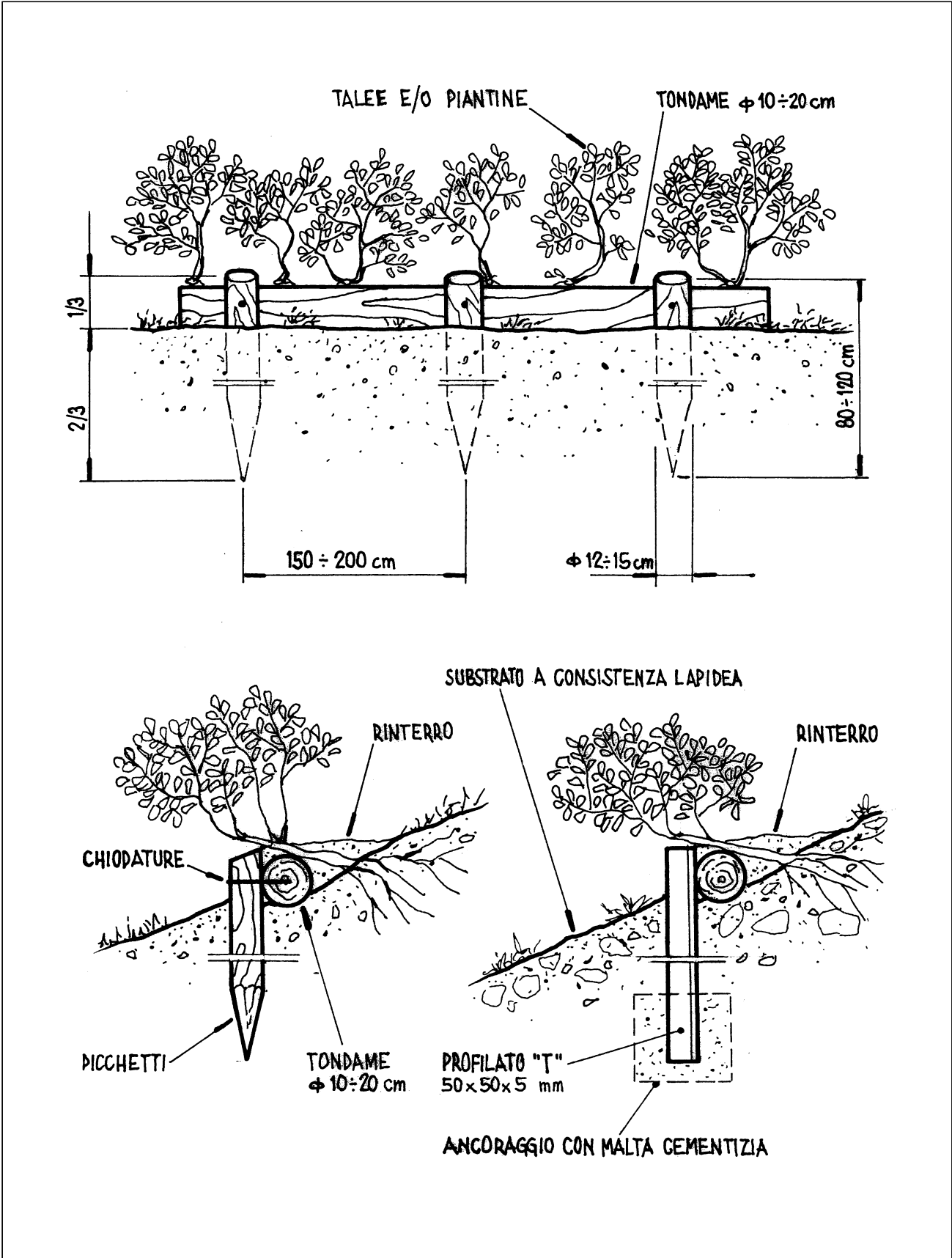


Fig. 3 - CORDONATA VIVA



PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO

LOG CRIBWALL – KRAINERWAND – PAROI EN CAISSON

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Manufatto in legname costituito da una struttura a celle, formate da pali di legno disposti perpendicolarmente, con posa di piante o talee (vedi fig. 1).

In pochi anni lo sviluppo dell'apparato radicale della vegetazione crea un'armatura nel terreno, con effetto stabilizzante.

Si realizzano palificate a parete semplice, a parete doppia e spondali.

2 Campi di applicazione

Stabilizzazione di parti di versante, piede di pendio e difesa spondale.

Si tratta di opere deformabili e permeabili, che si adattano bene ad interventi su pendii instabili.

3 Fattibilità

Semplice realizzazione e rapido consolidamento dell'area interessata. L'effetto stabilizzante della struttura in legno, una volta marcita, sarà sostituito dallo sviluppo dell'apparato radicale. L'altezza di una palificata a parete semplice è in genere modesta (1 Π1,5 m); per altezze maggiori si usano palificate a parete doppia. Queste ultime, se costituiscono opere con funzione permanente, non devono superare i 2 Π2,5 m di altezza, poiché la capacità consolidante delle piante si limita a 2 Π3 m di profondità.

Nei calcoli di stabilità la palificata deve essere considerata come manufatto a gravità, costituito per il 15-20% del volume da legname.

4 Materiali impiegati

- tondame scortecciato, avente $\varnothing = 20 \Pi 30$ cm e lunghezza $> 1,5 \Pi 2$ m
- chiodi in ferro o tondini in ferro con $\varnothing = 10 \Pi 14$ mm
- talee e/o piantine di specie legnose, dotate di buona capacità vegetativa, con lunghezza di 25 cm maggiore rispetto alla profondità della palificata fino ad arrivare al terreno naturale
- stuoie e georeti in materiale biodegradabile (paglia-legno, juta, fibra di cocco ecc.)

5 Modalità di esecuzione

Si realizza dapprima il piano di posa, a reggipoggio con inclinazione di circa 10° verso monte. Si posa quindi la prima fila di legname parallelamente al pendio (corrente), controllandone il posizionamento in bolla e realizzando gli appoggi e i fissaggi con tondini in ferro tra legni successivi. Si posa in seguito la seconda fila di tondame in senso ortogonale alla prima (traverso), fissandola alla sottostante tramite tondini in ferro. Nel caso della palificata a parete semplice si mette in opera una sola fila orizzontale esterna di «correnti» ed i «traversi» sono appuntiti ed infissi nel pendio; nel caso della palificata a parete doppia si posano due file di «correnti», all'interno ed all'esterno dello scavo, mentre i «traversi» sono privi di punta.

Va sottolineato che per operare un fissaggio corretto con i tondini in ferro bisogna perforare completamente i due tronchi da fissare; la foratura parziale può infatti provocare rotture o fessurazioni del legno stesso.

Gli strati successivi di legname vengono messi in posto ripetendo lo schema su descritto, posizionando però i diversi ordini di correnti in posizione più arretrata rispetto al sottostante, in modo da conferire al fronte una inclinazione di 20° Π30° per garantire la migliore crescita delle piante.

I diversi ordini di legname trasverso devono essere collocati in posizione sfalsata tra di loro. Il posizionamento sfalsato dei traversi è a favore della stabilità. Una volta messi in opera 2 o 4 ordini di legname si procede al riempimento della struttura con inerti, provenienti dallo scavo, e terreno vegetale, opportunamente compattato. Le talee vengono messe in posto negli interstizi tra i tondami orizzontali, generalmente in posizione coricata; esse devono sporgere di ca. 25 cm dal fronte della palificata e raggiungere il terreno naturale nella parte posteriore della struttura (vedi fig. 2). Nel caso in cui quest'opera venga utilizzata come difesa spondale, è opportuno porre una fila di massi al piede della palificata, al contatto con l'acqua ed ulteriormente fissati con piloti in legno o in profilato metallico di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno $\frac{3}{4}$ della lunghezza. Gli interstizi tra i tondami vengono riempiti con sassi e terreno vegetale (vedi figure 3 e 4).

Drenaggio: poiché il piano di posa viene fatto a reggipoggio, in alcuni casi è opportuno evitare che le acque si accumulino lungo di esso, appesantendo il terreno sottostante. In tal caso si consigliano elementi drenanti longitudinali, posti alla quota più bassa sul retro del piano di posa, collegati con elementi ortogonali con pendenza verso valle. Generalmente non si usano filtri in geotessile; qualora fosse strettamente necessario bisogna perforarli, infiggendo le talee nel terreno retrostante al fine di consentire lo sviluppo dell'apparato radicale.

Posa di stuoie o georeti sul paramento esterno (eventuale): prevengono l'asportazione parziale del terreno di riempimento da parte delle acque di ruscellamento superficiale nel primo periodo; possono essere messe in opera contemporaneamente alle operazioni di riempimento realizzando sul fronte a vista delle sacche terrose, ricoperte dalle stuoie o georeti, oppure successivamente, coprendo tutto il paramento esterno ad eccezione della parte terminale dei traversi.

6 Interventi collegati

Altre opere di stabilizzazione dei versanti. Può servire d'appoggio per grate vive.

7 Periodo di intervento

Durante il periodo di riposo vegetativo delle piante. In condizioni climatiche favorevoli le piante radicate possono essere trapiantate anche durante l'estate, purché non vengano danneggiate durante la costruzione.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Nel corso del primo anno si consiglia una sorveglianza costante per evitare lo scalzamento dell'opera. Se si verifica una forte crescita è utile eseguire il taglio delle piante a livello del terreno, in modo da favorire la formazione delle radici. La durata dell'opera dipende dal tipo di legname utilizzato per realizzare la struttura: se si usa legname di larice la durata è di 20-40 anni, mentre è maggiore per legname di castagno.

Fig. 1 - PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO

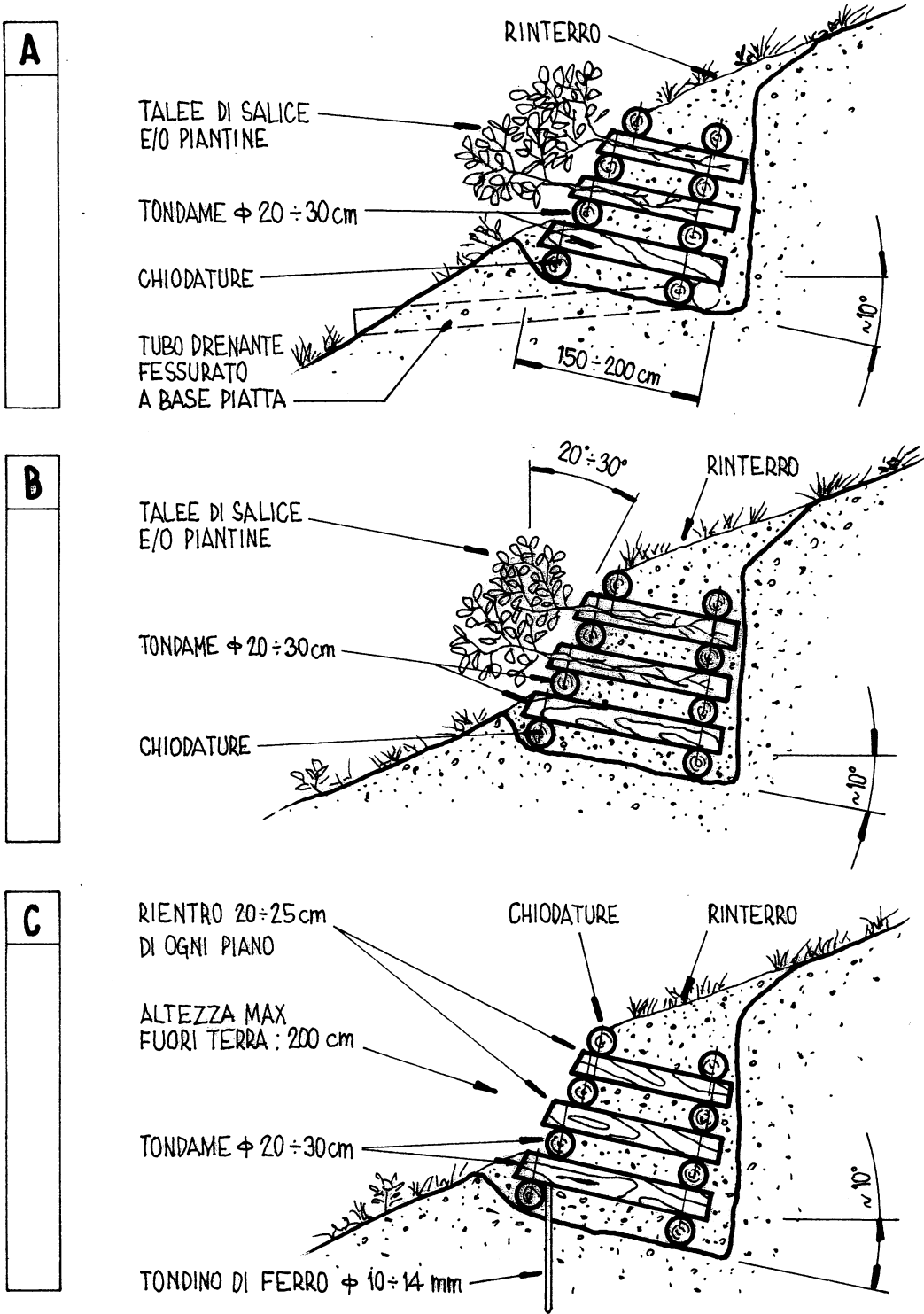


Fig. 2 - PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO

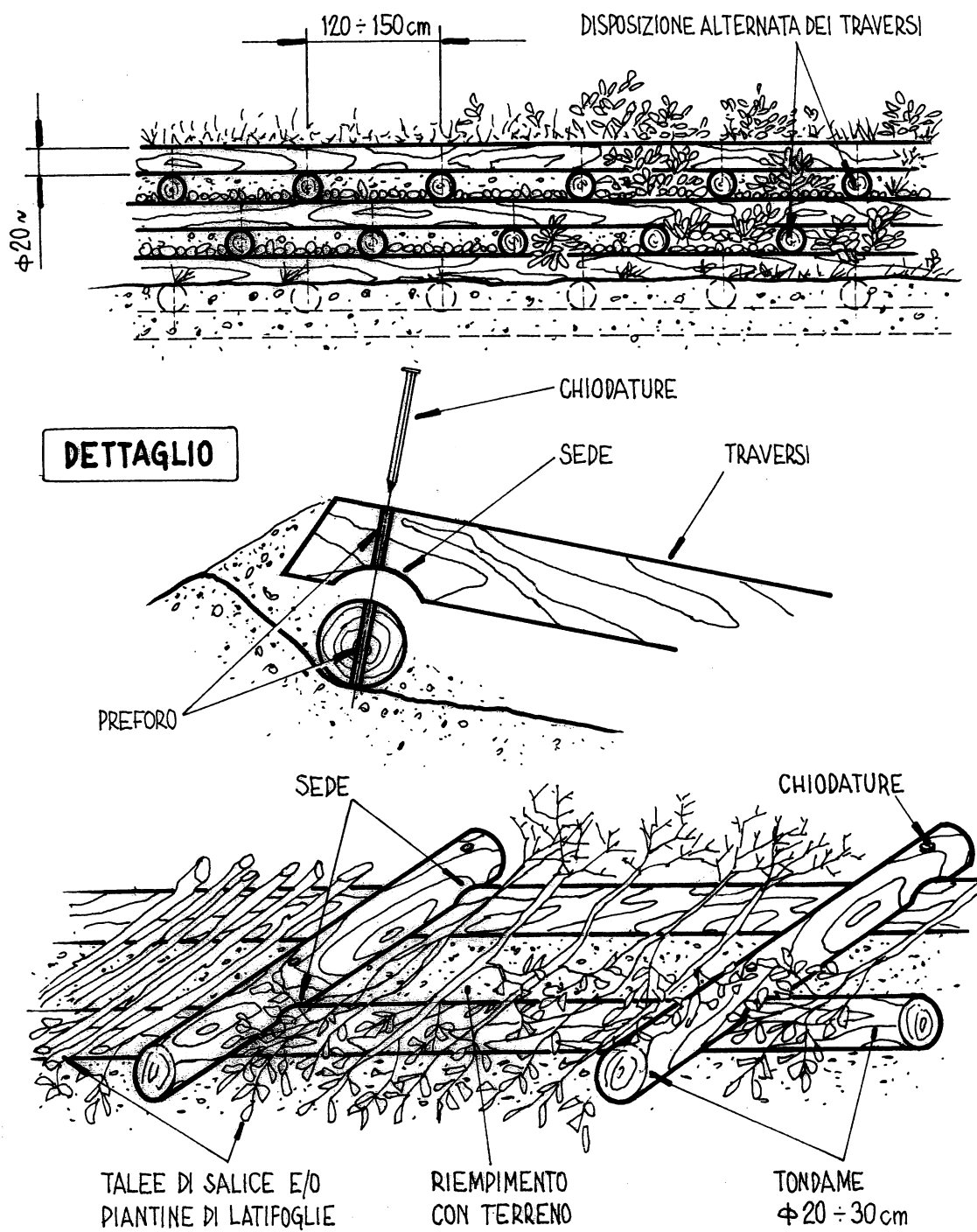


Fig. 3 - PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO

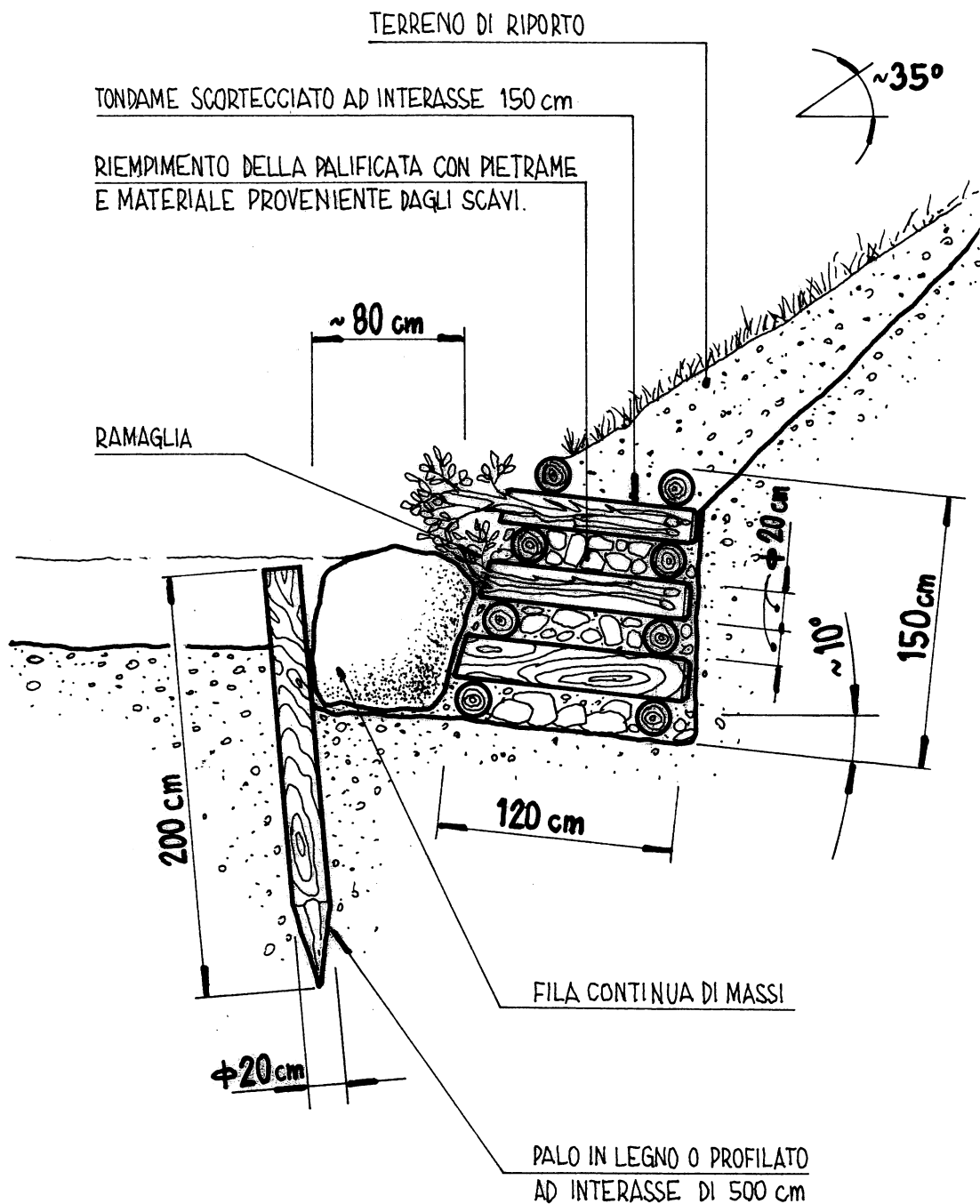
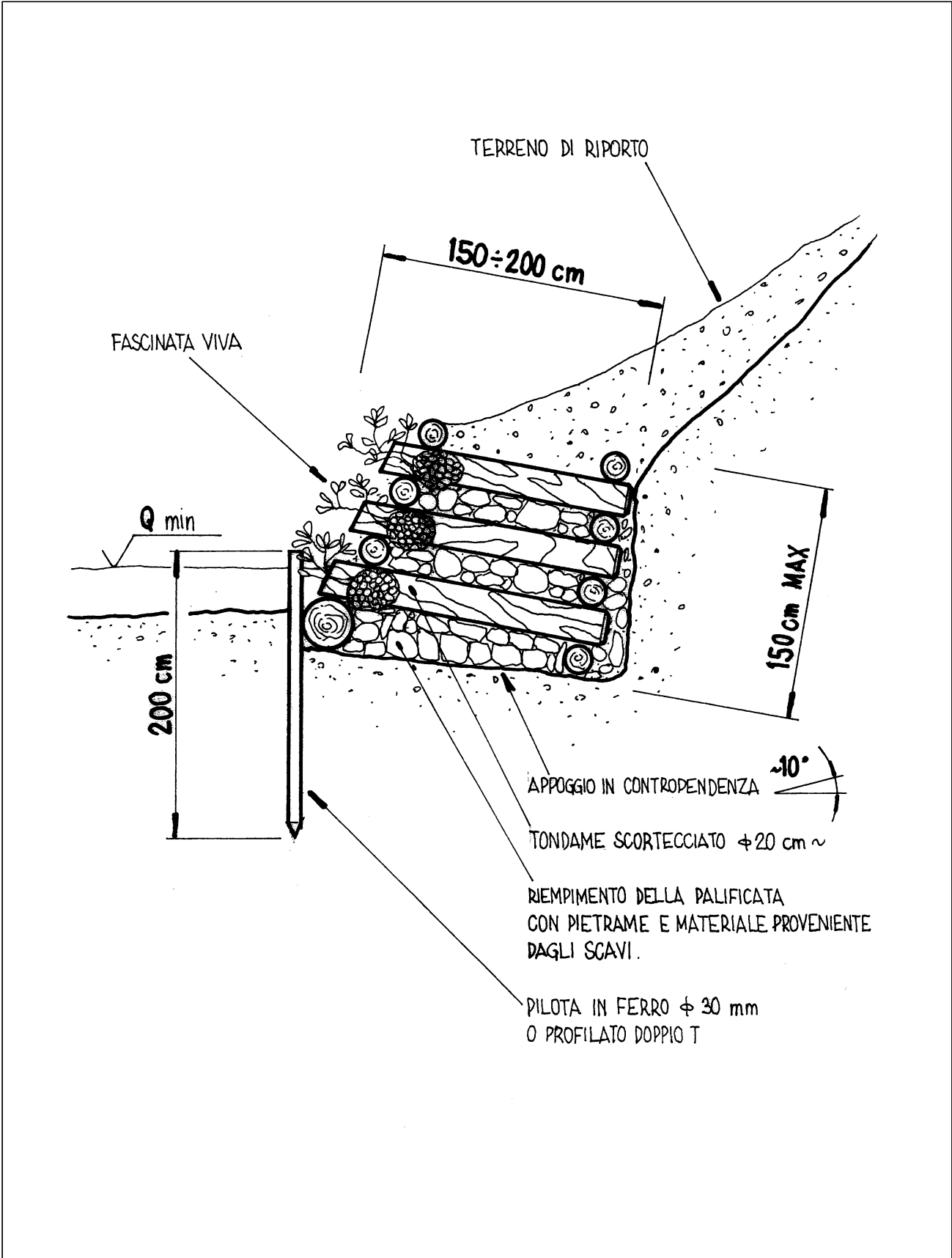


Fig. 4 - PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO



GRATA VIVA

LIVE SLOPE GRID – LEBENDER HANGROST – GRILLE

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

La grata viva è un'opera realizzata con pali in legname, disposti tra loro perpendicolarmente, e successiva messa a dimora di talee e/o piantine radicate. È utilizzata per il consolidamento di versanti acclivi con substrato compatto e per la stabilizzazione di pendii con fenomeni di erosione superficiale dove, per l'elevata acclività, non è possibile applicare altre tecniche di ingegneria naturalistica.

La grata viva agisce quindi come sostegno del terreno fino a che non si sono sviluppati gli elementi costruttivi vivi che, con lo sviluppo degli apparati radicali producono un effetto consolidante.

2 Campi di applicazione

Può essere utilizzata su sponde e su versanti che presentano acclività anche superiori a 45° [50°, su nicchie di frana dove sono possibili solo modesti rimodellamenti e su scarpate stradali o ferroviarie molto ripide.

3 Fattibilità

L'altezza massima che si può raggiungere con questo tipo di intervento è di 15 [20 m. È possibile operare su fronti con altezza maggiore qualora sia realizzabile una gradonatura intermedia.

In presenza di venute d'acqua bisogna realizzare dei drenaggi con materiale granulare ed eventuali tubi fessurati per allontanare le acque captate.

4 Materiali impiegati

La grata viva viene realizzata mediante l'impiego di:

- tondame in legno scortecciato (castagno, robinia, larice o altro legname con buone caratteristiche di resistenza) con $\varnothing = 15$ [30 cm e $l = 2$ [5 m, per la realizzazione dell'impalcatura principale;
- picchetti in legno con $\varnothing = 8$ [10 cm e $l > 1.0$ m o tondini in ferro di dimensioni idonee a sostenere la struttura;
- chiodi;
- talee, ramaglia e/o piantine di specie arbustive con buon radicamento;
- eventuale rete metallica per meglio trattenere il materiale di riempimento;
- eventuale palificata in legno al piede (cfr. apposita scheda).

5 Modalità di esecuzione

- realizzazione del piano di appoggio che può essere costituito da:
 - a) una piccola trincea nella quale viene collocato un tronco longitudinale di base saldamente ancorato al terreno;
 - b) un piano in leggera contropendenza dove viene realizzata una eventuale palificata in legname di altezza max = 1.0 m quando esiste una reale possibilità di scalzamento al piede.
- sul tronco interrato o sul tondame della palificata vengono fissati (con chiodi) perpendicolarmente elementi reticolari distanti 80 [150 cm che vengono resi solidali al terreno con picchetti in legno o ferro; successivamente, al tondame così ancorato, viene fissato trasversalmente altro tondame, in modo da formare delle maglie quadrate o rettangolari (a seconda degli interassi che si scelgono, indicativamente 80 [150 cm)
- riempimento della grata mediante materiale terroso e inerte alternato a talee e ramaglia disposta a strati, ed eventuali piantine, in corrispondenza del tondame trasversale
- eventuale inerbimento dell'intera superficie
- è opportuno posare una rete metallica, biostuoia o geoiuta per trattenere il terreno riportato
- per proteggere la testata della grata da eventuali infiltrazioni d'acqua che potrebbero innescare fenomeni di erosione, si può rivestire la testa posando e ancorando una striscia di carta catramata, biostuoie o materiale sintetico, al di sopra della quale può essere inserita una fila di talee; in alternativa può essere realizzata una canaletta di sgrondo (vedi figure 1, 2, 3 e 4)

6 Interventi collegati

Opere di consolidamento di versante.

7 Periodo di intervento

Le talee e le piantine radicate vanno posate durante il riposo vegetativo, le semine vanno invece eseguite durante il periodo vegetativo.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Se ben realizzata, l'opera non necessita di particolari manutenzioni, se non la sostituzione delle talee o delle piantine che non hanno attecchito.

Fig. 1 - GRATA VIVA

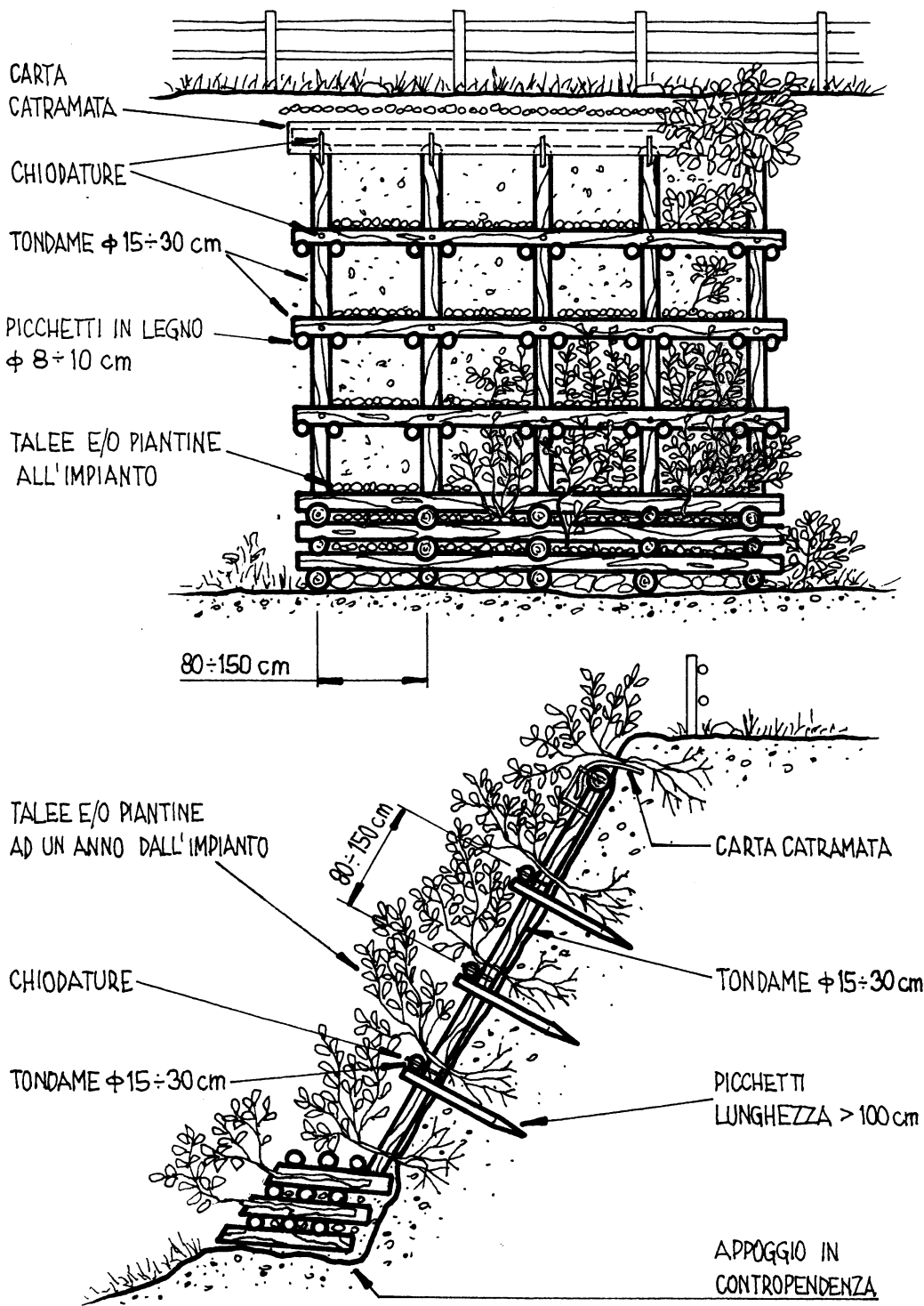


Fig. 2 - GRATA VIVA

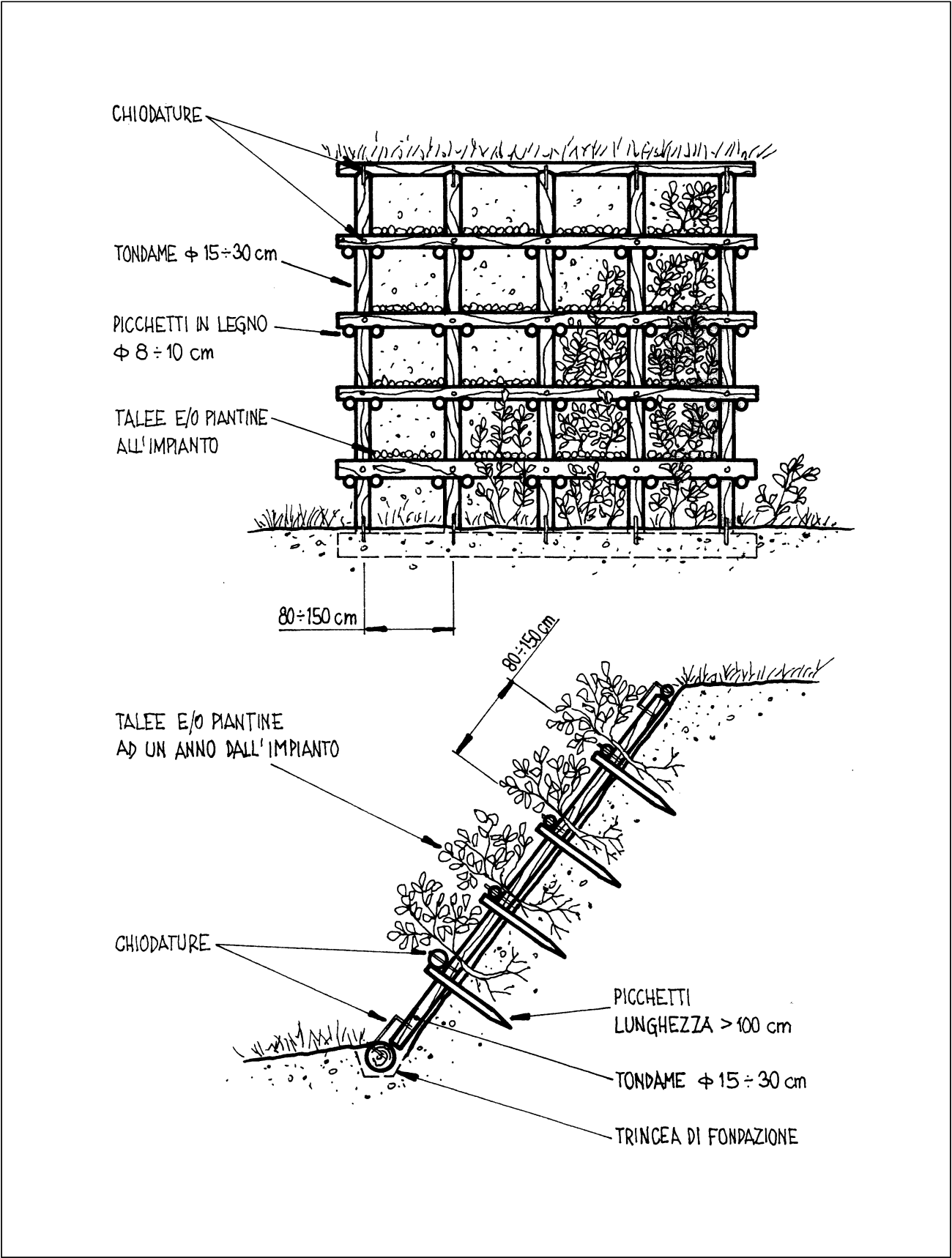


Fig. 3 - GRATA VIVA

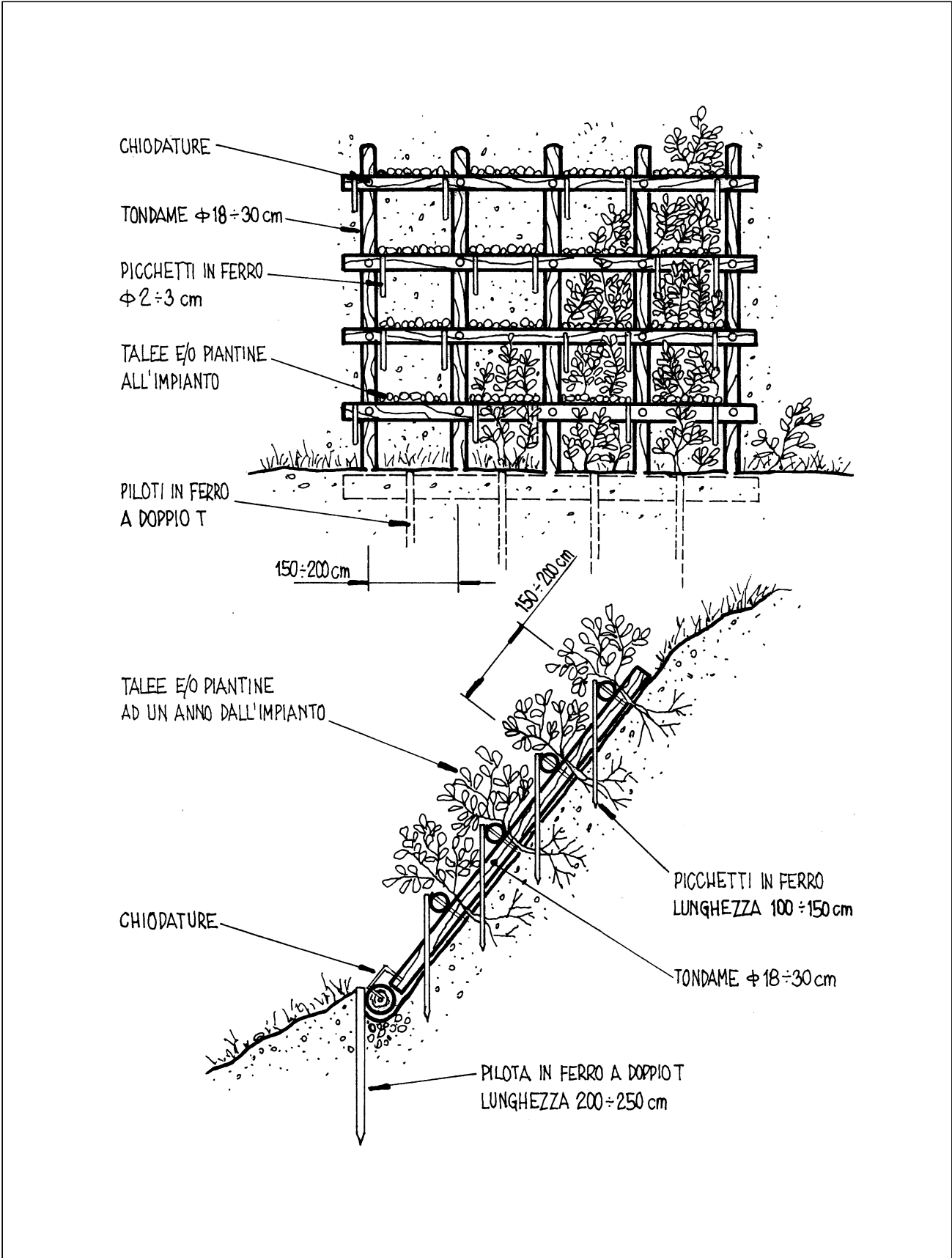
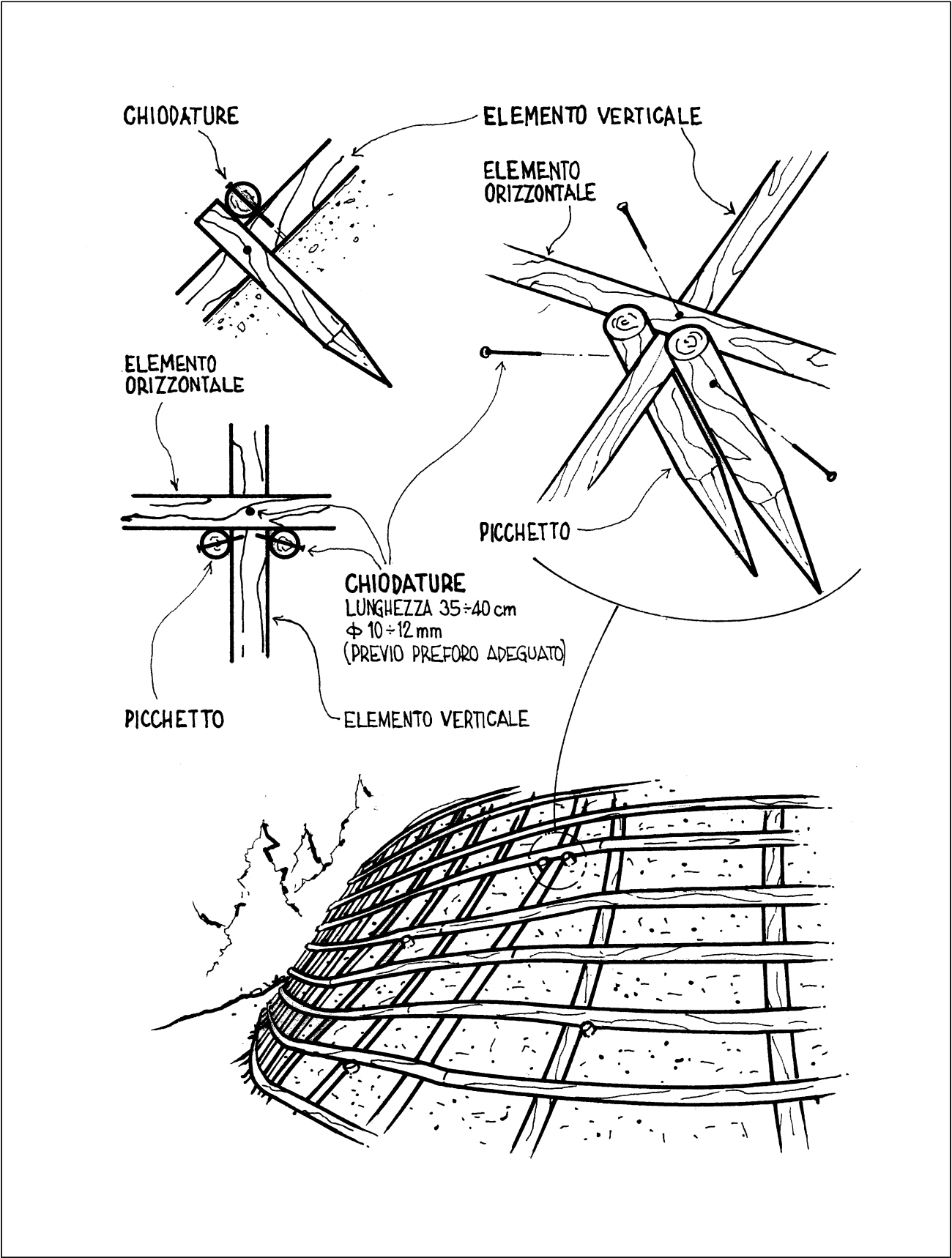


Fig. 4 - GRATA VIVA



MURO IN GABBIONI CON TALEE

VEGETATED GABION – BEDPFLANZTE DRAHTSCHOTTERKÖRBE – GABION VÉGÉTALISÉS

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Il muro in gabbioni può essere assimilato ad un vero e proprio muro di sostegno da utilizzare per il consolidamento di versanti, scarpate, sponde fluviali. È formato da elementi affiancati e sovrapposti in modo da formare una struttura modulare, costituiti da «scatole» in rete metallica (a doppia torsione, zincata) riempite di pietrame di dimensioni superiori a quella delle maglie della rete ed eventualmente intasate con terreno vegetale. All'interno dei gabbioni sono predisposti alcuni tiranti orizzontali e verticali (in filo metallico) e diaframmi, che collegano tra di loro le pareti opposte del gabbione per evitare eccessive deformazioni della rete. Il pietrame di riempimento deve essere sistemato all'interno dei gabbioni in modo da lasciare il minor numero di vuoti possibile.

Questi elementi prismatici devono essere rinforzati alle estremità con un filo di dimensioni maggiori rispetto a quello utilizzato per la rete.

Sono opere deformabili, permeabili all'acqua ed alla vegetazione.

2 Campi di applicazione

È utilizzato per il consolidamento di versanti (muri di sostegno al piede o muretti utilizzati per realizzare gradonature e riprofilatura del versante), come struttura di sostegno di scarpate e rilevati stradali e ferroviari, oltre che per interventi di sistemazione idraulica, sia longitudinale che trasversale.

La fattibilità è molto ampia in quanto l'unica condizione necessaria è quella di avere a disposizione in loco il pietrame e, se necessario, i mezzi meccanici per il riempimento ed il relativo spazio per operare.

Generalmente il muro in gabbioni viene utilizzato a sostegno di altezze di terreno non superiore ai 4 [] 5 m.

Per valori superiori risulta economicamente svantaggioso e generalmente si ricorre alle terre rinforzate.

3 Fattibilità

Le opere in gabbioni presentano le seguenti caratteristiche principali:

- possono essere realizzate in qualsiasi tipo di ambiente;
- richiedono limitati interventi di manutenzione che comunque non presentano particolari difficoltà data la facile accessibilità delle opere;
- permettono con la loro azione drenante e lo sviluppo della vegetazione la stabilizzazione delle scarpate (e/o dei rilevati) favorendo l'interazione tra opere e terreno in sito;
- nelle difese idrauliche longitudinali occorre considerare la compatibilità dell'opera con l'azione della corrente in termini di tensione di trascinamento ammissibile (τ).

4 Materiali impiegati

Lo scheletro dei gabbioni è fornito dalle ditte produttrici, già predisposto per essere assemblato in cantiere mediante la piegatura lungo linee predefinite e successiva legatura.

Per realizzare la struttura in gabbioni sono quindi necessari:

- il gabbione in rete metallica a doppia torsione, zincato, secondo normativa UNI 8018;
- il pietrame di riempimento;
- il filo zincato o punti meccanizzati metallici per l'assemblaggio delle «scatole»;
- il terreno vegetale per l'intasamento;
- le talee o altre piantine per il rinverdimento;
- il geotessile;
- la semina.

In alcune situazioni, nel caso di muri in gabbioni di elevate dimensioni, può essere necessario realizzare una platea di fondazione in c.a.

5 Modalità di esecuzione

Le fasi di realizzazione del muro in gabbioni possono essere così schematizzate:

1. disposizione dei gabbioni;
2. riempimento;
3. formazione di gradoni (esterni);
4. posa dei drenaggi (eventuale);
5. inserimento di speroni drenanti (eventuale).

Dopo avere preparato il piano di posa del primo strato di gabbioni, che può essere costituito da file singole o multiple, si inizia a posare e riempire il primo strato di gabbioni, iniziando dal lato di monte. Una volta riempiti, i gabbioni vanno chiusi utilizzando il filo di ferro zincato di diametro adeguato o i punti meccanizzati.

Si procede nello stesso modo per gli strati successivi.

A seconda dell'opera da realizzare, i gabbioni possono avere caratteristiche diverse, sia per quanto riguarda la maglia di rete tipo (6 x 8 – 8 x 10 – 10 x 12 cm – diametro del filo 2.7 mm o 3 mm come da norme UNI 8018), sia per quanto riguarda la

lunghezza dei lati (lunghezza da 1.5 m a 4.0 m, larghezza 1.0 m, altezza 0.50 – 1.0 m). Per una maggiore durata della scatola metallica vengono utilizzate reti in lega eutectica di zinco e alluminio.

Se si intende favorire il rinverdimento dell'opera, dopo la posa di ogni strato, sarà necessario intasare i vuoti rimasti nel pietrame con terreno vegetale. Le talee devono essere poste in opera durante la costruzione delle gabbionate e devono infilarci nel terreno a tergo del muro.

A seconda delle situazioni da consolidare, i muri in gabbioni possono presentare diverse modalità di realizzazione (vedi figure 1, 2, 3, 4 e 5).

Per contrastare efficacemente le deformazioni derivanti da sforzi di taglio è consigliabile posizionare i gabbioni con il lato più lungo disposto parallelamente alla sezione del muro.

Nelle applicazioni in campo idraulico è sempre opportuno approfondire il piano di fondazione in maniera adeguata, prevedendo una protezione dallo scalzamento mediante la realizzazione di una gettata in calcestruzzo, un materasso in rete metallica o altro materiale idoneo.

6 Interventi collegati

I muri in gabbioni possono essere abbinati ad altre opere di sostegno quali le palificate doppie in legname, o ad opere di captazione delle acque superficiali, ecc.

7 Periodo di intervento

Qualsiasi periodo non presenta particolari controindicazioni.

Se si vuole completare l'intervento mediante rinverdimento dell'opera, è necessario intervenire nei periodi più indicati rispetto alle essenze che si intendono utilizzare.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Se ben progettate e accuratamente realizzate, queste opere non necessitano di particolari manutenzioni e possono quindi mantenere la loro piena funzionalità per diverse decine di anni.

Dovranno essere seguiti con particolare cura, specialmente nel corso dei primi anni, il rinverdimento dell'opera e la funzionalità degli eventuali drenaggi.

Fig. 1 - MURO IN GABBIONI CON TALEE

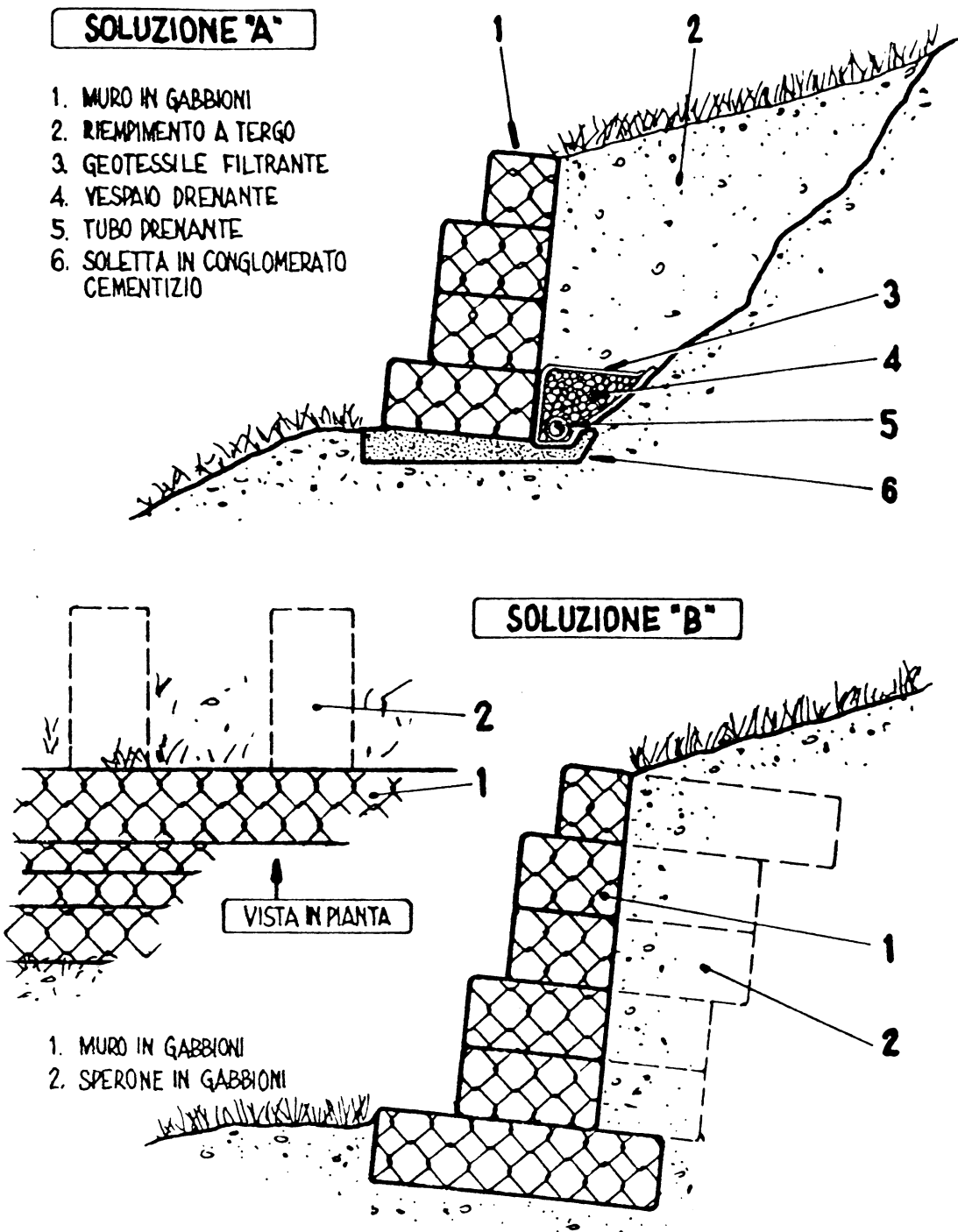


Fig. 2 - MURO IN GABBIONI CON TALEE

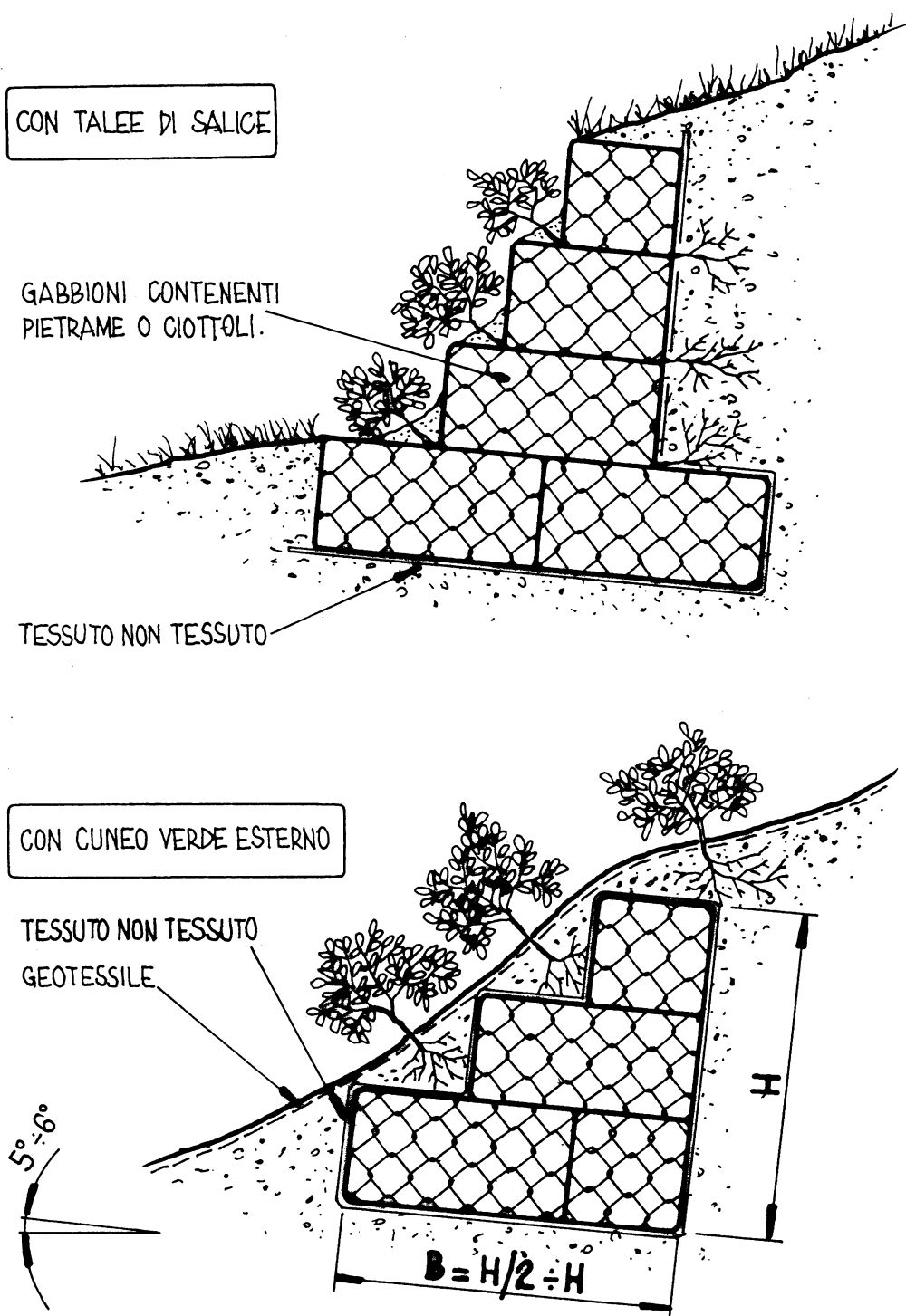
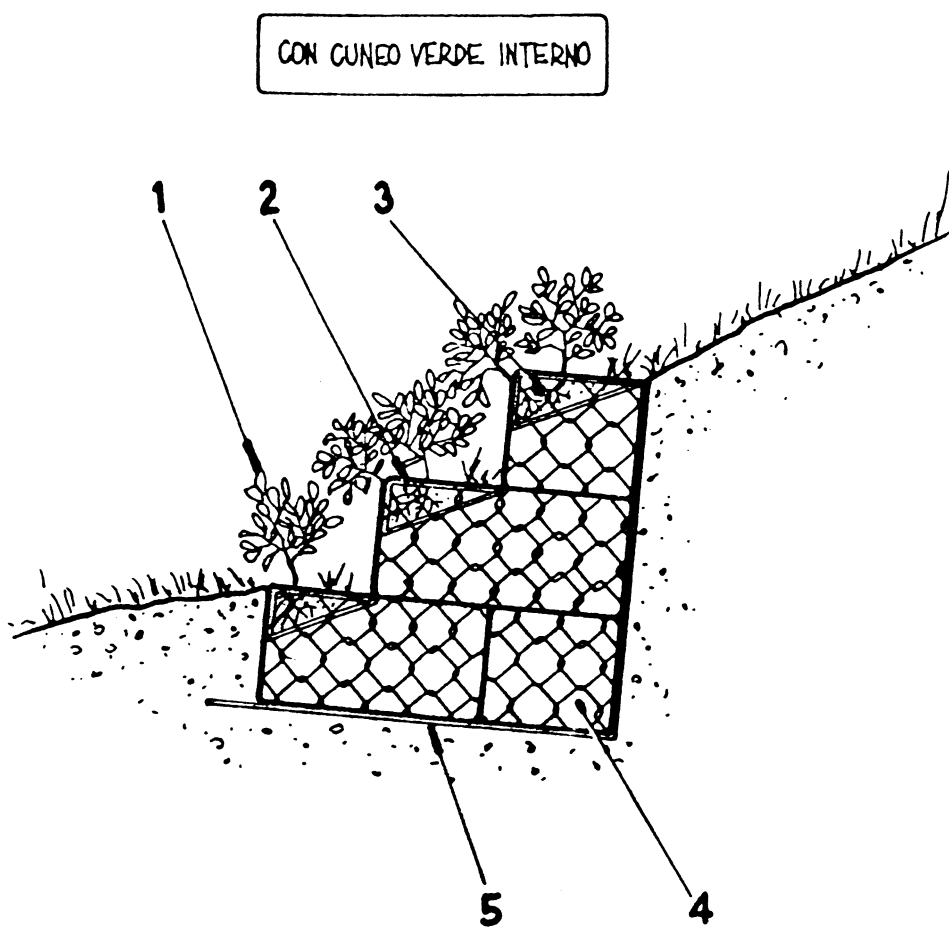
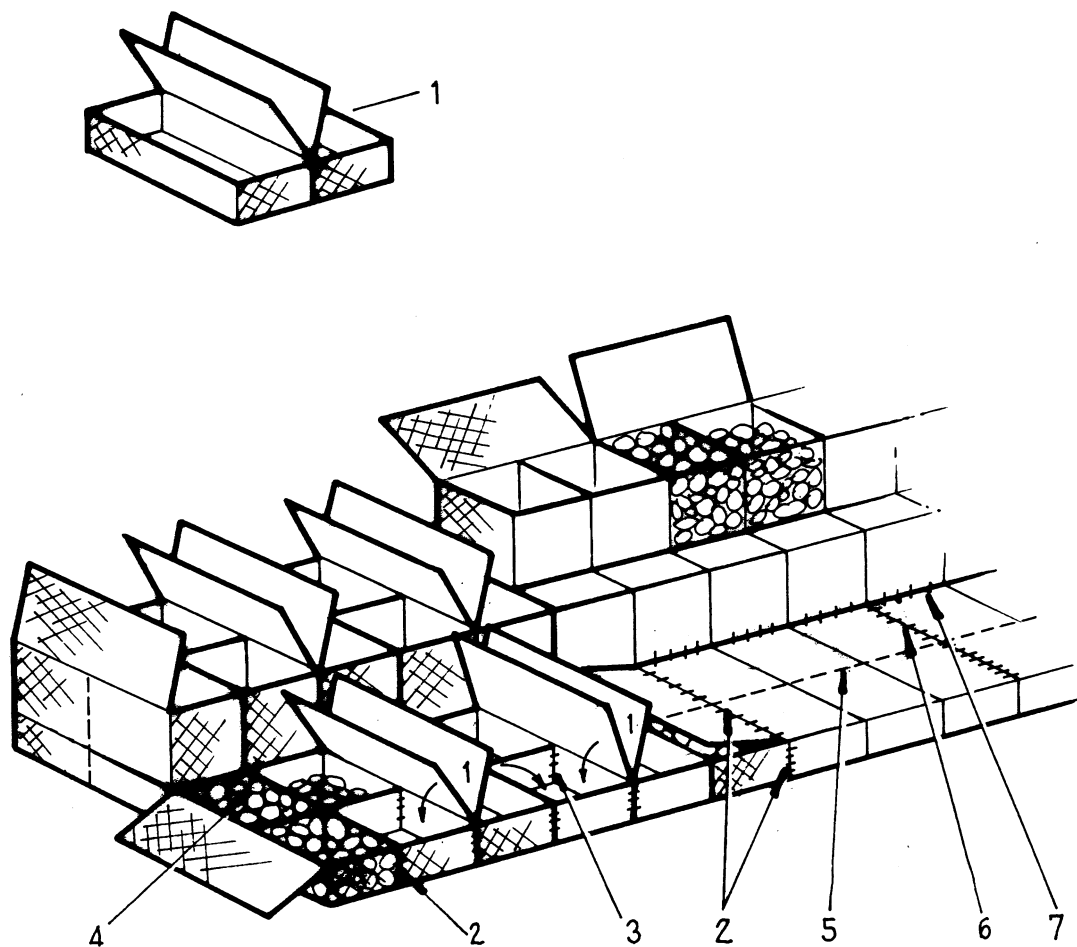


Fig. 3 - MURO IN GABBIONI CON TALEE

1. ARBUSTI AUTOCTONI E/O TALEE.
2. BIOSTUOIA.
3. RIEMPIMENTO CON TERRENO VEGETALE.
4. GABBIONI SCATOLARI IN RETE METALLICA ZINCATA A DOPPIA TORSIONE (MAGLIA TIPO "UNI 8018") CONTENENTE PIETRAME O CIOTTOLI.
5. TESSUTO NON TESSUTO.

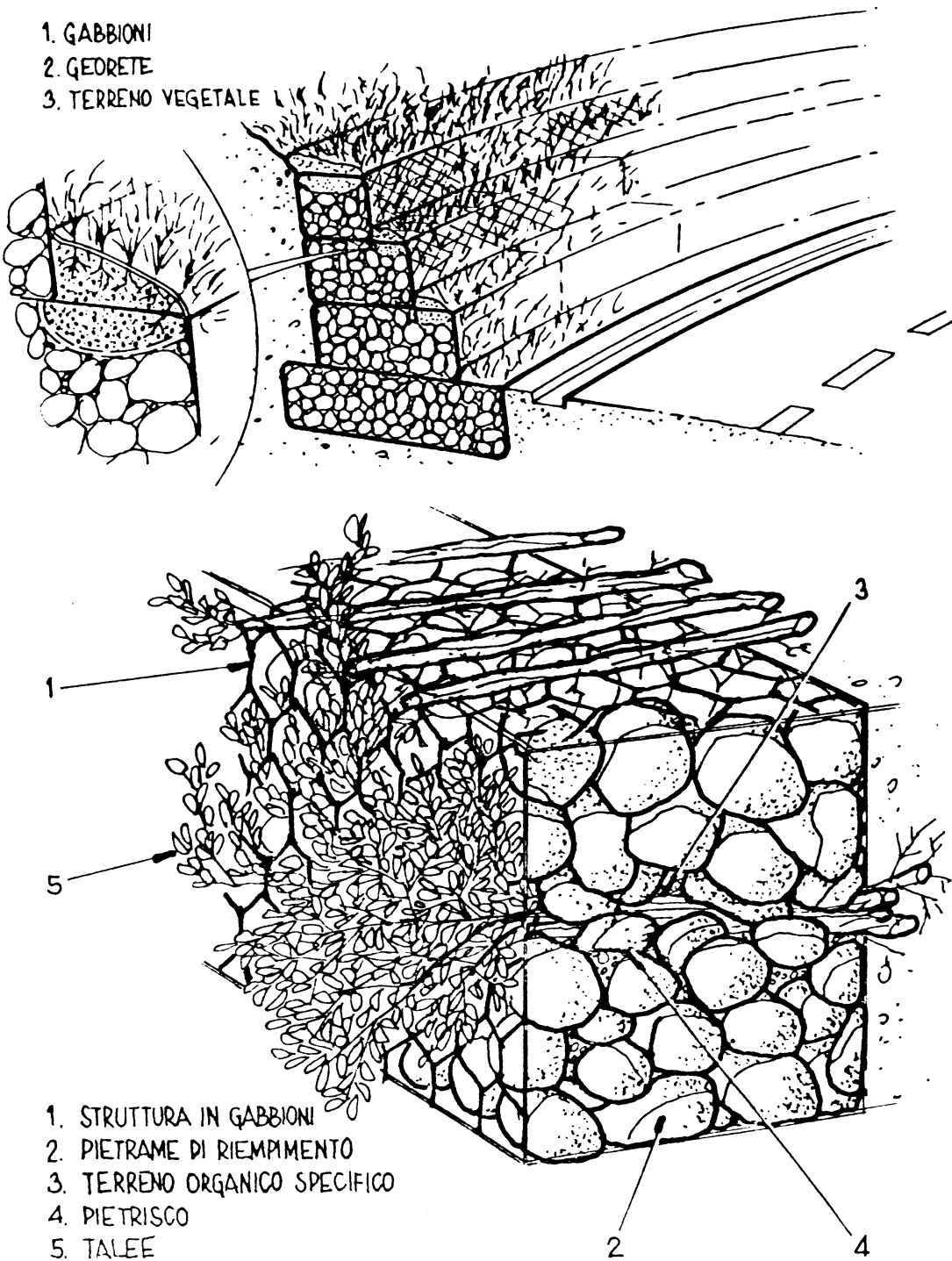
Fig. 4 - MURO IN GABBIONI CON TALEE

1. POSIZIONAMENTO DEI MODULI A DUE A DUE
MANTENENDO AFFIANCATI I COPERCHI.



2. LEGATURA DEI MODULI.
3. LEGATURA DEI DIAFRAMMI.
4. RIEMPIMENTO.
5. LEGATURA DEI COPERCHI AI DIAFRAMMI.
6. LEGATURA DEI COPERCHI.
7. LEGATURA DEI GABBIONI SUPERIORI A QUELLI INFERIORI.

Fig. 5 - MURO IN GABBIONI CON TALEE



DRENAGGIO CON FASCINE

DRAIN FASCINE – DRAIN FASCINE – DRAIN AVEC FASCINES

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Consiste nella realizzazione di drenaggi superficiali e sottosuperficiali mediante l'impiego di materiale vegetale vivo o morto. Viene utilizzato principalmente per il prosciugamento di pendii costituiti da materiali a matrice limo-argillosa.

2 Campi di applicazione

Le fascine, costituite da ramaglia viva e/o morta, a contatto con il terreno creano una linea di drenaggio permanente. Sono spesso impiegate dove è richiesto un minore impatto rispetto ad altri tipi di drenaggio superficiale come canalette in pietrame o prefabbricate in metallo o calcestruzzo.

3 Fattibilità

Questo sistema di drenaggio è indicato in quelle situazioni in cui il deflusso idrico è circoscritto e ben identificabile sul terreno (per es. pendii in frana e aree con ristagni localizzati); viene così limitato il reinnesco di fenomeni erosivi. Occorre tenere presente che, a parità di dimensioni, la capacità di smaltimento delle acque di questo tipo di dreni è inferiore rispetto alle portate dei dreni tradizionali.

Lo sviluppo della vegetazione permette l'incremento delle funzioni di emungimento grazie anche alla capacità di traspirazione delle piante (effetto pompa biologica).

I costi di questo tipo di interventi sono molto contenuti e competitivi rispetto a quelli delle tradizionali tipologie di drenaggio.

4 Materiali impiegati

- talee e ramaglia di salice con lunghezza indicativa pari a 1.00 [3.00 m, $\varnothing = 3$ [6 cm; si sono dimostrati particolarmente efficaci frassini, aceri, ontani, pioppi e sambuchi, viburni e maggiociondoli
- paletti in legno (es. castagno, robinia) con $\varnothing > 5$ cm e interasse = 80 [100 cm o tondini in ferro con $\varnothing = 10$ [14 mm; l = 80 [150 cm
- filo di ferro $\varnothing = 2$ [3 mm
- eventuali teli in materiale plastico
- eventuale tubo drenante
- eventuale pietrame

5 Modalità di esecuzione

In funzione della quantità di acqua da smaltire, si predispone lo scavo, lungo la linea di massima pendenza, con dimensioni adeguate (mediamente 60 x 80 cm) ai rotoli di fascine che si intendono utilizzare.

Si preparano i fasci di ramaglia di lunghezza = 1 [3 m legati in rotolo ogni 30 [50 cm con filo di ferro e si sistemano, con continuità, nello scavo facendo in modo che le parti grosse vengano disposte sempre verso monte.

Si fissa ogni fascina con paletti in legno, picchetti in ferro o talee in corrispondenza delle legature per evitare un eventuale scivolamento verso valle delle fascine.

A seconda della quantità d'acqua da smaltire e quindi a seconda delle dimensioni dello scavo, si possono utilizzare più fascine costituite superiormente da ramaglia viva e da ramaglia morta nella parte inferiore.

Se l'acqua da intercettare e far defluire si trova a profondità maggiore di 40 [50 cm, lo scavo deve essere più profondo e riempito con ciottolame. Il «sistema» ciottolame – fascine deve avere uno spessore tale che la fascina viva non sia posta ad eccessiva profondità.

Una volta posate tutte le fascine si ricoprono uniformemente con il terreno di scavo in modo che possano radicare. Per migliorare la funzionalità del dreno si può inserire un tubo drenante sul fondo dello scavo.

Una volta ultimate queste operazioni è necessario che il sistema di drenaggio venga collegato ad un collettore principale (vedi figure 1, 2 e 3).

6 Interventi collegati

Opere di sistemazione di versante.

7 Periodo di intervento

Riposo vegetativo.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Per le fascinate vive la manutenzione consiste nella verifica dello sviluppo della vegetazione. Ove questo non si verificasse, è possibile aggiungere talee.

Fig. 1 - DRENAGGIO CON FASCINE

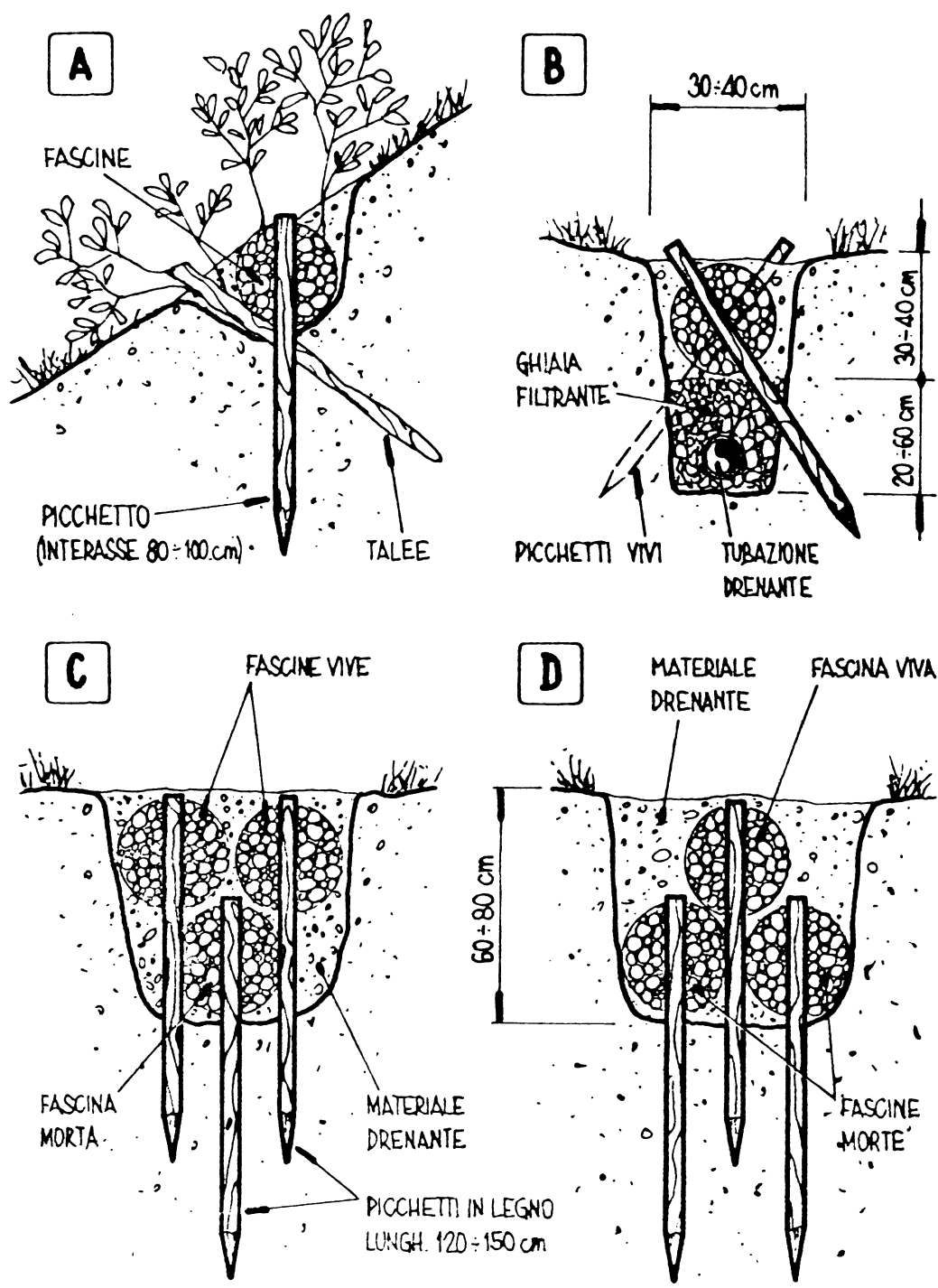


Fig. 2 - DRENAGGIO CON FASCINE

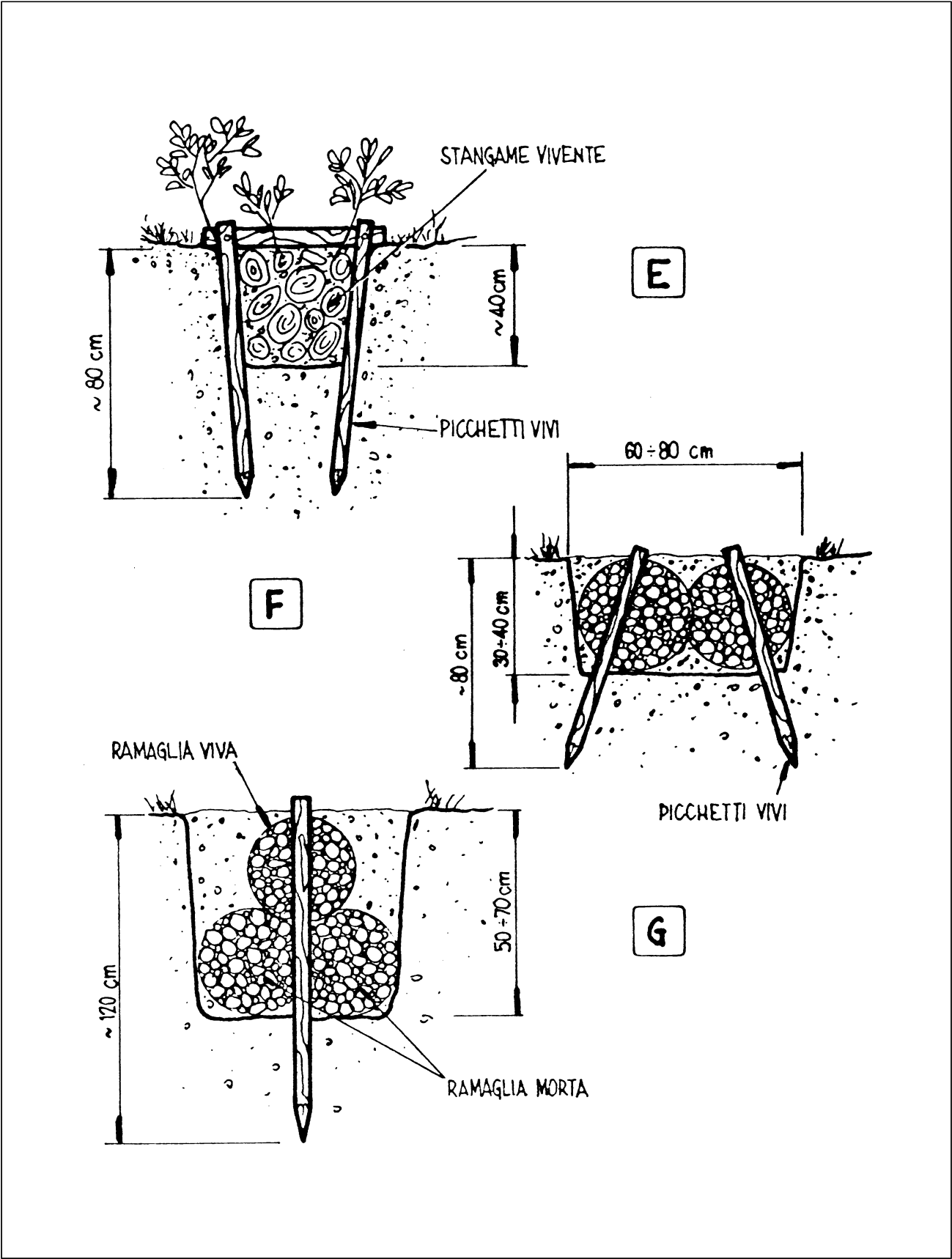
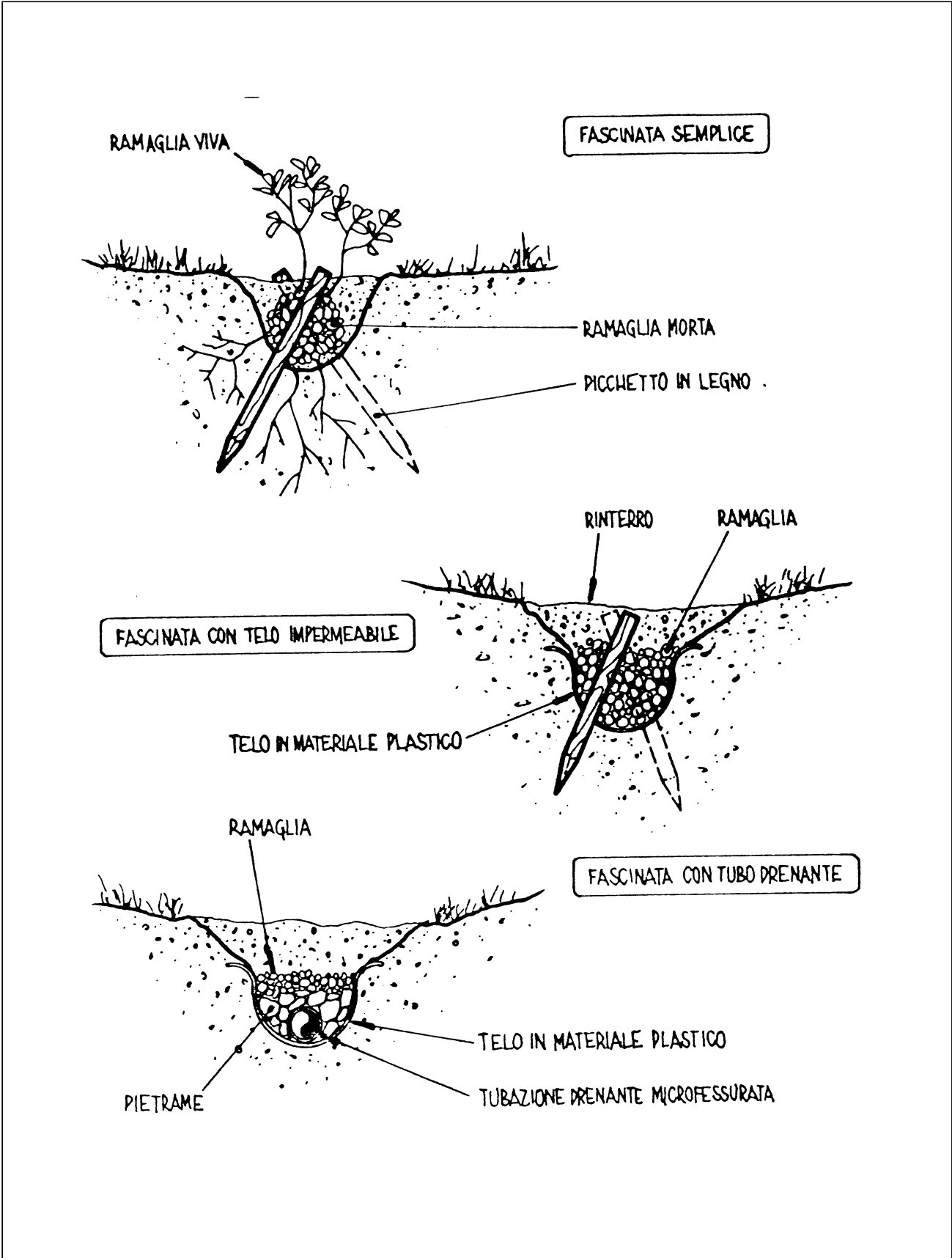


Fig. 3 - DRENAGGIO CON FASCINE



CANALETTA IN LEGNAME E PIETrame

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

L'opera consiste nella realizzazione di canali di ridotte dimensioni per la raccolta delle acque superficiali, con sezione generalmente trapezia utilizzando materiali quali legname e pietrame. Tale intervento, realizzato in modo che il tracciato del canale non sia eccessivamente rettificato, ben si inserisce nell'ambiente naturale senza apportarvi danni di natura estetica ed idraulica.

Il legname è posto sia longitudinalmente sia trasversalmente al fosso e costituisce l'armatura che impedisce lo scalzamento dei sassi posti in opera a secco con funzione di rivestimento del fondo e delle sponde del fosso.

I fossi in pietrame e legname sono degli elementi di regimazione idraulica che non si possono propriamente includere nelle opere di ingegneria naturalistica in quanto non prevedono l'utilizzo di piante vive o parti di esse. Possono, però, essere considerati opere preparatorie e spesso necessarie all'attecchimento delle specie vegetali utilizzate poi sul versante (vedi fig. 1).

2 Campi di applicazione

Fenomeni di ruscellamento superficiale.

Regimazione di (piccoli) corsi d'acqua di natura torrentizia.

3 Fattibilità

Sono utilizzabili per la regimazione idraulica di corsi d'acqua caratterizzati da modeste portate.

4 Materiali impiegati

Pali in legname di castagno o larice scortecciati. Qualora la pendenza della canaletta fosse elevata, sul fondo potrà essere posizionato del pietrame spigoloso e sporgente allo scopo di aumentare la scabrezza e quindi diminuire la velocità dell'acqua.

Picchetti: pali scortecciati in legname di castagno, larice o altre resinose, eventualmente trattati a fuoco ($\varnothing = 10 \text{ } \Pi \text{ } 20 \text{ cm}$, $l = 80 \text{ } \Pi \text{ } 200 \text{ cm}$) con parte inferiore sagomata a punta. In presenza di un terreno a consistenza lapidea in alternativa al palo in legno, potrà essere utilizzato un profilato in acciaio a T 50 x 50 mm spessore = 5 mm, $l = 80 \text{ } \Pi \text{ } 200 \text{ cm}$.

Pali longitudinali: tondame e/o mezzi tronchi scortecciato di castagno, larice o altre resinose con $\varnothing = 10 \text{ } \Pi \text{ } 20 \text{ cm}$, $l = 200 \text{ } \Pi \text{ } 300 \text{ cm}$.

Filo di ferro zincato $\varnothing > 2 \text{ mm}$, chiodi

Pietrame di dimensioni adeguate allo scavo.

5 Modalità di esecuzione

- scavo e riprofilatura di forma trapezia
- infissione dei picchetti nel terreno per almeno 2/3 della lunghezza (al fine di evitarne l'eventuale ribaltamento lungo i lati obliqui), con leggera contropendenza verso monte. I picchetti vanno posti a distanza pari a 150 Π 200 cm.
Si procede con il posizionamento del pietrame sul fondo, si mette in opera il tondame longitudinale appoggiato al fondo chiodandolo ai picchetti, si posiziona quindi il pietrame lungo le sponde.
Si prosegue con il posizionamento del tondame longitudinale superiore chiodandolo ai relativi picchetti.
L'eventuale irrigidimento della struttura sarà possibile con la messa in opera di un traverso in tondame nella parte sommitale della canaletta
- è possibile prevedere la costruzione di briglie di salto limitato (30 cm) o di soglie in legname nel caso si volesse proteggere il fondo dall'erosione.

6 Interventi collegati

Briglie in legname.

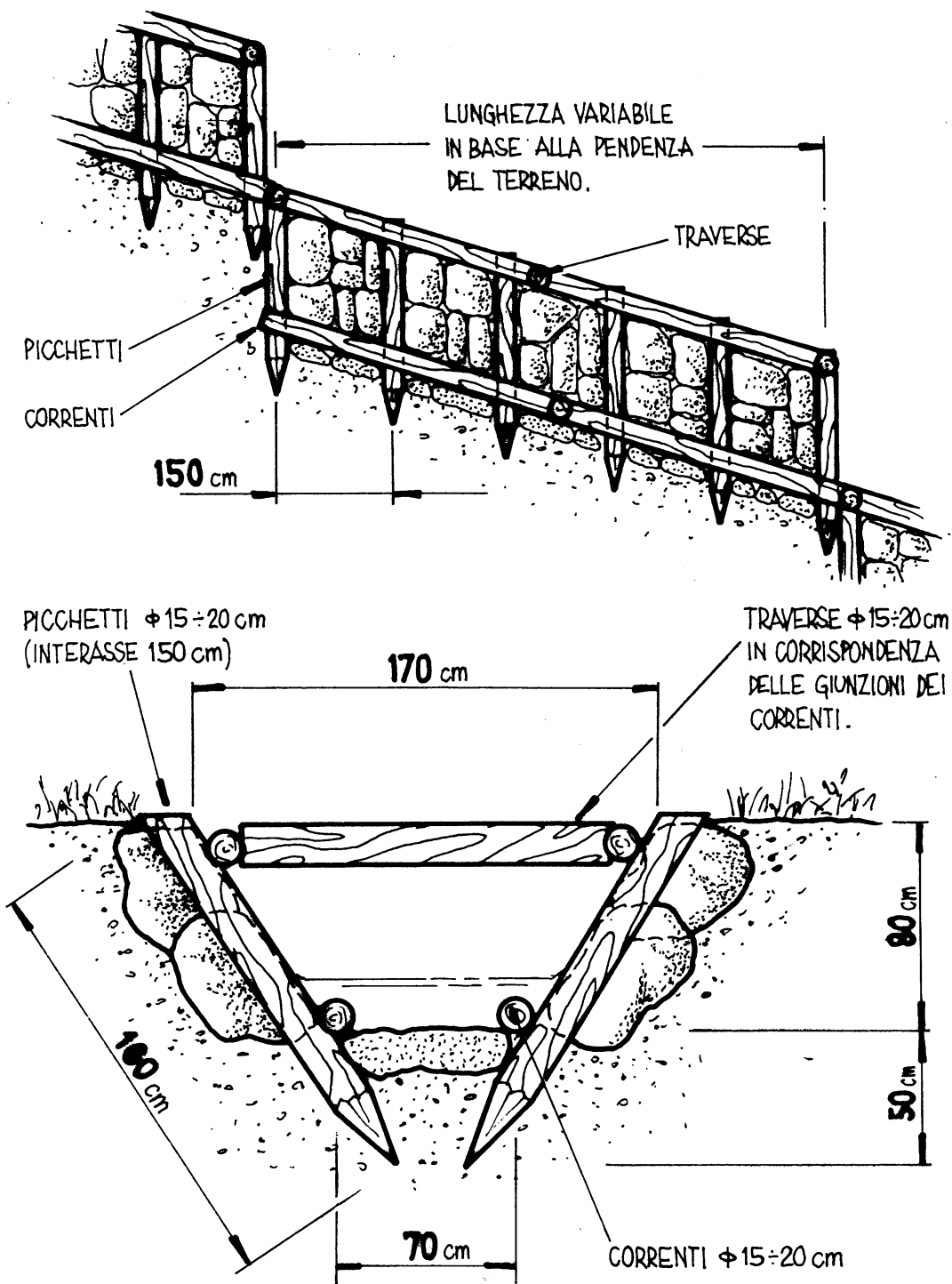
7 Periodo di intervento

Sempre.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Se l'opera è realizzata correttamente con tutti gli accorgimenti descritti essa può durare fino a 30 Π 40 anni ed oltre, in quanto il legname scortecciato è difficilmente putrescibile, inoltre con il passare degli anni l'opera si stabilizza e ritrova un equilibrio con l'ambiente circostante.

Fig. 1 - CANALETTA IN LEGNAME E PIETREME



CUNEO FILTRANTE

DRAIN WEDGE – FILTERKEIL – CÔNE DE DRAINAGE

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

È un sistema di drenaggio che viene utilizzato per bonificare pendii caratterizzati da scorrimento di acque superficiali e sottosuperficiali, soggetti a franamento, senza appoggio al piede.

Il piede può essere consolidato mediante:

- A) palificata in legname
- B) scogliera

2 Campi di applicazione

Questo tipo di drenaggio viene utilizzato per bonificare pendii bagnati anche molto estesi. Viene raggiunto un doppio effetto drenante passivo e attivo dovuto al consumo idrico delle piante inserite.

3 Fattibilità

Il cuneo filtrante è di semplice realizzazione, può essere utilizzato sia su pendii ripidi che meno ripidi. Dove il pendio è più ripido dovranno essere realizzate delle gradonature, secondo l'angolo di attrito del materiale drenante.

È indispensabile che al piede della palificata in legname o della scogliera venga realizzata una canaletta per la raccolta e lo smaltimento delle acque provenienti da monte.

4 Materiali impiegati

Il materiale necessario per la realizzazione del cuneo filtrante è, a seconda che il piede sia costituito da una palificata in legname (A) o da una scogliera (B):

- (A) pali longitudinali in larice o castagno $l = 2.0 \text{ } \Pi \text{ } 2.5 \text{ m}$, $\varnothing = 20 \text{ } \Pi \text{ } 30 \text{ cm}$
pali trasversali $l = 100 \text{ } \Pi \text{ } 150 \text{ cm}$, $\varnothing = 20 \text{ } \Pi \text{ } 30 \text{ cm}$
picchetti in ferro $l = 100 \text{ } \Pi \text{ } 150 \text{ cm}$, $\varnothing = 10 \text{ } \Pi \text{ } 14 \text{ mm}$
- (B) massi con volume pari a $0.20 \text{ } \Pi \text{ } 0.30 \text{ m}^3$
talee di salice
- In entrambe le situazioni:
canaletta (in legname o zincata)
ghiaia di grossa pezzatura
eventuali tubi drenanti microfessurati
eventuali fascine drenanti
talee di salice

5 Modalità di esecuzione

Al piede del pendio in frana vengono eretti la scogliera o la palificata in legname, di altezza adeguata in base alla morfologia del pendio. La scogliera o la palificata vengono realizzate con le stesse modalità descritte per la realizzazione delle scogliere rinverdite e della palificata doppia.

Una volta realizzato il consolidamento al piede si ricarica il pendio da bonificare con materiale molto permeabile (ghiaione, pietrisco ecc.), dopo aver eventualmente posato lungo il pendio dei tubi drenanti microfessurati o delle fascine drenanti. Vengono inoltre inserite, durante la ricarica del pendio o successivamente, delle grosse talee di salice che raggiungano il terreno bagnato e favoriscano quindi il consumo attivo attraverso l'effetto pompa della vegetazione (vedi figure 1 e 2).

6 Interventi collegati

È indispensabile approntare un sistema di raccolta e smaltimento delle acque che vengono captate e recapitate al piede dell'opera.

7 Periodo di intervento

Solo durante il riposo vegetativo.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Se ben eseguita non necessitano particolari manutenzioni. L'unica accortezza dovrà essere quella, durante i primi due anni, di sostituire le talee che eventualmente non hanno attecchito.

Fig. 1 - CUNEO FILTRANTE

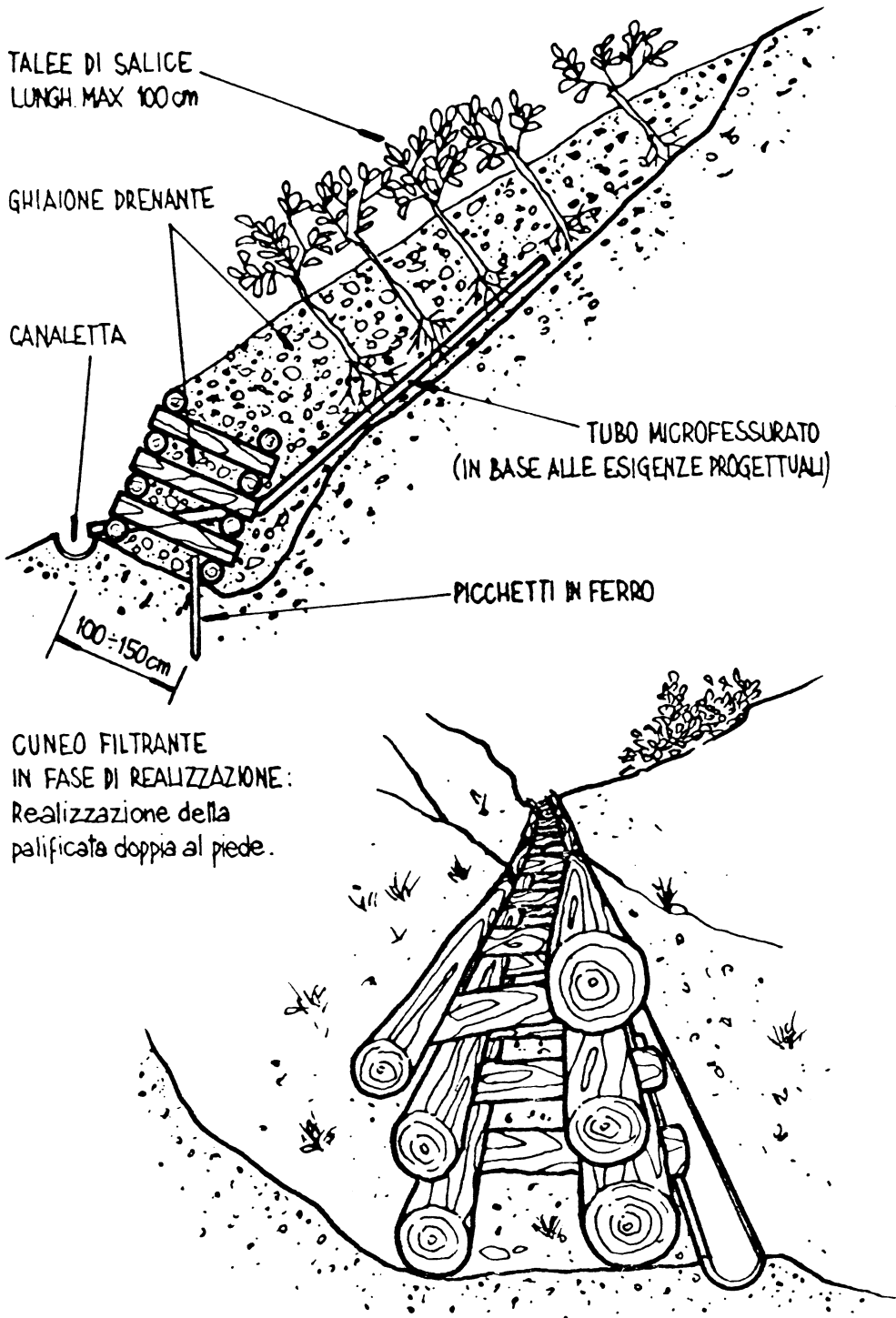
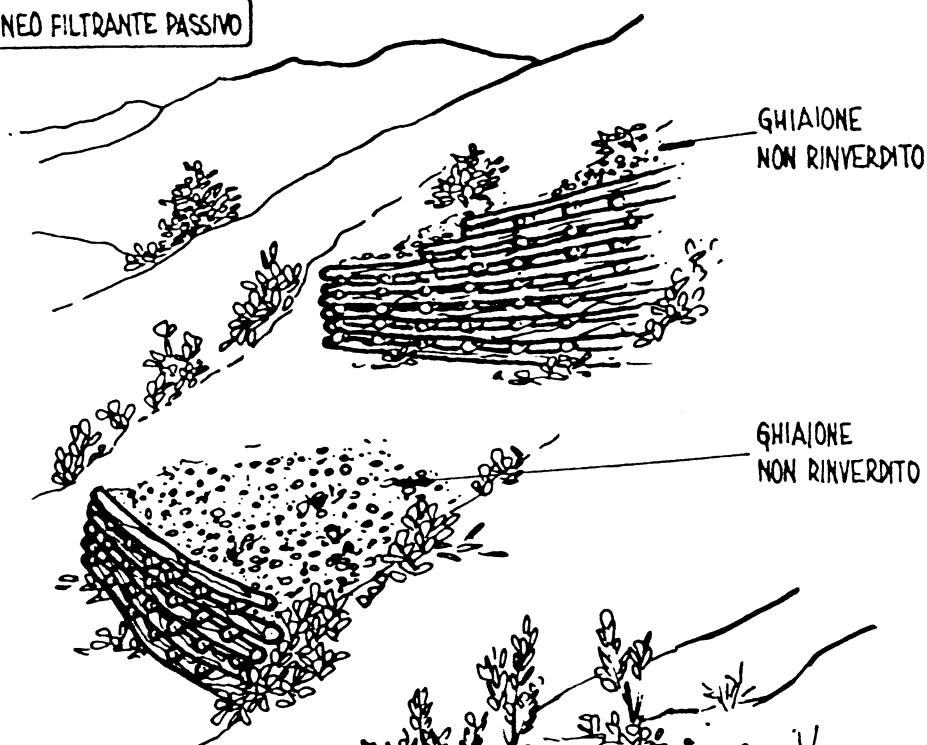


Fig. 2 - CUNEO FILTRANTE

CUNEO FILTRANTE PASSIVO



CUNEO FILTRANTE ATTIVO

SOLUZIONE CON
DISPOSIZIONE ALTERNATA
DEI TRAVERSI

TALEE DI SALICE
INFISSE NEL
TERRENO NATURALE

SOLUZIONE CON
DISPOSIZIONE ALLINEATA
DEI TRAVERSI



TERRA RINFORZATA

RENFORCED EARTH – BEWHERTE ERDE – TERRE RENFORCÉE

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Le terre rinforzate sono opere di sostegno a gravità che consentono il consolidamento di versanti instabili o la formazione di rilevati. Si tratta di opere che hanno il pregio di essere deformabili e sufficientemente permeabili che sfruttano il principio del rinforzo orizzontale delle terre (ottenuto in vari modi) abbinando i materiali di rinforzo con paramenti esterni tali da consentire la crescita della vegetazione.

2 Campi di applicazione

Le terre rinforzate, oltre ad essere impiegate per il consolidamento in caso di fenomeni di dilavamento e di franamento superficiale, possono essere utilizzate anche per la costruzione di terrapieni consolidati e vegetati per rilevati stradali, autostradali e ferroviari, spalle di ponti, per erigere rilevati paramassi con vallo a tergo, terrapieni a forte pendenza anti-rumore e anti-esplosione.

Esistono diverse modalità costruttive, a titolo esemplificativo ne vengono descritte alcune nel paragrafo 5 – modalità di esecuzione.

3 Fattibilità

La fattibilità è vincolata ad alcuni principi statici e costruttivi, quali la verifica geomeccanica del piano di fondazione, il dimensionamento dei materiali da impiegare in relazione all'altezza ed alla profondità dell'opera, pendenza e caratteristiche del rilevato, selezione granulometrica degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio, loro compattazione mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante.

I rinforzi devono avere una durata pari o superiore alla vita dell'opera ed una resistenza tale da garantire la stabilità interna.

Per consentire alla vegetazione di ricevere l'apporto delle acque meteoriche, la pendenza massima del fronte esterno non dovrà superare i 60° – 70° e la struttura dovrà presentare uno strato vegetale a contatto con il paramento esterno.

4 Materiali impiegati

- terreno di riempimento (materiali inerti)
- terreno organico
- armature metalliche
- georete, biostuoia, ecc.
- geosintetici antierosivi
- talee, piantine a radice nuda e/o fitocella

5 Modalità di esecuzione

Per la realizzazione dell'opera si procede con:

- formazione del piano di fondazione con compattazione del terreno;
- modellamento e preparazione della scarpata con eventuale scoronamento (su versante);
- eventuale drenaggio;
- formazione del rilevato in terra mediante stesura del terreno di riempimento in strati di 30 cm compattati e sovrapposti, posa del terreno vegetale e risvolto dell'elemento di rinforzo;
- formazione degli strati successivi;
- per tutte le tipologie di terra rinforzata dovrà essere prevista l'idrosemina con miscele idonee al sito ed in quantità minima di 60 gr/m² secondo le modalità descritte nell'apposita scheda;
- eventuale messa a dimora di specie arbustive pioniere autoctone, in quantità minima di una ogni 5 m², con funzioni di consolidamento dell'opera e copertura a verde della scarpata, nonché raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche.

Descrizione di alcune tipologie più frequentemente impiegate.

- Terra rinforzata con geosintetico e cassero a perdere in griglia metallica:** l'armatura utilizzata per la realizzazione del rilevato è costituita da un geosintetico (resistenza alla trazione uguale o superiore a 25 kN/m), posizionato alla base di ogni strato sovrapposto da una rete metallica elettrosaldata ($\varnothing = 6 \text{ } \square 19 \text{ mm}$) con funzione di cassero a perdere. La rete metallica viene rivestita con una biostuoia che fungerà da supporto per l'idrosemina. Lo spessore degli strati non dovrà superare i 65 cm (fig. 1).
- Terra rinforzata con geosintetico e cassero mobile:** si utilizza un tessuto geosintetico (poliestere, polipropilene ecc.) con alta resistenza alla trazione (tra 20 e 1000 kN/m). Il geotessuto svolge la funzione di rinforzo orizzontale ed, una volta ripiegato a sacco, anche di contenimento frontale dell'inerte al momento del recupero del cassero per la formazione dello strato successivo. Tra il geosintetico ed il terreno compattato viene posta sul paramento esterno una biostuoia che fungerà da supporto per l'idrosemina (fig. 2).
- Terra rinforzata con rete metallica a doppia torsione:** la cassetta e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale (tipo 8 x 10, come da norma UNI 8018). Il cassero è costituito da un elemento preconfezionato di lunghezza variabile che contiene una biostuoia e viene montato in cantiere. Una volta aperto sul piano di posa il pannello ed irrigidito con gli appositi tiranti, si procede al riporto del terreno ed alla sua compattazione. La biostuoia posizionata sul paramento esterno fungerà da supporto all'idrosemina (fig. 3).

6 Interventi collegati

Opere di sistemazione di versante e rilevati di vario genere.

7 Periodo di intervento

Preferibilmente durante il riposo vegetativo.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Se l'opera è realizzata correttamente non necessita di specifica manutenzione e la durata è particolarmente elevata. Attenzione dovrà essere posta al corretto attecchimento della vegetazione ed alla sostituzione di eventuali fallanze delle specie cespugliose.

Fig. 1 - TERRA RINFORZATA

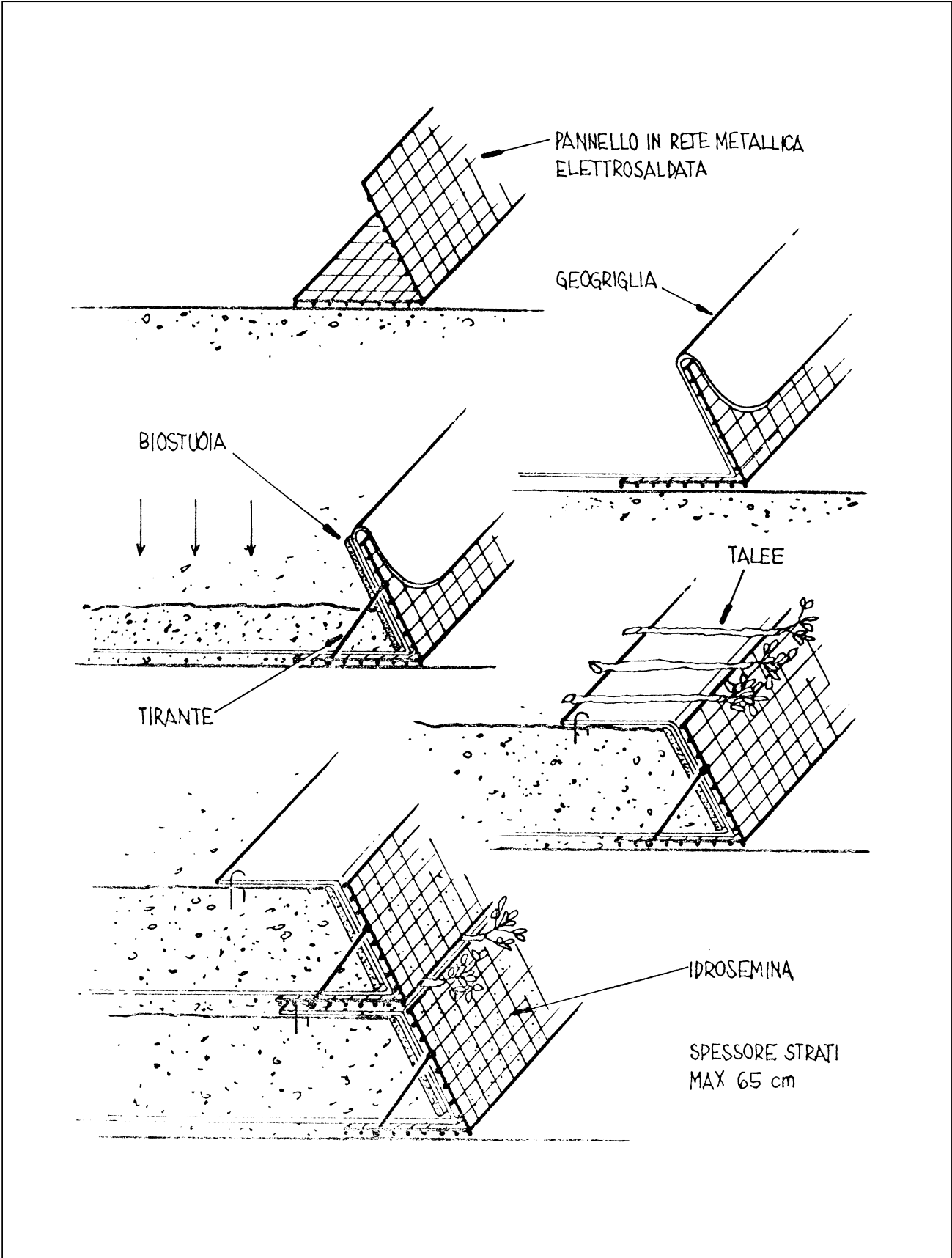


Fig. 2 - TERRA RINFORZATA

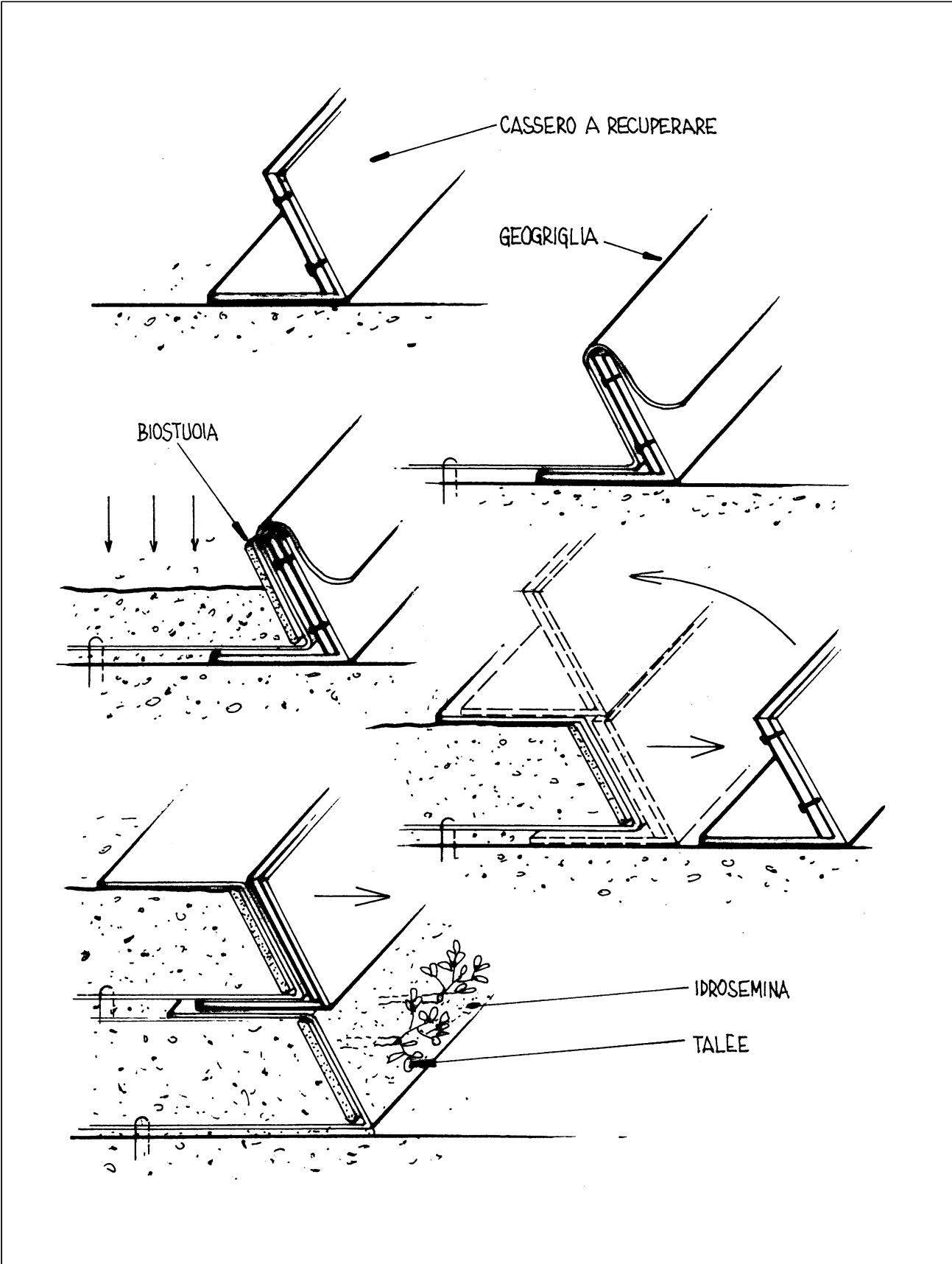
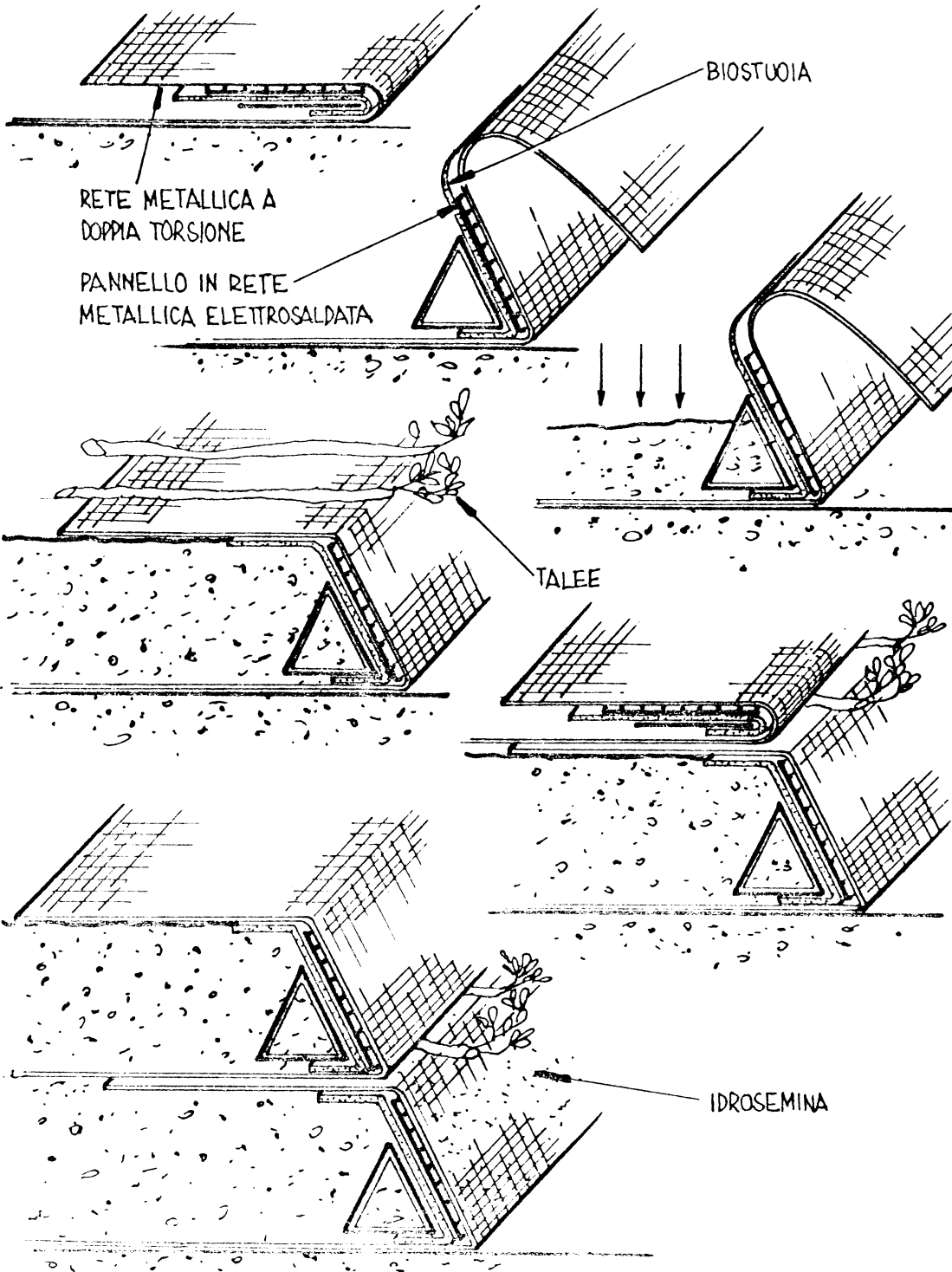


Fig. 3 - TERRA RINFORZATA



MURO CELLULARE RINVERDITO

CONCRETE CRIBB WALLS – BEPFLANTZE BETONKRAINERWAND – PAROI VÉGÉTALISÉE EN BÉTON

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

I muri cellulari sono muri di sostegno a gravità, costituiti da elementi prefabbricati in c.a. che vengono realizzati montando gli elementi in modo da costituire una gabbia, o griglia, tridimensionale da riempire con terreno o materiale inerte. Gli elementi sono realizzati in modo tale da lasciare delle nicchie a vista tali da permettere il rinverdimento del terreno, posto all'interno delle nicchie stesse, mediante l'inserimento di piantine.

2 Campi di applicazione

I muri cellulari sono corpi compositi che funzionano come muri a gravità, contrapponendosi con il peso proprio (struttura e riempimento) alle sollecitazioni cui è sottoposto. Vengono quindi utilizzati per il sostegno di scarpate, rilevati stradali e ferroviari, consolidamento al piede di versanti in frana o come elementi di sostegno per il rimodellamento (gradonatura) di versanti. Possono inoltre essere utilizzati come difese spondali.

Uno dei principali vantaggi di queste strutture è la flessibilità data dalle modeste dimensioni degli elementi e dal montaggio ad incastro, a secco. Per tali motivi queste strutture sono in grado di assorbire assestamenti, eventuali cedimenti differenziali e carichi concentrati non previsti.

3 Fattibilità

La messa in opera di questo tipo di muri di sostegno è più vantaggiosa quanto più è estesa la parete da realizzare in quanto vengono ridotti i costi di manodopera, di trasporto e quelli relativi alla realizzazione della fondazione. È essenziale l'accessibilità ai luoghi di intervento da parte di mezzi adeguati al trasporto ed al sollevamento degli elementi.

La caratteristica principale di queste strutture è la componibilità modulare degli elementi che porta ad una grande versatilità di configurazione da cui deriva una notevole adattabilità geometrica anche per interventi che richiedono la realizzazione di tratti curvilinei. Sono infatti disponibili sul mercato svariate tipologie di elementi, con dimensioni comprese tra 0.50 [1] 2.00 m per gli elementi trasversali e tra 1.00 [1] 1.20 m e 2.50 [1] 3.00 m per gli elementi longitudinali.

Queste strutture garantiscono sempre una buona permeabilità il cui grado dipende dal tipo di materiale di riempimento. Dal punto di vista ambientale, circa 1/3 della facciata è costituito da c.a. a vista, mentre i 2/3 sono costituiti dal terreno di riempimento disposto all'interno delle nicchie. È necessario che il terreno di riempimento presenti buone caratteristiche vegetative in modo da permettere l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione. Tali strutture permettono infatti all'apparato radicale di espandersi come se fosse inserito in una scarpata naturale. In queste condizioni è possibile raggiungere una scomparsa pressoché totale della struttura.

4 Materiali impiegati

- casseri
- calcestruzzo per la soletta di fondazione
- ferri d'armatura o rete elettrosaldata
- elementi prefabbricati longitudinali e trasversali
- materiale di riempimento (inerte o terreno)
- materiale inerte per drenaggio a tergo (solo in caso di riempimento della struttura con terreno)
- geotessile per drenaggio a tergo
- tubi di drenaggio
- pozzetti di ispezione prefabbricati

5 Modalità di esecuzione

La prima operazione da effettuare è quella di eseguire lo scavo di sezione adeguata ad accogliere la struttura progettata. Normalmente il piano di appoggio viene realizzato in contropendenza, con inclinazione definita in fase progettuale; per strutture di una certa entità è consigliabile realizzare una soletta in c.a. Una volta realizzato il piano d'appoggio si procede alla posa degli elementi prefabbricati che vengono sovrapposti ortogonalmente uno sull'altro in modo da formare dei «contenitori» in cui viene inserito il materiale di riempimento. È indispensabile, per la buona riuscita dell'opera, che il materiale di riempimento, sia che si tratti di materiale inerte, sia che si tratti di terreno, venga inserito strato per strato in modo da poter essere adeguatamente compattato. Se si tratta di materiale inerte, una volta completata la struttura dovrà essere inserito, nella parte delle griglie a vista, del terreno vegetale, che si disporrà secondo il proprio angolo d'attrito, in modo da poter procedere all'inserimento di piantine per il rinverdimento.

Per le strutture che verranno riempite con terreno naturale sarà necessario realizzare il drenaggio a tergo mediante la posa di geotessile e del tubo di drenaggio ai quali seguirà il riempimento con materiale drenante. Dovrà inoltre essere realizzato un adeguato convogliamento delle acque così raccolte. Può essere opportuno realizzare alcuni pozzetti di ispezione per verificare nel tempo l'efficienza del drenaggio (vedi figure 1 e 2).

6 Interventi collegati

Interventi collegati al muro di sostegno così realizzato sono senz'altro quelli relativi al drenaggio del versante a monte della struttura.

7 Periodo di intervento

I muri cellulari possono essere realizzati senza particolari problemi in qualsiasi periodo dell'anno. Il rinverdimento dovrà essere effettuato durante il riposo vegetativo.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Questo tipo di opere non necessita di particolari manutenzioni. È importante che durante i primi due anni venga controllata la crescita delle piantine ed eventualmente si provveda a sostituire quelle morte.

Fig. 1 - MURO CELLULARE RINVERDITO

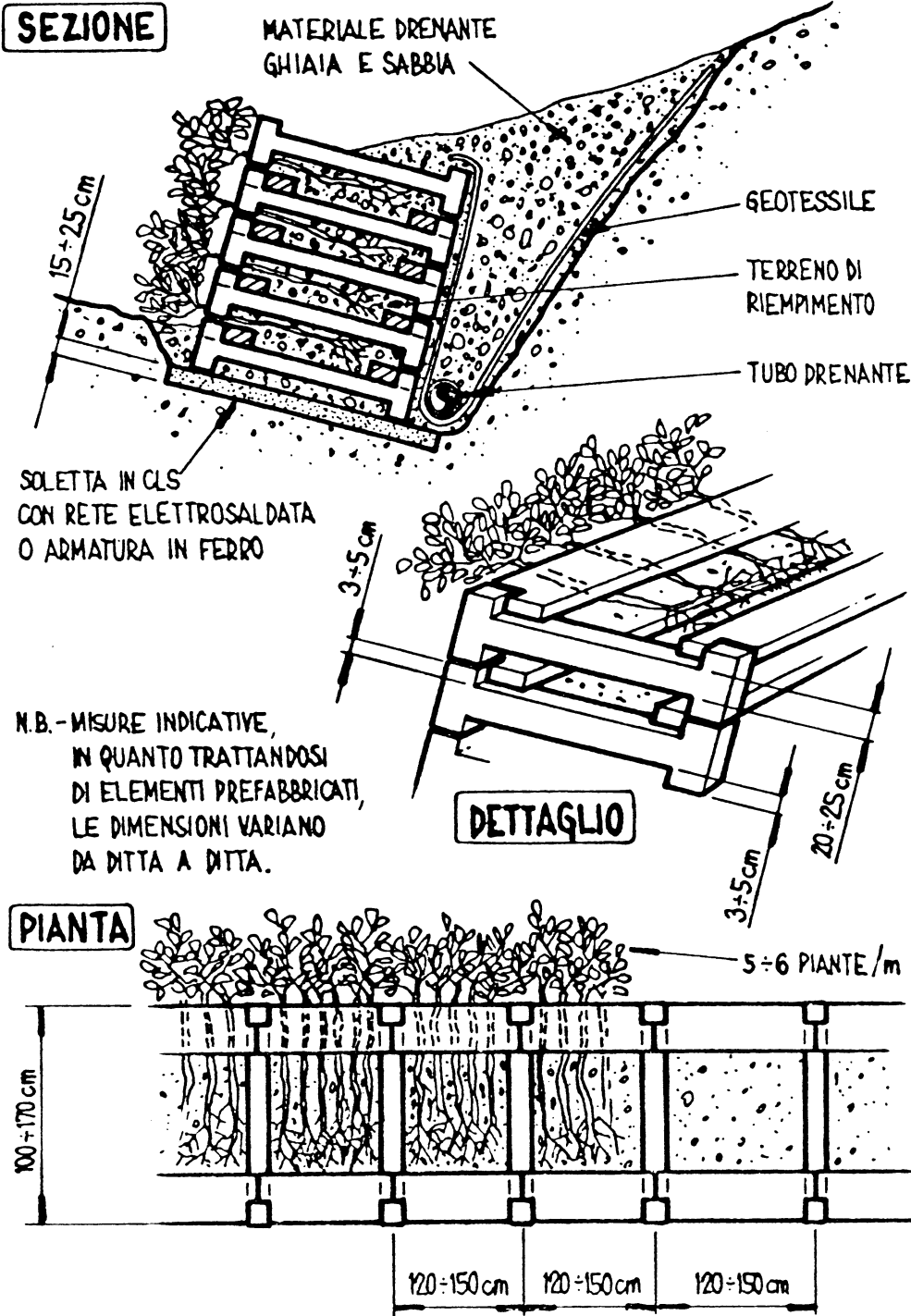
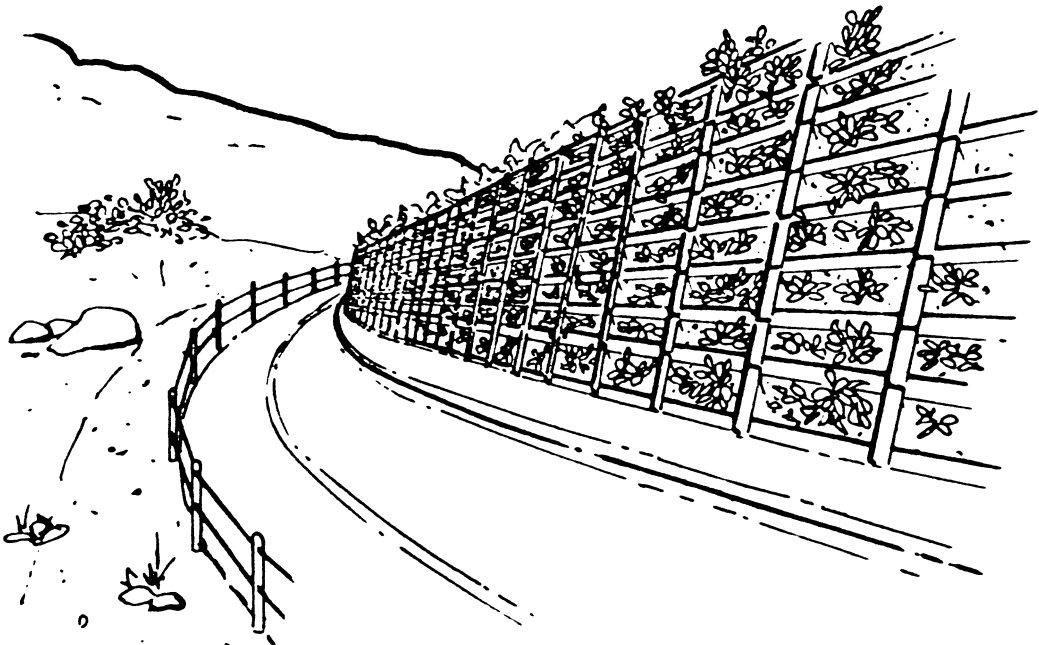


Fig. 2 - MURO CELLULARE RINVERDITO

VISTA PROSPETTICA.



REALIZZAZIONE DI UN
TRATTO CURVILINEO.



COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI

BRUSH MATTRESS – SPREITLAGE – TAPIS DE BRANCHES À REJETS

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

L'opera consiste nella realizzazione di un rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata, mediante la messa a dimora di astoni con capacità di propagazione vegetativa. Con tale intervento si protegge la superficie del terreno dall'azione delle forze meccaniche (piogge, erosione fluviale, ecc.). Viene inoltre migliorato il bilancio idrico e termico e viene favorito lo sviluppo della vita vegetale nel terreno e nello strato aereo vicino al terreno (vedi fig. 1).

2 Campi di applicazione

È una protezione particolarmente efficace della superficie delle scarpate spondali minacciate dall'acqua corrente e dal moto ondoso. Si può intervenire sia nel caso di nuove costruzioni sia per risanamento di rotture spondali.

Allo scopo di fornire maggiore protezione del piede della scarpata si può eventualmente realizzare una **copertura diffusa con astoni del tipo «armata»**: confronta specifica descrizione.

3 Fattibilità

Intervento di tipo intensivo che richiede un notevole impiego di materiale.

L'azione in profondità esercitata dall'apparato radicale fa sì che sin dalla prima stagione vegetativa si abbia un considerevole consolidamento del terreno. La grande proliferazione del materiale vegetale crea una densa fascia elastica durevole nel tempo.

La protezione data dalla parte aerea può favorire il rapido insediarsi di vegetazione ripariale integrativa in carattere con la stazione.

La radicazione degli astoni nel terreno tende a svilupparsi in profondità in caso di aridità del materiale.

4 Materiali impiegati

A – **semplice**:

- | | |
|---|---|
| • paleria di larice o di castagno: | $l = 80 \text{ cm}$
$\varnothing = 5 \text{ } \Pi 7 \text{ cm}$ |
| • astoni di salice e altre essenze con capacità di propagazione vegetativa: | $l = 300 \text{ } \Pi 400 \text{ cm}$
$\varnothing = 3 \text{ } \Pi 10 \text{ cm}$ |
| • pietrame: | pezzatura $> 0.20 \text{ mc}$ |
| • ghiaia: | pezzatura $= 30 \text{ } \Pi 160 \text{ mm}$ |
| • filo di ferro zincato: | $\varnothing = 3 \text{ mm}$ |
| • terreno vegetale | |

B – **armata** (in aggiunta):

- | | |
|------------------------------------|---|
| • paleria di larice o di castagno: | $l = 150 \text{ } \Pi 200 \text{ cm}$
$\varnothing = 20 \text{ cm}$ |
| • fune di acciaio: | $\varnothing = 16 \text{ mm}$ |
| • tondini di ferro: | $l > 60 \text{ cm}$
$\varnothing = 16 \text{ } \Pi 20 \text{ mm}$
$\varnothing = 16 \text{ } \Pi 22 \text{ mm}$ |
| • morsetto serrafune: | |
| • malta cementizia antiritiro | |

5 Modalità di esecuzione

A – **copertura diffusa con astoni** di salice su sponda. Si deve procedere come di seguito:

- modellamento della sponda del fiume con l'ausilio di un escavatore;
- eventuale realizzazione di un fosso al piede della sponda (larghezza: 40 cm, profondità: 30 cm);
- messa in opera di 3 o più file di paletti di castagno o di larice, infissi nel terreno non riportato per 60 cm sporgenti per 20 cm; le file di paletti vanno poste nel senso della corrente del fiume con un interasse di 1 m; la distanza fra i paletti può variare da 1 a 3 m max, a seconda della pressione idraulica;
- posa di uno strato continuo di astoni di salice in senso trasversale alla direzione della corrente e con il diametro maggiore conficcato nel terreno o nel fosso a contatto con l'acqua. In caso di messa a dimora di due ordini di astoni, la parte superiore dell'ordine più basso dovrà sormontare di almeno 30 cm l'ordine più alto;
- ancoraggio degli astoni ai paletti mediante fissaggio con il filo di ferro zincato e copertura degli astoni con un sottile strato di terreno vegetale (spessore $\leq 3 \text{ cm}$);
- copertura della base del fosso con uno strato di ciottoli di piccola dimensione o ghiaia in modo da favorire l'afflusso di acqua agli astoni;
- per una protezione al piede della scarpata viene realizzata una difesa in pietrame (pezzatura $> 0.2 \text{ mc}$) in uno o due ordini (vedi figure 2 e 3) sopra i ciottoli. Per garantire una maggiore stabilità della difesa è possibile procedere alla messa in opera di pali di larice o di castagno (scortecciati) infissi alla base del pietrame. Il pietrame può essere eventualmente sostituito con tronchi longitudinali scortecciati e trattenuti da piloti in ferro infissi in alveo (vedi fig. 4).

B – copertura armata: l'armatura consiste nel legare il pietrame con una fune d'acciaio. Si procede come nel caso precedente e poi si provvede a:

- forare i massi per consentire l'inserimento di una barra di acciaio ad aderenza migliorata (o con tassello ad espansione) munita di un'asola e fissare con malta cementizia antiritiro;
- fissare la fune ai pali di legno, o in alternativa alle travi di acciaio infisse nell'alveo per 150 Π200 cm e ad una distanza variabile da 2 a 5 m a seconda delle esigenze al fine di rendere più stabile la difesa spondale pur mantenendo una certa elasticità (vedi figure 5 e 6).

6 Interventi collegati

Diverse opere di difesa spondale. La copertura diffusa con astoni può essere anche elemento integrativo di una scogliera in pietrame.

7 Periodo di intervento

Questo tipo di intervento è da effettuarsi solo durante il periodo del riposo vegetativo. Il periodo migliore è il tardo autunno.

8 Manutenzione e durata dell'opera

La manutenzione dei rivestimenti con astoni si limita alla potatura selettiva per mantenere l'elasticità ed è finalizzata anche all'ottenimento di nuovo materiale di propagazione (astoni) da utilizzare per la realizzazione di altre opere.

Modalità:

- fra novembre e marzo si effettua un taglio degli astoni al di sopra del livello del suolo;
- si può fare un taglio dell'intero soprassuolo ogni 2 Π4 anni oppure a strisce annuali (larghe 3 Π5 metri) per ottenere una stratificazione;
- ove la crescita dei salici non impedisca il deflusso si può trattare a ceduo con tagli ogni 7 Π10 anni.

Fig. 1 - COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI

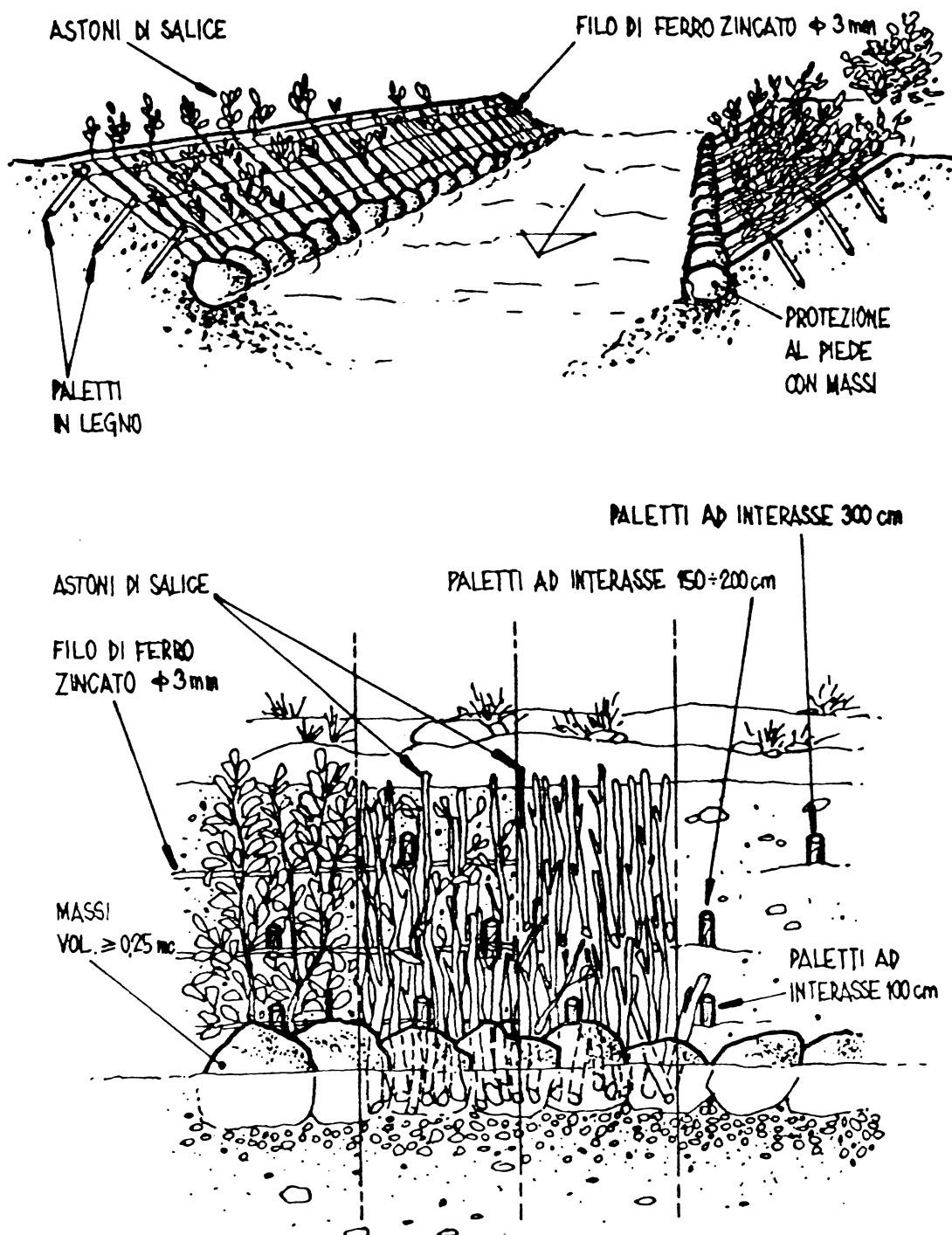


Fig. 2 - COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI

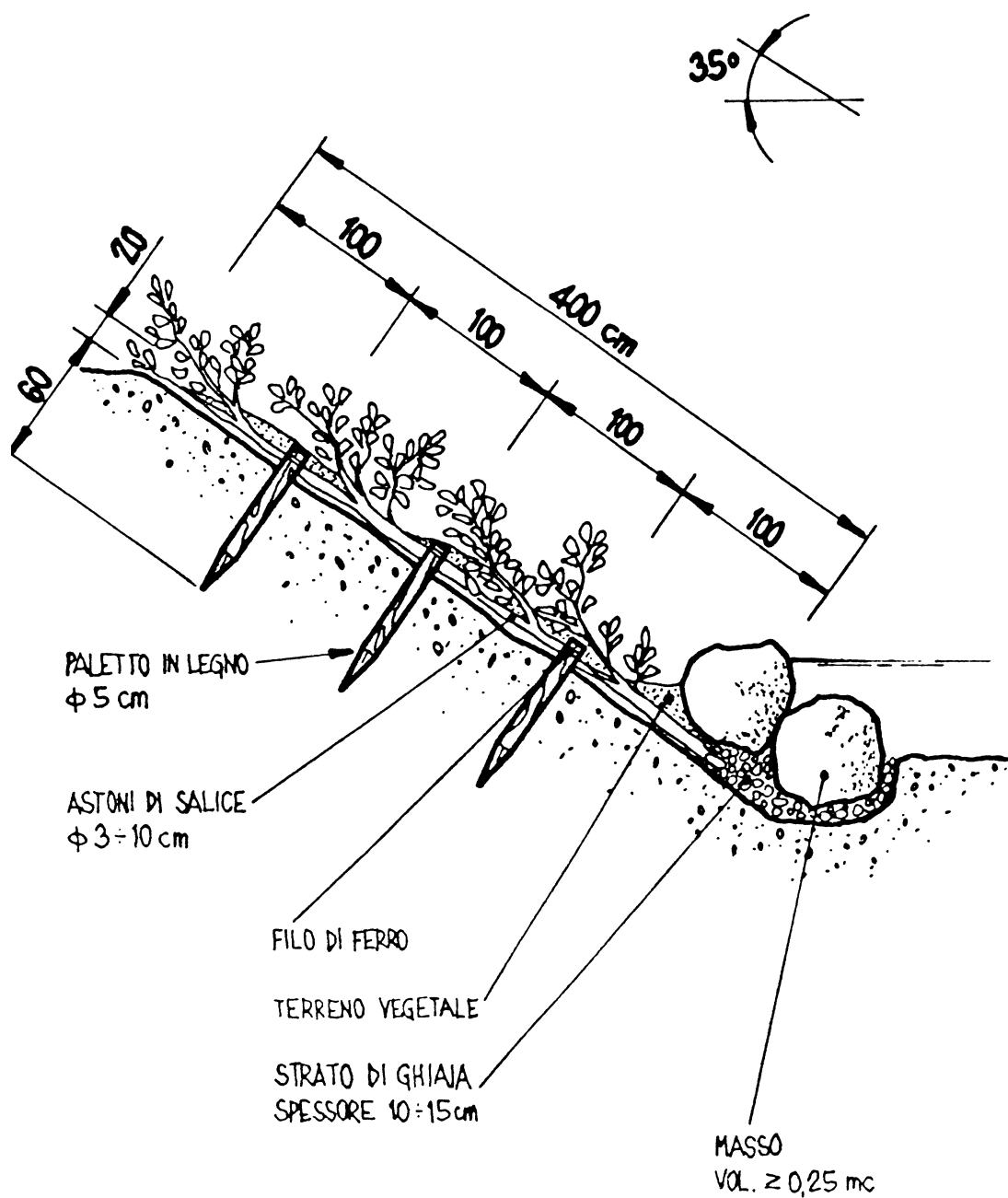


Fig. 3 - COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI

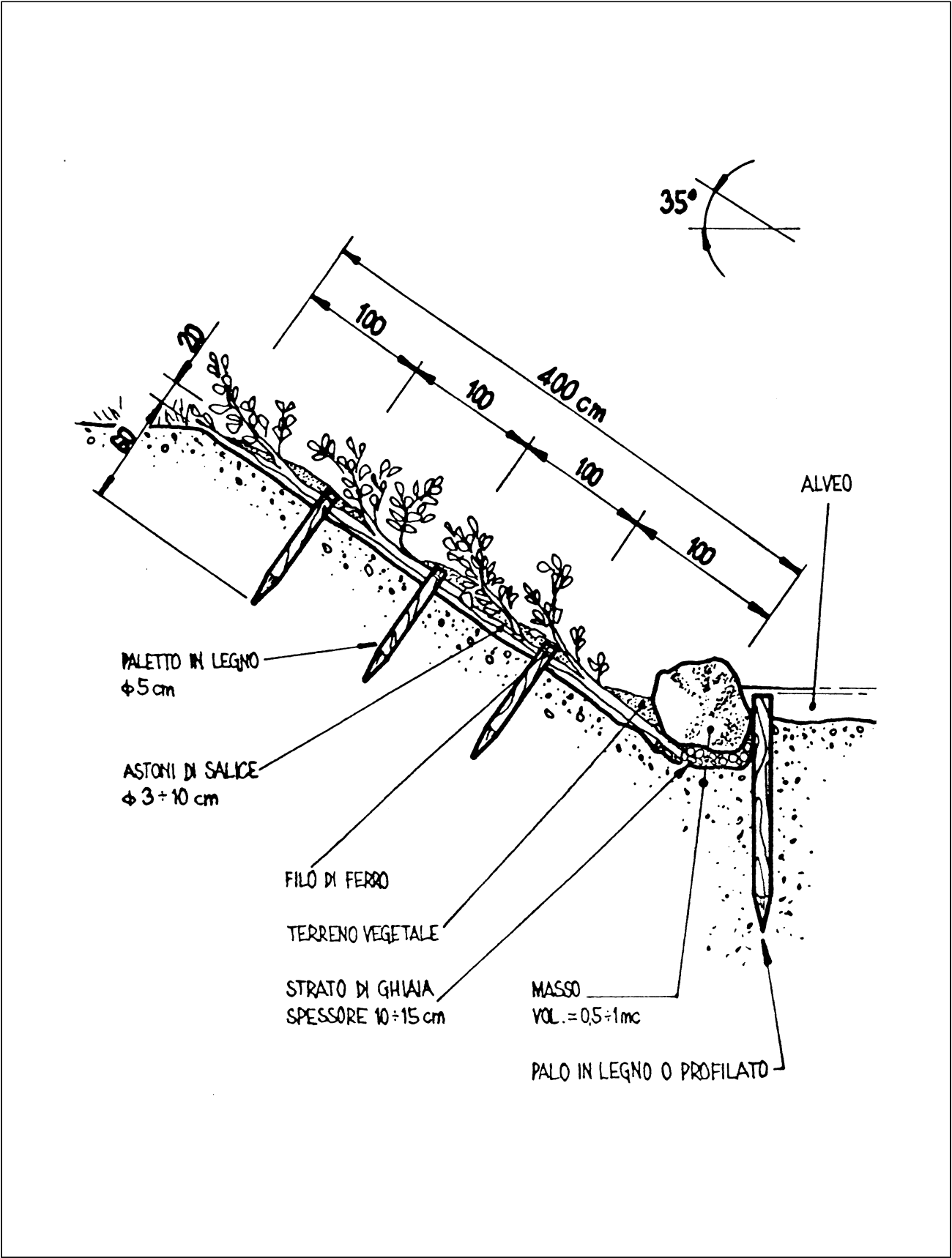


Fig. 4 - COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI

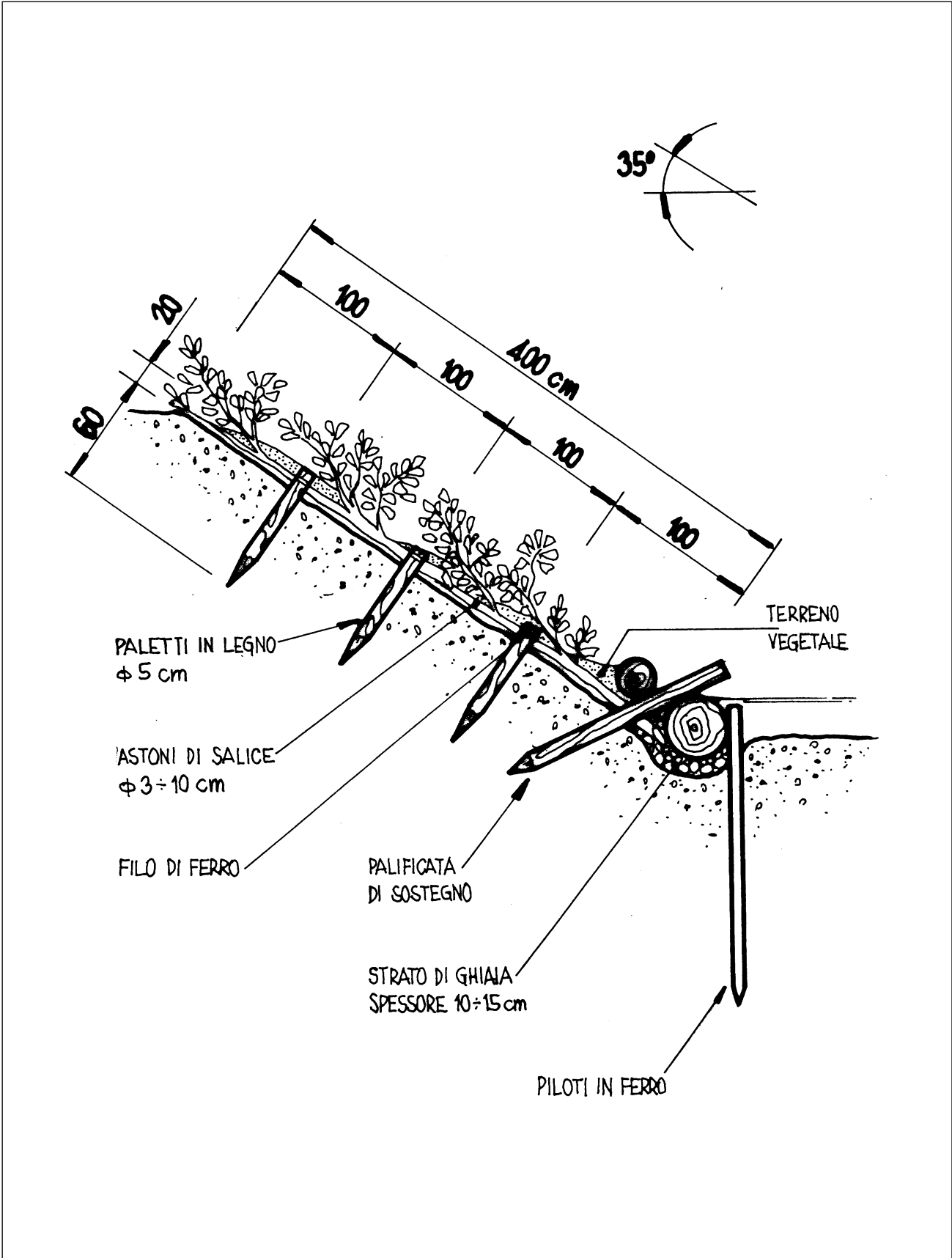


Fig. 5 - COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI

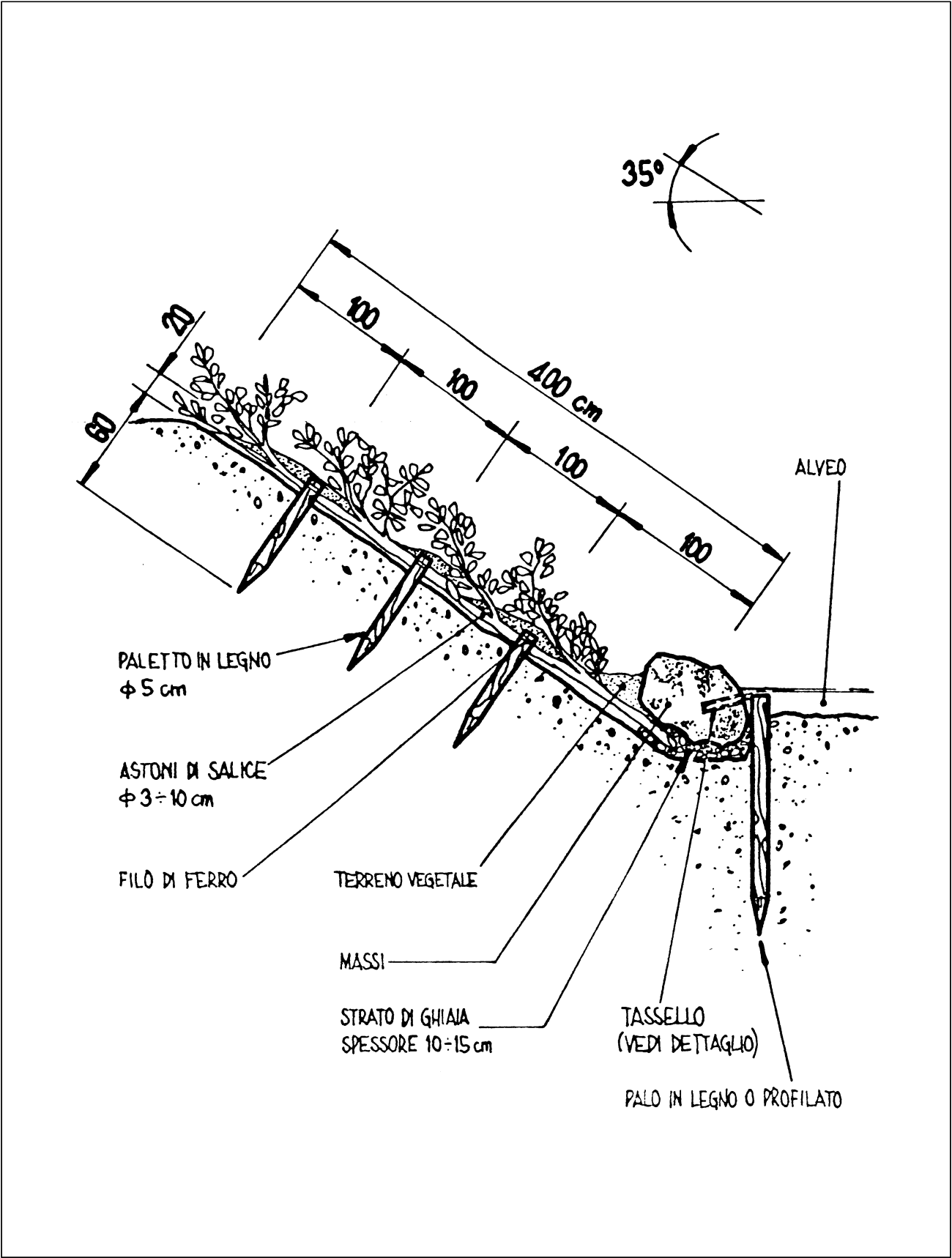
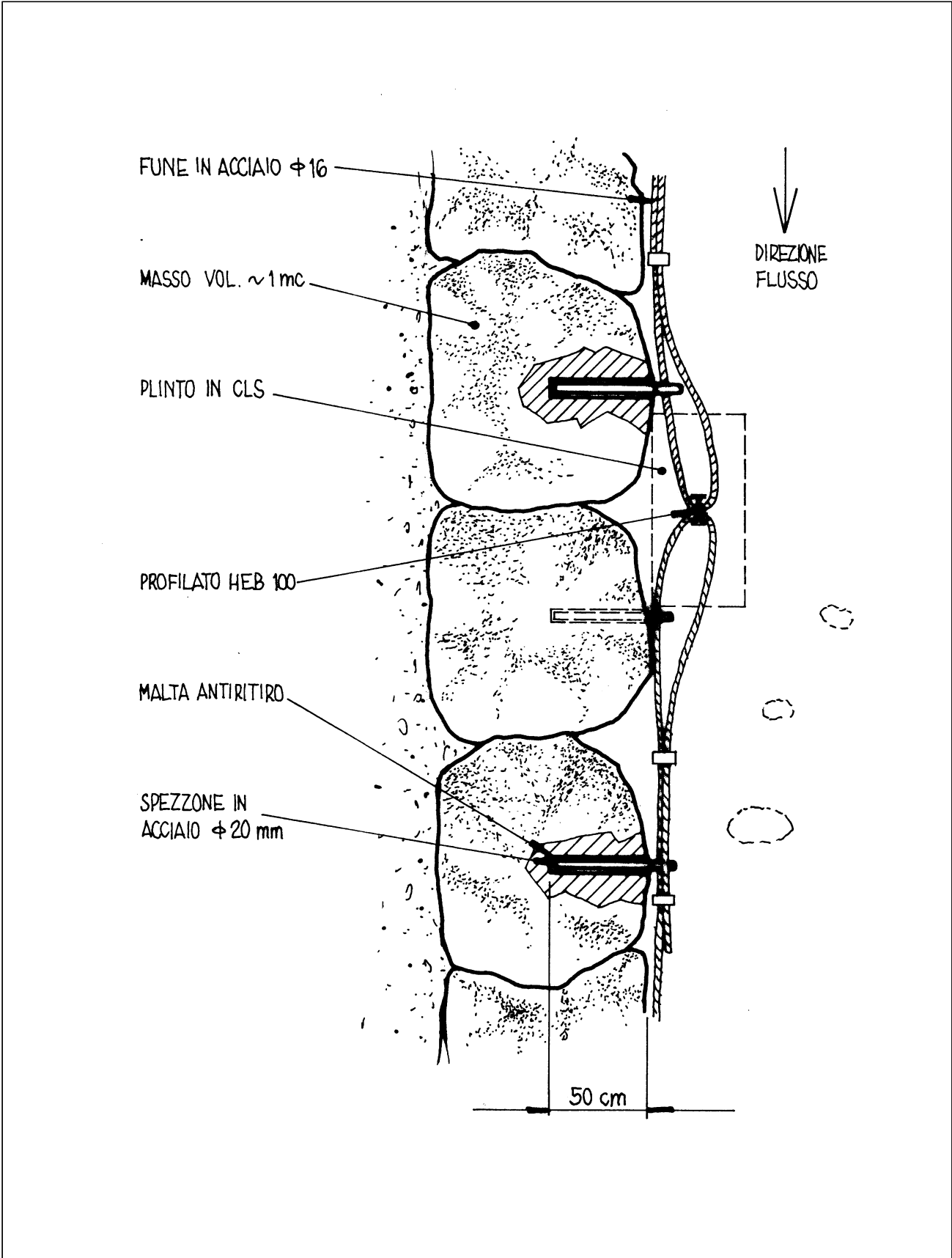


Fig. 6 - COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI



DIFESE SPONDALI CON MATERASSI (in rete metallica)

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Si tratta di difese spondali flessibili e permeabili alla vegetazione, costituite da materassi a tasche in rete metallica a doppia torsione zincata. I materassi vengono assemblati in situ e riempiti di pietrame. Dato lo spessore esiguo (massimo 30 cm) ed il riempimento caratterizzato da forte porosità, queste strutture si prestano molto bene ad essere colonizzate dalla vegetazione. In particolare è possibile accelerare i processi di rinaturalizzazione ed aumentare l'efficacia di queste protezioni, inserendo talee di salice, intasando il pietrame con terra e rinverdendo successivamente, oppure realizzando delle tasche riempite di terra e foderate mediante un filtro all'interno delle quali mettere a dimora la vegetazione (vedi fig. 1).

2 Campi di applicazione

I rivestimenti con materassi vengono usati nell'ambito di opere idrauliche per realizzare difese in grado di contrastare l'azione erosiva della corrente al fondo e sulle sponde di corsi d'acqua.

3 Fattibilità

I rivestimenti in materassi presentano le seguenti caratteristiche:

- possono essere realizzati in qualsiasi tipo di ambiente, anche in presenza d'acqua, in quanto è possibile costruirli all'asciutto e con un pontone calarli in acqua;
- sono immediatamente attivi dal punto di vista della difesa e consentono alla vegetazione di svilupparsi e di raggiungere la propria efficienza senza rischi di erosione;
- sono compatibili con la vegetazione erbacea (si possono intasare e/o ricoprire di terra) ma possono anche ospitare piante in vaso, a radice nuda o talee di salice;
- sono drenanti e flessibili, quindi non danno luogo all'insorgere di sottopressioni e si adattano ad eventuali movimenti delle sponde o fenomeni di erosione dell'alveo;
- come ogni tipo di difesa idraulica è necessario verificarne la compatibilità con le condizioni idrauliche in termini di tensioni tangenziali ammissibili, che nel caso di questi materiali varieranno in relazione allo spessore del rivestimento.

4 Materiali impiegati

I materassi hanno spessore variabile (17 cm – 23 cm – 30 cm), sono realizzati con rete metallica a doppia torsione zincata, con maglia esagonale tipo 6 x 8, con filo di diametro 2.2 mm zincato, rispondente alla norma UNI 8018; nei casi in cui si richieda una durata elevata si adatterà un rivestimento in lega eutettica di zinco-alluminio. Le dimensioni dei singoli materassi andranno scelte opportunamente a seconda delle situazioni ed in base agli standard generalmente disponibili: 3 x 2 m, 4 x 2 m, 5 x 2 m, 6 x 2 m. I materassi arrivano in cantiere ripiegati, vengono aperti, assemblati e riempiti di cottoli.

Per realizzare il rivestimento sono necessari:

- il materasso;
- pietrame di riempimento di opportune dimensioni;
- filo zincato o punti metallici meccanizzati con rivestimento in lega eutettica di zinco-alluminio;
- terreno vegetale per l'intasamento;
- talee, o piantine per il consolidamento e rinverdimento;
- idrosemina per l'inerbimento;
- un eventuale geotessile filtrante.

5 Modalità di esecuzione

Le fasi della realizzazione del rivestimento con materassi flessibili possono essere così schematizzate:

- posa del materasso ed assemblaggio;
- riempimento con pietrame e posa di talee o piante;
- intasamento e ricopertura con terreno;
- posa dei coperchi e chiusura dei materassi.

La posa dei materassi deve avvenire su scarpate inclinate di non più di 40° sull'orizzontale per non avere difficoltà nella posa del pietrame, quando la pendenza supera i 60° è opportuno fissare con picchetti i materassi per non correre il rischio di slittamenti. La cucitura dei materassi va effettuata per mezzo di filo metallico zincato avente le stesse caratteristiche di quello costituente i materassi o con punti metallici meccanizzati messi in opera con una pistola pneumatica o manuale. Il riempimento andrà effettuato assestando con cura il pietrame che dovrà avere dimensioni tali da non passare attraverso le maglie, non dovrà essere ne' gelivo ne' friabile. Le talee o le piante andranno poste in opera durante il riempimento avendo cura di inserire la pianta nel terreno sottostante il materasso. Eventuali tasche vegetative riempite di terreno andranno foderate e protette con una biostuoia antierosiva.

6 Interventi collegati

Interventi di sistemazione idraulica.

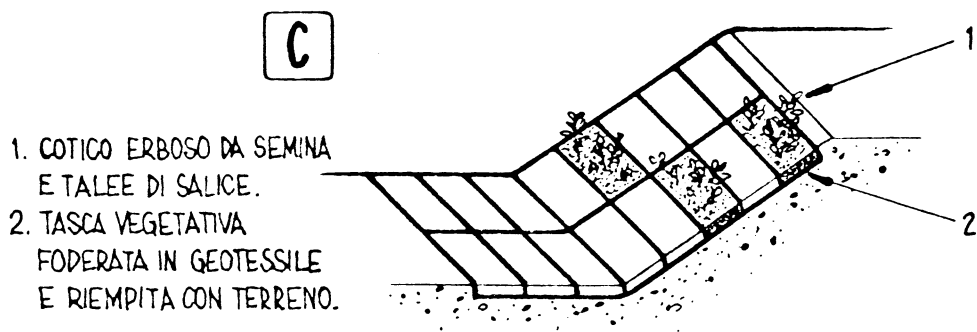
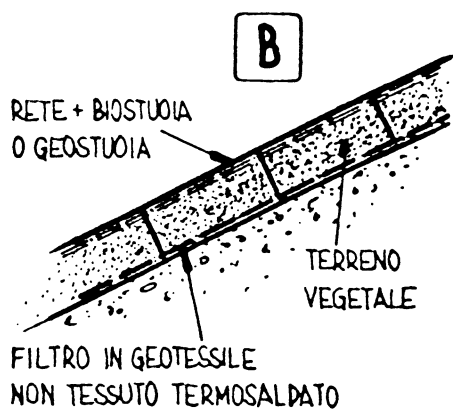
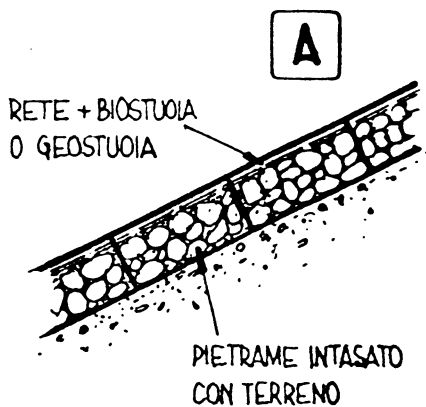
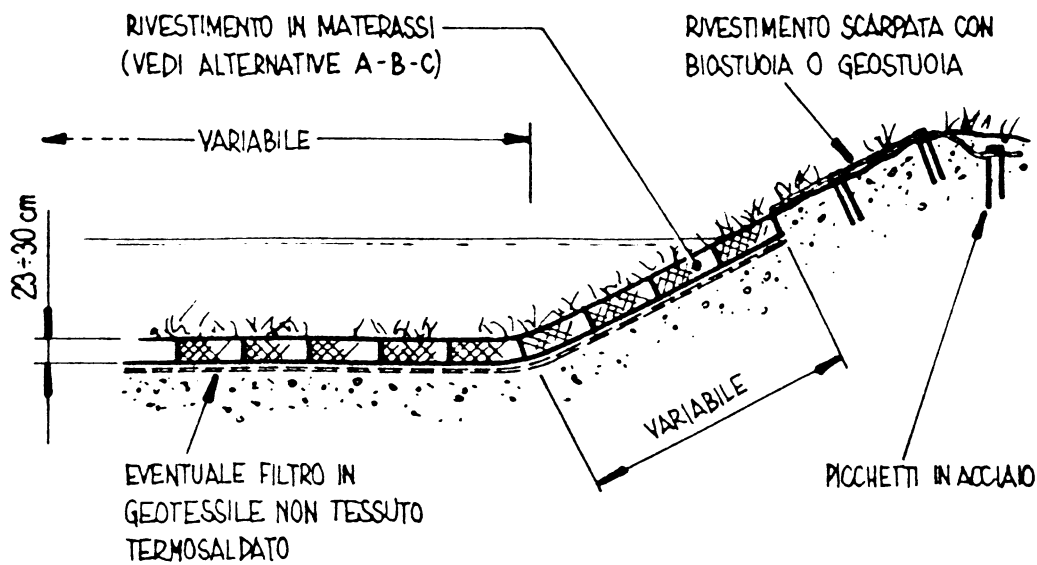
7 Periodo di intervento

Il periodo di esecuzione dipende principalmente dal tipo di materiale vivo che si intende usare. Nel caso in cui si operi in un corso d'acqua con regime molto variabile stagionalmente, l'ideale sarebbe intervenire nei periodi di magra.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Se ben progettate e accuratamente realizzate, queste opere non necessitano di particolari manutenzioni e possono quindi mantenere la loro piena funzionalità per diverse decine di anni.

Fig. 1 - DIFESE SPONDALI CON MATERASSI (in rete metallica)



SCOGLIERA IN MASSI RINVERDITA

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

La scogliera in massi, rinverdita, è un'opera di difesa sponale longitudinale realizzata con grossi massi e disposta quindi parallelamente al corso della corrente con la superficie lato fiume inclinata in modo tale da conferire all'alveo una sezione a forma trapezia. Negli spazi tra masso e masso vengono inseriti astoni di salice o di altre specie dotate di analoghe capacità biotecniche che, radicando, permettono la stabilizzazione della struttura arginale. Devono possedere fondazioni profonde per evitare che la forza della corrente in prossimità del piede possa scalzarle alla base (vedi figure 1, 2 e 3).

2 Campi di applicazione

Viene utilizzata in alvei torrentizi e fluviali per la protezione di sponda dall'erosione della corrente, per ampliamento delle sezioni idriche, per ridurre il rischio di esondazione e anche come difesa al piede di riprofilature e ricariche di versante.

3 Fattibilità

La scogliera è da realizzarsi preferibilmente utilizzando materiali reperiti in loco.

4 Materiali impiegati

- massi ciclopici di volume compreso tra 0.5 Π 1 m³
- eventuali funi di acciaio e tasselli di ancoraggio opportunamente dimensionati in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente e della forza di trascinamento
- talee e piantine di specie riparie arbustive ed arboree (in particolare salici a portamento arbustivo e ridotto sviluppo)

5 Modalità di esecuzione

- realizzazione della fondazione mediante la posa di massi ciclopici oppure con un taglione in calcestruzzo di profondità idonea al fine di evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilizzazione del pietrame costituente il corpo in elevazione
- messa in opera dei massi posizionando in basso quelli di dimensione maggiore. I massi possono essere ancorati tra loro mediante funi di acciaio e fissati alle sponde (se in roccia) oppure a piloti infissi nell'alveo. I punti di ancoraggio sui massi si realizzano mediante perforazione e posa di tasselli o barre con occhiello. Il dimensionamento dei tasselli e delle funi è da calcolarsi in base alle sollecitazioni attese per eventi di massima piena
- inserimento di talee e piantine tra gli elementi della scogliera. La quantità da inserire per m² è in funzione delle dimensioni dei massi utilizzati (orientativamente 2 Π 10 talee m²): se i massi sono di piccola dimensione si dovrà utilizzare una quantità maggiore di talee.

L'inserimento delle talee e delle piantine tra i massi va realizzato preferibilmente in contemporanea alla costruzione della scogliera. In questo modo si possono utilizzare talee od astoni di maggiore lunghezza (200 Π 250 cm) che potranno radicare in profondità a tergo della scogliera (scogliere di tipo chiuso).

È possibile inserire le talee o le piantine successivamente alla formazione della scogliera mediante operazioni manuali di intasamento con terra dei vuoti presenti tra i massi (scogliera di tipo aperto).

Le talee, tagliate obliquamente in basso, devono essere messe a dimora nel verso di crescita (in basso la parte inferiore più grossa) e con disposizione perpendicolare al piano scarpata. Le talee vengono infisse nel terreno con una mazza di legno o con copritesta in legno. Nei terreni molto compatti i fori vengono praticati in precedenza. Le talee devono sporgere al massimo per un quarto della loro lunghezza adottando, se necessario, un taglio netto di potatura dopo l'infissione.

La realizzazione di scogliere di tipo chiuso preserva eventuali sradicamenti del materiale messo a dimora da eventi eccezionali di piena immediatamente successivi alla posa. Per prevenire lo sradicamento nei manufatti di tipo aperto è consigliabile la posa di fasci di talee che permettono una maggiore resistenza.

6 Interventi collegati

Tutti gli interventi di ingegneria naturalistica relativi alla protezione dei versanti ed alla profilatura e stabilizzazione dell'alveo.

7 Periodo di intervento

Il materiale vegetale va di preferenza posato durante il periodo di riposo vegetativo, quando le percentuali di attecchimento sono alte. L'attecchimento fuori stagione (da evitare) dipende dal microclima (su scogliere assolate è intorno al 10%, mentre in alvei incisi e freschi è attorno al 50%) e dalle modalità di riempimento con terreno dei vuoti tra i massi.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Controllo periodico, per almeno due stagioni vegetative, dell'attecchimento della vegetazione e sostituzione delle fallanze.

Fig. 1 - SGOGLIERA IN MASSI RINVERDITA

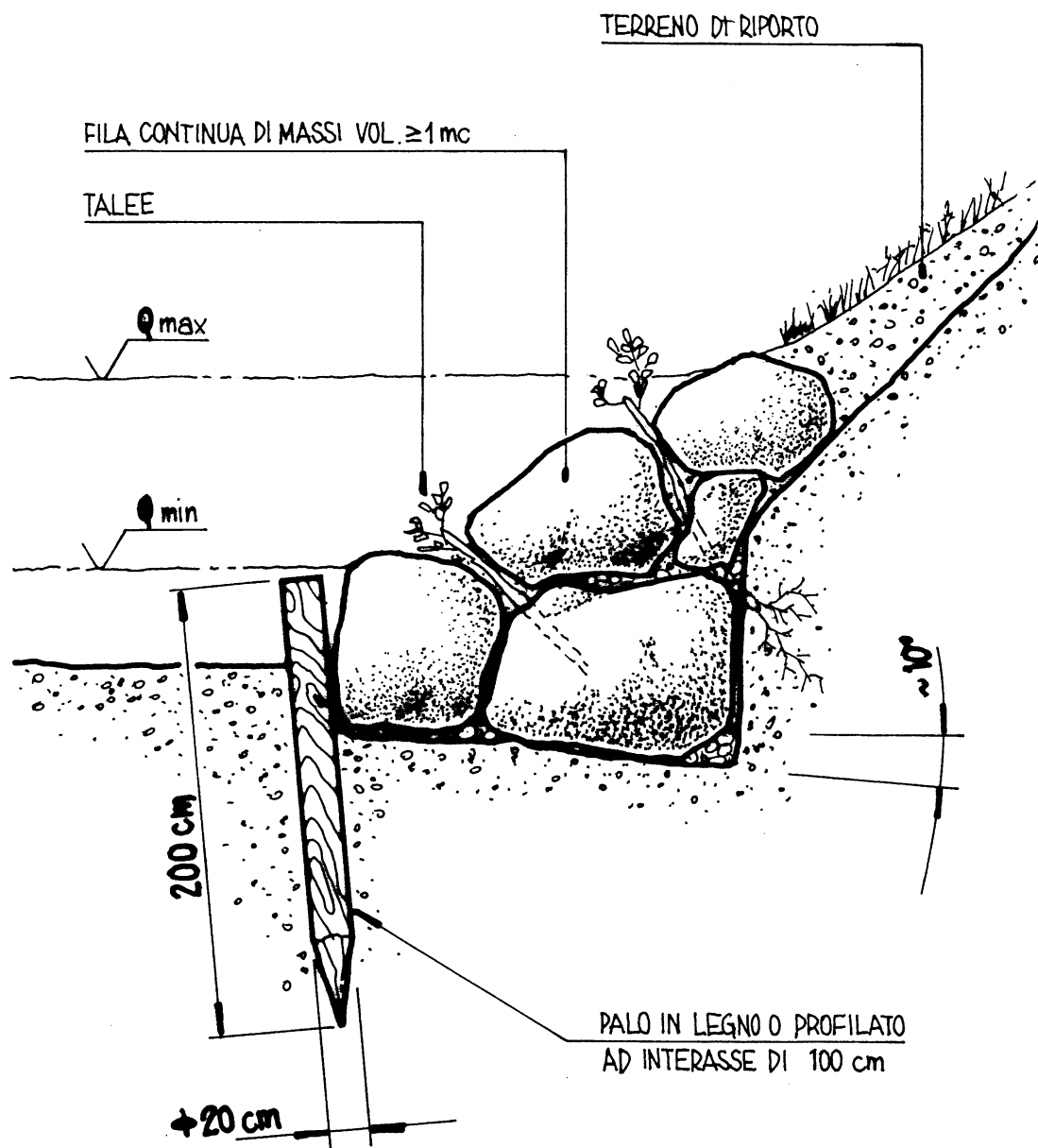


Fig. 2 - SCOGLIERA IN MASSI RINVERDITA

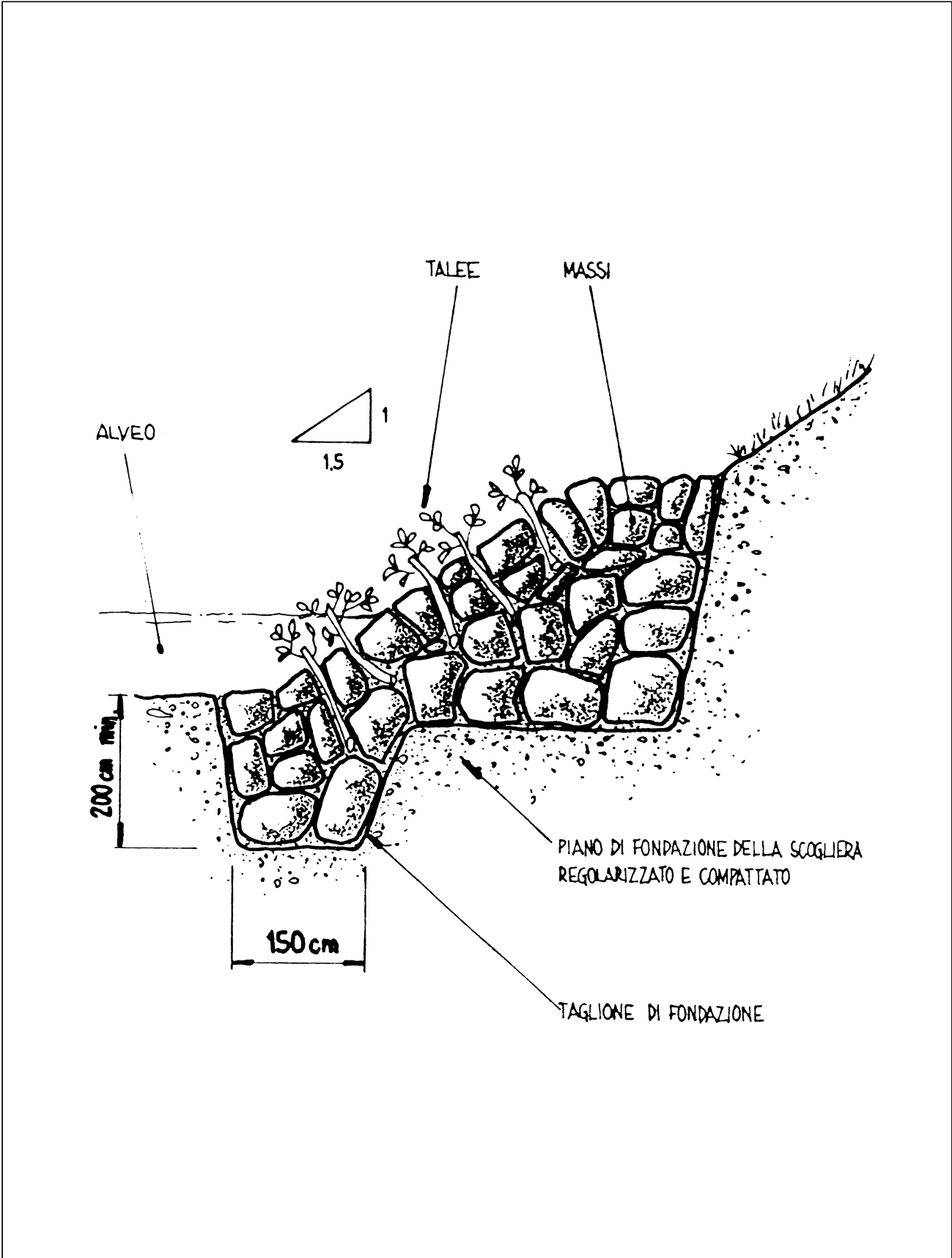
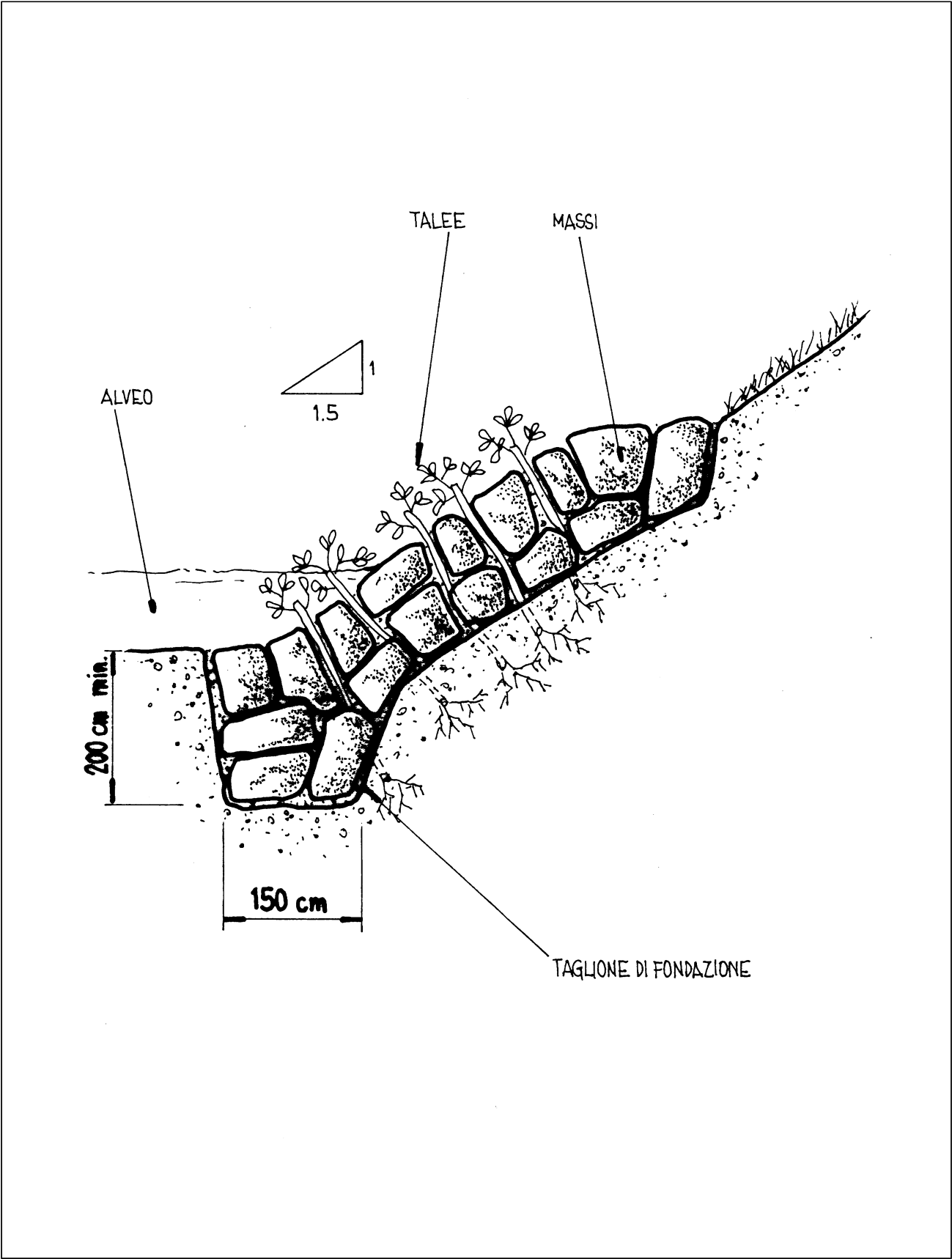


Fig. 3 - SCOGLIERA IN MASSI RINVERDITA



PENNELLI

SPUR – SPORN – ÉPERON

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

I pennelli sono opere trasversali rispetto alla direzione di flusso della corrente. Sono costruzioni che partono dalle sponde ed hanno una posizione ad angolo retto, o con inclinazione verso valle o verso monte rispetto alla direzione di flusso (vedi fig. 1).

Possono essere realizzati su una sola sponda o su entrambe le sponde, in questo caso si troveranno contrapposti.

Si realizzano mediante l'utilizzo di pali in legno infissi nell'alveo e ramaglia viva o morta intrecciata, con pietrame e talee o altro. Vengono utilizzati per delimitare il letto di deflusso delle portate medie, verso il centro del corso d'acqua, ed a protezione delle sponde soggette ad erosione. Se si vuole meandizzare il corso d'acqua i pennelli dovranno essere disposti in modo alternato.

2 Campi di applicazione

Trovano applicazione in corsi d'acqua con larghezza minima di circa 10 m, dove è necessario allontanare la corrente dalle sponde e arrestare l'erosione. Si creano così delle aree nelle quali l'acqua deposita il materiale solido e nelle quali viene impedita l'asportazione per la riduzione della velocità della corrente. Hanno un particolare significato ecologico in quanto costituiscono un buon rifugio per la fauna ittica.

3 Fattibilità

I pennelli possono essere realizzati sia su corsi d'acqua di ampie dimensioni, in prossimità di sezioni in cui si vuole diminuire la velocità di erosione della corrente o in corsi d'acqua di dimensioni più ridotte in prossimità di tratti con elevata erosione di sponda che potrebbe innescare dissesti sul versante per scalzamento al piede.

Esistono diverse tipologie di pennelli, quali: pennello in pietrame con talee, pennello vivo ad intreccio, repellente di ramaglia a strati, pennelli di fascine, in gabbioni metallici, in rulli cilindrici, in pali di legno ecc.).

4 Materiali impiegati

- pali in legno con $l = 150 \text{ [] } 200 \text{ cm}$ e $\varnothing = 5 \text{ [] } 15 \text{ cm}$
- ramaglia morta
- ramaglia viva per intreccio
- talee di salice
- eventuale materiale di riempimento, ghiaia e sassi

5 Modalità di esecuzione

Si esegue uno scavo di fondazione come base di appoggio dei materiali costituenti i pennelli con profondità pari a circa 30 [] 50 cm e larghezza 50 [] 70 cm. Si infiggono quindi le file di pali in legname, che possono essere 2 o 3 a seconda delle dimensioni che si vogliono realizzare. I pali vengono collegati tra loro mediante traverse intercalate a strati di ramaglia morta. Il corpo dell'opera viene poi riempito con ghiaia e pietrame da reperirsi preferibilmente in loco.

Appoggiate ai pali, quindi in senso longitudinale, vengono disposte fascine vive di salici, che, sviluppandosi, possono rendere il pennello un buon rifugio per la fauna.

A monte e a valle del pennello dovrà essere realizzata una protezione in pietrame di pezzatura e altezza dettate dalle caratteristiche idrodinamiche del corso d'acqua (vedi fig. 2).

6 Interventi collegati

Sistemazioni idrauliche.

7 Periodo di intervento

I pennelli realizzati con materiale vegetale vivo devono essere messi in opera durante il periodo di riposo vegetativo.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Nei primi due anni dovrà essere posta attenzione allo sviluppo delle talee, con sostituzione delle fallanze. Dopo ogni evento di piena sarà opportuno verificare le condizioni della protezione in massi ed eventualmente riposizionare il pietrame asportato dalla corrente.

Fig. 1 - PENNELLI

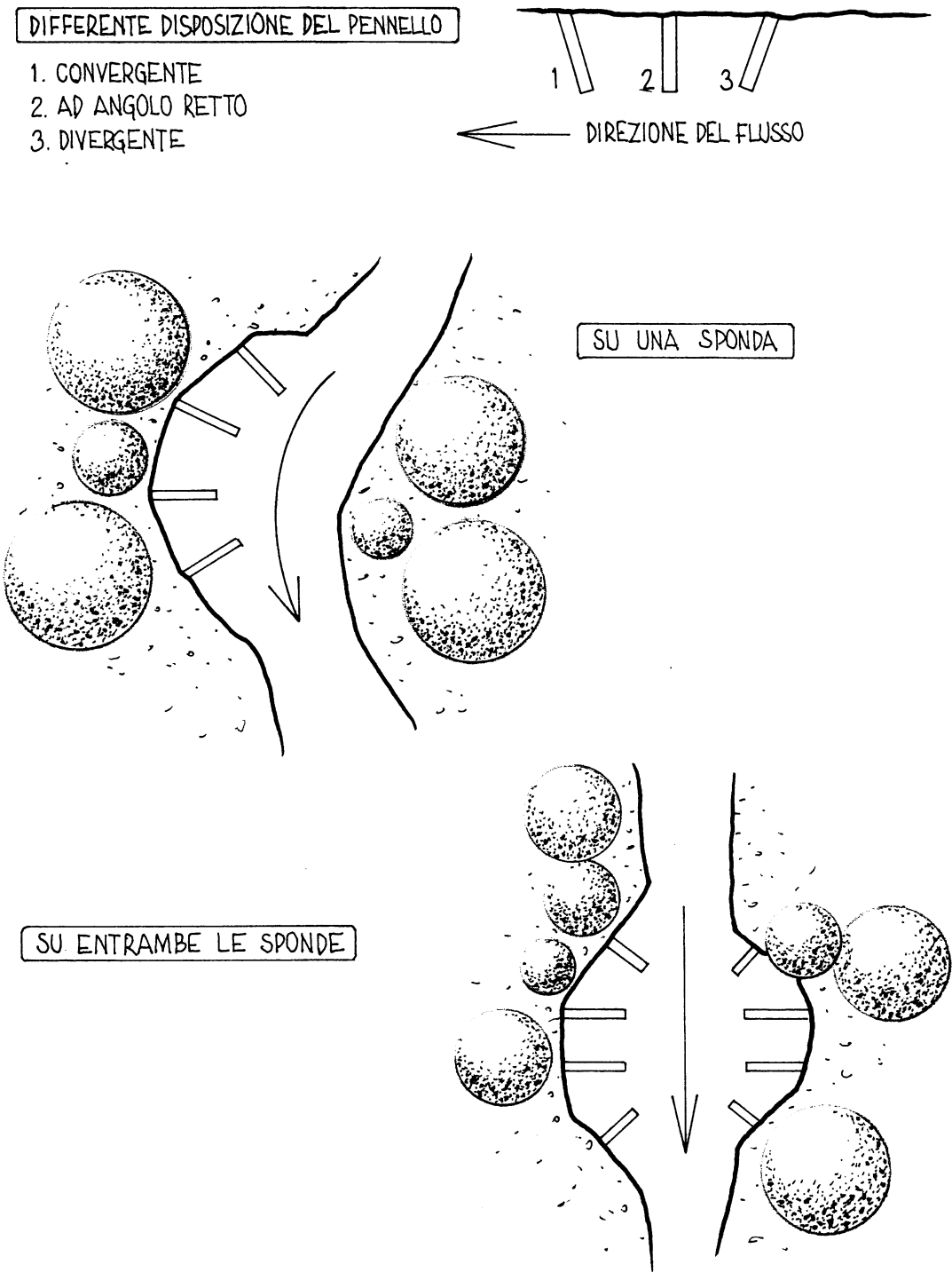
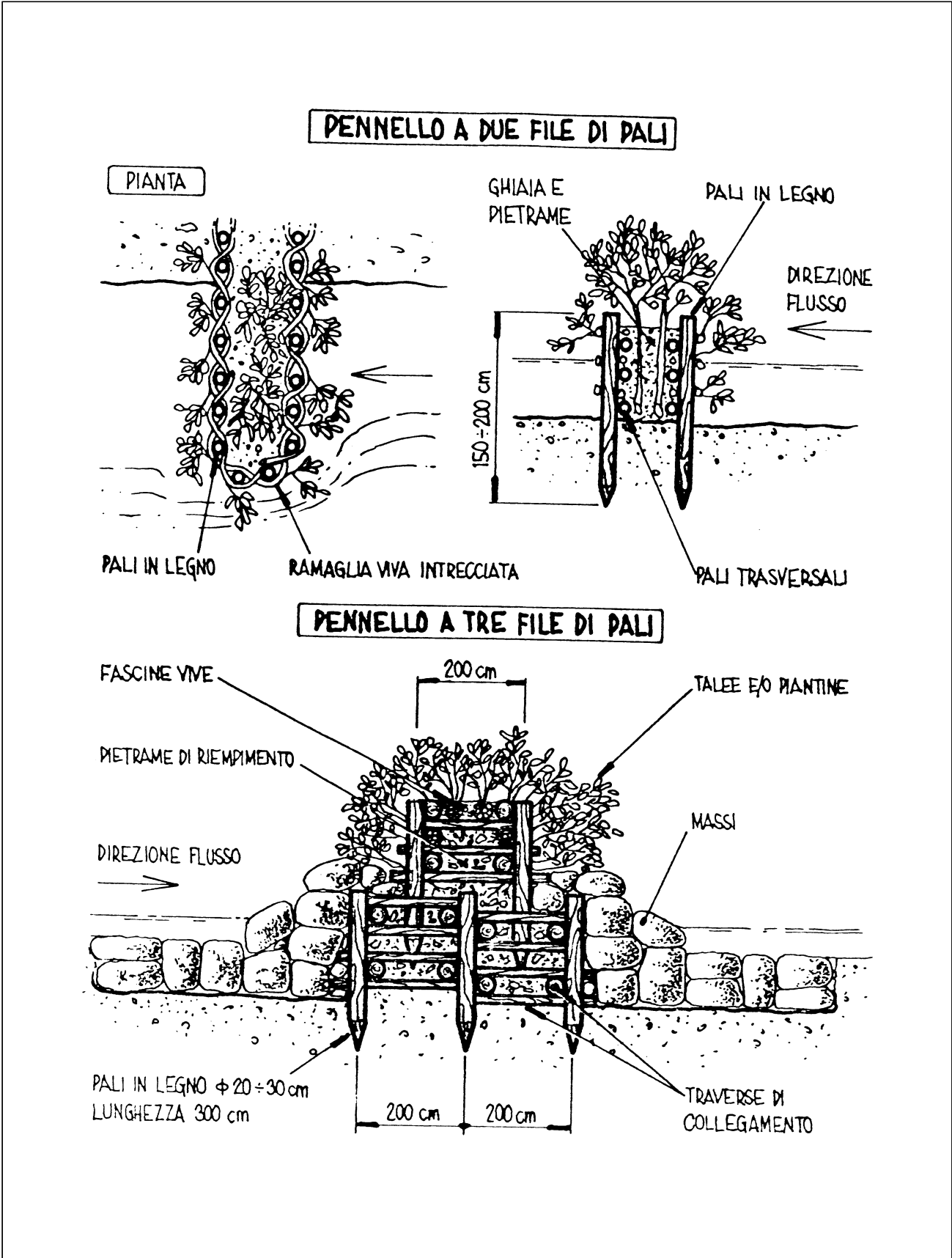


Fig. 2 - PENNELLI



RAMPA A BLOCCHI (in pietrame)

GROUND RAMP – SOHLRAMPE – RAMPE DE FOND

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Le rampe a blocchi sono opere di sistemazione idraulica che utilizzano come materiale costruttivo pietrame di diversa pezzatura.

Tali opere assolvono a diverse funzioni quale la modifica della pendenza e la stabilizzazione del fondo dell'alveo mantenendo la continuità morfologica. Permettono la connessione tra gli ecosistemi a valle e a monte dell'opera e favoriscono la mobilità dei pesci e di altra fauna acquatica.

A fini idraulici il processo di dissipazione dell'energia è legato alla scabrezza e irregolarità della rampa in pietrame; da ciò deriva la necessità di dimensionare le rampe e il pietrame utilizzato in funzione della portata del corpo idrico oggetto di sistemazione fluviale. La rampa è sostitutiva delle briglie e delle soglie in calcestruzzo.

L'irregolarità della rampa crea una positiva alternanza tra zone a corrente rapida e zone dove la velocità dell'acqua è modesta. Tale situazione permette il verificarsi delle migliori condizioni per la risalita dell'ittiofauna, per la diversificazione dei microhabitat fluviali e quindi per l'incremento della biodiversità.

2 Campi di applicazione

Tali opere possono essere realizzate quando l'obiettivo della sistemazione idraulica è la riduzione della pendenza dell'alveo e della velocità della corrente mantenendo nel contempo la continuità morfologica ed ecologica.

Risultano efficaci le rampe in pietrame di modesta altezza ($h < 2$ m), con pendenza inferiore a 1:10 e con scabrezza della struttura pari a 0,3 [0,5 del diametro della sfera equivalente del pietrame. Deve essere evitato l'annegamento del pietrame nel calcestruzzo al fine di favorire la diversificazione morfologica.

Nei corsi d'acqua di larghezza superiore a 10 m, allo scopo di ridurre le erosioni di sponda, è opportuno concentrare il deflusso lungo l'asse principale dell'alveo attraverso la realizzazione di una lieve depressione al centro della rampa raccordando la stessa alle sponde.

Le rampe in pietrame possono essere realizzate non solo all'interno di nuove progettazioni di sistemazione idraulica, ma anche successivamente ad opere idrauliche tradizionali (briglie e soglie) ormai realizzate, nell'obiettivo di ripristinare la continuità morfologica ed ecologica del corso d'acqua.

In alcuni casi, per superare una preesistente briglia in calcestruzzo o altro sbarramento trasversale, è necessario realizzare una rampa posizionata lateralmente all'opera esistente. In tal caso si collocano i massi in modo da creare diversi piccoli bacini a vari livelli, oppure in modo da formare dei veri e propri ruscelli laterali pseudonaturali, al fine di consentire a tutta la fauna ittica di superare l'ostacolo. La pendenza non deve comunque superare il rapporto 1:10 ed il dislivello fra bacini contigui non dovrà essere superiore a 20 [25 cm. I bacini andranno riempiti di pietrisco e ghiaia di diametro massimo di 20 [30 cm.

3 Fattibilità

La rampa in pietrame, per le sue caratteristiche costruttive di elevata adattabilità ai siti di intervento, è facilmente impiegabile per diverse tipologie di corpi idrici superficiali.

Accorgimenti progettuali e costruttivi dovranno, però, essere adottati dove le pendenze risultino elevate. In tali casi sarà opportuno ricorrere a rampe in pietrame a bacini successivi per riuscire a ridurre le pendenze al 10% od al massimo al 15%.

4 Materiali impiegati

- pietrame di diversa pezzatura e/o massi di diametro da 0.4 a 1.0 m o più in funzione dei parametri idraulici
- ghiaia e pietrisco
- pali di legno e/o ferro
- funi di acciaio

5 Modalità di esecuzione

Il manufatto va realizzato posizionando i massi sopra ad uno strato di ghiaia e pietrisco a fini drenanti e sistemati partendo da valle e procedendo verso monte. In diversi casi è necessario legare tra loro i massi ciclopici con una fune di acciaio del diametro di 16 mm legata a barre di acciaio infisse nell'alveo per una profondità di 150 [200 cm, con interasse di 2.0 m ed emergenti dal piano di posa della soglia, ma non dal letto del corso d'acqua. La fune verrà collegata, ad una estremità, alle barre di acciaio ed all'altra estremità ad un occhiello di un tassello ad espansione infisso nel masso.

Si dovrà evitare, per quanto possibile, l'annegamento del pietrame nel calcestruzzo; tale modalità di realizzazione diminuisce infatti la possibilità che si instaurino biocenosi acquatiche importanti a fini autodepurativi e per l'incremento della biodiversità dell'ambiente acquatico.

Nella scelta del pietrame va attentamente sfruttato l'effetto protettivo dallo scalzamento che i massi più grossi emergenti possono offrire a quelli di ridotte dimensioni. Questa modalità costruttiva consente di suddividere in rivoli la lama d'acqua e realizzare condizioni favorevoli alla fauna ittica.

Nelle rampe in pietrame esistono numerose modalità di disposizione dei massi. Al fine di individuare la soluzione migliore è indispensabile una conoscenza delle dimensioni del trasporto solido e delle caratteristiche morfologiche del corpo idrico in esame e di quelli limitrofi con caratteristiche simili. Non da ultimo dovrà essere effettuato uno studio specifico della fauna ittica presente e potenziale (vedi figure 1, 2, 3, 4, 5, e 6).

6 Interventi collegati

Protezioni spondali

7 Periodo di intervento

È auspicabile che tali opere siano realizzate nei periodi in cui le interferenze con la fauna ittica, soprattutto durante il periodo riproduttivo, siano ridotte al minimo.

Nelle acque a Salmonidi dovrà essere evitato il periodo da novembre a febbraio; in quelle a Ciprinidi invece dovrà essere evitato il periodo da marzo a luglio, compatibilmente con le condizioni di portata del corso d'acqua.

8 Manutenzione e durata dell'opera

È un'opera in grado di autosostenersi e autopulirsi, ma in situazioni idrologiche particolari potrà essere necessaria una manutenzione al fine di ripulire la rampa dal materiale grossolano depositato e controllare la stabilità dei massi. Particolare attenzione dovrà essere posta al pietrame ubicato a monte e a valle, nonché a quello di raccordo con le sponde fluviali.

Fig. 1 - RAMPA A BLOCCHI (in pietrame)

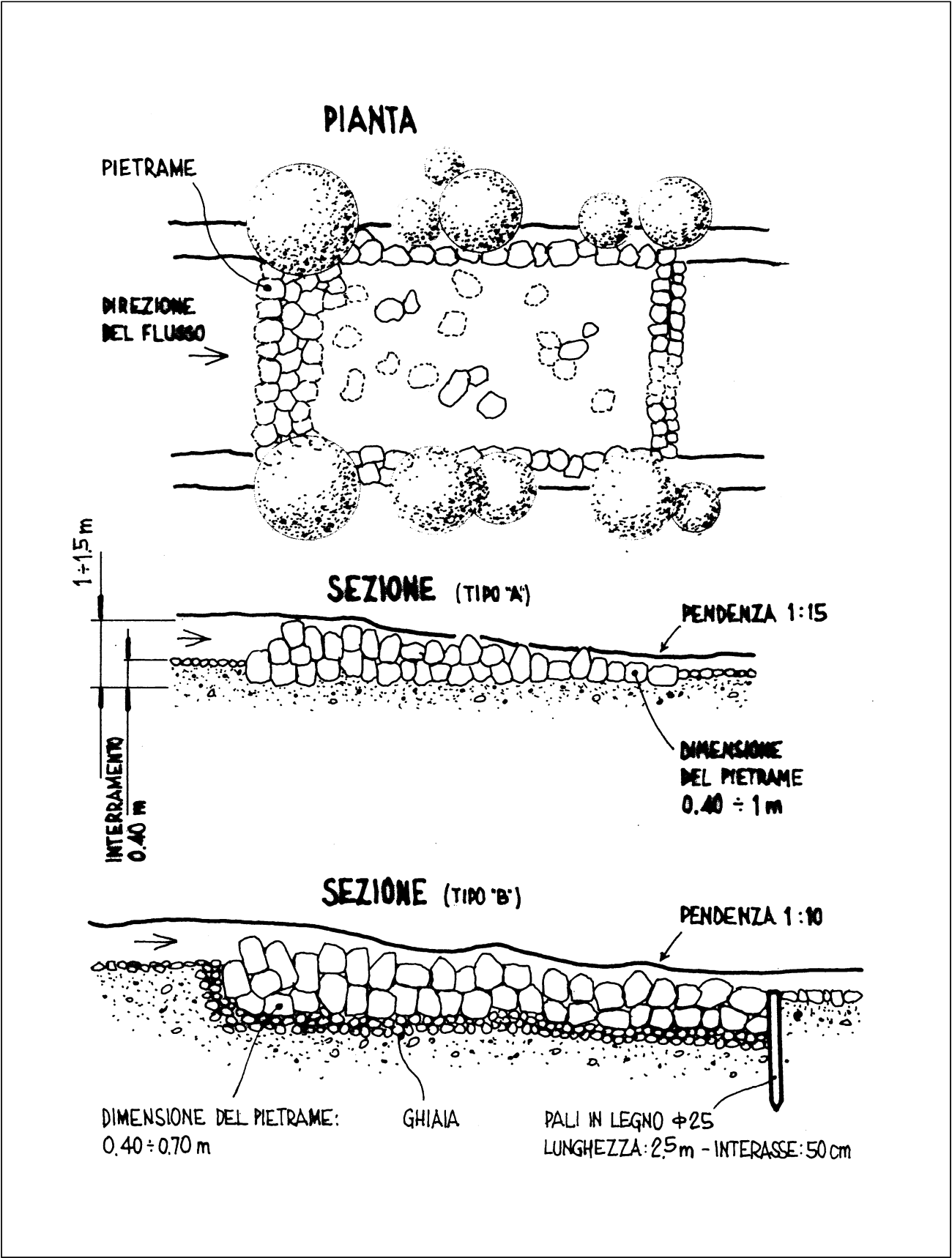


Fig. 2 - RAMPA A BLOCCHI (in pietrame)

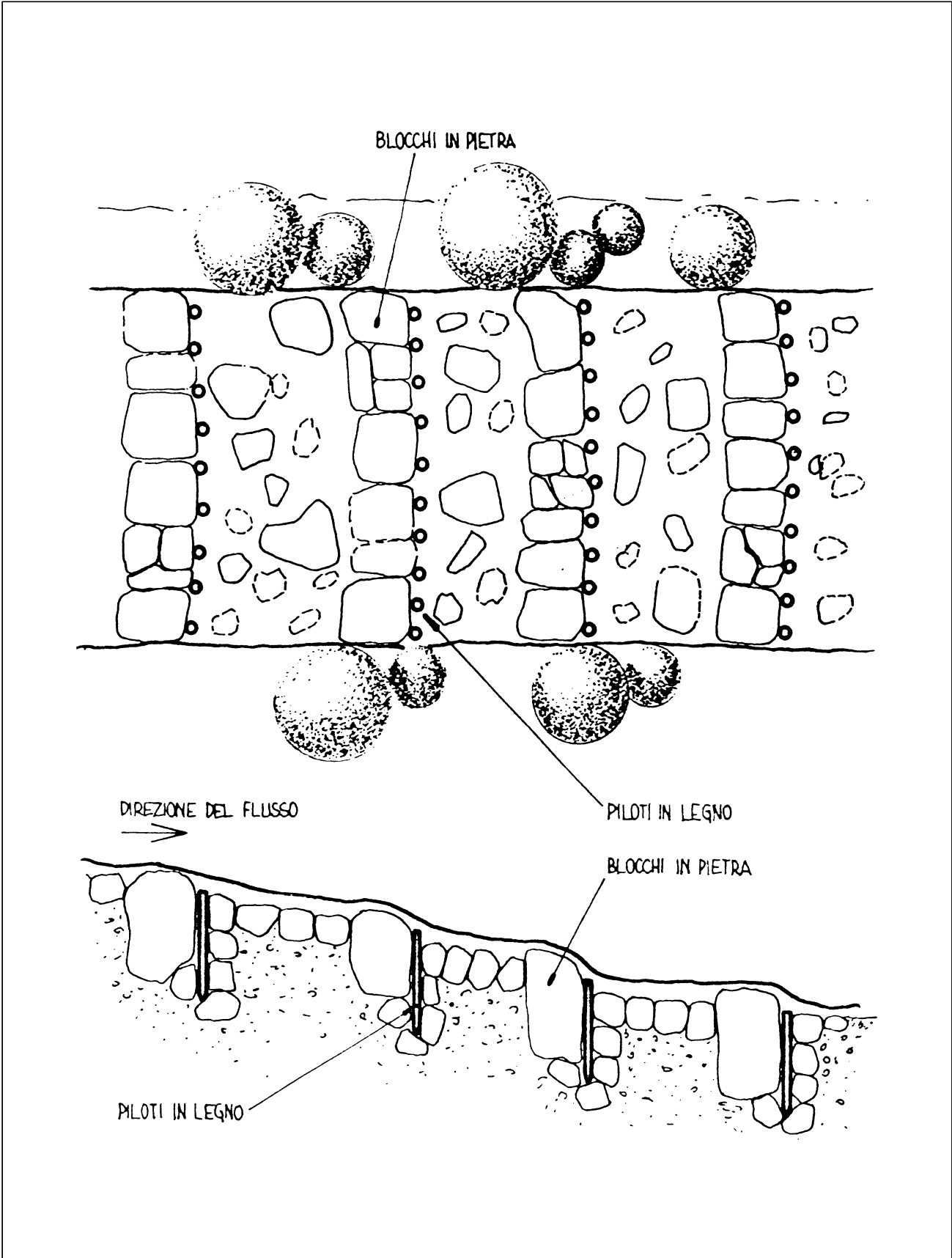


Fig. 3 - RAMPA A BLOCCHI (in pietrame)

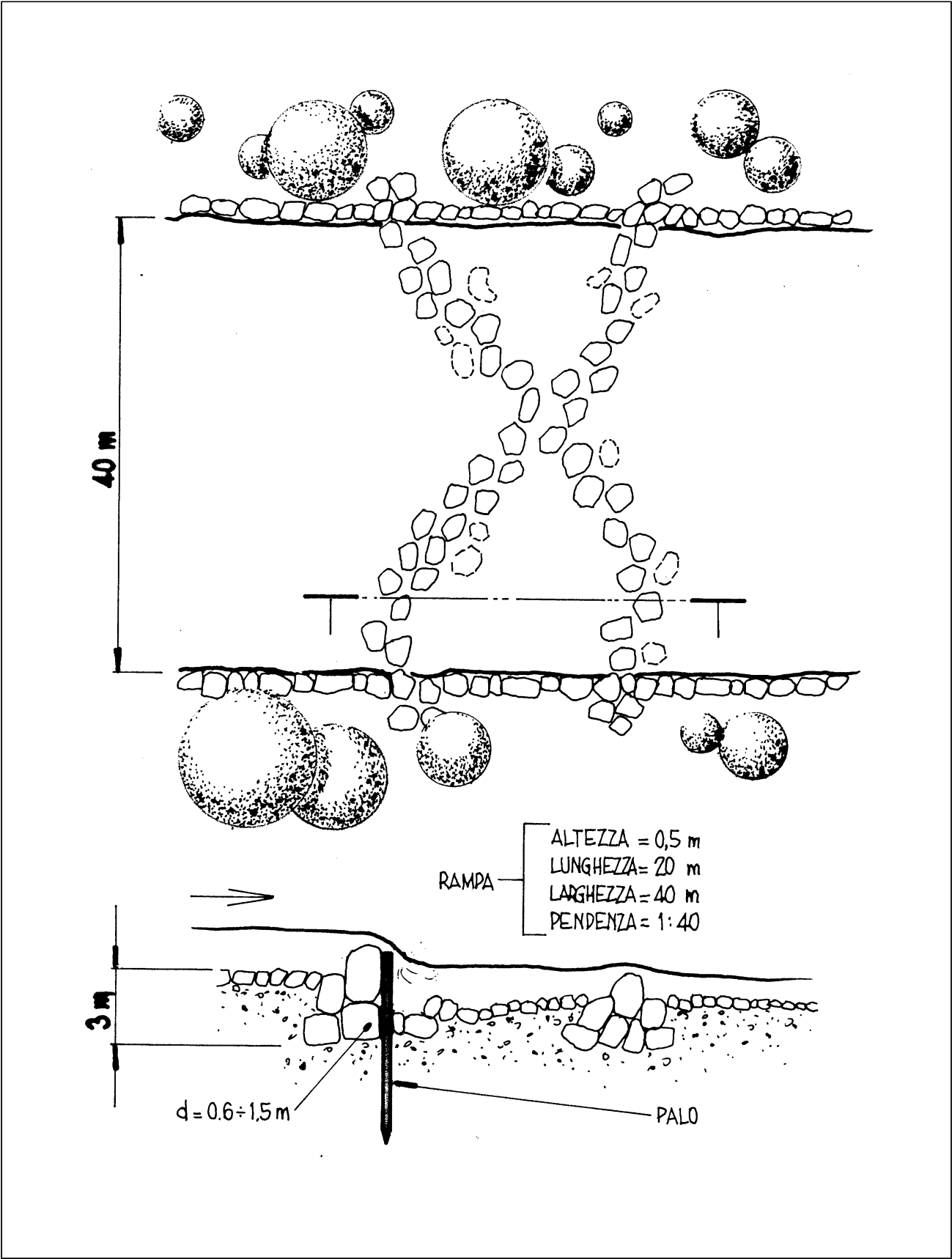


Fig. 4 - RAMPA A BLOCCHI (in pietrame)

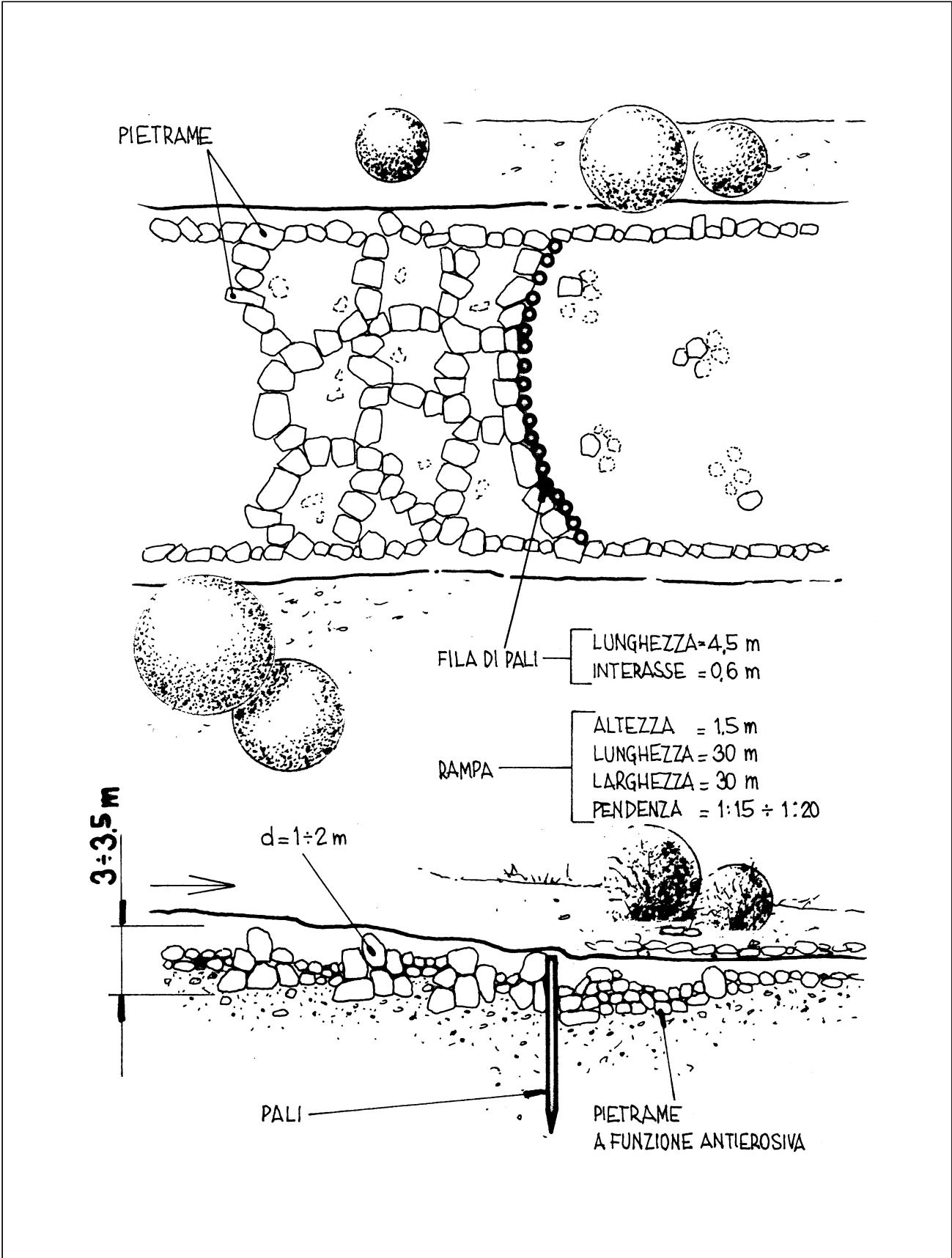


Fig. 5 - RAMPA A BLOCCHI (in pietrame)

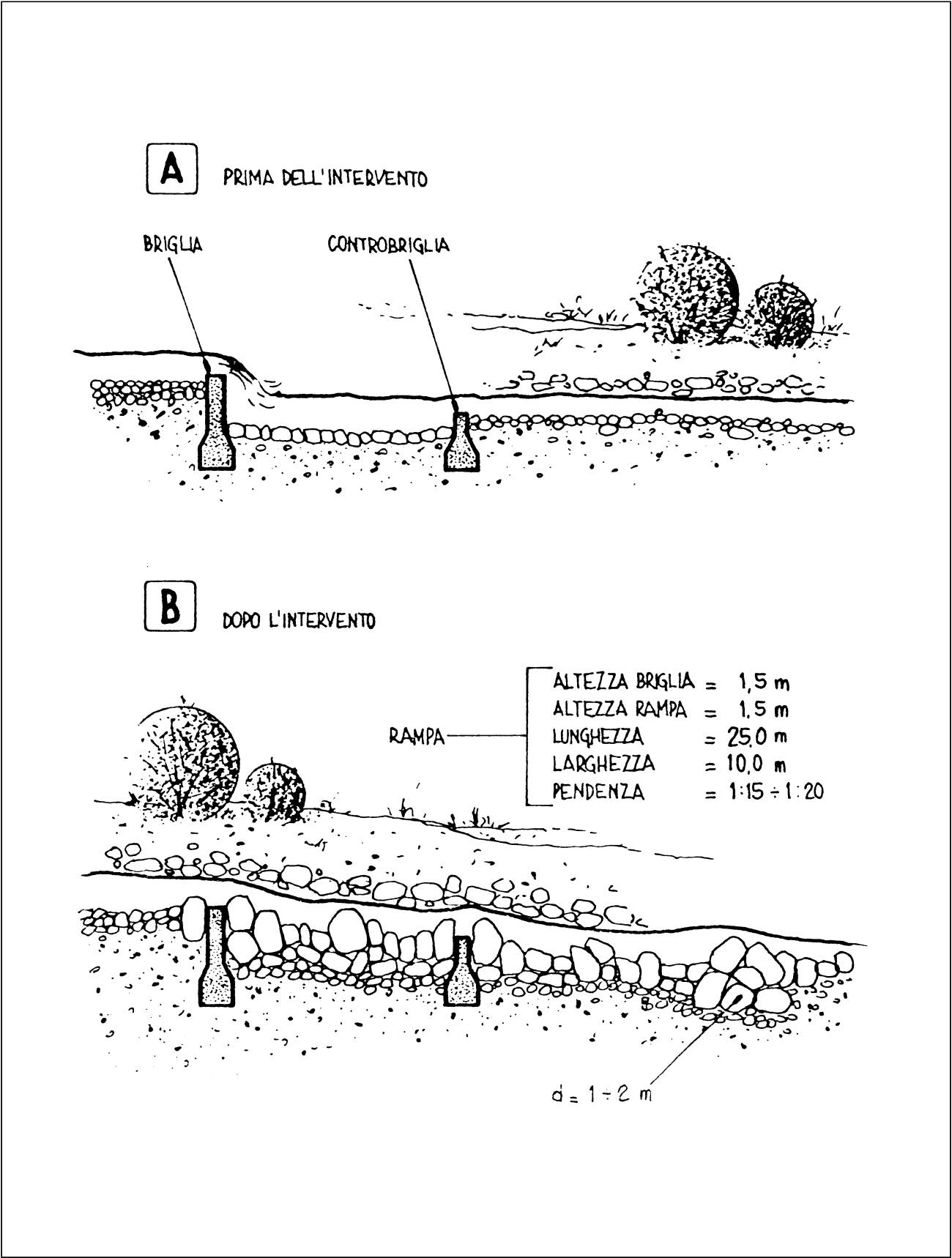
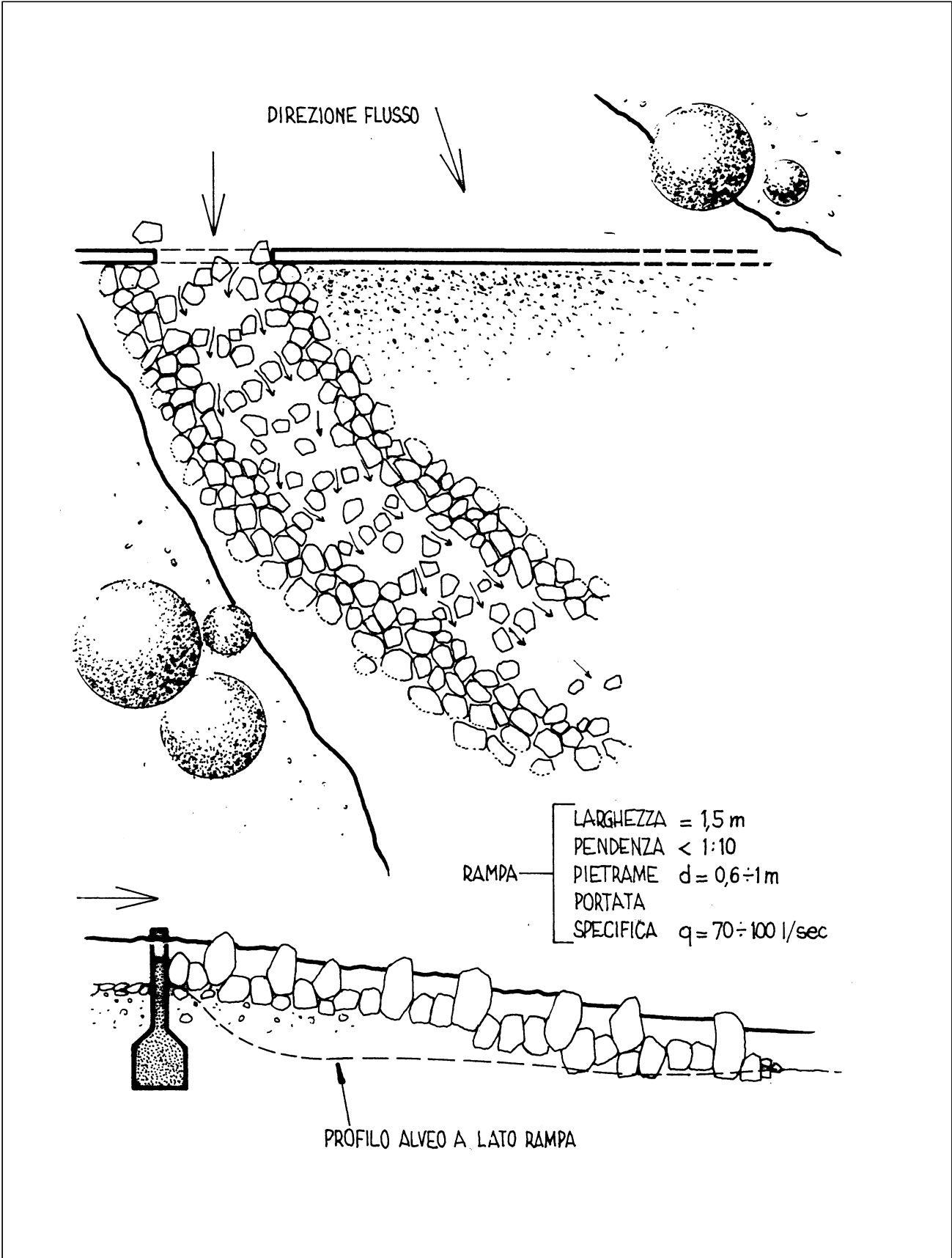


Fig. 6 - RAMPA A BLOCCHI (in pietrame)



BRIGLIA IN LEGNAME E PIETrame

WOODEN CRIB DAM – STEINKASTENSPERRE – CAISSON EN BOIS ET PIERRE

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

Le briglie in legname o in legname e pietrame sono opere trasversali di consolidamento di modeste dimensioni che vengono utilizzate per la regolarizzazione dell'alveo. Hanno la funzione di contrastare l'erosione del letto dei corsi d'acqua, riducendone la pendenza, e di contribuire alla stabilizzazione delle sponde.

2 Campi di applicazione

Vengono generalmente utilizzate dove non esistono problemi di sovralluvionamento e di esondazione, nei tratti più ripidi e stretti degli alvei torrentizi dove il trasporto solido è limitato (come portata e dimensioni).

3 Fattibilità

La fattibilità è legata alle caratteristiche dei tratti d'alveo in cui si interviene, all'ubicazione, alla pendenza, all'accessibilità ed anche alla possibilità di reperimento dei materiali in loco. Solitamente presentano modeste dimensioni trasversali e altezza non superiore a 2 metri.

Sono da evitare dove esiste la possibilità di distacchi e rotolamenti di elementi lapidei di dimensioni tali da provocare la rottura delle strutture in legno.

Costituiscono un ostacolo insormontabile per la fauna ittica ma hanno una elevata valenza estetico-paesaggistica.

4 Materiali impiegati

- tronchi di larice, o di abete (rosso o bianco), o di pino o di castagno, scortecciati ed eventualmente trattati, $\varnothing = 20 \text{ [] } 40 \text{ cm}$, $l = 200 \text{ [] } 400 \text{ cm}$
- pietrame
- chiodi

5 Modalità di esecuzione

Si realizzano in alveo le opere relative alla formazione della platea di posa (generalmente in pietrame) della briglia. Quando esiste la possibilità di scalzamento al piede è necessario prolungare la base verso valle. Si procede poi mediante la costruzione del cassone di contenimento, mediante incastro e incastellatura dei pali in legno che vengono tra loro fissati con chiodi, con modalità analoghe a quelle relative alla palificata doppia.

Per garantire stabilità alla struttura, le spalle (o ali) della briglia dovranno essere abbondantemente inserite in profondità nelle sponde dell'alveo.

- A. Se la briglia viene realizzata in solo legname, i pali trasversali vengono sistemati accostandoli l'uno all'altro (vedi fig. 1);
- B. Se la briglia viene realizzata in legname e pietrame, i pali trasversali vengono sistemati con interasse di circa 100 [] 150 cm. Una volta realizzata la struttura portante, si procederà al riempimento degli spazi con l'impiego di pietrame, ben assestato a mano, di pezzatura pari a 20 [] 30 cm (vedi fig. 2).

La gaveta viene rivestita con tondelli in legname, interi o tagliati a metà, disposti in senso longitudinale.

6 Interventi collegati

A questo intervento si possono associare tutte le tecniche di ingegneria naturalistica relative al consolidamento delle sponde.

7 Periodo di intervento

Nei periodi di magra o di secca.

8 Manutenzione e durata dell'opera

Questo tipo di intervento non necessita di particolare manutenzione ordinaria. Sono necessari interventi di manutenzione straordinaria in caso di danneggiamento.

La durata dell'opera può raggiungere i 30 [] 40 anni se il corso d'acqua è caratterizzato da un deflusso minimo costante che possa evitare cicli di disseccamento/imbibizione.

Fig. 1 - BRIGLIA IN LEGNAME E PIETrame

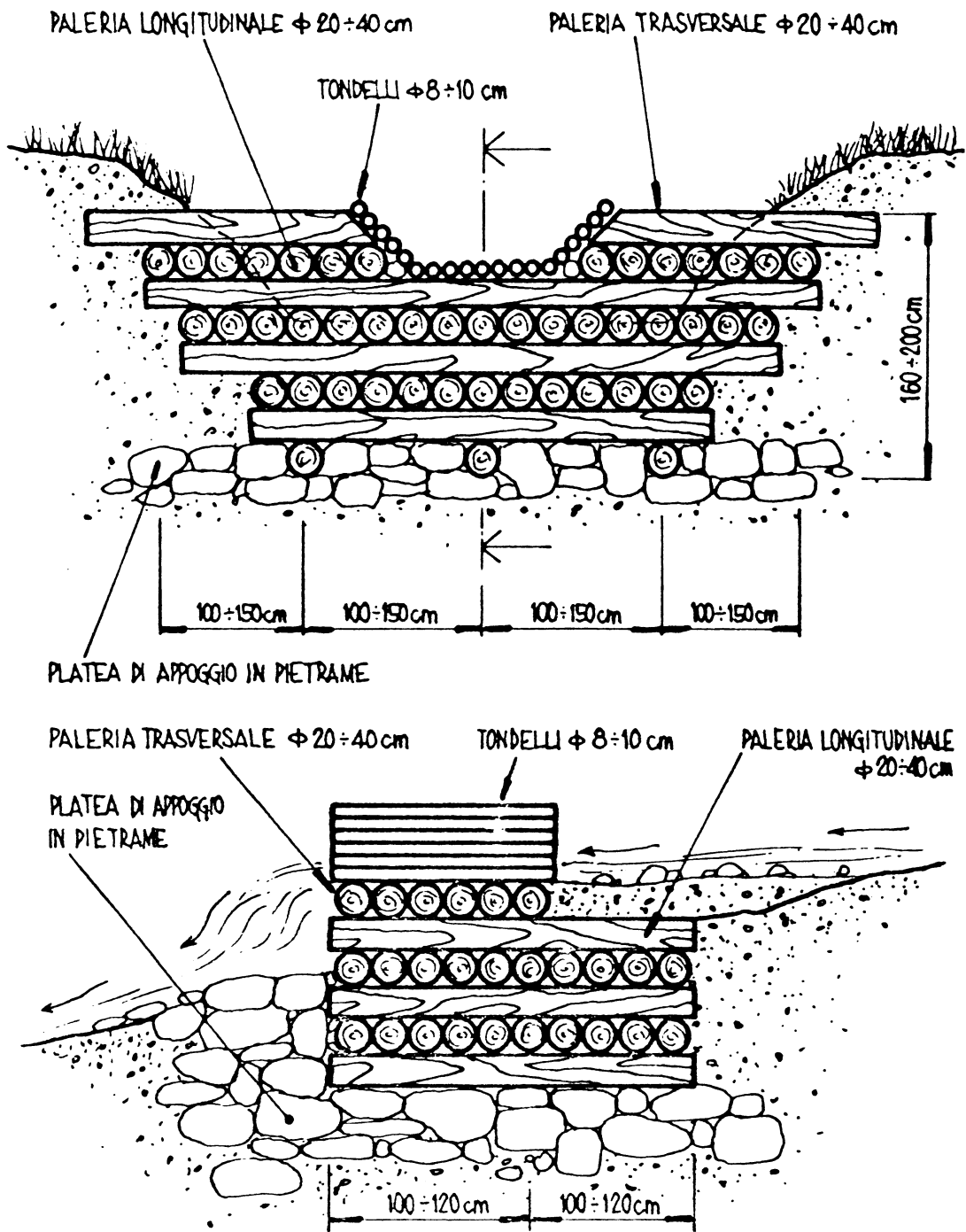
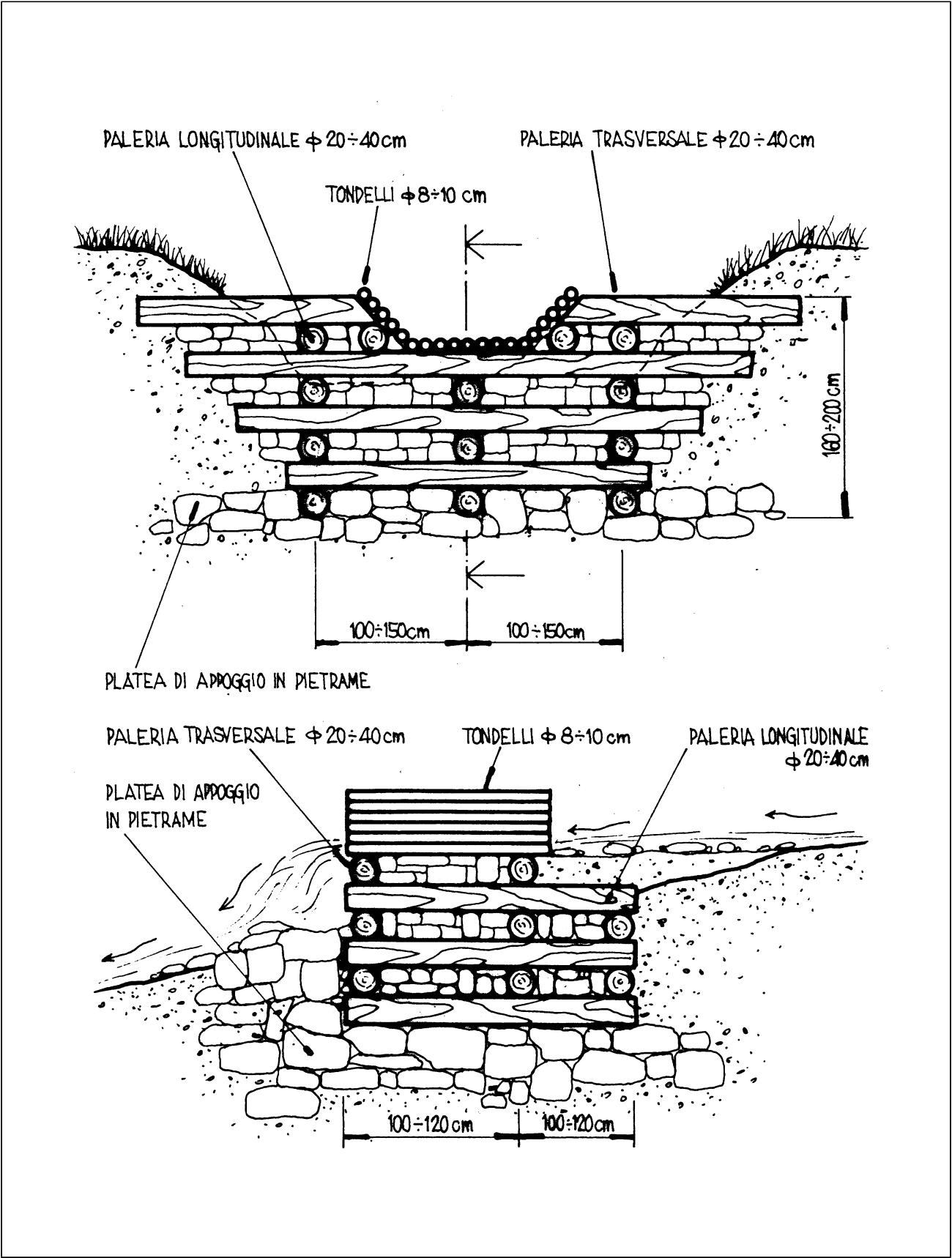


Fig. 2 - BRIGLIA IN LEGNAME E PIETrame



C) BIBLIOGRAFIA

1. Materiale in lingua italiana

- ACER. *Il Verde Editoriale*, Milano (rivista)
- Agostini R.: *La vegetazione spontanea come guida alla tecnica dei rimboschimenti*. Atti del Convegno Nazionale sui rimboschimenti – Firenze, 1961
- Agostini R.: *La copertura vegetale, le alluvioni e la difesa del suolo*. Orizzonti Economici, 66 (11-12), 1966.
- AIPIN (Associazione italiana per l'ingegneria naturalistica): *Sistemazioni in ambito fluviale*. Il Verde Editoriale, Milano, 1995.
- Amministrazione provinciale di Forlì: *Il campo e la siepe, salvaguardia e ripristino degli spazi naturali in agricoltura*. Forlì, 1995.
- Antonietti R.-Lucchetti M.: *Proposte di una procedura per la valutazione ecologico-ambientale di opere idrauliche*. Università di Parma, Istituto di Ecologia – Cooperativa Progetto Ambiente. Parma, 1995.
- Arrighetti A.: *La foresta e la rotazione dell'ambiente naturale*. Economia Montana, 13 (6), 1981.
- Autorità di Bacino del Fiume Po: *Metodo di delimitazione della fascia fluviale*. Parma, 1995.
- Autorità di Bacino del Fiume Po: *Piano stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del bacino del fiume Po – Quaderno delle opere tipo*. Vol. I e II, 1997.
- AA.VV.: Atti del Seminario Tecnico regionale: «Progettazione di passaggi artificiali per la risalita dei pesci nei fiumi». Regione Emilia-Romagna e Provincia di Modena. Modena, 1984.
- AA.VV.: Atti del Convegno: «Progetto Ledra, conservazione e manutenzione degli ecosistemi fluviali». Comitato per la difesa del fiume Ledra e del suo ambiente. Buia (UD), 1987.
- AA.VV.: *Siepi*. Le Foreste 5-6 (Speciale Siepi). Azienda Regionale delle Foreste del Veneto – Mestre, 1990.
- AA.VV.: *Ricerche sulla sistemazione a verde di una cava di argilla*. Regione Emilia-Romagna e Comune di Carpineti (RE), 1991.
- AA.VV.: Atti del Congresso Internazionale «Tecnica di rinaturazione e di ingegneria naturalistica». AIPIN (Associazione Italiana per l'ingegneria Naturalistica). Trieste, 1992.
- AA.VV.: *Sistemazione tecnica e biologica dei corsi d'acqua: 20 anni di esperienze*. Azienda Speciale per la regolazione dei Corsi d'Acqua e la Difesa del Suolo. Provincia Autonoma di Bolzano, 1992.
- AA.VV.: *Opere di ingegneria naturalistica sulle sponde – Tecniche costruttive nel cantone di Berna (Svizzera)*. Ministero dell'Ambiente – Roma, 1993.
- AA.VV.: *Manuale tecnico di ingegneria naturalistica*. Assessorato all'Ambiente della Regione Emilia-Romagna e Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Veneto – Bologna, 1993.
- AA.VV.: *Atti del corso di formazione professionale in ingegneria naturalistica*. Vivaio Forestale Regionale di Sospirolo (BL), 1994.
- AA.VV.: Atti del Congresso Internazionale «Le tecniche di rinaturazione e ingegneria naturalistica nelle sistemazioni spondali». AIPIN (Associazione Italiana per l'ingegneria Naturalistica). Chieri, 1995.
- Bagnaresi U. e Chiusoli A.: *Ricerche sull'impiego di arbusti per il consolidamento, la protezione, il miglioramento di pendici degradate*. L'Italia Forestale e Montana 5: 196-209, 1976.
- Benini Giuseppe: *Sistemazioni idraulico-forestali*. UTET, Torino, 1990.
- Bezzi A. e Petro G.: *Il restauro delle cave*. Annuario Istituto Sperimentale Selvicoltura 6: 151-201, 1995.
- Billi Paolo: *Canalizzazione dei corsi d'acqua*. Verde Ambiente, n. 2/1995.
- Blasi C.-Paolella A.: *Progettazione ambientale*. La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1992.
- Boschiero W.: *Prove di radicazione di talee di camefite legnose dell'orizzonte degli arbusti contorti, quale materiale da usare nella protezione del suolo in montagna*. Tesi di laurea – Facoltà di Agraria – Università di Padova, 1991-1992.
- Carbonari A. e Mezzanotte M.: *Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio*. Provincia Autonoma di Trento – Servizio Ripristino e Valorizzazione Ambientale, 1996.
- Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: *La gestione naturalistica dei fossi*, 1993.
- Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: *Biologia Ambientale*. Numeri vari del Bollettino, Reggio Emilia.
- Costantini E.-Gottardi E.: *Ambiente, paesaggio, riordino fondiario in Friuli*. Cooperativa Il Campo, Udine, 1985.
- Cristofolini F.: *Rimboschimenti dei detriti di falda col metodo Bitterlich*. Monti e Boschi, 4: 153-157, 1962.
- Crivellari D.: *La tecnica dei rimboschimenti nei particolari riguardi della sistemazione dei bacini montani*. Atti Convegno Nazionale Rimboschimenti, 6. Firenze, 1961.
- Cumer A.: *Indagini sui salici ed altre specie per sistemazioni ed arginature in verde*. Esperienze e Ricerche, 2: 245-292, 1972.
- Cumer A.: *Salici ed altre specie per sistemazioni ed arginature in verde*. (Secondo contributo) Esperienze e Ricerche, 5: 275-300, 1976.
- De Cecco M.: *Problematiche progettuali e applicative dell'ingegneria naturalistica nei lavori di bonifica e di sistemazione idraulico-forestale nei comprensori montani*. Atti Convegno su «Ricostruzione ambientale con tecniche di ingegneria naturalistica». Direzione Generale delle Foreste e dei Parchi – Regione Friuli Venezia Giulia – Udine, 1991.
- Dellagiacomina F., Florineth F. e Zolin G.: *Opere di sistemazione e di regolazione dei corsi d'acqua*. V.I.A. Provincia Autonoma di Trento, 1991.
- De Philippis A.: *Le utilità e la coltivazione dei salici*. L'Alpe, 20 (5-6), 1933.
- De Philippis A.: *Classificazioni ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana*. Giornale Botanico Italiano, 46: 1-169. Firenze, 1937.
- De Philippis A.: *Appunti dalle lezioni di ecologia forestale e selvicoltura generale*. Firenze 1960-1961.
- De Philippis A.: *Lezioni di selvicoltura speciale*. CUSL – Firenze, 1985.
- Di Fidio M.: *I corsi d'acqua (Sistemazioni naturalistiche e difesa del territorio)*. Pirola, Milano, 1995.
- Di Fidio M.: *Capitolato speciale d'appalto per opere di costruzione del paesaggio*. Pirola, Milano, 1997.
- Dragogna G.: *I rinverdimenti delle piste da sci*. Natura e Montagna, 1. 1969.
- Dragogna G.: *Ingegneria biologica applicata: i risultati di nuovi metodi di consolidamento del terreno*. Il Frantoio, 8(9). Bolzano, 1970.
- Dragogna G.: *Le tecniche di ingegneria biologica nelle restaurazioni ambientali in Italia*. Annuario Accademia Italiana Scienze Forestali, 29: 287-304. Firenze, 1980.
- Fenaroli L.: *Gli alberi d'Italia*. Martello. Milano, 1967.
- Fenaroli L. e Gambi G.: *Alberi*. Museo Tridentino di Scienze Naturali. Trento, 1976.
- Ferrari N.: *Contributo alla sistemazione delle frane in terreni morenici d'alta montagna*. L'Alpe, 2-3: 63-72. 1934.
- Fiori A.: *Flora analitica d'Italia*. Firenze, 1923.
- Fiori A.: *Flora italiana illustrata*. 3ª edizione – Firenze, 1933.
- Florineth F.: *Misure di ingegneria biologica nella sistemazione dei torrenti in Alto Adige*. Dendronatura, 1(88): 43-48, 1988.
- Florineth F.: *Interventi di ingegneria naturalistica in alta montagna*. Acer, 6: 95-97, 1990.

- Gortani M.: *La foresta e le acque*. Giornale Geologico Prat., 11: 137-214; 12: 45-128. 1913-1914.
- Gortani M.: *Il bosco come difesa del suolo nei riguardi idrogeologici*. Atti IV Congresso Forestale Italiano, 49-54, 1923.
- Gortani M.: *Pascoli e prati in alpe: loro difesa contro l'erosione e il degradamento*. Natura e Montagna, 6: 29-36. 1959.
- Hoffmann A.: *La sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani*. U.T.E.T., Torino, 1936.
- Kravina G. e Paiero P.: *L'impiego dei salici nella protezione del suolo in Friuli*. Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia, 34(5-6): 33-37, 1984.
- Kuster Pius: *Valutazione della riduzione della capacità di deflusso in seguito alla crescita di vegetazione sponale nel caso di una sezione trapezoidale*. Tradotto da Mitteilungen v. Ingenieurbiologie n. 3/94.
- Lassini P.-Pandakovic D.: *Il disegno del paesaggio forestale*. Il Verde Editoriale, Milano, 1996.
- Malcevski S.: *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde Editoriale, Milano, 1996.
- Magini E.: *Salici (Gen. Salix)*. Monti e Boschi, 7 (11-12), 1956.
- Manozzi Torini L.: *La sistemazione biologica delle frane*. Rivista Forestale Italiana, 5. Roma, 1942.
- Martini F. E Paiero P.: *I salici d'Italia. Guida al riconoscimento e all'utilizzazione pratica*. Edizioni LINT - Trieste, 1988.
- Merendi A.: *La tecnica della ricostruzione dei boschi degradati*. Atti Congresso Nazionale Rimboschimenti. Firenze, 1961.
- Mezzalana G.: *Le funzioni delle siepi*. Le Foreste 5-6 (Speciale siepi). Azienda Regionale delle Foreste del Veneto - Mestre, 1990.
- Ministero dell'Agricoltura, Istituto di tecnica e di propaganda agraria : *Manuale per la gestione delle zone umide*. Supplemento al n. 9 di Agricoltura Ambiente, Roma, 1980.
- Ministero dell'Ambiente: *Capitolato speciale tipo per opere a verde e ripristini ambientali*. Roma, 1993 - 1994 e succ. edizioni.
- Ministero dell'Ambiente: *Linee guida per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavoro di opere a verde*. Roma, 1977.
- Ministero LL.PP. - Magistrato per il Po: *Preziario Ufficiale di Riferimento*. 1999.
- Moggi G.: *Le piante spontanee nel ripristino ambientale: basi teoriche e deduzioni applicative*. Atti del Simposio Nazionale «Le piante spontanee nel ripristino ambientale e nell'ambiente urbano». Verde Ambiente (Supp.) 6: 3-7. Pavia, 1991.
- Morandi G.: *La sistemazione dei bacini montani nella Venezia tridentina*. Trento, 1928.
- Narici B.-Sabbatini D.-Kemper P.-Bertolo A.-Montalto M.: *Atti del Seminario teorico-pratico di Granara*. Ed. Il Coriandolo, Granara, 1994.
- Paiero P. e Mariani Colombo P.: *Alcune considerazioni sull'autoecologia del genere Salix L.*. Scritti di selvicoltura in onore di A. de Philippis: 197-208. Firenze, 1988.
- Paiero P., Martini F. e Colpi C.: *Leguminose arboree e arbustive in Italia*. LINT - Trieste, 1993.
- Piccioli L.: *La coltura dei salici*. Firenze, 1896.
- Piccioli L.: *Studi sull'inerbimento e il rimboschimento dei terreni argillosi*. Roma, 1907.
- Pignatti S.: *Flora d'Italia*. Edagricole - Bologna, 1982.
- Piotto B.: *Semi di alberi e arbusti coltivati in Italia. Come e quando seminarli*. S.A.F., E.N.C.C. - Roma, 1992.
- Politecnico di Milano. Facoltà di ingegneria. DIIAR-IDraulica: *Corso di aggiornamento «Metodi avanzati nella progettazione di interventi di ingegneria naturalistica per la sistemazione dei corsi d'acqua»*. Milano, 1999.
- Provincia autonoma di Bolzano. Azienda speciale per la Regolazione dei Corsi d'acqua e la Difesa del Suolo: *Sistemazione tecnica e biologica dei corsi d'acqua: vent'anni di esperienze*. Bolzano, 1992.
- Provincia Autonoma di Trento: *Per una difesa del territorio. La sistemazione dei bacini montani in provincia di Trento attraverso i secoli*. ARCA - Trento, 1991.
- Querini R.: *Principi naturalistici nella costruzione delle strade*. Atti Istituto Architettura e Urbanistica, 31: 1-34. Trieste, 1974.
- Querini R.: *La conservazione dell'ambiente nei progetti di attenuazione della torrenzialità*. Annuario Accademico Italiano Scientifico Forestale, 40: 121-145. 1991.
- RAIN (Gruppo interregionale ricuperi ambientali, ingegneria naturalistica): *Video «Tecniche di ingegneria naturalistica»*. Regione Emilia-Romagna. Bologna, 1995.
- Regione Emilia-Romagna - Regione Veneto: *Manuale tecnico di ingegneria naturalistica*. Centro di Formazione Professionale «O.Malaguti». Bologna, 1993.
- Regione Emilia-Romagna - Provincia di Modena: *Progettazione di passaggi artificiali per la risalita dei pesci nei fiumi*. Atti seminario tecnico regionale, 1984.
- Regione Friuli-Venezia Giulia, Direzione generale delle Foreste. *Criteri tecnici generali per la programmazione, progettazione ed esecuzione della viabilità forestale*. Tolmezzo, 1982.
- Regione Friuli-Venezia Giulia: *Atti del Convegno «Ricostruzione ambientale con tecniche di ingegneria naturalistica»*. Udine, 1991.
- Regione Liguria - Assessorato Edilizia e Difesa del suolo: *Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale*.
- Regione Lombardia: *Piano per la difesa del suolo e il riassetto idrogeologico della Valtellina*. «Quaderno delle opere tipo». Milano, 1993.
- Regione Lombardia: *Piano per la difesa del suolo e il riassetto idrogeologico della Valtellina*. «Mansionario per gli interventi di manutenzione territoriale diffusa». Milano, 1993.
- Regione Lombardia: Atti del Seminario su «Ingegneria naturalistica. Nuove prospettive per la difesa del territorio lombardo e la ricostruzione dell'ambiente naturale». Milano, 1994.
- Regione Lombardia: *Direttiva concernente criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della Regione*. BURL, 4° S.S. al n. 4 del 26 gennaio 1996.
- Regione Lombardia: *Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia*. BURL 1° S.S. al n. 31 del 29 luglio 1997.
- Regione Lombardia, Azienda regionale delle Foreste: *L'imboschimento dei terreni agricoli*. Milano, 1995.
- Regione Lombardia, Azienda regionale delle Foreste: Atti del Seminario «Proposte di interventi operativi in campo forestale, realizzabili dai Consorzi di bonifica della Lombardia». Milano, 1998.
- Regione Lombardia, Azienda regionale delle Foreste: *Relazione di supporto per la redazione dei piani comprensoriali di bonifica. Aspetti vegetazionali e forestali*. Milano, 1998.
- Regione Lombardia, Azienda regionale delle Foreste: *Forestazione urbana per la Lombardia*. Milano, 1998.
- Regione Lombardia - IRER (Istituto regionale di ricerca). *Il comportamento biotecnico della vegetazione nell'ingegneria naturalistica*. Milano, 1999.
- Regione Piemonte. Ente Riserve naturali Garzaia di Valenza e di Bosco Marengo : *I fiumi italiani e le calamità artificiali*. 1998.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta - Assessorato Agricoltura, Foreste e Ambiente Naturale: *Selvicoltura applicata*.
- Regione Veneto, Azienda regionale delle Foreste: *I filari*. Guida n. 2, 1993.

- Regione Veneto, Azienda regionale delle Foreste: *Criteri di ricostituzione della vegetazione forestale lungo i corsi d'acqua*. Quaderni n. 1, 1993.
- Regione Veneto: *Corso di formazione professionale in ingegneria naturalistica. Centro sperimentale valanghe e difesa idrogeologica*. Arabba (BL), 1994-95.
- Regione Veneto, Azienda regionale delle Foreste : *Fasce tampone. Il ruolo delle bande boscate ripariali nel contenimento dell'eutrofizzazione delle acque superficiali*. Venezia
- Sauli G.-Sieben S.: *Tecniche di rinaturazione e d'ingegneria naturalistica*. Patron editore. Bologna, 1995.
- Schiechl H.M.: *Bioingegneria forestale – Biotecnica naturalistica*. Edizioni Castaldi – Feltre (BL), 1991.
- Schiechl H.M. : *I salici nell'uso pratico*. Edizioni Arca. Gardolo (Tn), 1996.
- Schiechl H.M. e Stern R.: *Ingegneria naturalistica – Manuale delle opere in terra*. Edizioni Castaldi – Feltre (BL), 1992.
- Schiechl H.M. e Stern R.: *Manuale delle costruzioni idrauliche*. Edizioni Arca. Gardolo (Tn), 1994.
- Sauli G.: *Tecniche di rinaturalizzazione di ingegneria naturalistica negli interventi di ripristino di ambienti mediterranei*. Atti del Simposio Nazionale «Le piante spontanee nel ripristino ambientale e nell'ambiente urbano». Verde Ambiente (suppl.) 6: 10-18. Pavia, 1991.
- Watschinger E. e Dragogna G.: *Problemi di difesa del suolo: le sistemazioni elastiche*. Monti e Boschi, 6: 7-15. 1968.
- Wraber M.: *Il ruolo degli studi vegetazionali nelle sistemazioni dei bacini montani*. Annuario Accademico Italiano Scientifico Forestale, 17: 275-289, 1968.
- WWF (Fondo mondiale per la natura): *Tutela e gestione degli ambienti fluviali*. Acura di N. Dimartino. Serie «Atti e Studi» n. 8, Roma, 1992.
- WWF (Fondo mondiale per la natura): *Tutela gestione e rinaturalizzazione dei fiumi*. A cura di A. Agapito Ludovici, 1998.
- Zanetti M.: *Il fosso, il salice, la siepe*. Edizioni Nuova Dimensione. Portogruaro (Ve), 1988.

2. Materiale in lingue straniere

- Bayerisches Staatsministerium: *Flüsse. Bäche, Auen. Pflegen und Gestalten*. München, 1991.
- Begemann W.-Schiechl M.: *Ingenieur-Biologie*. Bauverlag, Wiesbaden, 1986.
- Bundesamt für Naturschutz: *Natur und Landschaft*. Verlag W.Kohlhammer, Stuttgart. (Rivista).
- C.H. Departement Federal des transports, des communications et de l'énergie: *Protection contre les crues des cours d'eau*. Directives, Berna, 1982.
- DIN: *Landschaftsbauarbeiten*. DIN – Taschenbuch 81. Beuth Verlag, Berlin, 1994.
- Gams H.: *Leguminosae*. In Hegi G., Ill. Fl. Mitteleur., 3° Ed. 4 (3): 1113-1644. P.Parey, Berlin-Hamburg, 1975.
- Gray D.H.: *Reinforcement and stabilization of soil by vegetation*. Jour. Geotech. Engr. Division ASCE, 100, GT6: 659-699. 1974.
- Lachat B.: *Le cours d'eau. Conservation, entretien et aménagement*. Consiglio d'Europa, Strasburgo, 1991.
- Schiechl H.M. e Stern R. : *Naturnaher Erdbau mit Ingenieurbiologischen Bauweisen*. Österreichischen Agrarverlag. Wien, 1992.
- Schiechl H.M.: *Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau*. Verlag Georg D.W., Callwey, München, 1973.

3. Dizionari

- Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie GHO (1989): *Verzeichnis hydrologischer Fachausdrücke mit Begriffserklärung*. Bern: Landeshydrologie und-Geologie. 86 S. [deutsch – français – english – italiano].
- Bucksch H. (1970): *Dictionnaire pour les travaux publics, le bâtiment et l'équipement des chantiers de construction*.

Tome I et II. Paris : Eyrolles & Berlin, Wiesbaden : Bauverlag. 912 p. [français – english].

- Bucksch H. (1973): *Dictionary of civil engineering and construction machinery and equipment. Vol. I and II*. Berlin, Wiesbaden: Bauverlag. 1184 p. + 1219 p. [deutsch – english].
- Bucksch H. (1982): *Wörterbuch für Bautechnik und Baumaschinen*. Berlin, Wiesbaden: Bauverlag. 5. Auflage. 875 S. [deutsch – français].
- Bucksch H. (1985): *Dictionnaire pour les travaux publics, le bâtiment et l'équipement des chantiers de construction*. Paris: Eyrolles; Wiesbaden, Berlin: Bauverlag. 9ème édition. 548 p. [français – english].
- Bucksch H. (1989): *Dictionary of civil engineering and construction machinery and equipment*. Paris: Eyrolles; Wiesbaden, Berlin: Bauverlag. 10. ed.. 420 p. [english – français].
- Deutscher Verband für Bewässerung und Entwässerung. Bonn: DVWK (1983): *Fachwörterbuch für Bewässerung und Entwässerung*. Bonn: DVWK. 2. Auflage. 1009 S. [english – deutsch – français – espagnol].
- FAO [Ed.](1986): *Torrent control terminology*. FAO Conservation Guide 6. Rome: FAO. 156 p.. [français – deutsch – english – espagnol – italiano].
- Heumader J. (1984): *Wildbach – und Lawinenverbauung, Fachausdrücke*. Deutsch – english. Zeitschrift für Wildbach- und Lawinenverbauung 48 (1984)1: 145-200.
- International Society of soil Mechanics and Foundation Engineering (1968): *Technical terms in english, french, german, swedish, portuguese, spanish, italian and russian use in soil mechanics and foundation engineering*. Zürich. 103 p.
- Métro A. (1975): *Dictionnaire forestier multilingue. Terminologie forestière. Sciences forestières, technologie, pratiques et produits forestiers. Version française. Collection de terminologie forestière multilingue no. 2*. Association française des eaux et forêts. [français – english – deutsch – espagnol].
- Onori L. e Antonelli A. (1992): *A come ambiente: glossario dei principali termini correlati alle tematiche ambientali*. AAA (Associazione Analisti Ambientali) – AIN (Associazione Naturalisti Italiani) – S.I.T.E. (Società Italiana di Ecologia). Milano: Fast. 116 p..
- Oplatka M.-Diez C.-Leutinger Y.-Palmieri F.: *Dictionary of soil bioengineering*. Hochschulverlag ETH, Zurich, 1996.
- Pfannkuch H.O. (1990): *Elsevier's dictionary of environmental hydrogeology*. Amsterdam: Elsevier. 332 p. [english – deutsch – français].
- Pohl R. (1990): *Technik Wörterbuch Wasserbau*. Berlin: Technik. 200 S. [deutsch – english].
- Seidel E. (1988): *Dictionary of environmental protection technology*. Amsterdam: Elsevier. 527 p. [english – german – french – russian].
- Tuin J.D. van der (1987): *Elsevier's dictionary of water and hydraulic engineering*. Amsterdam: Elsevier. 449 p. [english – french – dutch – espagnol – deutsch].

