



**Comune di Castel San Giovanni**

Provincia di Piacenza



**RUE**  
REGOLAMENTO  
**URBANISTICO**  
EDILIZIO

# Allegato 10

## ***METODOLOGIE DI INGEGNERIA NATURALISTICA***

**IL SINDACO**

*(dr. Carlo Giovanni Capelli)*

---

**IL SEGRETARIO GENERALE**

*(dr.ssa Rita Carotenuto)*

---

**L'ASSESSORE ALLO SVILUPPO URBANO**

*(p.i. Giovanni Bellinzoni)*

---

***Allegato alla deliberazione di Consiglio Comunale n. 28 del 18.09.2013***

## INDICE

### **PARTE I**

#### **Progettazione delle opere e Valutazione dei progetti**

- 1.0 *Premessa*
- 2.0 *Ingegneria Naturalistica: Definizione e campi di applicazione*
  - 2.1 *Rinaturazione e ingegneria naturalistica*
  - 2.2 *Definizione di ingegneria naturalistica*
  - 2.3 *Materiali utilizzati nelle tecniche di ingegneria naturalistica*
  - 2.4 *Attitudini biotecniche delle piante*
  - 2.5 *Ambiti di intervento e finalità*
  - 2.6 *Le tecniche*
- 3.0 *Linee guida per la progettazione delle opere di ingegneria naturalistica*
  - 3.1 *Principi generali di intervento nella sistemazione dei corsi d'acqua*
  - 3.2 *Principi generali di intervento nella sistemazione dei versanti*
  - 3.3 *Studi sulle componenti ecosistemiche*
  - 3.4 *Studio idrologico e calcoli idraulici*
    - 3.4.1 *Obiettivi*
    - 3.4.2 *Area di studio*
    - 3.4.3 *Riferimenti normativi e vincoli territoriali*
    - 3.4.4 *Informazione e dati*
    - 3.4.5 *Metodologie*
    - 3.4.6 *Elaborati*
  - 3.5 *Studio geologico e geotecnico*
    - 3.5.1 *Obiettivi*
    - 3.5.2 *Area di studio*
    - 3.5.3 *Riferimenti normativi e vincoli territoriali*
    - 3.5.4 *Informazione e dati*
    - 3.5.5 *Metodologie*
    - 3.5.6 *Elaborati*
  - 3.6 *Studio della flora e della vegetazione*
    - 3.6.1 *Obiettivi*
    - 3.6.2 *Area di studio*
    - 3.6.3 *Riferimenti normativi e vincoli territoriali*
    - 3.6.4 *Informazione e dati*
    - 3.6.5 *Metodologie*
    - 3.6.6 *Elaborati*
  - 3.7 *Studio faunistico*
    - 3.7.1 *Obiettivi*
    - 3.7.2 *Area di studio*
    - 3.7.3 *Riferimenti normativi e vincoli territoriali*
    - 3.7.4 *Informazione e dati*
    - 3.7.5 *Metodologie*
    - 3.7.6 *Elaborati*
  - 3.8 *Livelli progettuali*
    - 3.8.1 *Progetto preliminare*
    - 3.8.2 *Progetto definitivo*
    - 3.8.3 *Progetto esecutivo*
      - 3.8.3.1 *Dimensionamento delle opere*
      - 3.8.3.2 *Cronoprogramma*

- 3.8.3.3 *Specie autoctone*
- 4.0 *Le essenze vegetali*
  - 4.1 *Criteri di scelta*
  - 4.2 *Elenco delle specie*
- 5.0 *Linee guida per la valutazione dei progetti*

## **PARTE II**

### **Le Tecniche**

- 1.0 *Premessa*
  - 1.1 *Elenco tecniche di intervento*
  - 1.2 *Elenco opere con interventi combinati*
- 2.0 *Monografie delle tecniche*
  - 2.1 *Semine e rivestimenti per inerbimenti*
    - 2.1.1 *Semina a spaglio*
    - 2.1.2 *Semina con sfalcio (fiorume)*
    - 2.1.3 *Idrosemina*
    - 2.1.4 *Rivestimenti con geotessuto tridimensionale*
      - 2.1.4.1 *Scheda grafica I.N.1.2.1.a*
      - 2.1.4.2 *Scheda grafica I.N.1.2.1.b*
      - 2.1.4.3 *Scheda grafica I.N.1.2.1.c*
  - 2.2 *Piantagioni*
    - 2.2.1 *Messa a dimora di talee*
    - 2.2.2 *Trapianti di rizomi e cespi*
    - 2.2.3 *Piantagioni di arbusti*
    - 2.2.4 *Piantagioni di alberi*
  - 2.3 *Copertura diffusa*
    - 2.3.1 *Copertura diffusa con astoni*
      - 2.3.1.1 *Scheda grafica I.N.2.2.1.a*
  - 2.4 *Viminata*
    - 2.4.1 *Viminata viva*
      - 2.4.1.1 *Scheda grafica I.N.2.3.1.a*
  - 2.5 *Fascinata*
    - 2.5.1 *Fascinata viva semplice*
      - 2.5.1.1 *Scheda grafica I.N.2.4.a*
  - 2.6 *Cordonata*
    - 2.6.1 *Cordonata viva*
      - 2.6.1.1 *Scheda grafica I.N.2.5.1.a*
      - 2.6.1.2 *Scheda grafica I.N.2.5.b*
      - 2.6.1.3 *Scheda grafica I.N.2.5.c*
  - 2.7 *Gradonata viva*
    - 2.7.1 *Gradonata con talee*
      - 2.7.1.1 *Scheda grafica I.N.2.6.1.a*
      - 2.7.1.2 *Scheda grafica I.N.2.6.1.b*
      - 2.7.1.3 *Scheda grafica I.N.2.6.1.c*
  - 2.8 *Graticciata*
    - 2.8.1 *Graticciata*
      - 2.8.1.1 *Scheda grafica I.N.2.7.1.a*
  - 2.9 *Palificata viva*
    - 2.9.1 *Palificata viva*
      - 2.9.1.1 *Scheda grafica I.N.2.8.1.a*

- 2.9.1.2 Scheda grafica I.N.2.8.2.a
- 2.9.1.3 Scheda grafica I.N.2.8.2.b
- 2.9.2 Palificata con graticcio "Vallo di Diano"
  - 2.9.2.1 Scheda grafica I.N.2.8.3.a
- 2.9.3 Palificata viva a doppia parete "Vesuvio"
  - 2.9.3.1 Scheda grafica I.N.2.8.4.a
- 2.10 Grata viva
  - 2.10.1 Grata viva su scarpata
    - 2.10.1.1 Scheda grafica I.N.3.1.1.a
    - 2.10.1.2 Scheda grafica I.N.3.1.1.b
    - 2.10.1.3 Scheda grafica I.N.3.1.c
    - 2.10.1.4 Scheda grafica I.N.3.1.d
  - 2.10.2 Grata viva "Vesuvio"
    - 2.10.2.1 Scheda grafica I.N.3.1.2.a
    - 2.10.2.2 Scheda grafica I.N.3.1.2.b
- 2.11 Gabbionate e materassi rinverditi
  - 2.11.1 Gabbionate rinverdite
    - 2.11.1.1 Scheda grafica I.N.3.2.1.a
  - 2.11.2 Materassi rinverditi
    - 2.11.2.1 Scheda grafica I.N.3.2.2.a
    - 2.11.2.2 Scheda grafica I.N.3.2.2.b
- 2.12 Terra rinforzata
  - 2.12.1 Terra rinforzata con talee
    - 2.12.1.1 Scheda grafica I.N.3.3.1.a
- 2.13 Scogliera rinverdita
  - 2.13.1 Scogliera rinverdita
    - 2.13.1.1 Scheda grafica I.N.3.4.1.a

### **PARTE III**

#### **Il Prezzario**

- 1.0 Definizione tecniche e prezzario
  - 1.1 Interventi di semina e rivestimenti [I.N. 1.]
  - 1.2 Interventi stabilizzanti [I.N. 2.]
  - 1.3 Interventi combinati di consolidamento [I.N. 3.]
  - 1.4 Interventi costruttivi particolari [I.N. 4.]
- 2.0 Elenco prezzi

# **PARTE I**

## **PROGETTAZIONE DELLE OPERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI**

## 1.0 Premessa

Il presente Allegato tecnico ha lo scopo di fornire, in conformità all'articolato del Regolamento, le definizioni normative relative alla disciplina dell'Ingegneria Naturalistica, le schede descrittive delle singole soluzioni tecniche di base, le voci di capitolato e le tariffe aggiornate ottenute da analisi specifiche.

Il contenuto dello stesso è rivolto a tutti coloro che, secondo l'iter definito dalla vigente normativa sui Lavori pubblici, siano essi parte dell'Amministrazione Pubblica, professionisti o ancora soggetti dell'imprenditoria privata, si trovino a programmare, valutare, progettare o eseguire interventi negli ambiti interessati dal Regolamento.

L'Allegato tecnico va inteso quindi come strumento di supporto all'avvio e allo sviluppo delle opere di Ingegneria Naturalistica nel territorio del Comune di Castel San Giovanni

Infatti il repertorio di soluzioni qui presentato, costituisce un abaco di soluzioni di base, dal momento che ogni singola tecnica può essere combinata con altre e dare luogo a soluzioni più complesse ed articolate; ciò tutela il singolo progettista nella sua autonomia professionale, pur nell'ambito normativo che lo obbliga a considerare la priorità delle tecniche a basso impatto dell'Ingegneria Naturalistica.

Va anzi sottolineato che le schede tecniche presenti nell'Allegato sono riassuntive di molteplici altre, che pur non essendo qui descritte, sono pienamente da ascrivere nell'ambito del presente Regolamento.

In questo caso le soluzioni progettuali, non inserite nel repertorio del Regolamento, saranno valutate compatibili secondo la descrizione di Ingegneria Naturalistica come enunciata al paragrafo 2.2, e in relazione ai materiali usati, come descritti al paragrafo 2.3.

## 2.0 Ingegneria Naturalistica: Definizione e campi di applicazione

I progressi scientifici registrati in questo secolo e il conseguente sviluppo tecnologico, se da un lato hanno prodotto un notevole progresso socio-economico, dall'altro hanno di fatto incrementato la presenza antropica sul territorio, innescando forti processi di urbanizzazione, industrializzazione, ecc. Il risultato prodotto è una radicale trasformazione dell'uso del suolo, a cui si associa un sensibile aumento dell'impatto sullo stesso che porta inevitabilmente a situazioni di squilibrio eco-ambientali spesso irreversibili. Alcuni casi emblematici sono ad esempio: la realizzazione di una sempre più complessa e capillare rete viaria<sup>1</sup> con il conseguente aumento di percentuale di territorio coperto, che si traduce in una maggiore quantità di acqua che ruscella anziché infiltrarsi nel suolo, mandando spesso in crisi i sistemi di scolo delle acque, dalle fognature agli alvei dei fiumi; la sistematica riduzione degli ambiti fluviali e l'eccessiva regimazione delle acque, porta inevitabilmente alla realizzazione di onerosi interventi di protezione dalle piene che, purtroppo, non sempre bastano ad evitare grossi disastri, come testimoniano le cronache degli ultimi anni; il disboscamento di grandi zone da destinare all'agricoltura o all'urbanizzazione.

La corsa forsennata allo sviluppo a tutti i costi ha innescato intensi processi di degrado ambientale con tutte le conseguenze che questo comporta sugli equilibri ecologici e sulla qualità della vita, fatti questi che devono stimolare una profonda riflessione, consapevole che lo stress provocato sull'ambiente si traduce inevitabilmente nella crisi del sistema in cui l'uomo stesso vive. Partendo da questi presupposti nasce la necessità di una nuova filosofia che porti ad una politica di intervento tendente al recupero degli ambienti naturali degradati, ma soprattutto che miri al raggiungimento di un equilibrio spazio-temporale tra uomo e ambiente puntando decisamente ad uno sviluppo socio-economico sostenibile dall'intero sistema terra. In quest'ottica si inserisce l'opera dei progettisti di opere da realizzare in ambiti naturali spesso di alto pregio, che devono tenere in debito conto gli aspetti estetici e quelli naturalistici ma che non possono allo stesso tempo trascurare la valenza tecnica dell'opera, essenziale per il raggiungimento del risultato che ci si prefigge.

La sfida allora è quella di riuscire a conciliare le esigenze tecnico-progettuali dell'opera da realizzare, con quelle ambientali in cui l'opera stessa dovrà calarsi, cercando di realizzare una nuova metodologia di progettazione, che parta dalla collaborazione tra varie figure professionali (ingegneri, geologi, agronomi, biologi, naturalisti, forestali, architetti, ecc) e che utilizzi tecniche e metodologie ancora poco conosciute dagli operatori del settore.

### 2.1 Rinaturazione e ingegneria naturalistica

Per rinaturazione si intende "creazione di nuova natura" con la realizzazione di interventi tendenti ad accelerare quei processi biologici, altrimenti molto lenti, necessari al raggiungimento di un equilibrio naturale stabile ed al miglioramento del quadro globale dell'area in questione. Lo stato di degrado in cui versano preziosi e rari ambienti naturali del nostro pianeta, come ad esempio molti ecosistemi fluviali e numerose zone umide, sia dal punto di vista di quantità delle acque (deflussi sempre più scarsi -di magra-, o eccessivi -di piena-) che di qualità (inquinamento urbano, industriale, agricolo), hanno portato negli ultimi anni ad una politica sempre più forte di recupero e protezione di queste zone con la creazione di vaste aree protette quali parchi, riserve naturali, ecc.. Inoltre è ormai consolidata e da tutti riconosciuta la necessità di una nuova politica di intervento che porti a un approccio più sistematico e più moderno di gestione del territorio, che tenga in debito conto oltre agli aspetti più propriamente tecnici anche quelli ambientali.

In questa nuova ottica gli interventi di rinaturazione sono visti come strumenti essenziali per la progettazione o il restauro di ambienti naturali o più in generale per la realizzazione di opere, sicuramente necessarie ed utili, ma che inevitabilmente producono un forte impatto sul territorio.

Questi interventi prevedono l'utilizzo di tecniche di diverso tipo, per lo più note come "Tecniche di ingegneria naturalistica" o "Bioingegneria".

## 2.2 Definizione di Ingegneria Naturalistica

L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnico-scientifica che, attraverso metodologie proprie dell'ingegneria e sulla base di criteri meccanici, biologici ed ecologici, utilizza come materiale da costruzione piante vive o parti di esse in abbinamento con altri materiali, quali: pietrame, legno, terra, biostuoie, geotessili, ecc.

## 2.3 Materiali utilizzati dalle tecniche di I.N.

Gli interventi di ingegneria naturalistica si distinguono da quelli in grigio in quanto utilizzano, come materiale da costruzione, specie vegetali vive, anche in abbinamento con altri materiali, quali: materiali organici inerti, materiali di sintesi o di altro tipo.

**Materiali vegetali vivi** - I semi di specie vegetali con alta capacità vegetativa, vengono utilizzati in tutti gli interventi di rinaturazione grazie alla capacità di creare piante. Molto utilizzati, nel recupero dei versanti e lungo i corsi d'acqua, sono i *semenzali e trapianti di specie arbustive ed arboree*, acquistabili a radice nuda o protetta da terra o anche in fitocella con apparato radicale in vaso. Molto efficaci nella protezione dall'erosione sono: i *rizomi, le radici, le piote erbose o zolle* (insieme di radici e fusti erbacei), *i tappeti erbosi a rotoli*. Infine le *talee di specie arbustive o arboree*, sono segmenti di fusto capaci di produrre radici e attecchire rapidamente; molto utilizzate sono quelle specie vegetali con forti e profondi apparati radicali come salici e pioppi.

**Materiali organici inerti** - Sono quei materiali che non hanno capacità vegetativa, come: *legno, reti di juta o fibra di cocco o di altri vegetali, stuoie in fibra di paglia o di cocco o di altri vegetali, paglia o fieno fissati al suolo con picchetti e fili, compost a base di cellulosa, concimi organici*. Vengono utilizzati in abbinamento con i materiali vivi, in molte tecniche ad essi viene affidata la tenuta dell'opera nel transitorio, nell'attesa che le piante crescano e contribuiscano, attraverso l'apparato radicale alla resistenza complessiva.

**Materiali di sintesi** - Sono: *griglie, reti o tessuti di materiale sintetico*, come poliammide, polietilene, poliestere, ecc.; particolarmente utili per il rivestimento di terreni soggetti ad erosione e da consolidare; *fertilizzanti chimici, collanti chimici*, impiegati in particolari situazioni di pendenza e su terreni poveri di sostanze nutritive.

**Altri materiali** - In molte tecniche di I.N. è prevista la realizzazione di vere e proprie strutture di tipo ingegneristico, come: *muri a gravità in pietrame o massi; strutture di sostegno con elementi in legno (palificate, graticciate, ecc.) o ferro; terre rinforzate con reti in acciaio collaborante; ecc.*

## 2.4 Attitudini biotecniche delle piante

Come già detto l'I.N. utilizza come materiale primo e preminente le piante vive; queste infatti risultano estremamente efficaci in quanto permettono il raggiungimento di un duplice effetto funzionale, l'aumento della *resistenza meccanica* dell'opera, attraverso il loro apparato radicale e un gradevole effetto *estetico-ecologico*, grazie alla funzione biologica che esplicano, partendo dagli stadi vegetazionali più bassi. Alcune piante hanno una naturale predisposizione a soddisfare i requisiti richiesti dalle tecniche di I.N., queste caratteristiche, indicate come *attitudini biotecniche delle piante*, sono ad esempio: la capacità di resistenza allo strappo o al taglio da parte delle radici (ad esempio la *Medicago sativa* ha una resistenza allo strappo delle radici che può arrivare fino a 665 kg/cm<sup>2</sup>, e fino a 262 kg/cm<sup>2</sup> come resistenza al taglio), la capacità di resistere ad elevate sollecitazioni meccaniche, la capacità di consolidare il terreno permeandolo con le radici. Tutte queste caratteristiche rendono le piante particolarmente efficaci a contrastare fenomeni quali: inghiaamento, interrimento, erosione, caduta

sassi, movimenti franosi superficiali, ecc.. A queste poi se ne associano altre non meno importanti, a seconda della specie vegetale cui la pianta appartiene, come ad esempio la capacità di colonizzare terreni grezzi (piante pioniere) rendendo possibile l'attecchimento ad altre specie, autoctone, prima improbabile; la capacità di contribuire ai processi naturali di depurazione delle acque, favorendo il proliferare dei batteri aerobici (fitodepurazione, sistemi filtro) o ancora la capacità di resistere alla sommersione.

Per quanto riguarda gli effetti benefici prodotti sul territorio e l'ambiente in generale con l'utilizzo di materiali vegetali vivi, basta sottolineare che una buona copertura vegetale: protegge il suolo dagli agenti atmosferici, riduce il ruscellamento superficiale intercettando e rilasciando gradualmente le acque di pioggia aumentando così il tempo di corrivazione, rinnova il suolo mantenendo il giusto grado di umidità, migliora le caratteristiche geomeccaniche del terreno grazie all'apparato radicale contribuendo alla compattezza e all'adesione tra le particelle di terreno, favorisce la diversificazione floro-faunistica dell'ambiente creando nicchie ecologiche.

Il limite principale nell'utilizzo di piante vive è il tempo necessario alle stesse per sviluppare un adeguato apparato radicale, per cui è necessario nel transitorio assicurare la resistenza dell'opera a carico di strutture da realizzare con elementi inerti (pali in legno, massi, o altro), per poi nel tempo, man mano che le radici permeano il terreno, poter assolvere pienamente al compito strutturale assegnate. Inoltre bisogna avere particolare attenzione, pena il fallimento dell'attecchimento, al periodo di piantumazione in base alle caratteristiche geopedologiche del sito interessato; e particolare attenzione anche agli effetti negativi che le piante determinano, ad esempio per quanto riguarda la vegetazione ripariale, riducendo anche notevolmente le portate defluenti in alveo.

## 2.5 Ambiti di intervento e finalità

Gli ambiti di intervento sono quelli finalizzati per lo più alla difesa del suolo, con riguardo particolare ad interventi antierosivi, per il drenaggio e di consolidamento.

**-Difesa idrogeologica:** consolidamento di versanti o in generale del terreno; drenaggio delle acque dilavanti; controllo dell'erosione; sistemazioni a rinforzo spondale nei fiumi.

**-Funzione ecologico-naturalistica:** recupero di aree naturali degradate, cave e discariche; protezione dall'inquinamento (fitodepurazione, barriere antirumore);

**-Funzione estetico-paesaggistica:** sistemazione o rinaturazione di rilevati stradali o ferroviari e di infrastrutture in genere; risanamento estetico di frane o altro, inserimento del costruito nel paesaggio, arricchimento paesistico con sistemi a verde.

**-Funzione socio-economica:** tipologie alternative a quelle tradizionali a costi molto competitivi, recupero produttivo di aree incolte o abbandonate.

## 2.6 Le tecniche

Diverse sono le metodologie di applicazione e i materiali utilizzati negli interventi di ingegneria naturalistica, queste variano ovviamente a secondo delle finalità che si perseguono e possono essere semplicissime (semina, messa a dimora di piantine, ecc.) o anche complesse (palificate, terre rinforzate, terre armate, ecc.), con la peculiarità di poter sfruttare l'interazione tra materiale vivo e altri materiali, riuscendo a conciliare le esigenze di resistenza con quelle estetico-naturalistiche. Di seguito verranno esposte alcune fra le tecniche di I.N. più utilizzate sia nella stabilizzazione dei versanti che in ambito fluviale.

**Semina** - E' una delle tecniche più semplici ma allo stesso tempo più importanti in quanto è presente in ogni tipo di interventi di I.N. Essa può essere realizzata in vario modo a seconda delle caratteristiche orografiche, pedologiche e di esposizione del terreno interessato. Per terreni a debole pendenza e con buone caratteristiche nutritive può essere sufficiente una *semina a spaglio*; per pendenze elevate e/o per terreni a bassa fertilità è consigliabile l'*idrosemina*, che consiste nell'irrorare il terreno

con una miscela acquosa composta da sostanze di vario tipo quali: sementi (10-50 gr/m<sup>2</sup>), fertilizzanti a lento rilascio (50-150 gr/m<sup>2</sup>), collante per migliorare l'aderenza e fitoregolatori per stimolare la radicazione; è possibile inoltre utilizzare una *coltre protettiva* a base di paglia per preparare il terreno alla semina, oppure una *biostuoia* per proteggere la stessa dagli eventi atmosferici.

**Messa a dimora di piante o parti di esse come talee** - Quando le condizioni pedoclimatiche lo consentono è possibile mettere a dimora piantine arboree o arbustive o talee. Molte sono le tecniche di I.N. che prevedono questa soluzione, tra le quali citiamo: *viminata*, che consiste nell'infissione nel terreno di pali di legno a cui vengono legati intrecciandoli longitudinalmente rami di salice; *fascinata*, *gradonata*, si realizzano scavando dei gradoni in cui vengono inserite piantine e talee o fascine di ramaglie.

**Palificata in legname** – Tecnica utilizzata per il consolidamento dei versanti, essa si realizza mediante la costruzione di una struttura a gabbia in pali di legno (nei nostri territori è possibile per esempio far ricorso al castagno) atta a sostenere il terreno nell'immediato, questa viene poi ricoperta da terreno in cui vengono inserite piante e talee che nel tempo sviluppano un adeguato apparato radicale a cui viene affidata la tenuta del versante a lungo termine. Tecniche per il consolidamento dei versanti e la tenuta delle terre sono anche i **Muri di sostegno in pietrame a secco rinverdito**, le **Terre rinforzate** con griglie, reti o tessuti in materiale sintetico. Molto efficaci nel controllo dell'erosione e per il drenaggio sono le **sistemazioni di versanti con reti o stuoie in materiale biodegradabile**.

Diverse sono anche le tecniche di I.N. utilizzate nelle sistemazioni spondali o nella regimazione delle acque, le più importanti sono le difese spondali con **ramaglia**, **gabbioni** (integrati con talee di Salice), e la **copertura diffusa con astoni**.

Per quanto riguarda invece le opere di regimazione e difesa idraulica a carattere intensivo sia trasversali come **briglie** e **soglie** che longitudinali come i **pennelli**, possono essere realizzate in legname e pietrame.

Infine un cenno ad opere ad alto valore naturalistico quali sono le **rampe di risalite per pesci in pietrame** a integrazione di opere trasversali. Questo tipo di interventi attenua notevolmente l'impatto ambientale che opere come le briglie determinano nei corsi d'acqua, interrompendo i flussi trofici ed energetici indispensabili alla vita dell'ecosistema fluviale. Le rampe di risalita frazionano in piccoli salti successivi il dislivello determinato dalla briglia, con vasche di calma opportunamente dimensionate, permettendo così alle specie ittiche di superare agevolmente il dislivello e risalire la corrente. La principale differenza tra le briglie tradizionali e le rampe in pietrame è che le prime modificano la pendenza concentrano il dislivello in un'unica sezione, mentre le seconde utilizzano un intero tratto di alveo.

### 3.0 Linee guida per la progettazione delle opere di I.N.

Nel rispetto della normativa vigente in materia di LL.PP., in sede di pianificazione, programmazione, studio di fattibilità e progettazione delle opere di difesa del suolo o di tutela e recupero ambientale è indispensabile valutare la possibilità di fare ricorso alle tecniche di I.N., applicabili sia nelle sistemazioni idrauliche sia negli interventi di stabilizzazione dei versanti.

Per la formulazione di un giudizio tecnico di applicabilità dell'I.N. da parte del responsabile del procedimento o di chi è incaricato a valutare i progetti, occorre che la progettazione contempli una "Relazione sull'applicabilità delle tecniche di Ingegneria naturalistica" che parta da un'attenta analisi dell'ecosistema o degli ecosistemi presenti nell'area d'intervento, intesa come conoscenza e valutazione delle varie componenti e delle loro interconnessioni.

Tale relazione è redatta a cura di un tecnico il cui curriculum dimostri una comprovata esperienza nel campo dell'I.N. e deve riportare:

- le finalità progettuali;

- i risultati degli studi relativi ai differenti aspetti ambientali (idrogeologico, idrologico, idraulico, geologico, geotecnico, vegetazionale, faunistico, paesaggistico), specificando le metodologie di analisi ed i modelli di calcolo utilizzati;
- la descrizione delle tecniche previste e dei criteri adottati per la scelta ed il dimensionamento delle opere;
- la valutazione dell'ipotesi di **opzione zero** con l'esame delle possibili conseguenze del mancato intervento, laddove compatibile con la pianificazione d'area vasta;
- la valutazione della compatibilità ambientale degli interventi e la stima delle trasformazioni attese in seguito alla loro realizzazione, specificando le soluzioni adottate per assicurare la stabilità e la funzionalità delle opere rispetto alle finalità progettuali insieme con il minor impatto possibile.

La progettazione di un'opera di I.N. deve sostanzialmente ottemperare a quanto richiesto dalla L. 109/94 e successive modifiche ed integrazioni e del Regolamento D.P.R. n. 554 del 21 dicembre 1999, in modo da assicurare:

- a) la *qualità* dell'opera e la *rispondenza* alle finalità relative;
- b) la *conformità* alle norme ambientali ed urbanistiche;
- c) il *soddisfacimento dei requisiti essenziali*, definiti dal quadro normativo nazionale e comunitario.

### 3.1 Principi generali di intervento nella sistemazione dei corsi d'acqua

Nelle sistemazioni fluviali le tecniche di I.N. possono contribuire notevolmente alla risoluzione di innumerevoli problemi sia per quanto riguarda le opere di difesa, sia per ciò che attiene al controllo dell'equilibrio idraulico del corso d'acqua.

I moderni criteri di progettazione ambientale impongono l'utilizzo di tecniche, non solo rispettose dell'ambiente, ma anche, se possibile, tendenti alla valorizzazione dell'ecosistema fluviale inteso nella sua accezione più ampia.

I principi generali di una corretta progettazione sui corsi d'acqua sono i seguenti:

- aumentare le aree di pertinenza fluviale con, in primo luogo, il recupero delle aree già demaniali;
- salvaguardare le unità di paesaggio interessate dal corso d'acqua;
- rispettare il più possibile la geomorfologia fluviale indisturbata;
- consentire il divagamento d'alveo laddove possibile;
- regolarizzare, se effettivamente necessario, la pendenza di fondo facendo ricorso in via prioritaria a rampe di risalita per pesci;
- assicurare la continuità degli scambi biologici tra le varie aste fluviali elementari;
- garantire la continuità del corridoio ecologico costituito dalla vegetazione ripariale, compatibilmente con il regime idrologico del corso d'acqua ed i livelli di sicurezza.

Per quanto riguarda quest'ultimo punto, si precisa che qualora la vegetazione in alveo riduca la capacità di deflusso delle acque in misura tale da abbassare sensibilmente i coefficienti di sicurezza idraulica deve essere previsto nel piano di manutenzione il ricorso al taglio periodico della vegetazione, avendo cura di non danneggiare definitivamente gli apparati radicali delle piante ubicate sulla parte alta della sponda.

### 3.2 Principi generali di intervento nella sistemazione dei versanti

Nella sistemazione dei versanti le tecniche di I.N. permettono il controllo dell'erosione ed il recupero di aree interessate da frane superficiali. Nel caso di fenomeni franosi complessi e più profondi le tecniche di I.N. possono combinarsi con quelle a maggior impatto in modo da favorire l'inserimento ambientale.

Ai sensi del D.M. dell'11 marzo 1988 le opere di sostegno (palificata, gabbionata, terra rinforzata, scogliera, ecc.) devono essere preventivamente calcolate e verificate tramite i normali metodi ingegneristici applicati alla stabilità dei muri di sostegno e delle terre.

Nella sistemazione di un versante occorre riservare particolare cura allo studio della circolazione idrica (superficiale, subsuperficiale, profonda), individuando i sistemi di drenaggio più opportuni, tra i quali privilegiare quelli che utilizzano le piante vive.

### 3.3 Studi delle componenti ecosistemiche

L'applicabilità delle tecniche di I.N., per l'elevata compatibilità ambientale che le caratterizza, può essere dimostrata soltanto attraverso un'analisi accurata ed ampia della situazione ambientale ante e post operam. Gli studi e le indagini preliminari sono dunque non soltanto propedeutici ma necessari alla progettazione corretta perché forniscono indicazioni fondamentali per definire la natura e le caratteristiche dell'opera. Il grado di approfondimento di questi studi ed indagini deve essere tale da consentire una soddisfacente elaborazione dei progetti preliminari, definitivi ed esecutivi. I risultati sono riportati nella *"Relazione sull'applicabilità delle tecniche di Ingegneria naturalistica"*.

Di seguito sono indicate le analisi principali, e minime, che devono essere effettuate a supporto della progettazione di interventi di I.N.

### 3.4 Studio idrologico e calcoli idraulici

#### 3.4.1 Obiettivi

Lo studio idrologico ha lo scopo di caratterizzare il sito di intervento fornendo elementi circa i valori delle piene nei corsi d'acqua per prefissati valori del tempo di ritorno. Fondamentale risulta la classificazione climatologica del sito e la determinazione dei valori di pioggia rappresentativi. Dalla correlazione di tali dati con la morfologia e la topografia del corso d'acqua vanno valutati i livelli di magra, morbida e piena, onde verificare l'applicabilità e le condizioni di applicabilità delle tecniche di I.N. Per quanto attiene al fenomeno del trasporto solido occorre caratterizzare il bacino valutandone i quantitativi e le interrelazioni con le tecniche di I.N. che si propongono di realizzare.

#### 3.4.2 Area di studio

Le valutazioni idrologiche vanno condotte a scala di bacino idrografico.

#### 3.4.3 Riferimenti normativi e vincoli territoriali

In particolare va tenuto conto della pianificazione di Bacino dell'Autorità competente per territorio.

#### 3.4.4 Informazioni e dati

Va fatto riferimento alla fonte dei dati utilizzati per le elaborazioni idrologiche, alla natura degli stessi, alla cartografia di base ed alle elaborazioni cartografiche in particolare nell'uso di modelli geomorfoclimatici.

#### 3.4.5 Metodologie

Devono essere indicate le metodologie impiegate e illustrare i criteri che hanno condotto alla scelta del metodo di analisi idrologica. Per quanto attiene ai calcoli idraulici occorre far riferimento alle prescrizioni riportate nei piani stralcio delle Autorità di Bacino. In particolare occorre valutare l'effetto della vegetazione sulla corrente.

#### 3.4.6 Elaborati

Lo studio idrologico sarà completo di una relazione illustrativa, di grafici e tabelle che rendano conto delle elaborazioni eseguite, nonché della cartografia con individuazione del bacino idrografico, della rete e delle zonizzazioni relative al modello idrologico adottato. I calcoli idraulici saranno completi di relazione, profili di moto e sezioni. Carte e tabelle con le indicazioni del trasporto solido.

### 3.5 Studio geologico – geotecnica

#### 3.5.1 Obiettivi

Obiettivo dello studio è di individuare le problematiche che l'intervento di I.N. deve affrontare; accertare la costituzione del sottosuolo dal punto di vista geologico ed idrogeologico; valutare la stabilità d'insieme dell'area; individuare eventuali problemi legati alla natura ed alle caratteristiche dei terreni; suggerire il tipo di opere e verificare il sistema di opere da eseguire; valutare le modificazioni indotte dall'intervento proposto dal punto di vista geomorfologico e sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni; determinare la compatibilità delle azioni progettuali con l'equilibrata utilizzazione delle risorse naturali. Lo studio comprende, altresì, gli aspetti pedologici oltre quelli geomorfologici e le caratteristiche geologiche e geotecniche del sottosuolo.

#### 3.5.2 Area di studio

La delimitazione dell'area d'influenza del progetto deve tenere in conto delle caratteristiche del territorio interessato e deve essere riferita sia alla componente specifica sia alle eventuali interazioni con altre componenti ambientali. Bisognerà analizzare sia gli aspetti tecnici dell'opera a realizzarsi, esaminandone l'utilizzo, che quelli di inquadramento generale territoriale, partendo dalla scala di bacino, prendendo in esame, a tale scala, gli aspetti geologici, geomorfologici, pedologici, idrogeologici, idrologici.

#### 3.5.3 Riferimenti normativi e vincoli territoriali

Si devono segnalare tutte le leggi relative all'ambiente geologico ed i vincoli riferibili al suolo e sottosuolo che interessano l'area di studio presenti nella pianificazione territoriale esistente o in corso di approntamento. Lo studio dovrà essere condotto nel rispetto della normativa di cui al D.M. del 11/03/88 emanato ai sensi dell'art. 1 della legge 02/02/74 n.° 64.

#### 3.5.4 Informazioni e dati

Nell'analisi dello stato ante operam sono da rilevare:

- i parametri stratigrafici: la successione stratigrafica e la natura delle formazioni;

- i parametri idrogeologici principali: desunti sia dalla bibliografia esistente nonché da eventuali prove in sito (oltre quelle già citate: prove di permeabilità, prove di assorbimento, prove infiltrometriche, prove di emungimento, rilievi piezometrici, ecc)
  - i parametri pedologici principali: quelli fisico-chimici, l'erodibilità e la capacità d'uso;
  - i parametri geomorfologici: le forme morfologiche, l'acclività, le zone scoscese, l'esposizione delle aree, l'altimetria, le aree inondabili e le aree instabili;
  - i parametri litologici: le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce;
  - i parametri di qualità, che si ricavano dal rilevamento e dallo studio delle fonti di inquinamento;
  - i parametri geotecnici, costituiti dalle proprietà indici: granulometria, struttura, peso specifico, peso in volume, compattezza, coesione, permeabilità) e dalla resistenza al taglio ed alla compressione (angolo di attrito);
  - gli altri parametri che si possono evincere dalle indagini realizzate in sito (sondaggi a carotaggio continuo
  - i parametri occorrenti per individuare il tipo di fenomeno franoso con particolare riferimento alla profondità della superficie di scivolamento
- Inoltre, se necessari:
- i parametri della tettonica, legati alla presenza di faglie e scorrimenti;
  - i parametri della sismica: il grado di sismicità ed il rischio sismico;
  - i parametri legati al vulcanismo.
  - i parametri per la definizione petrografica del tipo di roccia.

### 3.5.5 Metodologie

Deve essere indicata la fonte bibliografica dei parametri riportati, la provenienza dei rilievi e delle misurazioni e le metodologie specifiche di rilevamento e delle indagini geognostiche in sito ed in laboratorio realizzate.

### 3.5.6 Elaborati

La relazione deve essere accompagnata da grafici e rappresentazioni cartografiche, in scala opportuna, dei parametri esposti nonché, per le indagini in sito, in conformità alle norme A.G.I. ivi compresi i risultati da restituire graficamente seguendo le raccomandazioni A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana).

## 3.6 Studio della flora e della vegetazione

### 3.6.1 Obiettivi

Le indagini devono caratterizzare i livelli di qualità della vegetazione e della flora presenti nel sistema ambientale interessato dall'intervento. Lo studio della situazione ante operam suggerisce l'elenco delle piante autoctone da utilizzare nelle opere di I.N.

### 3.6.2 Area di studio

Per risalire alla vegetazione potenziale potrebbe essere necessario studiare le formazioni vegetali delle aree limitrofe, più o meno lontane dal sito d'intervento, soprattutto se nel sito d'intervento la vegetazione è assente, scarsa o degradata.

### 3.6.3 Riferimenti normativi e vincoli territoriali

E' necessario evidenziare, nell'area di studio, la presenza di entità rare o protette ed accertarsi dell'esistenza di vincoli territoriali, leggi nazionali e regionali o convenzioni che hanno per oggetto la tutela della vegetazione, come per esempio si verifica nelle aree protette.

### 3.6.4 Informazioni e dati

E' corretto specificare la provenienza dei dati e delle informazioni raccolte per la descrizione delle fitocenosi (dati reperiti in bibliografia, da carte della vegetazione già redatte, da interpretazione di foto aeree o immagini da satellite, sopralluoghi o verifiche in campagna, rilievi, ecc.)

### 3.6.5 Metodologie

Devono essere indicate le metodologie e gli eventuali indici di qualità utilizzati per la redazione dello studio. In particolare le comunità vegetali possono essere studiate e classificate sulla base: della composizione floristica, dei caratteri strutturali, dei caratteri funzionali, dei processi dinamici, dei caratteri storico-geografici.

### 3.6.6 Elaborati

I risultati delle analisi condotte sulla vegetazione devono essere espressi in una relazione chiara, eventualmente accompagnata da elenco floristico e carta della vegetazione o di uso del suolo. Il relatore deve soprattutto fornire precise indicazioni circa le specie da utilizzare negli interventi di I.N., i costi, le prescrizioni di impianto e di manutenzione.

## 3.7 Studio faunistico

### 3.7.1 Obiettivi

Gli interventi di I.N. possono e devono contribuire alla conservazione ed all'incremento delle comunità faunistiche legate agli ambienti locali originari.

Gli obiettivi principali dello studio faunistico sono finalizzati ad individuare la fauna selvatica locale e le sue esigenze ecologiche, a suggerire gli accorgimenti atti ad inserire al meglio gli interventi di I.N. a tutela e conservazione degli habitat specifici assicurando la continuità biologica ambientale (es rampe di risalita per i pesci, ricostituzione della copertura vegetale di un versante in erosione). A tal fine occorre precisare che soltanto un'accurata scelta di piante autoctone, utilizzate come rifugio e fonte di cibo per gli animali, permette il mantenimento e la ricostituzione degli habitat tipici della fauna selvatica.

### 3.7.2 Area di studio

L'area di studio deve comprendere, oltre alle zone direttamente interessate, anche i comprensori adiacenti in quanto la maggior parte degli animali sono mobili e svolgono la loro vita in ambienti diversi se non lontani.

### 3.7.3 Riferimenti normativi e vincoli territoriali

E' necessario evidenziare, nell'area di studio, la presenza di specie rare o protette ed accertarsi dell'esistenza di vincoli territoriali, leggi nazionali e regionali o convenzioni che hanno per oggetto la tutela della fauna selvatica.

### 3.7.4 Informazioni e dati

Considerato che gli obiettivi dello studio sono legati alla conservazione della biodiversità faunistica, l'analisi dello stato in ante operam non può prescindere dall'analisi qualitativa del popolamento faunistico. L'indagine, a seconda degli ambienti interessati, può riguardare la fauna vertebrata a respirazione aerea e gli anfibi e l'ittiofauna, talvolta, la fauna invertebrata. Deve essere specificata la fonte delle informazioni e dei dati utilizzati nelle elaborazioni.

Le operazioni da effettuare consistono nel redigere l'elenco, il più completo possibile, delle specie presenti, includendo anche quelle la cui presenza è probabile, possibile, stagionale o accidentale; descrivere per ciascuna di esse le principali caratteristiche biologiche (categorie fenologiche, periodi di presenza, distribuzione, autoctonia, habitat, periodi di riproduzione, livello di priorità di conservazione, ecc.).

### 3.7.5 Metodologie

Devono essere indicate le metodologie e gli eventuali indici utilizzati per la redazione dello studio. In particolare le comunità faunistiche sono riconducibili ad unità ambientali omogenee.

### 3.7.6 Elaborati

I risultati delle analisi condotte sulla fauna devono essere espressi in una relazione chiara, accompagnata dall'elenco delle specie presenti e dall'indicazione, anche cartografica, se necessario, dei punti critici. Il relatore deve verificare da un punto di vista faunistico la correttezza delle specie scelte per gli interventi di I.N. e le prescrizioni durante la manutenzione, come ad es. quello di non operare i tagli nel periodo riproduttivo, e ciò compatibilmente con le esigenze di assicurare i giusti livelli di sicurezza idraulica ed idrogeologica.

## 3.8 Livelli progettuali

La corretta progettazione di un'opera di I.N. fa riferimento alle norme vigenti in materia di LL.PP. ed in particolare alla L. 109/94 e sue successive modifiche ed al Regolamento generale dei lavori pubblici D.P.R. n. 554 del 21 dicembre 1999.

### 3.8.1 Progetto preliminare

Il progetto preliminare definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dell'intervento, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire e consiste in una relazione illustrativa delle ragioni della scelta della soluzione prospettata in base alla valutazione delle eventuali soluzioni possibili, anche con riferimento al profilo ambientale ed all'utilizzo dei materiali provenienti alle attività di riuso e riciclaggio, della sua fattibilità amministrativa e tecnica, accertata attraverso le indispensabili indagini di prima approssimazione, dei costi (previsione di spesa), da determinare in

relazione ai benefici previsti, nonché in schemi grafici per l'individuazione delle caratteristiche dimensionali, volumetriche, tipologiche, funzionali e tecnologiche degli interventi da realizzare.

### 3.8.2 Progetto definitivo

Il progetto definitivo individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti nel progetto preliminare e contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio delle prescritte autorizzazioni ed approvazioni.

Esso consiste:

- negli studi, indagini preliminari e relazioni occorrenti con riguardo alla natura ed alle caratteristiche dell'opera (relazione geologica, geotecnica, idrologica, idraulica, sismica ed altre relazioni tecniche specialistiche);
- in una "Relazione sull'applicabilità delle tecniche di Ingegneria naturalistica" che rappresenta una relazione descrittiva dei criteri utilizzati per l'individuazione delle tecniche di I.N. scelte per il raggiungimento degli obiettivi perseguiti. In essa sono riportati quei risultati degli studi e delle indagini preliminari utili e necessari alla redazione del progetto definitivo, le caratteristiche dei materiali prescelti e gli accorgimenti per l'inserimento dell'opera nel territorio. Sono illustrati anche i benefici attesi e le ricadute esterne con particolare riguardo agli aspetti relativi all'impatto ambientale;
- in una relazione tecnica, corredata di disegni generali nelle opportune scale, che descrivono le principali caratteristiche delle opere, delle superfici e dei volumi da realizzare;
- nei calcoli preliminari per il dimensionamento delle opere, tesi a dimostrare la stabilità dell'opera e la idoneità della tecnica adottata quale intervento minimo per raggiungere le condizioni di equilibrio;
- in un disciplinare che descrive l'articolazione degli interventi con tutti gli elementi prestazionali, tecnici ed economici previsti in progetto nonché un computo metrico estimativo;
- un quaderno di opere tipo con indicazioni dimensionali e sui materiali, avendo cura di specificare i luoghi e le modalità di reperimento, oltre alle indicazioni sulle fasi di realizzazione delle tecniche.

### 3.8.3 Progetto esecutivo

Il progetto esecutivo, redatto in conformità al progetto definitivo, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare ed il relativo costo previsto e deve essere sviluppato ad un livello di definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo.

Esso è redatto sulla base degli studi e delle indagini compiuti nelle fasi precedenti e degli eventuali ed ulteriori studi ed indagini, di dettaglio o di verifica delle ipotesi progettuali, che risultino necessari.

In particolare il progetto è costituito:

- dall'insieme delle relazioni, dei calcoli esecutivi delle strutture previste e degli elaborati grafici nelle scale adeguate, compresi gli eventuali particolari costruttivi. I calcoli esecutivi delle opere di I.N. devono considerare le seguenti condizioni:
- breve termine, la stabilità dell'opera è assicurata esclusivamente dal materiale inerte;
- medio e lungo termine, il compito di assicurare la stabilità è svolto in via prioritaria o esclusiva dalla parte vegetale viva.

Vanno altresì valutate le conseguenze statiche dovute ad accidentale morte della parte vegetale, e gli accorgimenti da adottare al fine di conservare condizioni di sicurezza. Un elenco degli elaborati grafici può essere il seguente: corografia dell'area in scala 1:25.000, (relazione geologica, geotecnica, idrologica, idraulica, sismica ed altre relazioni tecniche specialistiche), planimetria delle opere da realizzare, planimetria delle opere esistenti, profili, piante, prospetti, sezioni e disegni di dettaglio con particolari costruttivi, documentazione fotografica per identificare l'area, perizia di tecnico incaricato attestante l'avvenuta misurazione delle aree con strumenti di precisione;

- dal *capitolato speciale di appalto*, prestazionale o descrittivo se l'opera va in gara d'appalto, dal *computo metrico*, dall'*analisi dei prezzi* e dall'*elenco dei prezzi unitari*;
- *la distinta dei materiali* per singola opera e singola tecnica;
- *gli schemi di montaggio* e/o realizzazione dell'opera;
- dal *piano di manutenzione* dell'opera e delle sue parti;
- dal *piano di sicurezza e di coordinamento* ai sensi del D. Legs. 494/96;
- dal *cronoprogramma*.

#### 3.8.3.1 Dimensionamento delle opere

Nella scelta della tecnica di I.N. deve essere rispettato il principio del livello minimo di energia per cui deve essere privilegiata la tecnica più semplice che garantisce il raggiungimento delle finalità progettuali. Il sovradimensionamento delle opere, ossia la scelta di tecniche più complesse laddove sarebbero sufficienti tecniche elementari, è in contrasto con i principi fondamentali di una corretta progettazione ambientale a basso impatto, così come la scelta di una tecnica insufficiente allo scopo costituisce errore progettuale.

La corretta applicazione di tale principio deve essere chiaramente evidenziata dagli elaborati progettuali. Tale dimostrazione costituisce una condizione importante per l'approvazione dei progetti.

#### 3.8.3.2 Cronoprogramma

Per quanto riguarda la tempistica degli interventi di I.N. occorre precisare che, essendo le piante vive i principali materiali di costruzione, affinché l'opera abbia successo, è necessario rispettare i periodi vegetativi. In Campania, dunque, la realizzazione di questi interventi, ed in particolare la messa a dimora di talee, deve essere prevista nel periodo ottobre - marzo.

#### 3.8.3.3 Specie autoctone

Secondo corretti criteri deontologico, nelle opere di I.N. devono essere utilizzate esclusivamente le specie autoctone, corrispondenti alla fascia fitoclimatica dell'area di intervento, che presentano adeguate caratteristiche biotecniche. L'utilizzo di altre specie è ammesso solo a fini pionieristici per comprovati e motivati impedimenti di cui occorre dar conto nello studio vegetazionali.

## 4.0 Le essenze vegetali

### 4.1 Criteri di scelta

L'impiego di piante come materiale da costruzione rappresenta la ragione principale per cui gli interventi di I.N. presentano un'elevata compatibilità ambientale.

La scelta delle piante da utilizzare negli interventi di I.N. si basa su molteplici criteri ed attenzioni, come: le caratteristiche edafiche e stazionarie del sito d'intervento, le capacità biotecniche delle piante ed in particolare lo sviluppo radicale, le capacità di propagazione, la velocità di crescita, la reperibilità in natura o sul mercato.

A queste esigenze, che un buon esperto è in grado di soddisfare, occorre anche aggiungere altri due requisiti fondamentali: la conservazione della biodiversità e la coerenza con la tipologia ed il dinamismo della vegetazione dell'area in cui è previsto l'intervento. A tale riguardo è opportuno che, nella scelta delle essenze da utilizzare, si segua il criterio di preferire, in via prioritaria, le specie vegetali

considerate, da un punto di vista corologico, *spontanee* nella Regione Campania secondo studi e riferimenti scientifici pubblicati.

L'uso di specie esotiche, o comunque estranee al dinamismo naturale della vegetazione, così come di quelle ampiamente diffuse perché legate allo sviluppo antropico o al degrado della zona, deve essere limitato il più possibile e devono essere rese esplicite le motivazioni di scelte che si discostano da questi criteri nella relazione dell'esperto (fig. 1).

E' opportuno che l'elenco delle specie sia desunto dai risultati di analisi floristiche e fitosociologiche, che *andrebbero comunque effettuate preliminarmente* ad un intervento di recupero ambientale con l'utilizzo di tecniche di I.N.

Si possono utilizzare, a tale scopo, diversi approcci floristici e metodologici proposti nel corso degli ultimi decenni dagli studiosi in materia, fra i quali la classificazione fitoclimatica proposta da Pavari (1916) e quella più recente delle fasce di vegetazione del Pignatti (1979).

Secondo quest'ultima classificazione in Campania, procedendo dal livello del mare verso i monti, si succedono le seguenti quattro principali fasce di vegetazione:

1. *Fascia mediterranea* (da 0 a circa 500 m s.l.m.): vegetazione climax potenziale del bosco di leccio (Ordine dei *Quercetalia ilicis*). In questa fascia sono comprese e distinte diverse tipologie, quali: la vegetazione dei litorali sabbiosi, delle coste alte, delle pianure e delle basse colline, dei pascoli collinari.

2. *Fascia sannitica* (dai 500 ai 1000 m circa s.l.m.): vegetazione climax potenziale del bosco di roverella e del bosco misto di caducifoglie (Ordine dei *Quercetalia pubescentis*). In questa fascia sono compresi i boschi di roverella, i boschi misti di caducifoglie, i cerreti, i castagneti e la vegetazione erbacea di media altitudine.

3. *Fascia atlantica* (dai 1000 ai 1800 m circa s.l.m.): vegetazione climax potenziale del bosco di faggio (Ordine dei *Fagetalia sylvaticae*).

4. *Fascia mediterraneo-altomontana* (oltre i 1800 m s.l.m.): vegetazione potenziale dei pascoli a *Sesleria tenuifolia* (Ordine dei *Seslerietalia apenninae*).

A questa classificazione generale si deve aggiungere:

5. la vegetazione sulle rive degli specchi d'acqua, lungo gli alvei, sui greti dei fiumi e dei torrenti;

6. la vegetazione dei litorali marini;

nonché vari aggruppamenti minori legati a specifiche condizioni locali.

## 4.2 Elenco delle specie

Di seguito si riporta, l'elenco delle specie vegetali maggiormente significative nella flora della Campania (fonte Pignatti, Flora d'Italia, 1997) e da inserire di preferenza negli interventi di Ingegneria Naturalistica e la fascia o l'aggruppamento vegetale di pertinenza:

1. *Fascia mediterranea (0 – 500 m s.l.m.)*
2. *Fascia sannitica (500 – 1000 m s.l.m.)*
3. *Fascia atlantica (1000 – 1800 m s.l.m.)*
4. *Fascia mediterraneo-altomontana (> 1800 m s.l.m.)*
5. *Vegetazione dei fiumi, dei laghi e del litorale marino*

Tab.1 - PREFERIBILITA'/LICEITA' \* D'IMPIEGO DEI MATERIALI VIVI E MORTI PER LE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

AMBITI D'IMPIEGO		PIANTE			MATERIALI UTILIZZABILI		
		NATURALITA' CRESCENTE			NATURALITA' CRESCENTE		
		PIANTE AUTOCTONE	PIANTE ESOTICHE NATURALIZZATE	PIANTE ESOTICHE DIRECENTE INTRODUZIONE	MATERIALI NATURALI	MATERIALI BIODEGRADABILI	MATERIALI ARTIFICIALI
1	AREE PROTETTE	<b>XXX</b>	-	-	<b>XX</b>	<b>XX</b>	<b>-(1)</b>
2	AREE NATURALI	<b>XXX</b>	-	-	<b>XX</b>	<b>XX</b>	<b>X</b>
3	AREE AGRICOLE	<b>XX</b>	<b>X</b>	-	<b>XX</b>	<b>XX</b>	<b>X</b>
4	PARCHI E GIARDINI	<b>XX</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
5	AREE URBANE	<b>XX</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
6	AREE INDUSTRIALI	<b>XX</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

Fonte A.I.P.I.N. 2002

- \* **XXX** Impiego esclusivo  
**XX** Possibilità di impiego preferenziale  
**X** Impiego indifferente in funzione delle scelte progettuali  
- Incompatibilità assoluta

(1) Utilizzo solo per la soluzione di problemi ingegneristici ed idraulici per la protezione diretta di edifici o infrastrutture esistenti.

N.B.: nelle categorie materiali biodegradabili, naturali, artificiali si fa riferimento a quelli strutturali e non ai componenti (es. chiodo in ferro acciaccio nella palificata viva in legno)

TAB. 2: ELENCO SPECIE

Specie arboree		1	2	3	4	5	
Acer campestre	Acer oppb	x	x	x			Boschi esofili suob ricco
Acer lbeili	Acer di Lobelius		x	x	x		Boschi ontani
Acer m onspessulanum	Acer m onore	x	x				Boschi tem ofilidi latifoglie
Acer obtusatum	Acer d Ungheria		x	x			Boschi dilati foglie
Ahus cordata	Ontano napoletano	x	x	x	x		Boschi (quereti, castagneti, faggete)
Ahus glutinosa	Ontano comune	x	x			x	Boschie cespuglieti sulle sponde deicoisidacqua e su suolito bosiasfiti
Capinus betulis	Capino comune		x	x			Boschi esofili
Capinus orientalis	Capino orientale		x	x			Boschi tem ofili
Castanea sativa	Castagno	x	x	x			Uno deicoisidacqua e su suolito bosiasfiti
Celtis australis	Bagolar comune	x	x	x			Boschi aridi suob calareo
Cercis siliquastrum	Abero di Giuda	x	x	x			Boschi tem ofilidi latifoglie
Corylus avellana	Nocciu	x	x	x			Nel sottobosco de le fuste dilati foglie ed aghi foglie
Fagus sylvatica	Faggiu			x	x		Principale componente deiboschi esofili ontani
Fraxinus ornus	Ombro	x	x	x			Boschi degradate nell'area submediterranea
Fraxinus oxycarpa	Frassino meridionale	x	x				Boschi di fene
Ostrya carpinifolia	Carpino nero		x	x			Cespuglieti cedui
Populus alba	Poppo bianco	x	x			x	Stazionum ile o inondate lungo ifumie sulla riva deilaghi
Populus nigra	Poppo nero	x	x	x		x	Spontaneo lungo ifumie sui laghi
Populus tremula	Poppo tremulo		x	x	x		Boschi ontani, soprattutto umili, più raramente fino al piano
Prunus avium	Prunus avium	x	x	x			Coltivazione su larga scala. Probabilmente indigeno nei boschi dilati foglie suob subacilo
Prunus spinosa	Pruno selvatico	x	x	x			Boschi cedui, cespuglieti, siepi, muretti
Prunus pyraeaster	Pero selvatico	x	x	x			Boschi dilati foglie suob umido e ricco in sostanze nutritive
Quercus cerris	Ceno	x	x	x	x		Boschi, soprattutto suob subacilo con ristagno d'acqua in profondità
Quercus fainetto	Quercia fainetto	x	x				Boschi esofili

Quercus ilex	Leccio	x	x	x			Boschiarili, macchie. Principale componente della macchia mediterranea su substrato preferibilmente acido. Alle quote più elevate in posizione rupestre
Quercus pubescens	Roverella	x	x	x			Boschie cespuglieti della zona submediterranea generalmente su suoli calcarei
Salix alba	Salice bianco	x	x	x		x	Luoghi umidi
Salix caprea	Salice delle capre	x	x	x		x	Boschium idi
Salix fragilis	Salice fragile		x	x		x	Boschium idi, prati
Sorbus aucuparia	Sorbo degli uccellatori		x	x	x		Boschi ontani
Sorbus domestica	Sorbo comune	x	x				Boschi submediterranei
Sorbus torminalis	Sorbo torminali	x	x				Boschi dilatifoglie (soprattutto querce)
Taxus baccata	Tasso comune					x	Faggete, preferibilmente su substrato calcareo
Tilia cordata	Tiglio selvatico	x	x	x			Boschiarili e cespuglieti
Tilia platyphyllos	Tiglio nostrano	x	x	x	x		Boschium idi, fene, spesso con Olmo, Frassino, Ontano, Faggio
Ulmus minor	Olmo comune	x	x	x			Boschi, siepi, incolti

Specie erbacee							
		1	2	3	4	5	
Graminacee							
<i>Aegilops geniculata</i>	Cereale com une	x	x				Pascoliariti, radure, mderi
<i>Agropyron repens</i>	Gramigna com une	x	x	x	x		Incolti, campi, pratariti
<i>Agrostis stolonifera</i>	Cappellinicom uni	x	x	x	x	x	Generalmente popolam entipinèrisuibordidipozze ed acquitrini, sponde, avari, incolti, mderi
<i>Alpeccurus pratensis</i>	Coda ditopo com une	x	x	x	x	x	Pratum iti
<i>Ammophila littoralis</i>	Sparto pungente	x				x	Dune marittime, spiagge
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	Tagliamani	x	x	x			Pendiiagilbsigeneralmente lambitida contentidaria umila
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Paleo odoroso	x	x	x			Pratie boschidilatigle
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Avena alissima	x	x	x			Prati, siepi, cespugli
<i>Avena barbata</i>	Avena barbata	x	x	x			Prati, incolti, siepi
<i>Avena fatua</i>	Avena selvatica	x	x	x			Prati, campidicereali, siepi
<i>Avena sativa</i>	Avena aggride	x	x	x			Prati, campidicereali, siepi
<i>Avena sterilis</i>	Avena com une	x	x	x			Campi, incolti, stazionimderali
<i>Brachypodium distachyon</i>	Paleo annuale	x	x	x	x		Incoltiariti, pratelitale m acchie, pascoli
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Paleo com une	x	x	x	x		Pratiariti, boscaigne, scarpate
<i>Brachypodium ramosum</i>	Paleo delle garighe	x					Garighe, m acchie degradate
<i>Brachypodium rupestre</i>	Paleo rupestre	x	x	x	x		Pascolisubsteppirim esobrometi, bordiboschiri
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Paleo silvestre	x	x	x			Boschidilatigle
<i>Bromus erectus</i>	Forasacco	x	x	x	x		Pratiariti
<i>Bromus gussonei</i>	Forasacco diGussone	x	x	x			Colture dicereali, mderi
<i>Bromus maritimus</i>	Forasacco deimuri	x	x				Incolti, mderi, pascoliariti
<i>Bromus sterilis</i>	Forasacco rosso	x	x	x			Incolti, teneniabbandonati
<i>Cymbopogon hitus</i>	Bambocchino mediterraneo	x					Macchie e garighe, rupisoleggiate, incoltiariti
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramigna rampicante	x	x				Incolti, siepi, tenenicapestati
<i>Cynosurus cristatus</i>	Covetta deipati	x	x	x	x		Prati, pratie concinatti
<i>Cynosurus echinatus</i>	Covetta com une	x	x	x	x		Pascoliariti, radure, m acchie debolmente acifofie
<i>Dactylis glomerata</i>	Erba mazzolina com une	x	x	x	x		Prati, facili, incolti, siepi, spesso anche coltivazionicom e frangere
<i>Dactylis hispanica</i>	Erba mazzolina meridionale	x	x	x			Macchie, garighe, rupisoleggiate

Deschampsia caespitosa	Migliario maggiore	x	x	x	x	x	Pratum fii, paludi, sponde
Festuca arundinacea	Festuca fascona	x	x	x		x	Pratum fii, sponde erbose, boschi rivieraschi
Festuca circummediterranea	Festuca mediterranea	x	x	x	x		Pascoliariti
Festuca curvula	Festuca incurvata			x	x		Pascolie pendisassosi
Festuca heterophylla	Festuca deiboschi	x	x	x			Boschidi latifoglie e conifere
Festuca pratensis	Festuca deiprati	x	x	x			Pratifarie concinate, spesso anche coltivazibnicom e fraggere
Festuca robustifolia (F.ovina)	Festuca a foglie robuste	x	x	x	x		Rupi, pascoliariti
Festuca rubra	Festuca rossa	x	x	x	x		Pratie pascolinaturali coltivati, generalmente in stazionum ile o abbastanza fresche
Glyceria maxima	Gramignone maggiore	x	x			x	Fossi, paludi, sponde
Holcus lanatus	Bambagione pubescente	x	x	x		x	Prati, anche umilie palusti
Inula viscosa	Enula ceppioni	x	x			x	Ruderi, gretideionanti, spiagge, incolium fii
Koeleria splendens	Paleo meridionale		x	x	x		Pratiariti, garighe preferibilmente calcarei
Lolium multiflorum	Loglio maggiore	x	x				Pratistabili, incolti
Lolium perenne	Loglio comune	x	x	x	x		Luoghi erbosicalpestati, pratistabili
Lygeum spartum	Sparto steppico	x					Pendiaritiargilosi
Oryzopsis miliacea	Miglio multifloro	x	x			x	Pendium ilied ombrosi, alvei, siepi
Phleum pratense	Codolina comune	x	x	x	x		Pratistabili, farbie concinate
Poa alpina	Fienarola delle Alpi			x	x		Pascolimontani
Poa annua	Fienarola annuale	x	x	x	x		Incolti, bordidivie, orti
Poa bulbosa	Fienarola bulbosa	x	x	x	x		Pratiariti, incolti
Poa compressa	Fienarola compressa	x	x	x			Incolti, pendii, lungo le vie, spesso su teneniargilbium fii
Poa pratensis	Fienarola deiprati	x	x	x	x		Prati, pendierbosi
Poa trivialis	Fienarola comune	x	x	x	x		Pratifarie concinate
Sesberia tenuifolia	Sesberia tenuifolia			x	x		Pascolidalitudine, zone piniere, creste calcaree
Trietum flavescens	Gramigna bionda	x	x	x	x		Pratifarie concinate
Legum inose							
Anthriscus montana	Vulneraria montana					x	Pratiaritimontanicalcaree rocce affiorantitalibera

<i>Anthyllis vulneraria</i>	Vulneraria com une	x	x	x	x		Pratiariti
<i>Astragalus depressus</i>	Astragalb depresso			x	x		Pascolim ontani
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	Astragalus falsa-liquerizia	x	x				Boschicaducifogliu esofili, soprattutto querceti
<i>Astragalus ham osus</i>	Astragalb farifome	x	x				Pascolied incoliariti
<i>Coronilla varia</i>	Cometta gnestina	x	x				Rupie pietale calabrese, pratie pendiariti
<i>Galega officinalis</i>	Capriaggine	x	x	x		x	Incolium ilianche subsabi
<i>Galega officinalis</i>	Capriaggine	x	x	x		x	Incolium ilianche subsabi
<i>Hedysarum coronarium</i>	Sulla com une	x	x	x			Suoli argillosi anche subsabi
<i>Hippocrepis ciliata</i>	Senacavalb com une	x	x	x	x		Pascolie pratiariticabresi
<i>Hippocrepis comosa</i>	Cicerchia deiprati			x	x		Prati, siepi, cespuglieti
<i>Lathyrus pratensis</i>	Cicerchia veneta		x	x			Boschidilatifoglie
<i>Lathyrus venetus</i>	Gnestino	x	x	x			Pratiaritie concinati, pascoliariti, incolierbosi, anche coltivazioni com e fraggere
<i>Lotus corniculatus</i>	Gnestino pi' d'uccelb	x	x				Incoli, pascolicalabresi
<i>Lotus ornithopodifolius</i>	Lupino selvatico	x	x				Incoliariti, pratie linele macchie, spesso su terreno acido
<i>Lupinus angustifolius</i>	Erbamedica araba	x					Incolierbosi, ruderi, campi
<i>Medicago arabica</i>	Erbamedica polinorfa	x	x				Incoliariti, campi
<i>Medicago hispida</i>	Erbamedica lupulina	x	x	x			Ambientimederali, anche calpestati, incoliariti
<i>Medicago lupulina</i>	Erbamedica marina	x				x	Dune marittime e deltoralie
<i>Medicago marina</i>	Erbamedica minima	x	x				Pratiaritie steppicabresi
<i>Medicago orbicularis</i>	Erbamedica orbicolare	x	x	x			Cultivied incolierbosi
<i>Medicago orbicularis</i>	Erbamedica lupulina	x	x				Incoli, campi, pratiariti
<i>Medicago sativa</i>	Melilot dell'India	x	x				Ruderi, incolli, siepi
<i>Melilotus indica</i>	Melilot napoletano	x				x	Incoliaritisabbosi, dune marittime
<i>Melilotus neapolitana</i>	Melilot com une	x	x	x			Macerie, incolli
<i>Melilotus officinalis</i>	Lupinella con dentiappiattiti	x	x				Incoliariti
<i>Onobrychis aequidentata</i>	Lupinella cresta digalb	x	x				Macchie, incoliariti
<i>Onobrychis caput-galli</i>	Lupinella com une	x	x	x	x		Pratie pascoli
<i>Onobrychis vicifolia</i>	Trifoglio angustifoglio	x	x	x			Ambientiariti
<i>Phagnalites austriaca</i>	Cannuccia dipalide	x	x	x		x	Paludi, sponde, argini, ambienti anche salmastri
<i>Pisum sativum</i>	Piseib	x	x	x			Colture, incolli
<i>Trifolium angustifolium</i>	Trifoglio arvense	x	x	x			Incoliaritisilbei
<i>Trifolium arvense</i>	Trifoglio campestre	x	x	x	x		Incoliariti
<i>Trifolium campestre</i>	Trifoglio a fiagola	x	x			x	Incolie pascoli, per bpi' un filio subabfili

Trifolium fragiferum	Trifoglio globoso	x	x				Prati ed incolti su suolo vulcanico o comunque acido
Trifolium globosum	Trifoglio incarnato	x	x	x	x		Incolti, campi
Trifolium incarnatum	Trifoglio medio		x	x			Prati agricoli marginali e boschi
Trifolium medium	Trifoglio pratense	x	x	x	x		Prati, pascoli, incolti, anche coltivazioni e foraggiere
Trifolium pratense	Trifoglio bianco	x	x	x	x		Prati ed incolti
Trifolium repens	Trifoglio resupinato	x	x			x	Incolti e boschi
Trifolium resupinatum	Trifoglio scabro	x	x	x			Incolti e prati
Trifolium scabrum	Trifoglio squamoso	x					Pascoli e prati
Trifolium squamosum	Trifoglio stellato	x	x				Incolti e prati
Trifolium stellatum	Veccia rosso-nera	x	x				Pascoli e prati, incolti, garighe
Vicia atropurpurea	Veccia dentellata	x	x				Incolti, pascoli, siepi, campi
Vicia bithynica	Veccia gialla		x	x	x		Prati e boschi nella fascia di boschi caducifogli (querce e faggete)
Vicia cracca	Veccia farfallina	x	x	x			Boschi e prati, cedui, siepi ed incolti
Vicia grandiflora	Veccia tentennina	x	x	x			Incolti, prati e prati, anche nelle coltivazioni di cereali
Vicia hirsuta	Veccia pelosa	x	x				Incolti, siepi, anche nei campi
Vicia hybrida	Veccia con peli sparsi	x	x	x			Boschi, cedui e nella fascia submediterranea (boschi, querce)
Vicia incana	Veccia gialla	x	x				Incolti, pascoli e prati, macchie e cedui preferibilmente su suoli acidi
Vicia lutea	Veccia selvatica	x	x				Incolti, prati, colture
Vicia narbonensis	Veccia smussata	x	x	x			Incolti e prati, campi
Vicia peregrina	Veccia dolce	x	x	x			Prati e prati, pascoli, colture, anche coltivazioni
Vicia sativa	Veccia gracile	x	x				Incolti, siepi, macchie
Vicia tenuissima	Veccia pelosa	x	x				Colture, prati, incolti e prati
Vicia villosa	Stenacalo cigliato	x					Prati e prati, garighe calcaree
Altre famiglie							
Achillea millefolium	Altea spila	x	x	x			Campi pascolati, vigne
Achillea cannabina	Altea canapina	x	x			x	Fossati, sponde e luoghi umidi
Achillea hirsuta	Altea comune	x	x	x		x	Prati e sponde dei fossati anche salmastri
Achillea officinalis	Millefoglie comune					x	Prati e prati, soprattutto montani
Anemone apennina	Anemone dell'Appennino		x	x	x		Boschi e prati, querce e faggete

Anthemis maritima	Camomilla marina	x				x	Sabbie marine e dune
Anthemis tinctoria	camomilla tintoria	x	x	x			Pendiarili amosipreferribilmente calcarei
Apium nodiflorum	Sedano d'acqua	x	x	x		x	Fossi, stagni, pozze
Arrum italicum	Giaro chiaro	x	x				Macchie, cedui, radure, siepi, vigne e oliveti
Asparagus acutifolius	Asparago pungente	x	x	x			Macchie, leccete, boschicaducifogli, siepi
Atriplex halimus	Atriplice alino	x					Siepi, lungo le vie, ripied incolisabbiosi
Atriplex latifolia	Atriplice comune	x				x	Ambientiricchi inonati, soprattutto su fanghied argille subsalse
Atriplex tatarica	Atriplice tatarica	x				x	Sabbie e ghiaie del litorale dove il mare rigetta fiammentivegetali
Beula erecta	Sedanina	x	x	x		x	Fossi, acque lente o stagnanti
Borago officinalis	Erbaperla azzurra	x	x				Boschicaducifogliarili, cespuglieti, cedui
Bugboscioles purpureocerulea	Bonagne comune	x	x				Incolti, nderi
Cakile maritima	Ravastello marittimo	x				x	Pioniera su sabbie litoranee, ambienti mediterranei subsalsi ricchi inonati, sempre sul litorale
Calendula arvensis	Financio selvatico	x					Incolti, margini delle vie, campie vigneti
Calithriche palustris	Gamberaja comune	x	x	x	x	x	Stagnioligotrofi, generalmente ombrosi
Calithriche stagnalis	Gamberaja maggiore	x	x	x		x	Acque stagnanti e lenticole
Calystegia soldanella	Vilucchio marittimo	x				x	Dune marittime
Calystegia sylvatica	Vilucchio maggiore	x	x				Siepi, incolti, boscaglie
Carex caryophylla	Carice prinaticcia	x	x	x	x		Pratiarili
Carex distachya	Carice mediterranea	x	x				Leccete, macchie, radure
Carex distans	Carice a spighe distanziate	x	x	x	x	x	Pratiarili, anche subsalsi
Carex divisa	Carice scipina	x				x	Pratiarili, anche su suolisalini
Carex diuisa	Carice separata	x	x				Prati, boscaglie, cedui, bordi di vie
Carex flacca	Carice glauca	x	x	x	x		Prati, boschi, sorgenti
Carex halimifolia	Carice di Haller	x	x	x			Macchie, leccete, querceticaducifogli, soprattutto nei cedui sui margini del bosco
Carex pendula	Carice maggiore	x	x			x	Boschi igrofili, soprattutto pippete, muscoli
Carex riparia	Carice spondicola	x				x	Sponde di canale e corsi d'acqua, rive degli stagni
Cartha cominbosa	Cartha riggiduro	x	x	x			Pratiarili e sassosi
Cartha lanata	Cartha lanosa	x	x				Incolti, pascoliarili lungo le vie
Cartha utzha	Cartha zolfina			x	x		Pratiarili e pascoli
Cartha vulgaris	Cartha comune	x	x	x			Cedue boscaglie, pascoliarili, incolti, sentieri
Centaureum erythraea	Centauro maggiore	x	x	x		x	Fanghie sabbie umide anche salmastri, sentieri ombrosi, macchie e garighe

<i>Centaurea pulchella</i>	Centaurea elegante	x	x			x	Fanghi, suolium ilianche subsalsi
<i>Centranthus ruber</i>	Valeriana rossa	x	x	x			Rupi, vecchium uri
<i>Cerastium arvense</i>	Peperina a foglie strette	x	x	x	x		Ambientiarilie spesso sassosi
<i>Cerastium brachypetalum</i>	Peperina a petalibrevi	x	x	x			Ambientiarilispeso su sabbia, rupicalcaree e m uri
<i>Cerastium glomeratum</i>	Peperina deicampi	x	x	x			Colture mderali, incolisu ognisubstrato
<i>Cerastium semidecandrum</i>	Peperina annuale	x	x	x			Ambientiarilie soleggiate su ognisubstrato
<i>Cerastium sylvaticum</i>	Peperina a foglie grandi	x	x			x	Ambientium ilie ben protetti in cespuglietie boscaglie
<i>Cerastium tomentosum</i>	Peperina tomentosa		x	x	x		Ghàini, m acereti, pendiiupestricalcarei
<i>Convolvulus altheoides</i>	Vilicchio rosso	x					Incolie pascoliarili, bordidivie
<i>Convolvulus arvensis</i>	Vilicchio comune	x	x	x			Otti, vimeti, incoli
<i>Convolvulus elegantissimus</i>	Convolvolo elegantissimo	x					Incolie pascoliarili, bordidivie
<i>Cucurbitaria maritima</i>	Cucurbitaria maritima	x	x	x			Garijhe, pascoliarilie sassosi
<i>Daucus carota</i>	Carota selvatica	x	x	x			Incolti, lungo le vie, pratiarili
<i>Dipsacus fulbum</i>	Scardaccione selvatico	x	x	x			Incolti, mderi, m acerè, lungo le vie
<i>Eryngium amethystinum</i>	Calateppola ametistina	x	x	x			Pascoliarilicalcarei
<i>Eryngium campestre</i>	Calateppola campestre	x	x	x			Pascoliarilicalcarei
<i>Eryngium maritimum</i>	Calateppola maritima	x					Dune marittime
<i>Euphorbia characias</i>	Eufobia cespugliosa	x	x	x			Leccete, macchie, garijhe
<i>Euphorbia dendroidea</i>	Eufobia arborea	x					Rupipresso il mare
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Eufobia calenzuola	x	x	x			Incolti, pascoliarili
<i>Euphorbia peplis</i>	Eufobia delle spiagge	x				x	Dune sabbiose, litorali, spiagge
<i>Euphorbia peplois</i>	Eufobia minore	x	x	x			Suoliconcinate ricchidimitati, colture, otti, mderi
<i>Euphorbia pubescens</i>	Eufobia pubescente	x				x	Incolium ili, rive e sponde
<i>Euphorbia spinosa</i>	Eufobia spinosa		x	x			Rupi, ghiaie, pendiarilie sassosi
<i>Foeniculum vulgare</i>	Finochio comune	x	x				Incoliarili, coltivi
<i>Galium verum</i>	Galio zoffino		x	x			Pratiarili, boscaglie
<i>Grisebacia pseudacoma</i>	Grigio acquatico	x	x			x	Fossi, sponde, paludi
<i>Linum tenuifolium</i>	Lino montano	x	x				Pratiarilicalcarei
<i>Lonchocarpus caprifolium</i>	Caprifoglio comune	x	x	x			Boschicaducifogli (quereti, castagneti), boscaglie, siepi, vigne
<i>Lonchocarpus etrusca</i>	Caprifoglio etrusco	x	x				Boschitem offi (queretisubmediterranei, leccete), boscaglie, siepi
<i>Lonchocarpus inplexa</i>	Caprifoglio mediterraneo	x	x				Macchie, leccete
<i>Mirum eria graeca</i>	Isopo meridionale	x	x				Rupi, pietraie, pascoli

O tanthus maritimus	Santolina delle spiagge	x				x	Dune marittime
Panicratium maritimum	Giglio marino	x				x	Spiagge, dune litorali
Papaver rhoeas	Papavero comune	x	x	x			Campidicereali, uderie macerle
Petasites hybridus	Farfaccione maggiore	x	x	x		x	Luoghium ili, sponde, bordideiboschium ili
Phagnalon rupestre	Scudero comune	x	x				Rupicalcaree, muri
Pininella peregrina	Tragosecchio cabatrippa	x	x				Incolierbosi, siepi
Pininella saxifraga	Tragosecchio comune	x	x	x			Pratiarili, pendii
Pantago lanceolata	Piantaggine minore	x	x	x	x		Incoli, lungo le vie, campi, vigne
Pantago major	Piantaggine maggiore	x	x	x	x		Incolierbosi, lungo le vie, sentieri
Ranunculus aquatilis	Ranuncolo acquatico	x				x	Acque limpide, stagnanti lontane da fonti
Ranunculus bulbosus	Ranuncolo bulboso	x	x	x	x		Prati, incolti
Ranunculus ficaria	Ranuncolo favegolo	x	x	x			Boschidi latifoglie, siepi, luoghi umidi
Ranunculus neapolitanus	Ranuncolo napoletano	x	x	x		x	Pratiarili
Ranunculus repens	Ranuncolo strisciante	x	x	x	x	x	Prati frequentemente inondati, sponde dei fossi stagnanti
Reseda alba	Reseda bianca	x	x				Muri, ghiaie, incolti e sabbiosi
Reseda lutea	Reseda comune	x	x	x			Incolti, uderie, prati, macchie
Rubia peregrina	Robbia selvatica	x	x				Boschi sempreverdi (leccete) e più raramente caducifoglie, macchie, siepi
Sanguisorba minor	Salvestella minore	x	x	x			Pratiarili, garighe, incolti e calcarei
Scabiosa maritima	Vedovina marittima	x					Incolti, spiagge, uderie, lungo le vie
Schoenoplectus lacustris	Lisca lacustre	x	x	x		x	Fossi paludi, acque stagnanti
Schoenoplectus tabernaemontani	Lisca del Tabernaemontano	x	x			x	Fossie paludi, soprattutto di acque salmastre, più raramente all'aperto
Scrophularia canina	Scrofularia comune	x	x	x			Ghiaie, pietraie, sabbie
Scrophularia nodosa	Scrofularia nodosa	x	x	x		x	Boschi umidi, fene, rive
Scrophularia scopoli	Scrofularia di Scopoli		x	x	x		Radure boschive
Sedum alba	Bonaccia bianca	x	x	x	x		Ghiaie, rupi scogliate, muri
Sedum cepaea	Bonaccia cepea	x	x	x		x	Ambienti umidi con suolo ricco di nutrienti boschi, vecchi muri, rupi, sorgenti
Sedum maximum	Bonaccia massima	x	x	x	x		Rupi, pietraie, soprattutto all'ombra
Sedum sedifolium	Bonaccia massima	x	x	x			Rupi, pietraie, muri
Senecio vulgaris	Senecione comune	x	x	x			Incolti, orti, vigneti, oliveti
Smilax aspera	Salaparuta nostrana	x	x	x			Macchia sempreverde, leccete, siepi
Sonchus asper	Grispolo spinoso	x	x	x			Colture sarciolate, orti, vigne

<i>Sonchus oleraceus</i>	Grespino comune	x	x	x			Colture concimate, muri, bordivie
<i>Sonchus tenerrimus</i>	Grespino sfangiato	x	x				Rupie pietose, muri, incolti, macerie, orti
<i>Stipa capensis</i>	Pascoliarili, incolti	x	x				Pascoliarili, incolti
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Cam edro comune	x	x	x			Pratiarili, marginideiboschi, boccete e quercete xerofile
<i>Teucrium montanum</i>	Cam edro montano		x	x	x		Pratiarili
<i>Teucrium polium</i>	Cam edro polio	x	x				Garrighe, pascoliarili, dune consolidate
<i>Typha angustifolia</i>	Lisca a foglie strette	x	x			x	Paludi, stagni, fossi
<i>Typha latifolia</i>	Lisca maggiore	x	x	x	x	x	Paludi, stagni, fossi
<i>Vincetoxicum ajacis</i>	Pervinca maggiore	x	x				Boschi, siepi, parchi
<i>Vincetoxicum major</i>	Pervinca minore	x	x				Boschidilatifoglie
<i>Viburnum alba</i>	Viburno bianco	x	x				Boschi, radure, siepi, luoghi boschi
<i>Viburnum arvensis</i>	Viburno dei campi	x	x	x			Campi, incolti, vigne, oliveti
<i>Viburnum odorata</i>	Viburno amaro	x	x	x			Marginiboschi, siepi, luoghi boschi selvatici
<i>Viburnum reichenbachiana</i>	Viburno silvestre			x	x		Boschidilatifoglie (faggete, pini raramente querceti)
<i>Viburnum tinerianum</i>	Viburno di Rivino			x	x		Boschidilatifoglie (querceti, faggete)
<i>Xanthoxylum strumarium</i>	Nappola minore	x	x				Ruderi, macerie, incoltiarili

Specie suffrutuose ed arbustive							
		1	2	3	4	5	
<i>Anagyris foetida</i>	Legno-puzzo	x	x	x			Macchie e dirupi
<i>Achillea millefolium</i>	Colbezzolo	x	x				Macchie, boccete su terreno acido
<i>Artemisia abrotanum</i>	Assenzio arbustivo	x	x				Rupicalture, tufi
<i>Berberis vulgaris</i>	Crespino comune	x	x	x	x		Pendiarili, pinete, boschi submediterranei degradati
<i>Calicotome spinosa</i>	Spartaco spinoso	x	x				Macchie degradate soprattutto per incendio su terreno generalmente acido
<i>Calicotome villosa</i>	Spartaco viloso	x	x	x			Macchie degradate soprattutto per incendio su terreno generalmente acido
<i>Cistus incanus</i>	Cisto rosso	x	x				Macchie e garrighe
<i>Cistus monspeliensis</i>	Cisto di Montpellier	x	x				Garrighe e macchie degradate
<i>Cistus salvifolius</i>	Cisto femmina	x	x	x			Leccete, macchie, garrighe su suoli acidi
<i>Colutea arborescens</i>	Vesicaria	x	x	x			Pendiarili, boschi submediterranei preferibilmente su terreno calcareo

Comus mas	Comibb maschi	x	x	x		Boschidi latifoglie submediterranei
Comus sanguinea	Comibb sanguineo	x	x	x		Boschidi latifoglie (quereti, castagneti), siepi
Coronilla emerus	Cometta dondolina	x	x	x		Boschie cespugliati
Coronilla minima	Cometta minima	x	x	x		Pratiariti
Coronilla varia	Cometta ginestrina	x	x			Rupie pietre calcaree, pendiariti, lungo le vie
Crataegus monogyna	Biancospino comune	x	x	x		Cespugliati, siepi, boschi xerofili degradati preferibili in tenere calcareo
Crataegus oxyacantha	Biancospino selvatico	x	x	x		Boschi caducifogli su suolo ricco (soprattutto quereti) e boscaglie degradate
Cytisus scoparius	Citiso scopario	x	x	x		Pratiariti su terreno acido
Cytisus sessilifolius	Citiso a foglie sessili		x	x		Boschidi latifoglie (quereti, castagneti) e cespugliati
Cytisus villosus	Citiso trifoglio	x	x			Macchie, eccete
Erica arborea	Erica arborea	x	x	x		Macchie, cedui di eccete, garighe su suolo acidificati
Erica multiflora	Erica multiflora	x	x			Macchie e garighe
Euonymus europaeus	Fusaria comune	x	x	x		Boschidi latifoglie (soprattutto quereti e castagneti), siepi
Genista tinctoria	Ginestra minore	x	x	x		Boschi submediterranei (quereti, castagneti, pini), pratiariti
Helichrysum italicum	Peperino d'Italia	x	x	x		Macchie, garighe, pratiariti
Ilex aquifolium	Aquifoglio		x	x	x	Boschi (soprattutto faggete)
Juniperus communis	Ginepro comune	x	x	x		Pascolie boschiariti
Juniperus oxycedrus	Ginepro ossicedro	x	x	x		Ambientiariti
Juniperus phoenicea	Ginepro feniceo	x				Macchie, soprattutto sullitorale
Laburnum anagyroides	Laburno	x	x	x		Boschidi latifoglie (soprattutto querce e castagno)
Launus nobilis	Albero	x	x			Stazionamento legittimo nella zona del bosco
Lavandula angustifolia	Lavanda vera	x	x	x		Macchia bassa e gariga
Lavandula stoechas	Lavanda selvatica	x				Macchie basse e garighe e Citisu suoli acido-fili
Ligustrum vulgare	Ligustro	x	x	x		Boschi caducifogli, soprattutto ai margini nei cespugliati di degradazione, siepi
Myrtus communis	Mirto	x				Macchia mediterranea
Nerium oleander	Oleandro	x			x	Boschi rivieraschi, greti di torrenti
Olea europea sylvestris	Oleastro	x	x			Spontaneo in tutta l'area mediterranea
Clematis flammula	Clematide flammola	x	x			Macchie, eccete, garighe, siepi
Clematis vitalba	Clematide vitalba	x	x	x		Boschi caducifogli submediterranei
Phillyrea angustifolia	Iastro sottile	x				Macchie e garighe in ambiente aridissimo e caldo
Phillyrea latifolia	Iastro comune	x	x			Macchie e eccete

<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco	x	x				Macchie mediterranee sempreverdi, soprattutto lungo le coste
<i>Pistacia terebinthus</i>	Terebinto	x	x				Pendiarantie rupicabaree, boschitem offii
<i>Pinus spinosa</i>	Pinno selvatico	x	x	x			Boschicedui, cespuglieti, siepi, m uetti
<i>Punica granatum</i>	Melograno	x	x				Coltivato per ornamento o per il frutto ed inselvatichito nell'area della Vite
<i>Pyracantha coccinea</i>	Agazzino	x	x				Boschisem preverdi, leccete, siepi
<i>Rhamnus alaternus</i>	Alaterno	x	x				Tipico elemento della lecceta e macchia sempreverde
<i>Rosa arvensis</i>	Rosa cavallina		x	x			Boscaglie, cedui, su teneniaciolo
<i>Rosa canina</i>	Rosa selvatica com une		x	x	x		Boscaglie degradate con Querce caducifoglie, Faggio Abete, Pino), cespuglieti siepi
<i>Rosa sempervirens</i>	Rosa di San Giovanni	x	x				Leccete, macchie sempreverdi, raramente anche nei tipi di tem offii dibosco submediterraneo
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Rosmarino	x	x				Macchie e garighe su suolicabaree
<i>Salix appendiculata</i>	Salice stipolato		x	x	x	x	Boschium ili
<i>Salix appennina (S. nitigans)</i>	Salice dell'Appennino		x	x	x	x	Boschium ili, paludi, sponde
<i>Salix cinerea</i>	Salice cinereo		x	x		x	Boschium ili
<i>Salix elaeagnos</i>	Salice ripario	x	x	x		x	Sabbie umide di gnetisu suob prevalentemente cabareo
<i>Salix purpurea</i>	Salice rosso	x	x	x		x	Gretidico sidacqua su suoliprevalentemente cabareo
<i>Salix triandra</i>	Salice da ceste	x	x	x		x	Luoghium ili, sponde di acque correnti
<i>Salix viminalis</i>	Salice da vimini	x	x			x	Tenenium itied inondati. Sob coltivato in Italia meridionale
<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco com une	x	x	x		x	Boschium ili, schiarite, cedui, siepi
<i>Spartium junceum</i>	Ginestra com une	x	x	x	x		Cespuglieti in stazionibeggiate
<i>Tamarix africana</i>	Tam ericom aggrate	x				x	Dune marittime, paludisubsabe, anche coltivate su pendii franosi, arginie scarpate
<i>Tamarix gallica</i>	Tam ericom une	x	x			x	Gretiditonti, sabbie umide subsabe, nelle aree interne inselvatichite
<i>Viburnum lantana</i>	Viburno	x	x				Boschicaducifoglietem offii (soprattutto quella Roverella)
<i>Viburnum tinus</i>	Viburno tino	x	x				Leccete, boschisem preverdi, siepi
<i>Vitex agnus-castus</i>	Agnocasto	x				x	Avei fluviali, fiumare, bassure umide fra le dune. Componente caratteristico, assieme al l'altro bandro ed al Tam erici, della boscaglia alveale dei fiumi mediterranei

## 5.0 Linee guida per la valutazione dei progetti di I.N.

Per la valutazione dei progetti di I.N. da parte del responsabile di procedimento o di chi è incaricato a valutare i progetti, fermo restando la necessaria esperienza maturata relativamente all'applicazione di queste tecniche e/o la necessità di essere affiancati da professionisti esperti nel capo dell'I.N., può risultare utile la seguente lista di controllo a forma di questionario che fa riferimento alle linee guida per la progettazione delle opere di I.N.:

- Al progetto è allegata la "Relazione sull'applicabilità delle tecniche di I.N." ?  sì  no
- La relazione è stata redatta da un esperto in tecniche di I.N. ?  sì  no
- Nella relazione sono chiaramente indicate le finalità progettuali ?  sì  no
- Sono presenti gli studi preliminari a supporto della progettazione di tutte le componenti ambientali ?  sì  no
- Lo studio idrologico ha riguardato la tipologia di rete idrografica ?  sì  no
- Lo studio idrologico ha indicato chiaramente il periodo di ritorno e la relativa portata di piena ?  sì  no
- Lo studio idraulico ha indicato chiaramente i parametri di:
  - velocità della corrente  sì  no
  - verifica delle sezioni  sì  no
  - pendenza d'equilibrio  sì  no
  - studio del trasporto solido  sì  no
  - effetto della vegetazione sulla corrente  sì  no
- Il progetto ha tenuto conto dei risultati dello studio idrologico ?  sì  no
- Il progetto ha tenuto conto dei risultati dello studio idraulico ?  sì  no
- Lo studio geologico e geotecnico ha valutato chiaramente i fattori sottoelencati e, per quelli ove è possibile, fornito precisi parametri idrogeologici, geologici, pedologici, geomorfologici, litologici, di qualità, geotecnici, stratigrafici, tettonici, sismici e vulcanologici ?  sì  no
- Sono state realizzate indagine geognostiche in sito ?  sì  no
- Le indagini geognostiche sono state realizzate, ivi compresi i risultati, secondo le Norme di riferimento?  sì  no
- Il progetto ha tenuto conto dei risultati dello studio geologico e geotecnico ?  sì  no
- Lo studio della flora e della vegetazione ha svolto un'ampia descrizione della situazione ante operam ?  sì  no
- Sono state indicate le piante da utilizzare nell' intervento ?  sì  no
- Il progetto ha tenuto conto dei risultati dello studio della flora e della vegetazione  sì  no
- Nel progetto le piante da utilizzare nell'intervento sono autoctone ?  sì  no
- Nel progetto le piante da utilizzare nell'intervento hanno funzione consolidante ?  sì  no
- Nel progetto le piante da utilizzare nell'intervento hanno soltanto funzione estetica o di mascheramento?  sì  no
- Il progetto indica le modalità di impianto delle piante o delle talee ?  sì  no
- Lo studio della fauna selvatica ha svolto un'ampia descrizione della situazione ante operam ed ha fornito indicazioni alla progettazione ?  sì  no
- La tecnica o le tecniche di I.N. scelte dal progetto corrispondono a quelle descritte nelle "Linee guida agli interventi di I.N." del Ministero dell'Ambiente ?  sì  no
- Il progetto dà indicazioni sul periodo dell'anno in cui deve essere eseguito l'intervento ?  sì  no
- Il progetto fornisce indicazioni soddisfacenti sulla manutenzione ?  sì  no

- Nel dimensionamento dell'intervento è rispettato il principio del livello minimo di energia ?  sì  no
- E' presente il piano di sicurezza e di coordinamento?  sì  no
- Il progetto presenta tutti gli elaborati previsti dalla legislazione vigente  sì  no
- Il progetto delle tecniche è completo del dimensionamento e dei calcoli di stabilità nel caso trattasi di opere di contenimento del terreno ?  sì  no
- Il progetto è svolto a scala di bacino, con previsione di interventi estensivi  
# con tecniche di I.N.?  sì  no  
(esempi: semine/piantagioni/viminate/gradonate/fascinate/cordonate vive/muretti a secco rinverditi/protezioni di versanti con geosintetici o biostuoie)
- # con altre tecniche ?  sì  no
- Il progetto prevede la realizzazione di drenaggi  
# con tecniche di I.N.?  sì  no  
(esempi: fossi di guardia protetti da semine/fascinate drenanti/canalette drenanti in legname, legno e pietrame o con l'utilizzo di geosintetici/ cunei drenanti)
- # con altre tecniche ?  sì  no
- Il progetto prevede l'uso di interventi intensivi  
# con tecniche di I.N.?  sì  no  
(esempi: ribalta viva/grata viva/palificata con graticcio/palificate vive/terre rinforzate/pennelli vivi/gabbionate rinverdite)
- # con altre tecniche?  sì  no
- Il progetto prevede l'uso di opere di contenimento in corrispondenza di infrastrutture lineari e/o opere d'arte con:  
# con tecniche di I.N.  sì  no  
(esempi:palificate vive/terre rinforzate/gabbionate rinverdite/muri cellulari rinverditi)
- # con altre tecniche  sì  no

## **PARTE II**

# **LE TECNICHE**



## 1.1 *Elenco tecniche di intervento*

<i>Interventi di semina e rivestimenti</i>	[I.N. 1.]
<i>Semine</i>	<b>I.N.1.1.</b>
<i>Rivestimenti per inerbimenti</i>	<b>I.N.1.2.</b>
<i>Interventi stabilizzanti</i>	[I.N. 2.]
<i>Piantagioni</i>	<b>I.N.2.1.</b>
<i>Copertura diffusa</i>	<b>I.N.2.2.</b>
<i>Viminata</i>	<b>I.N.2.3.</b>
<i>Fascinata</i>	<b>I.N.2.4.</b>
<i>Cordonata</i>	<b>I.N.2.5.</b>
<i>Gradonata</i>	<b>I.N.2.6.</b>
<i>Graticciata</i>	<b>I.N.2.7.</b>
<i>Palificata viva</i>	<b>I.N.2.8.</b>
<i>Interventi combinati di consolidamento</i>	[I.N. 3.]
<i>Grata viva</i>	<b>I.N.3.1.</b>
<i>Gabbionate e materassi rinverditi</i>	<b>I.N.3.2.</b>
<i>Terra rinforzata</i>	<b>I.N.3.3.</b>
<i>Scogliera rinverdita</i>	<b>I.N.3.4.</b>

## 1.2 *Elenco opere con interventi combinati*

*Pennello vivo*  
*Traversa viva*  
*Cuneo filtrante*  
*Rampa a blocchi*  
*Briglia in legname e pietrame*  
*Muro vegetativo*  
*Barriera vegetativa antirumore*

## 2.0 Monografie delle tecniche

### 2.1 Semine e rivestimenti per inerbimenti

#### 2.1.1 Semina a spaglio

Codice:	I.N. 1.1.1	Tecnica:	Semina a spaglio
---------	------------	----------	------------------

##### *Descrizione*

Rivestimento e consolidamento di superfici in erosione con piante erbacee e suffrutuose, ottenuto mediante spargimento manuale o meccanico di miscele di sementi idonee alle condizioni pedoclimatiche e biologiche del sito d'intervento.

##### *Obiettivi ed ambiti di intervento*

Interventi finalizzati al rivestimento vegetale di terreni a protezione dall'erosione superficiale, idrica ed eolica. E' spesso un intervento finale a completamento di altri tipi di opere stabilizzanti.  
Superfici piane o con pendenze < 20° ovunque collocate: su sponde fluviali, scarpate naturali ed artificiali in aree costiere ed interne, in aree degradate (cave e discariche), lungo infrastrutture viarie e ferroviarie, ecc.

##### *Materiali impiegati*

Miscugli di semi di specie erbacee e suffrutuose in quantità variabili da 30 a 100 gr/m<sup>2</sup>. La composizione dei miscugli deve essere coerente, per qualità e quantità relative, al contesto ambientale del sito d'intervento (suolo, microclima, flora, vegetazione, ecc.). La miscela di sementi deve essere accompagnata da certificazione riguardante l'origine delle specie, la composizione della miscela, il grado di purezza ed il grado di germinabilità.  
Può essere necessario l'apporto di terreno vegetale, concimi organici e/o inorganici, torba, sabbia o ammendanti di vario tipo, paglia, fieno, bitume, ecc.

##### *Accorgimenti esecutivi*

Il terreno deve essere opportunamente preparato e ben drenato: lavorato manualmente o meccanicamente; rastrellato per rimuovere ciottoli, materiali più grossolani, radici; se necessario, ammendato e fertilizzato; compattato con un rullo quando è asciutto.

Le sementi, sparse omogeneamente sul terreno a mano o con mezzo meccanico, devono essere leggermente ricoperte da terreno.

Su scarpate più ripide le sementi possono essere sparse su un letto di paglia o fieno trattenuto da film di bitume per evitare lo scivolamento dei semi ai piedi della scarpata. Questa tecnica, però, è stata sostituita negli ultimi anni dall'impiego di supporti di fibre naturali e sintetiche (biostuoie, biotessili, biofeltri, bioreti, geostuoie, geocelle, ecc.). In tal caso la semina avviene prima e dopo la posa in opera dei supporti antiersivi e può avvenire anche soltanto dopo la posa in opera nel caso delle reti.

##### *Periodo di intervento*

Varia a seconda delle caratteristiche climatiche locali, ma in genere in Campania coincide con i periodi vegetativi di settembre – novembre e febbraio – aprile, quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

##### *Limiti applicativi*

Substrati con elevata pendenza o eccessivamente aridi e poveri di terreno vegetale; superfici estremamente dilavate.

##### *Sicurezza sui luoghi di lavoro*

Protezione da agenti chimici presenti nei fertilizzanti e negli ammendanti.

##### *Manutenzione*

In caso di necessità: irrigazione di soccorso, concimazione e taglio periodico.

### 2.1.2 Semina con sfalcio (fiorame)

Codice:	I.N. 1.1.2	Tecnica:	Semina con sfalcio (fiorame)
---------	------------	----------	------------------------------

#### *Descrizione*

Rivestimento e consolidamento di superfici in erosione con piante erbacee e suffruticose, ottenuto mediante spargimento manuale o meccanico di sfalcio, che porta fiorame con i semi, prelevato da formazioni vegetali in zone con caratteristiche pedoclimatiche e biologiche analoghe a quelle del sito d'intervento.

#### *Obiettivi ed ambiti di intervento*

Interventi finalizzati al rivestimento vegetale di terreni a protezione dall'erosione superficiale, idrica ed eolica. Tale tecnica è applicabile a superfici piane o con pendenze < 20° collocate in aree di pregio o soggette a tutela particolari, quali parchi ed aree protette, dove è necessaria l'utilizzazione di sementi non reperibili in commercio e si vuole intervenire con specie esclusivamente autoctone.

#### *Materiali impiegati*

Sfalcio in quantità sufficiente a coprire la superficie da inerbire. Fertilizzanti organici in quantità comprese tra 50 e 100 gr/m.

#### *Accorgimenti esecutivi*

Il prelievo del materiale vegetale tramite sfalcio deve avvenire in zone con caratteristiche ambientali paragonabili a quelle del sito d'intervento. Nelle zone di prelievo, inoltre, non devono essere state effettuate semine negli ultimi 3-4 anni. Lo sfalcio è eseguito a mano o con falciatrici meccaniche. Bisogna aver cura di non disperdere i semi per cui il materiale prelevato deve essere deposto su teli per il trasporto al sito d'intervento.

#### *Periodo di intervento*

Varia a seconda delle caratteristiche climatiche locali, ma in genere in Campania coincide con i periodi vegetativi di settembre – novembre e febbraio – aprile, quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

#### *Limiti applicativi*

Substrati con pendenza > 20°; terreni poveri di suolo o soggetti a forte dilavamento. Altri limiti risiedono nel fatto che la tecnica richiede molta mano d'opera e strutture idonee alla conservazione del materiale sfalcio dal momento del prelievo a quello della posa in opera.

#### *Sicurezza sui luoghi di lavoro*

Protezione da agenti chimici presenti nei fertilizzanti e negli ammendanti.

#### *Manutenzione*

In caso di necessità: irrigazione di soccorso, concimazione e taglio periodico

### 2.1.3 Idrosemina

Codice:	I.N. 1.1.3	Tecnica:	Idrosemina
---------	------------	----------	------------

#### *Descrizione*

Rivestimento di superfici in erosione con piante erbacee e suffrutuose, ottenuto mediante spargimento con mezzo meccanico di una miscela di sementi ed acqua.

#### **Obiettivi ed ambiti di intervento**

Interventi finalizzati al rivestimento vegetale di terreni a protezione dall'erosione superficiale, idrica ed eolica. E' spesso un intervento finale a completamento di altri tipi di opere stabilizzanti.

Superfici acclivi (fino a 35° - 40°) caratterizzate da assenza o scarsa presenza di humus. Trattandosi di un intervento ad alto rendimento, viene utilizzato anche su aree a ridotta inclinazione ma con notevole sviluppo superficiale, generalmente > 1000 m<sup>2</sup>. I siti d'intervento possono collocarsi ovunque: su sponde fluviali, scarpate naturali ed artificiali in aree costiere ed interne, in aree degradate (cave e discariche), lungo infrastrutture viarie e ferroviarie, ecc. In ambito idraulico è una tecnica da adottare soprattutto in tratti canalizzati su sponde regolari.

#### *Materiali impiegati*

Esistono diversi procedimenti per l'esecuzione delle idrosemine, alcuni dei quali brevettati, che prevedono l'impiego di specifici materiali in determinate dosi. I materiali più comunemente usati sono: semi di specie erbacee e suffrutuose con certificazione di origine (20±60 gr/m<sup>2</sup>), acqua (1±30 l/m<sup>2</sup>), concimi organici e/o inorganici (50±200 gr/m<sup>2</sup>), ammendanti (60±300 gr/m<sup>2</sup>), collanti (bitume, colloidali organici, colloidali argillo-umici, polimeri di sintesi, 10±100 gr/m<sup>2</sup>), fitoregolatori (ormoni vegetali). Nell'idrosemina A SPESSORE è aggiunto un supporto, detto MULCH, composto da paglia, fieno, cellulosa, torba bionda, torba scura, sfarinati, ecc. (60±300 gr/m<sup>2</sup>).

Il collante ha la funzione di legare insieme sementi, concimi, ammendanti e mulch e far aderire la miscela al terreno. Il metodo NERO-VERDE utilizza il bitume come legante e l'idrosemina è effettuata su terreno ricoperto da una coltre continua di paglia (circa 750 gr/m<sup>2</sup>). Lo strato di paglia seminato è fissato mediante aspersione di una speciale soluzione bituminosa diluita in acqua fredda. Il metodo BIANCO-VERDE usa come collanti prodotti non bituminosi, come quelli elencati in precedenza.

#### *Accorgimenti esecutivi*

Il terreno deve essere opportunamente preparato e ben drenato: lavorato manualmente o meccanicamente; rastrellato per rimuovere ciottoli, materiali più grossolani e radici; compattato con un rullo quando è asciutto.

Lo spargimento della miscela di sementi ed acqua è effettuato con un'apposita macchina specializzata, l'idrosemiatrice dotata di botte, nella quale sono continuamente miscelati i materiali per evitarne la sedimentazione gravitativa. La miscela viene espulsa mediante pompe con pressione adeguata per non danneggiare le sementi stesse e sparsa sulla superficie in strati dello spessore di 0,5±2 cm.

Nel caso di scarpate più ripide, dove sono impiegati supporti di fibre naturali e sintetiche (biostuoie, biotessili, biofeltri, bioreti, geostuoie, geocelle, ecc.), è preferibile operare l'idrosemina prima e dopo la posa in opera di questi supporti antierosivi; anche soltanto dopo nel caso delle reti.

#### *Periodo di intervento*

Varia a seconda delle caratteristiche climatiche locali, ma in genere in Campania coincide con i periodi vegetativi di settembre – novembre e febbraio – aprile, quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

#### *Limiti applicativi*

Tale tecnica non è idonea su pareti rocciose compatte o su scarpate con pendenza > 40° se non abbinata ad altra tecnica.

#### *Sicurezza sui luoghi di lavoro*

Protezione da agenti chimici presenti nei fertilizzanti, ammendanti e collanti. Distanza di sicurezza dalle macchine idrosemiatrici. Sistemi di ancoraggio in condizioni di elevata pendenza o su superfici scivolose.

*Manutenzione*

In caso di necessità: irrigazione di soccorso, concimazione e taglio periodico

#### 2.1.4 Rivestimenti con geostuoia tridimensionale

Codice:	I.N. 1.2.1	Tecnica:	Rivestimenti per inerbimenti
---------	------------	----------	------------------------------

##### *Descrizione*

Rivestimento di superfici in erosione con elementi protettivi, quali: reti, griglie, stuoie, ecc.

##### *Descrizione, obiettivi ed ambiti di intervento*

Interventi finalizzati al rivestimento vegetale di terreni a protezione dall'erosione superficiale, idrica ed eolica. Sono tecniche che vanno combinate con altre, generalmente prevedono una fase preparatoria finalizzata alla regimazione delle acque superficiali e una fase di completamento che prevede la semina, l'idrosemina e/o la messa a dimora di piantine radicate o talee.

La funzione fondamentale è quello di proteggere il pendio dall'erosione idrica ed eolica, legando meccanicamente le particelle di terreno nell'immediato, in modo da permettere alla vegetazione di radicare e svolgere l'azione antierosiva a medio termine. In funzione dei materiali impiegati, questo tipo di intervento, può anche: apportare sostanze organiche e arricchire il suolo (materiali biodegradabili), migliorare i movimenti e gli equilibri idrici sub-superficiali, migliorare l'equilibrio termico del substrato.

Danno ottimi risultati su superfici acclivi (fino a 35° - 40°) caratterizzate da assenza o scarsa presenza di humus e scarsa copertura vegetale. I siti d'intervento possono collocarsi ovunque: su sponde fluviali, scarpate naturali ed artificiali in aree costiere ed interne, in aree degradate (cave e discariche), lungo infrastrutture viarie e ferroviarie, ecc. In ambito idraulico è una tecnica da adottare soprattutto in tratti canalizzati su sponde regolari.

##### *Materiali impiegati*

Esistono in commercio diversi materiali e diversi pacchetti standard di intervento, alcuni dei quali brevettati. Fondamentalmente per la scelta dei materiali e delle tecnologie da utilizzare bisogna che vengano realizzati studi approfonditi sul tipo di dissesto, natura e caratteristiche dei terreni interessati e sulle caratteristiche pedo-climatiche del sito.

E' possibile utilizzare materiali di tipo biodegradabile (reti stuoie, feltri in fibre naturali) o sintetici (reti metalliche o in materiale plastico). Tra i materiali sintetici si trovano reti bidimensionali o tridimensionali (strutture alveolari). E' possibile anche realizzare interventi di tipo misto, che utilizzano ad esempio reti tridimensionali in materiale plastico abbinata a fibre biodegradabili.

##### *Accorgimenti esecutivi*

Il terreno deve essere opportunamente preparato attraverso lo scoronamento di eventuali zone instabili, il livellamento e l'eliminazione di pietre, detriti e ramaglia. Dopo aver profilato la scarpata, viene realizzato il fosso di guardia e successivamente se necessario viene steso uno strato di terreno vegetale lungo la superficie da trattare.

Viene quindi realizzata la semina, la concimazione, anche con paglia nero verde o altro, e quindi la messa in opera degli elementi antierosivi e di rivestimento lungo la linea di massima pendenza del versante. Particolari accortezze vanno riservate: alla sovrapposizione dei vari pezzi contigui che deve essere di almeno 10-20 cm, al fissaggio del rivestimento che può essere realizzato con picchetti di legno o di acciaio, anche in funzione della consistenza del terreno. Le parti terminali dell'intervento vanno risolte, fissate e protette in maniera accorta. Una leggera copertura di terreno vegetale su tutto il versante e l'eventuale idrosemina completeranno l'opera.

##### *Periodo di intervento*

Varia a seconda delle caratteristiche climatiche locali, ma in genere in Campania coincide con i periodi vegetativi di settembre – novembre e febbraio – aprile, quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

##### *Limiti applicativi*

Tale tecnica non è idonea su pareti rocciose compatte o su scarpate con pendenza > 40° per quanto detto sulle semine.

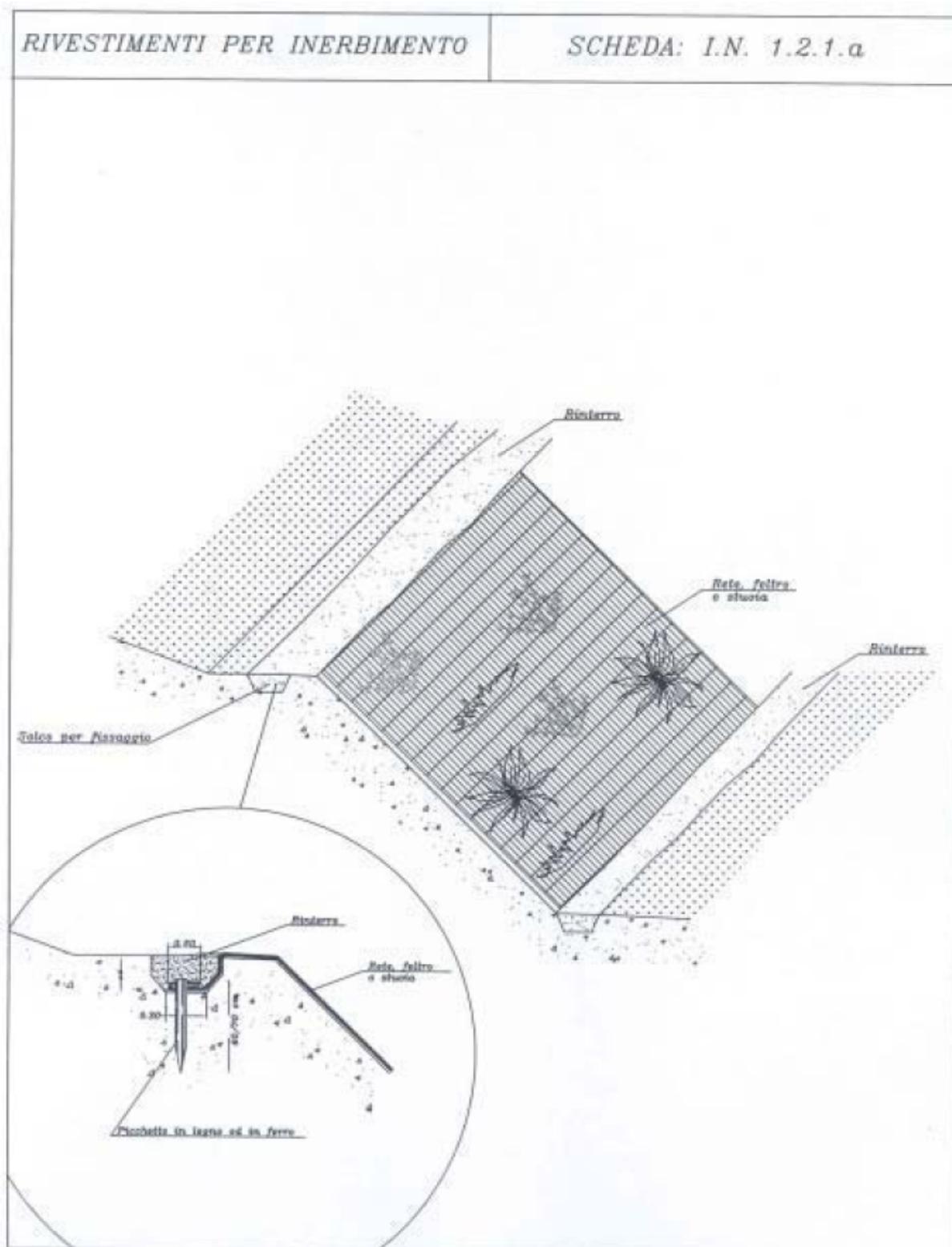
##### *Sicurezza sui luoghi di lavoro*

Protezione da agenti chimici presenti nei fertilizzanti, ammendanti e collanti. Distanza di sicurezza dalle macchine idroseminatrici. Sistemi di ancoraggio in condizioni di elevata pendenza o su superfici scivolose.

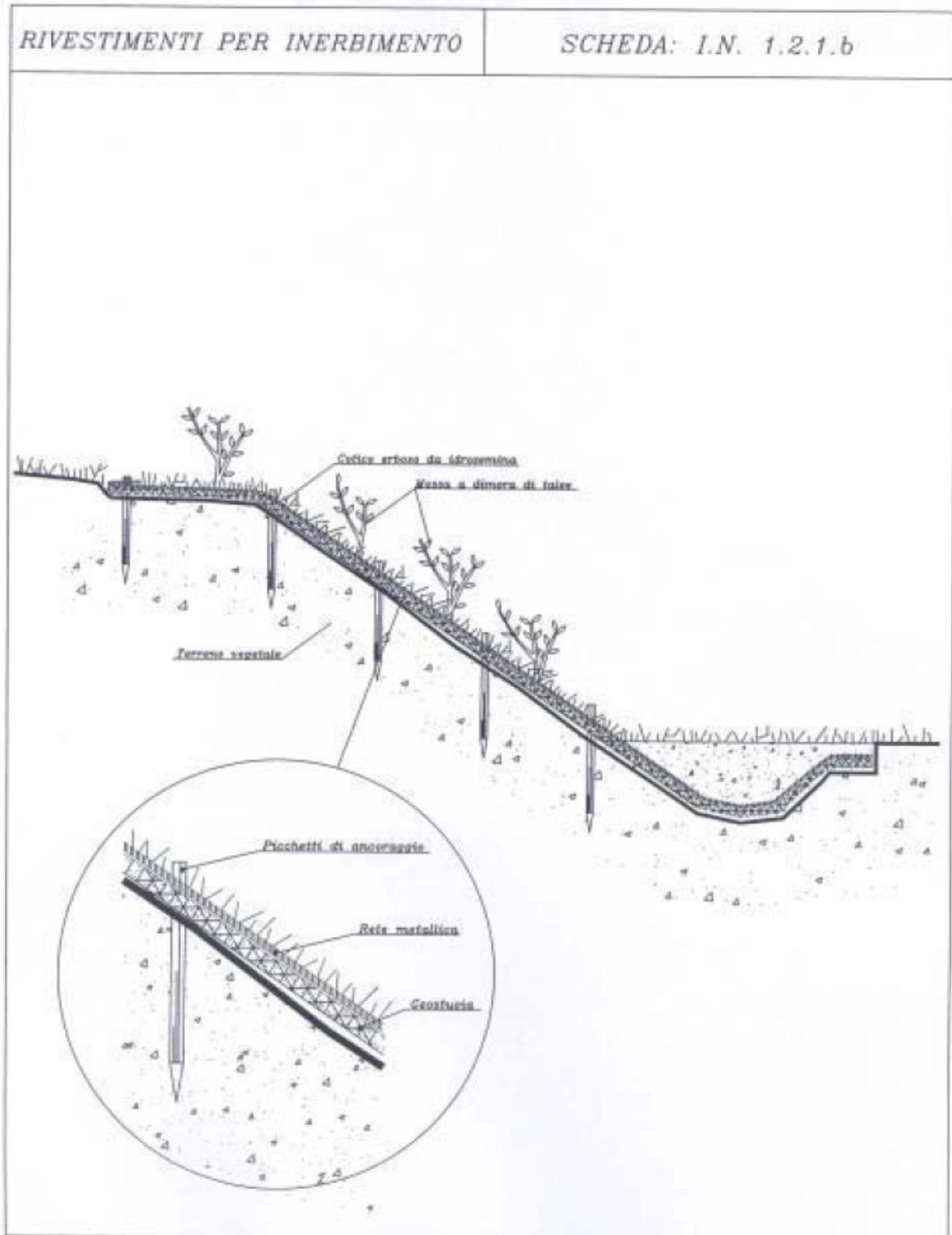
*Manutenzione*

In caso di necessità: irrigazione di soccorso, concimazione e taglio periodico.

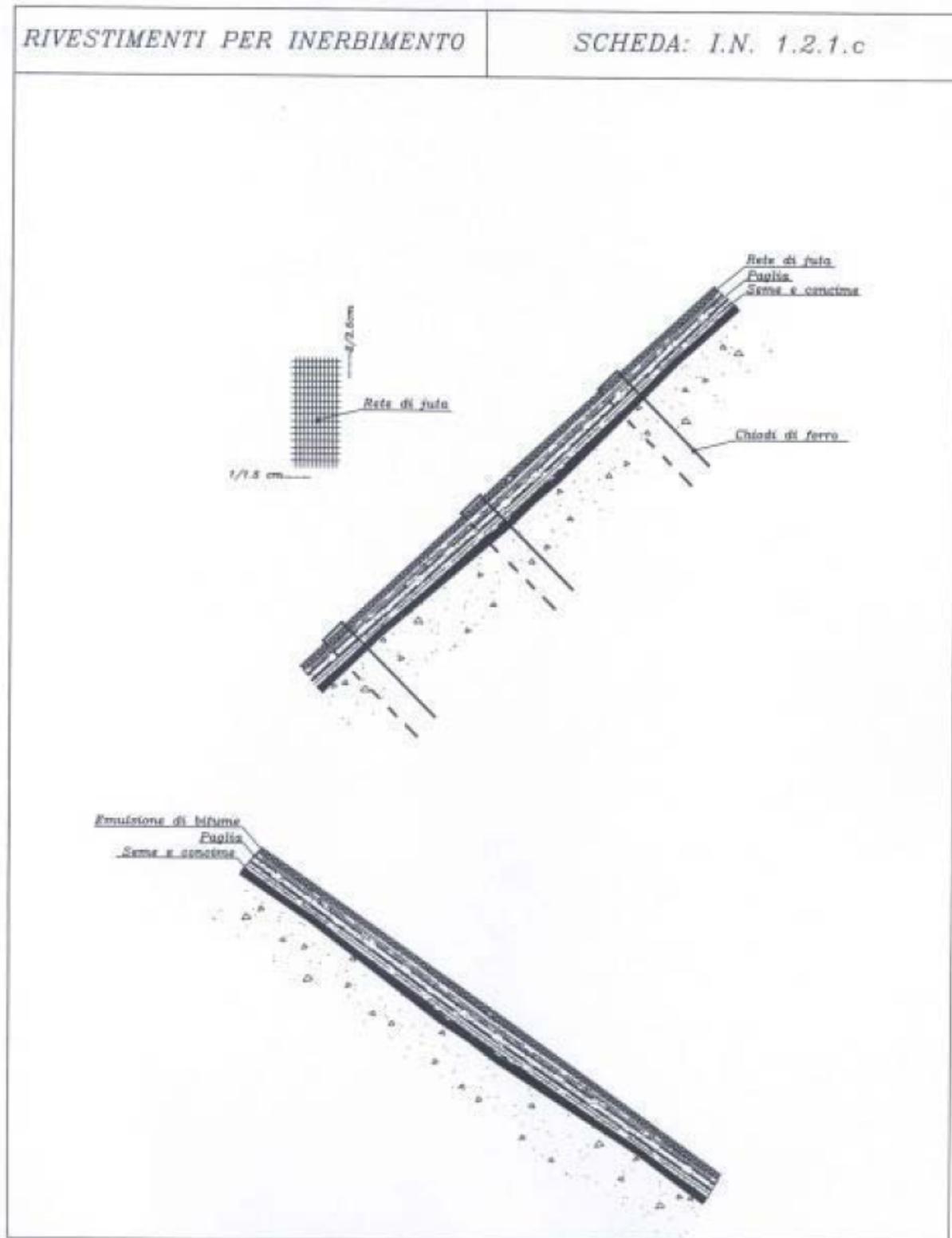
2.1.4.1 Scheda grafica I.N.1.2.1.a



2.1.4.2 Scheda grafica I.N.1.2.1.b



2.1.4.3 Scheda grafica I.N.1.2.1.c



## 2.2 Piantagioni

### 2.2.1 Messa a dimora di talee

Codice:	I.N. 2.1.1	Tecnica:	Messa a dimora di talee
---------	------------	----------	-------------------------

#### Descrizione

Infissione nel terreno o nelle fessure tra massi di talee legnose e/o ramaglie di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

Copertura vegetale stabilizzante di superfici in erosione, quali: scarpate a pendenza limitata, sponde fluviale e lacustri; interstizi e fessure di scogliere, muri, gabbionate, gradonate, palificate, terre rinforzate, ecc. Le talee sono utilizzate come picchetti vivi nella posa in opera di reti, stuoie, fascinate e viminate.

La messa a dimora di talee trova vasta applicabilità con esclusione di substrati litoidi e particolarmente xerici o, in ambito fluviale, di regimi torrentizi con correnti e trasporto solido particolarmente elevati.

La stabilità della scarpata e il consolidamento superficiale del terreno sono limitati allo sviluppo di un adeguato apparato radicale. Le specie arbustive utilizzate, attraverso l'assorbimento dell'acqua, svolgono anche una funzione drenante.

Le talee esercitano inizialmente un'azione puntuale, ma con lo sviluppo dei cespugli entro 6 mesi ÷ 2 anni la superficie d'intervento è completamente ricoperta.

#### Materiali impiegati

Le talee sono rami di piante legnose, in genere arbustive, con capacità di propagazione vegetativa. Le principalmente specie utilizzate sono Salici, Ligustro e Tamerici, ma anche altre opportunamente scelte a seconda dell'altitudine. Si precisa che la capacità di radicazione e di cacciata aumenta con le dimensioni della talea.

Si distinguono:

1. le talee propriamente dette: getti non ramificati, di 2 o più anni, lunghezza 50÷100 cm e diametro 4÷8 cm circa;
2. astoni: rami lunghi 100÷300 cm, dritti e poco ramificati;
3. verghie: rami sottili, flessibili e lunghi;
4. ramaglie vive: rami sottili lunghi 1 ÷ 5 m.

#### Accorgimenti esecutivi

Le talee devono essere prelevate, trasportate ed, eventualmente, stoccate in modo da conservare le proprietà vegetative adottando i provvedimenti cautelativi in funzione delle condizioni climatiche e dei tempi di cantiere. Devono essere infisse secondo la polarità delle gemme e, quindi, secondo il verso di crescita delle piante.

L'infissione delle talee deve avvenire perpendicolarmente o leggermente inclinata nel terreno ed in contropendenza rispetto alla scarpata. Se il terreno è particolarmente tenace o coerente è consigliabile aprire preventivamente un foro con punta metallica o con una punta della talea stessa per facilitare l'infissione. Per evitare l'essiccamento, le talee devono essere accostate le une alle altre, devono sporgere dal terreno per circa ¼ della lunghezza ed in genere non più di 15 ÷ 20 cm e con almeno 3 gemme fuori terra, adottando se necessario una potatura a taglio netto con cesoie adatte dopo l'infissione.

La densità di impianto varia a seconda della necessità di consolidamento ed aumenta all'aumentare della pendenza del terreno (2 ÷ 10 talee per m<sup>2</sup>).

Qualora le talee vengano poste nelle fessure dei muri o scogliere, le fessure dovranno essere intasate con materiale fine, non necessariamente terreno vegetale.

Nel caso di inserimento in materassi e gabbionate l'inserimento va effettuato durante il riempimento con disposizione sparsa sulla superficie dei gabbioni stessi e le talee devono avere lunghezza tale da raggiungere il terreno naturale retrostante la struttura.

Anche nelle terre rinforzate l'inserimento va effettuato durante la costruzione per consentire il massimo approfondimento, almeno 1-2 m sino a 3-4 m per garantire le migliori condizioni di radicazione.

#### Periodo di intervento

La messa a dimora deve essere effettuata nel periodo di riposo vegetativo della specie o all'inizio dei periodi di ripresa vegetativa con esclusione del momento della fruttificazione, di aridità estiva o gelo invernale.

### *Limiti applicativi*

La messa a dimora di talee non è applicabile a superfici compatte, In ogni caso, le specie impiegate devono essere opportunamente scelte in base all'altitudine ed alle condizioni pedoclimatiche.

### *Sicurezza sui luoghi di lavoro*

Protezione e norme di sicurezza durante il taglio e la messa a dimora delle talee. Sistemi di ancoraggio in condizioni di elevata pendenza o su superfici scivolose.

### *Manutenzione*

Vanno eseguite saltuarie potature per irrobustire gli apparati radicali e periodici sfoltimenti per evitare popolamenti monospecifici. In seguito ad una possibile fallanza del 30÷40 % potrebbe rendersi necessaria un'opera di integrazione dopo 1÷2 anni.

## 2.2.2 Trapianti di rizomi e cespi

Codice:	I.N. 2.1.2	Tecnica:	Trapianto di rizomi e cespi
---------	------------	----------	-----------------------------

### Descrizione

Rivestimento vegetale stabilizzante di superfici in erosione con piante caratterizzate da capacità di propagazione attraverso rizomi e cespi, prevalentemente raccolte dal selvatico.

### Obiettivi ed ambiti di intervento

Stabilizzazione, copertura e completamento della vegetazione su versanti, sponde fluviali, paludi costiere salmastre, ambienti igrofilo e substrati non drenanti.

I rizomi ed i cespi sono utilizzabili in zone con caratteristiche ecologiche particolari come i parchi naturali e le aree protette, le scarpate di alta montagna, oppure quando le sementi delle specie da utilizzare non sono reperibili in commercio.

I culmi di canna sono particolarmente adatti per consolidare le sponde fluviali e lacustri che necessitano di drenaggio: 1 m<sup>2</sup> di canneto può assorbire, infatti, 500-1500 l d'acqua l'anno. I culmi possono essere utilizzati anche come materiale per le fascine drenanti.

### Materiali impiegati

Rizomi e pezzi di rizomi di lunghezza 10÷15 cm di specie vegetali adatte, prelevate dal selvatico, come la Canna di palude *Phragmites australis* e la Scagliola palustre *Typhoides arundinacea*. Pani di terra di canneto di dimensioni 30 x 30 cm.

Cespi di erbe graminoidi e non, che sviluppano più cauli e quindi possono essere suddivise in più pezzi, in grado di riprodursi vegetativamente, come nel caso del Tagliamani *Ampelodesmos mauritanicus*, del Miglio multifloro *Oryzopsis miliacea* e del Carice maggiore *Carex pendula*. I cespi devono portare almeno 4-5 culmi con l'apparato radicale.

### Accorgimenti esecutivi

I rizomi prelevati dal selvatico sono frammentati in pezzi di 10÷15 cm, depositati sul terreno con una densità di impianto di 3÷5 per m<sup>2</sup> e ricoperti con un po' di terra. Da zone paludose può essere conveniente prelevare con mezzo meccanico parti superficiali di canneto con il relativo substrato fangoso da spargere direttamente sulle superfici da ricolonizzare.

I culmi di canna, che formano radici avventizie negli internodi, devono essere giovani, robusti, con poche foglie e lunghi circa 80÷120 cm. Si mettono a dimora velocemente dopo il prelievo effettuato scavando in profondità, ed infissi nel terreno in fori di circa 30 cm fino a metà della loro lunghezza, in gruppi di 3÷5 pezzi distanti tra loro 25÷50 cm circa per vere 5÷9 gruppi per m<sup>2</sup>.

Dal selvatico possono essere prelevati anche cespi di erbe graminoidi e non, che vengono poi sistemati in buche poco profonde.

I rizomi ed i cespi devono essere impiegati immediatamente dopo il prelievo o possono essere immagazzinati per breve tempo in un luogo fresco, come sotto uno strato di sabbia umida. Per le specie vegetali stolonifere, spesso di difficile reperimento in commercio, è possibile, partendo da un cespo, ottenere per suddivisione gli stoloni ed i culmi con relative radici, coltivabili in vivaio per poi essere impiantati.

### Periodo di intervento

Il trapianto deve avvenire all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo. Per i culmi di canna il periodo appropriato va da maggio fino alla fine di giugno.

### Limiti applicativi

Ambienti diversi da quelli occupati in natura da specie rizomatose e cespitose.

### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Sistemi di ancoraggio in condizioni di elevata pendenza o su superfici scivolose. Uso di calzature antiscivolo.

### Manutenzione

Quando necessari: potature e diradamenti, irrigazione di sostegno, integrazioni di fallanze.

### 2.2.3 Piantagioni di arbusti

Codice:	I.N. 2.1.3	Tecnica:	Piantagioni di arbusti
---------	------------	----------	------------------------

#### **Descrizione**

Stabilizzazione di versanti e sponde fluviali mediante la messa a dimora di arbusti che formano il rivestimento vegetale di superfici in erosione.

#### **Obiettivi ed ambiti di intervento**

La messa a dimora di giovani arbusti autoctoni consente di incrementare lo sviluppo della vegetazione su superfici in erosione ai fini del consolidamento da dissesto superficiale. L'azione di rinforzo della vegetazione arbustiva si esercita, infatti, a profondità variabili da qualche decimetro fino a circa 1.5 m. Su superfici a bassa pendenza tale tecnica può essere applicata anche da sola; su superfici più ripide può essere abbinata ad altri tipi di intervento per integrarne gli effetti stabilizzanti. In quest'ultimo caso gli arbusti sono messi a dimora insieme all'impiego di talce, stuoie, rivestimenti vari, grate, palificate, terre rinforzate, ecc.

#### **Materiali impiegati**

In questi interventi, gli arbusti da utilizzare appartengono a specie autoctone ed hanno un'altezza compresa tra 30 e 120 cm. Nei terreni poveri di humus e degradati è opportuna la scelta di piante a comportamento pioniero corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito. Gli arbusti possono essere reperiti in loco con le autorizzazioni dovute per il loro trapianto, oppure, più spesso, sono di produzione vivaistica.

In vivaio sono reperibili arbusti a radici nuda, in fitocella, in vaso o con pane di terra. Le piante a radice nuda sono più soggette a subire danni fin dal trasporto ed il loro trapianto non dà, in genere, buoni risultati per le particolari condizioni pedoclimatiche delle aree delle regioni centro-meridionale, Campania inclusa. Le piante in vaso, fitocella o con pane di terra, attecchiscono più facilmente e sono meno soggette ai danni da trasporto e trapianto.

Sono anche utilizzati ammendanti e fertilizzanti, possibilmente naturali, per migliorare le caratteristiche del terreno, dischi pacciamanti, biofeltri o strato di corteccia di piante resinose per limitare la concorrenza con le specie erbacee, reti di protezione antifauna.

#### **Accorgimenti esecutivi**

Il terreno deve essere opportunamente preparato e ben drenato: lavorato manualmente o meccanicamente per allontanare i materiali non idonei. La messa a dimora degli arbusti deve avvenire in buche appositamente predisposte e di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale della pianta o di dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasi o pani di terra. Nei terreni privi di suolo organico è opportuno riempire le buche con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica, paglia, torba, cellulosa, altri ammendanti e fertilizzanti per garantire l'attecchimento delle piante. Nelle zone soggette a siccità estiva prolungata si consiglia l'uso di ritentori idrici, di solito polimeri.

La piantagione deve avvenire secondo un sesto d'impianto irregolare e con specie diverse disposte a mosaico. La densità varia a seconda delle specie e delle condizioni stagionali del sito, ma in genere è di 1 esemplare ogni 2÷20 m<sup>2</sup>.

Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche.

Per evitare il soffocamento dovuto a specie erbacee, si esegue una pacciamatura con biofeltri, dischi pacciamanti o strato di corteccia di specie resinose come il Pino, mentre per ridurre i danni da parte della fauna selvatica può rendersi necessario l'uso di cilindri in rete

#### **Periodo di intervento**

Se gli arbusti sono a radice nuda, l'intervento deve essere effettuato esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo; per gli arbusti in zolla o in contenitore, anche durante il periodo vegetativo con esclusione dei periodi di aridità estiva e di gelo invernale.

#### **Limiti applicativi**

E' impossibile piantare arbusti in luoghi rocciosi privi di suolo o caratterizzati da prolungati periodi di sommersione.

#### **Sicurezza sui luoghi di lavoro**

Sistemi di ancoraggio in condizioni di elevata pendenza o su superfici scivolose. Uso di calzature antiscivolo.

***Manutenzione***

Nei primi anni potrebbe essere necessaria un'irrigazione di soccorso e dei risarcimenti per fallanze, maggiori se sono stati utilizzati arbusti a radice nuda o reperiti in loco. Nell'arco di 3-7 anni sono da prevedere interventi ordinari di potatura sulle sponde per mantenere flessibili i rami e non creare ingombro nell'alveo.

## 2.2.4 Piantagioni di alberi

Codice:	I.N. 2.1.4	Tecnica:	Piantagioni di alberi
---------	------------	----------	-----------------------

### *Descrizione*

Rivestimento vegetale consolidante di superfici in erosione ottenuto mediante messa a dimora di alberi.

### **Obiettivi ed ambiti di intervento**

La messa a dimora di alberi su superfici in erosione a bassa pendenza ha soprattutto il fine di incrementare la vegetazione insieme con le talee e gli arbusti. Gli alberi possono migliorare la resistenza del terreno all'erosione fino ad una profondità di 3 m o più a seconda della morfologia dell'apparato radicale delle specie utilizzate.

Gli alberi possono essere abbinati soltanto con stuoi e rivestimenti vari. I limiti applicativi sono esplicitati nel relativo paragrafo.

### *Materiali impiegati*

Gli alberi da utilizzare appartengono a specie autoctone in esemplari di altezza compresa tra 50 e 200 cm, provenienti da vivaio a radice nuda, pane di terra, contenitore, fitocella. Più raramente, per le difficoltà ed i costi che il trapianto comporta, gli esemplari possono essere reperiti in loco con le dovute autorizzazioni. Le piante a radice nuda sono più soggette, rispetto alle altre, a subire danni nelle fasi di trasporto ed il trapianto non dà, in genere, buoni risultati per le particolari condizioni pedoclimatiche delle aree delle regioni centro-meridionale, Campania inclusa.

Sono anche utilizzati ammendanti e fertilizzanti, possibilmente naturali, per migliorare le caratteristiche del terreno, dischi pacciamanti, biofeltri o strato di corteccia di piante resinose per limitare la concorrenza con le specie erbacee, pali tutori e reti di protezione antifauna.

### *Accorgimenti esecutivi*

Il terreno deve essere opportunamente preparato e ben drenato: lavorato manualmente o meccanicamente per allontanare i materiali non idonei.

La messa a dimora avviene in buche appositamente predisposte in ragione di 1 esemplare ogni 5-30 m<sup>2</sup> secondo la specie e le condizioni stazionali del sito, generalmente, con un sesto d'impianto irregolare e con specie diverse disposte a mosaico, evitando i filari. Le piante a radice nuda si dispongono in buche grandi più o meno come il volume dell'apparato radicale; negli altri casi (pane di terra, contenitore, fitocella) in buche di dimensioni doppie.

Nei terreni privi di suolo organico è opportuno riempire le buche con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica, paglia, torba, cellulosa, altri ammendanti e fertilizzanti per garantire l'attecchimento delle piante. Nelle zone soggette a siccità estiva prolungata si consiglia l'uso di ritentori idrici, di solito polimeri.

Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'albero per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche. Per i primi anni potrebbe essere necessario l'impiego di pali tutori.

Per evitare il soffocamento dovuto a specie erbacee, si esegue una pacciamatura con biofeltri, dischi pacciamanti o strato di corteccia di specie resinose come il Pino, mentre per ridurre i danni da parte della fauna selvatica può rendersi necessario l'uso di cilindri in rete.

### *Periodo di intervento*

Se a radice nuda, l'intervento deve essere effettuato esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo. Piante in pane di terra, contenitore o fitocella possono essere trapiantate anche durante il periodo vegetativo con esclusione dei periodi di aridità estiva e di gelo invernale.

### *Limiti applicativi*

Oltre all'impossibilità di piantare alberi in luoghi rocciosi privi di suolo, bisogna tenere presente i numerosi limiti applicativi dovuti al fatto che gli alberi possono provocare effetti negativi sull'opera di contenimento per le dimensioni, il peso e la massa notevoli rispetto agli arbusti. Inoltre, l'effetto di consolidamento del terreno è limitato alla profondità raggiunta dall'apparato radicale degli alberi e, durante il tempo necessario per un adeguato sviluppo radicale, la stabilità del terreno deve essere garantita da altro materiale (arbusti, strutture di legno, ecc.).

Lo sviluppo degli alberi su sponde, arginature, paramento a valle di briglie in terra possono provocare eccessivo rallentamento della corrente, infiltrazioni e rischi di sifonamento. Per questi motivi, contrariamente agli arbusti, gli alberi

non possono essere messi a dimora in aree golenali, sponde soggette a sommersione, scarpate lato acqua degli argini anche se diaframmati.

Gli alberi possono essere abbinati con stuoie e rivestimenti vari, ma non vanno assolutamente inseriti su grate, palificate, terre rinforzate, ecc. per ovvi motivi di incompatibilità allo stadio adulto con tali strutture.

#### ***Sicurezza sui luoghi di lavoro***

Sistemi di ancoraggio in condizioni di elevata pendenza o su superfici scivolose. Uso di calzature antiscivolo.

#### ***Manutenzione***

Nei primi anni potrebbe essere necessaria un'irrigazione di soccorso, potature e dei risarcimenti per fallanze, maggiori se sono stati utilizzati alberi a radice nuda.

## 2.3 Copertura diffusa

### 2.3.1 Copertura diffusa con astroni

Codice:	I.N. 2.2.1	Tecnica:	Copertura diffusa con ramaglia viva
---------	------------	----------	-------------------------------------

#### Descrizione

Rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata mediante copertura con ramaglia viva con capacità di propagazione vegetativa (Salici, Tamerici,...) con densità di 20-50 verghe o rami per metro, di lunghezza minima di 150 cm, disposte perpendicolarmente alla corrente, previa posa di paletti di castagno infissi per almeno 60 cm e sporgenti per 20 cm a file distanti 1 m e con interasse da 1 a 3 m a seconda della pressione idraulica. La parte inferiore dei rami dovrà essere conficcata nel terreno o nel fondo e lo strato inferiore dovrà coprire lo strato superiore con sormonto di almeno 30 cm.

La ramaglia verrà fissata ai paletti tramite filo di ferro e/o talsee trasversali, e ricoperta con un sottile strato di terreno vegetale. La base della sponda così ricoperta verrà consolidata eventualmente con blocchi di pietrame collocati in un fosso preventivamente realizzato.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

Intervento per la stabilizzazione di sponda di corsi d'acqua con necessità di una protezione immediata dall'erosione.

#### Materiali impiegati

Ramaglia viva, verghe o astroni di specie con capacità vegetativa, di lunghezza compresa tra m 1.5 e m 4. Picchetti: in legname di castagno di diametro compreso tra 10 cm e 12 cm di lunghezza 80 cm. Fil di ferro cotto diametro mm 3 e terreno vegetale per la copertura.

#### Accorgimenti esecutivi

La superficie di intervento deve essere opportunamente modellata e regolarizzata con una pendenza non superiore a 30°, al piede viene realizzato un fosso di circa cm 30. Vengono quindi infissi i paletti di castagno posizionati secondo file parallele all'asse fluviale ad interasse variabile da 1 a 3 m. Ogni fila di paletti disterà dalla successiva di m 1. Si stenderanno gli astroni col piede nel fosso ed in modo da coprire tutta la superficie; quindi gli astroni saranno vincolati ai paletti col ricorso a verghe trasversali e al filo cotto. L'operazione è completata dalla copertura della ramaglia col terreno vegetale, in modo che la ramaglia risulti ancora visibile.

#### Periodo di intervento

L'intervento sarà eseguito durante il riposo vegetativo

#### Limiti applicativi

Si sconsiglia l'uso della copertura diffusa di ramaglia in presenza di velocità della corrente e del trasporto solido elevati; altrettanto si sconsiglia l'uso nel caso pendenza di sponde superiori ai 30°÷35°.

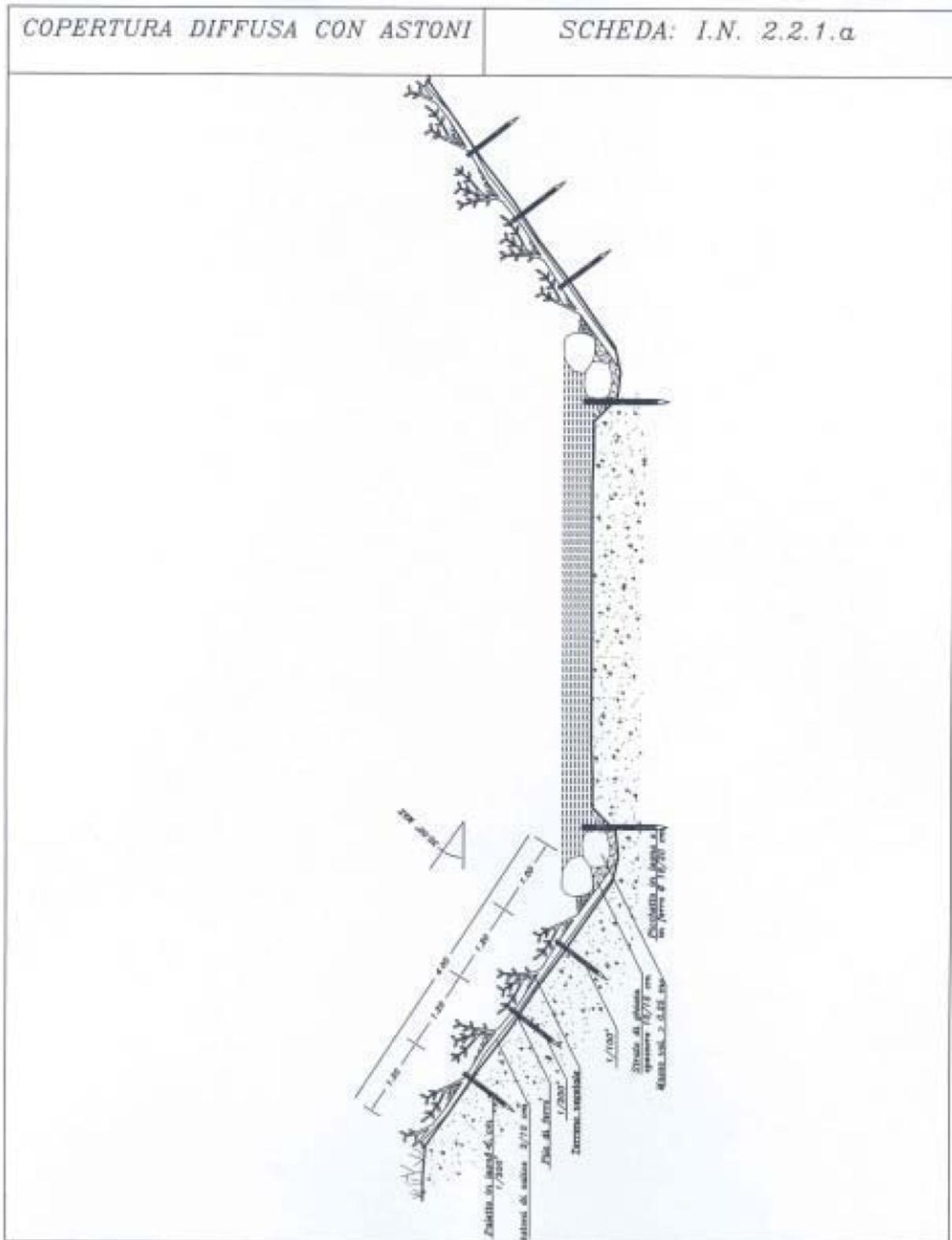
#### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Gli operatori dovranno essere dotati di protezione individuale: casco, guanti antitaglio, scarpe di sicurezza con suola impermeabile, occhiali protettivi o schermi protettivi.

#### Manutenzione

Prevedere tagli scalari dei salici.

2.3.1.1 Scheda grafica I.N.2.2.1.a



## 2.4 Viminata

### 2.4.1 Viminata viva

Codice:	I.N. 2.3.1	Tecnica:	Viminata viva
---------	------------	----------	---------------

#### Descrizione

Consolidamento lineare di pendii e versanti. La realizzazione dell'opera prevede l'uso di talee (verghe) di specie a spiccata attitudine alla propagazione vegetativa, che vengono intrecciate perpendicolarmente lungo dei pali di legno o tondini di ferro infissi nel terreno e distanti 50-100 cm l'uno dall'altro. Le verghe intrecciate vanno legate con filo di ferro e in seguito interrate per la maggior parte.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

E' un sistema di consolidamento lineare adatto per versanti non particolarmente pendenti, dove vi è la necessità di trattenere il terreno superficiale, nel caso di modesti franamenti ed erosioni. In conseguenza della formazione di *camere di contenimento* le vimate diagonali o quadrate sono più efficaci al fine della ritenuta di terreno di copertura; l'intervento è adatto anche per scarpate spondali.

#### Tipologie

L'intervento può avere disposizione a file orizzontali oppure incrociate: nel secondo caso l'incrocio può avvenire in diagonale, a formare una costruzione di rombi, oppure ad angolo retto, a formare quadrati.

#### Materiali impiegati

Picchetti in legno o tondini di ferro di lunghezza di cm 100 circa ed un'altra serie di lunghezza di cm 60 – 80 per picchettamenti intermedi, filo di ferro.  
Rami lunghi e dritti, poco ramificati ed elastici di almeno 120 -150 cm di lunghezza (verghe), di specie aventi spiccata capacità vegetativa.

#### Accorgimenti esecutivi

Ai paletti infissi nel terreno si intrecciano le verghe, l'una sopra l'altra in numero tale da formare un intreccio di altezza di circa cm 30, esse devono essere spinte all'interno del terreno affinché possano radicare. E' necessario effettuare un idoneo interrimento per consentire l'attaccamento delle talee; una realizzazione troppo superficiale è spesso la causa del disseccamento delle stesse riducendo la funzione delle vimate a modeste opere di difesa passiva. Nel caso di sistemazioni con vimate a disposizione lineare orizzontale può essere necessario integrare l'intervento con tecniche di copertura superficiale del terreno.

#### Periodo di intervento

Durante il riposo vegetativo (da tardo autunno a fine inverno)

#### Limiti applicativi

E' una tecnica che permette un immediato effetto meccanico di trattenuta del terreno, tuttavia richiede una notevole quantità di materiale vegetale, con un limitato numero di specie adatte e con effetto di radicazione spesso modesto. Per questo motivo viene consigliata per piccole superfici.

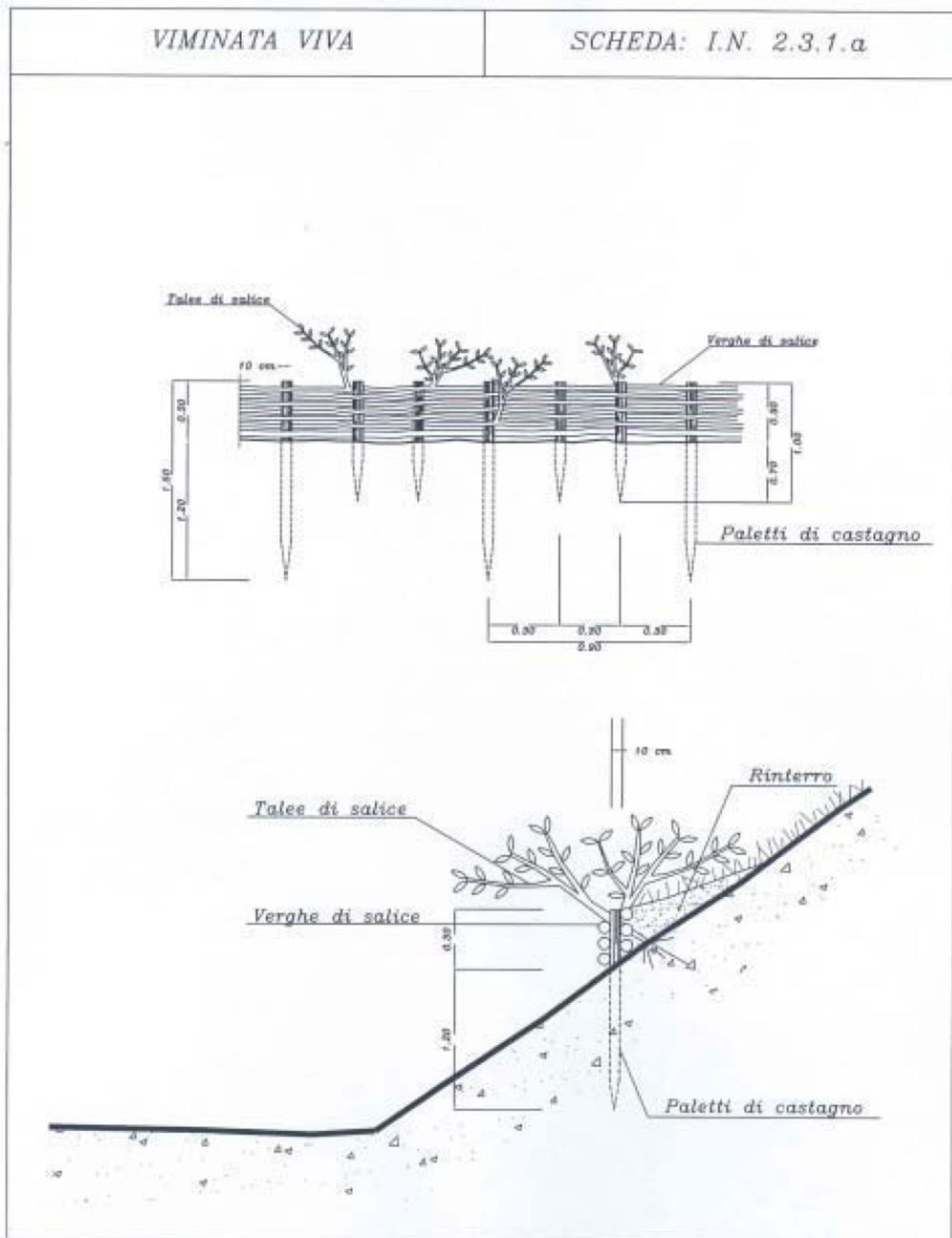
#### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Sono adatte a questo tipo di intervento solo verghe lunghe che si possono intrecciare facilmente: non tutte le specie ad alta capacità vegetativa possono offrire talee con queste caratteristiche. Nel caso di verghe poco flessibili e/o corto si presentano rischi di contusioni e graffi alle mani, pertanto è obbligatorio l'uso di guanti e di lenti o maschera di protezione.

#### Manutenzione

In caso di necessità, durante i primi mesi dopo l'intervento, può risultare necessario provvedere alla rincalzatura delle vimate scoperte per evitare gravi fallanze nell'attaccamento.

2.4.1.1 Scheda grafica I.N.2.3.1.a



## 2.5 Fascinata

### 2.5.1 Fascinata viva semplice

Codice:	I.N. 2.4.1	Tecnica:	Fascinata viva singola
---------	------------	----------	------------------------

#### Descrizione

Intervento di drenaggio e di stabilizzazione lineare di pendii. La fascinata viva è costituita da fascine formate da rami di specie aventi elevate capacità di riproduzione vegetativa, disposte e fissate all'interno di un solco scavato nel pendio.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

La fascinata è una tecnica adatta a pendii non eccessivamente ripidi, ma umidi. Le fascine creano uno spazio sotterraneo con un'elevata capacità di trattenuta dell'umidità e/o un effetto drenante; se le fascinate sono disposte orizzontalmente prevale la funzione stabilizzante su quella drenante.

Si deve ricordare inoltre che l'apparato epigeo contribuisce, una volta sviluppato, all'intercettazione della pioggia riducendo l'effetto erosivo dovuto all'impatto delle gocce d'acqua sul terreno. La diminuzione del contenuto d'acqua del terreno aumenta l'attrito interno del terreno stesso e quindi la stabilità del versante.

Si ricorda infine che le fascine vanno ricoperte con uno strato di terreno al fine di permettere il riscoppio delle gemme avventizie. Le specie utilizzate sono prevalentemente salici.

#### Tipologie

Oltre alla fascinata con la sola ramaglia si possono avere *fascinate vive con piantine* messe a dimora alle spalle delle fascine, in solchi formanti linee a zig-zag, per evitare fenomeni di franamenti.

#### Materiali impiegati

- *materiale vegetale*: fascine formate da rami quanto più possibile dritti e lunghi, di piante legnose aventi elevate capacità di moltiplicazione vegetativa;
- *materiale morto*: picchetti in legname lunghi cm 60 circa, vivi o morti in alternativa tondini di ferro della medesima lunghezza).

#### Limiti applicativi

L'intervento è adatto per scarpate e versanti con pendenza non eccessiva ( da 30° a 35° ), in presenza di terreni profondi. Per evitare insuccessi, dovuti a smottamenti è necessario utilizzare materiale vegetale resistente all'inghiaamento.

#### Accorgimenti esecutivi

Le fascine, composte da rami di svariato diametro (3-10 cm), dovranno essere lunghe 1.5 - 2 m per avere una maggiore rapidità di esecuzione ed inserite all'interno di banchine realizzate lungo le curve di livello e profonde 30-50 cm.

Una volta inserite nel terreno andranno fissate con dei paletti in legno disposti uno ogni 80 cm.circa, infilati in mezzo ai rami ed a valle degli stessi.

La banchina andrà accuratamente riempita con il materiale proveniente dallo scavo, in modo da garantire il ricaccio delle gemme.

#### Periodo di intervento

Durante il riposo vegetativo (autunno – inverno).

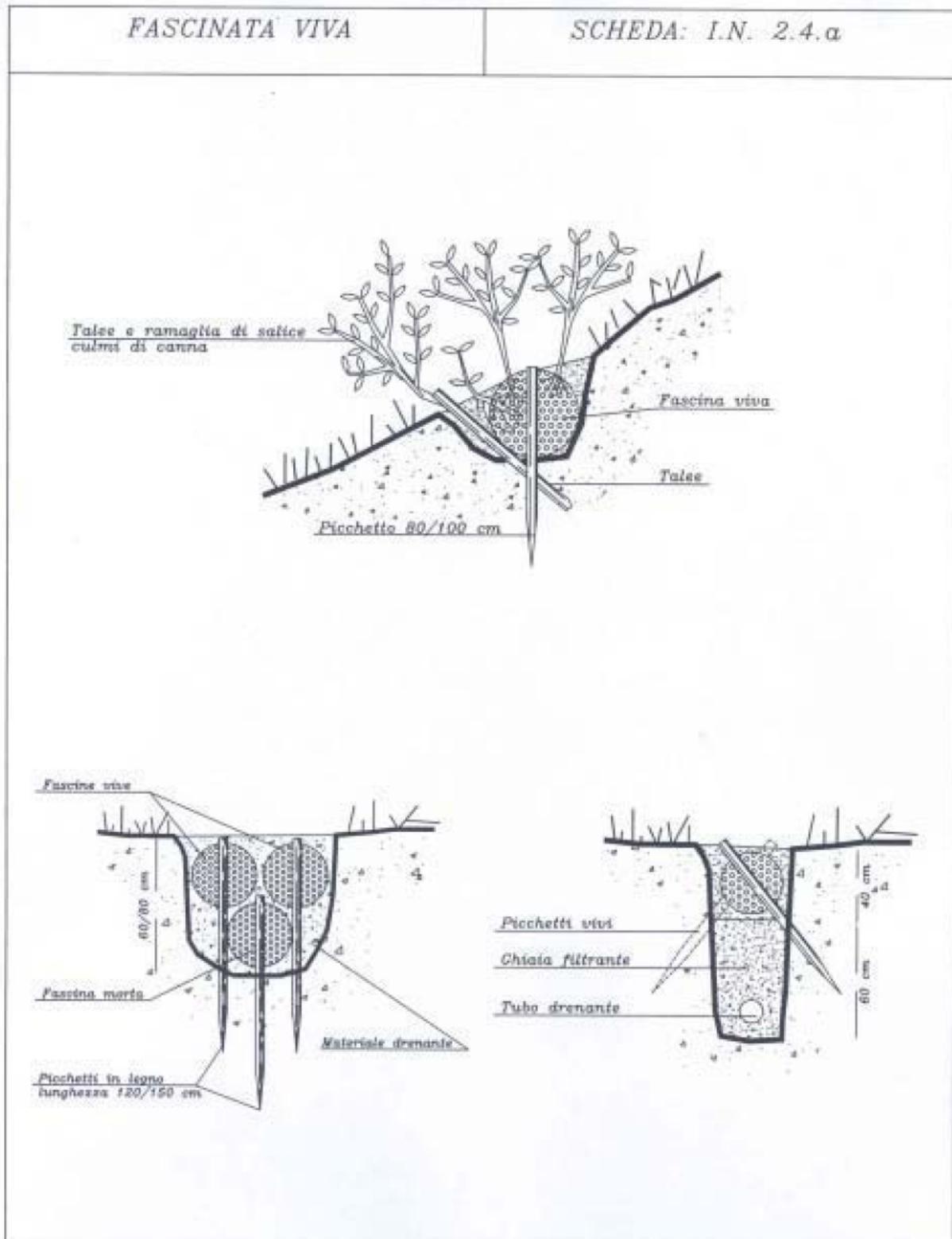
#### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Si presentano rischi di contusioni e graffi alle mani ed al volto, pertanto è obbligatorio l'uso di guanti e di lenti o maschera di protezione.

#### Manutenzione

Per migliorare la funzionalità dell'opera è necessario una periodica pulizia e rimodellazione dei canali di intercettazione delle acque di scolo.

2.5.1.1 Scheda grafica I.N.2.4.a



## 2.6 Cordonata

### 2.6.1 Cordonata viva

Codice:	I.N. 2.5.1	Tecnica:	Cordonata viva
---------	------------	----------	----------------

#### Descrizione

Si tratta di un intervento di stabilizzazione di pendii, versanti e scarpate. La realizzazione viene effettuata tramite la formazione di banchine trasversali alla linea di massima pendenza e costituite da uno scavo in contropendenza (min. 10%), nel quale viene posto a dimora materiale vegetale vivo (talee, piantine) e morto (ramaglie), ricoperti con il terreno derivante dallo scavo della banchina posta a monte.

#### Obiettivi ed ambiti di applicazione

Questa tecnica viene utilizzata per consolidare versanti franosi ed in erosione di materiale sciolto, purché sia presente uno strato di terreno sufficientemente profondo per la sua realizzazione. E' un tipo di intervento di difesa che adatta bene in terreni con elevata tendenza allo smottamento e anche in quelli umidi di natura argillosa; per cui, al fine di evitare il pericolosi ristagni idrici, si può dare una certa pendenza longitudinale alle trincee. E' un metodo efficace per la sistemazione di frane abbastanza superficiali.

#### Tipologie

Di seguito si riportano le seguenti tipologie di gradonate maggiormente utilizzate per interventi di difesa del suolo:

- A) *cordonata con talee*;
- B) *cordonata con piantine*.

#### Materiali impiegati

- *materiale vegetale vivo*: talee, piantine a radice nuda e/o in fitocella,
- *materiale morto*: tondame, ramaglia e picchetti in legno, preferibilmente reperiti in loco,
- *materiale da ferramenta*: tondini in acciaio e filo di ferro, per il fissaggio delle ramaglie e/o del tondame.

#### Accorgimenti esecutivi

Nella banchina di profondità da 50 a 100 cm, ottenuta con lo scavo, si dispone longitudinalmente del tondame, anche reperito in loco, generalmente lungo la parte più interna dello scavo ed in prossimità del bordo esterno dello stesso. La distanza tra due gradoni successivi deve essere compresa tra 1 e 3 m, cercando di evitare intervalli minori che favorirebbero fenomeni di instabilità. L'andamento dei gradoni è generalmente disposto lungo le curve di livello, ma è possibile dare una leggera pendenza laterale ai gradoni, al fine di favorire la regimazione idrica.

Al di sopra del tondame si forma un letto continuo di ramaglia reperita in loco. Una volta poste in opera le verghe e la ramaglia, si ricoprirà accuratamente il tutto con uno strato di 10 –15 cm di terreno. A questo punto si procederà alla posa a pettine delle talee, con l'opportuno ricoprimento con terreno di scavo. In mancanza di talee, si possono mettere a dimora piantine a radice nuda e/o in fitocella, con densità di 4-5 piantine/ml.

#### Periodo di intervento

Il periodo varia a secondo delle condizioni climatiche stazionarie. Lungo le zone litoranee e limitrofe esso va da novembre e marzo (riposo vegetativo – inizio risveglio vegetativo), nel caso di stazioni montane o collinari interne tale periodo si estende a tutto aprile. Utilizzando piantine in fitocelle ed in funzione dell'andamento stagionale, si può avere l'estensione dell'intervento a maggio.

#### Limiti applicativi

In caso di impiego di talee (cordonata con talee), è necessario reperire grandi quantità di materiale vegetale vivo. L'intervento presenta scarse possibilità esecutive su scarpate con roccia affiorante e/o con scarso spessore dello strato di terreno.

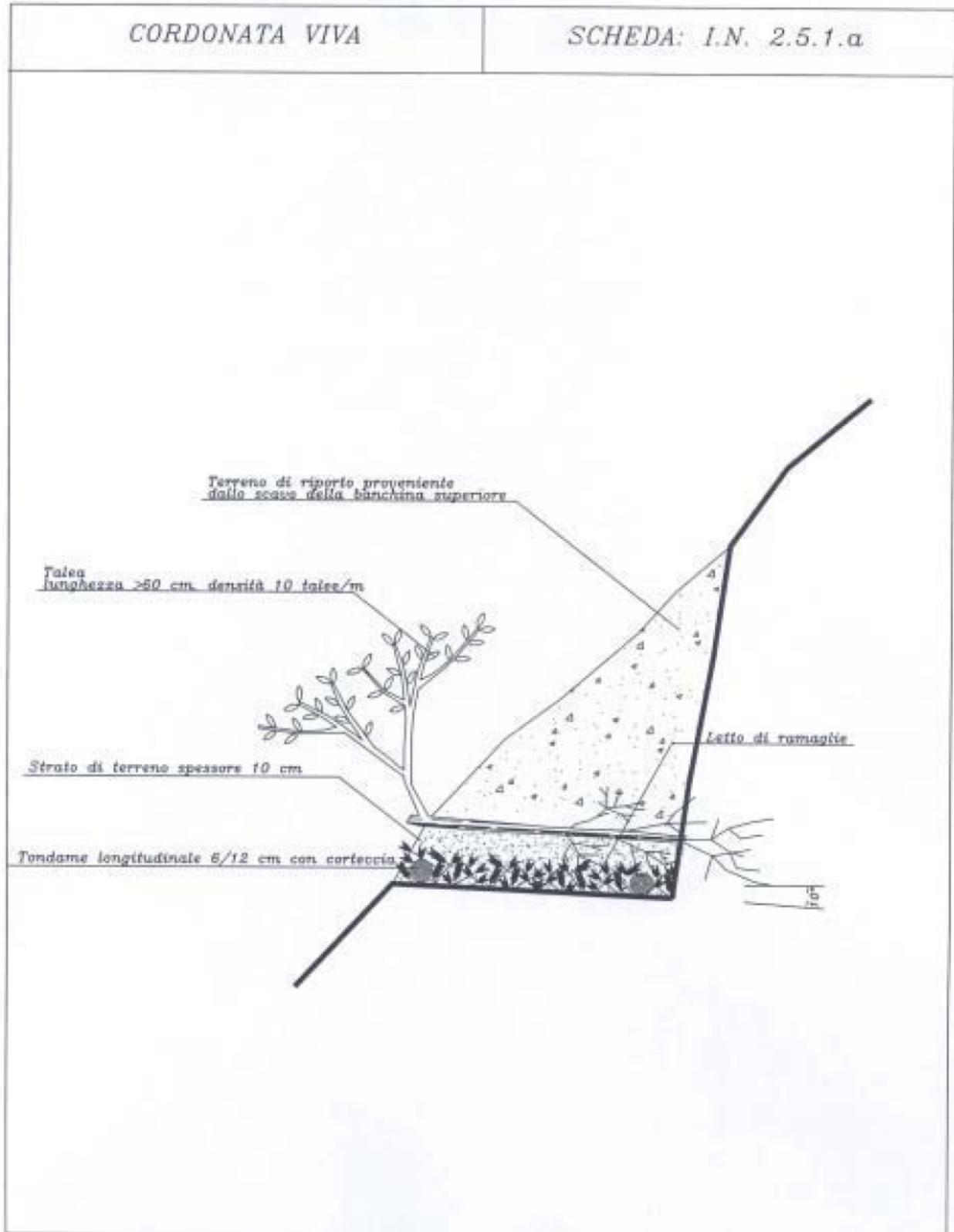
#### Sicurezza dei luoghi di lavoro

Vanno considerati i rischi di contusioni e tagli anche in relazione all'uso di motosega, pertanto vanno prescritti i dispositivi di protezione individuale, guanti, casco, otoprotettori, maschera, tute e scarpe antitaglio.

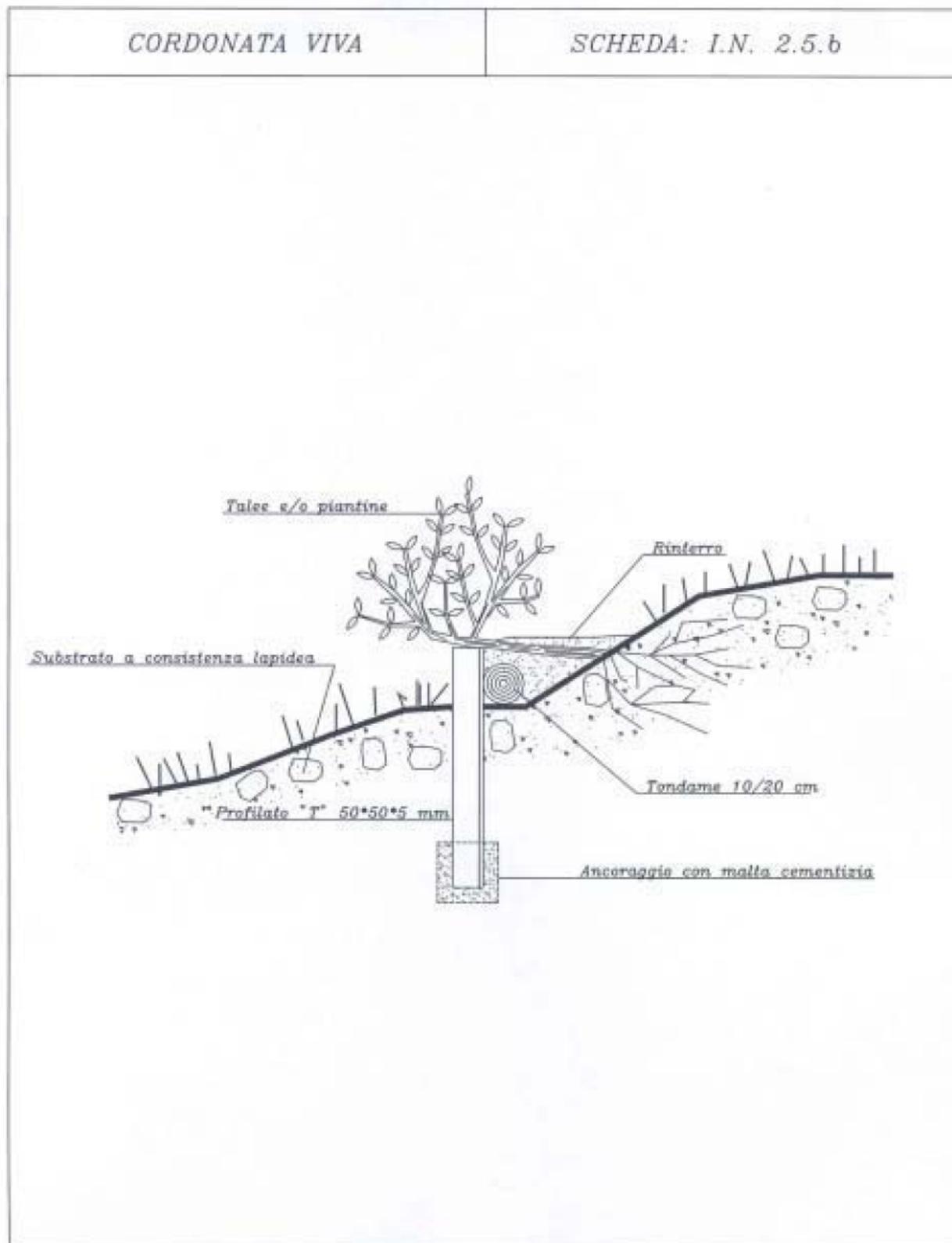
### **Manutenzione**

In casi di utilizzo di piantine radicate ed in presenza di forti stress idrici, si può provvedere ad irrigazioni di soccorso, se presente impianto irriguo idoneo e/o condotte idriche nelle vicinanze dell'opera. Negli anni successivi all'intervento può essere inoltre necessario il reintegro delle fallanze delle piantagioni con nuove messe a dimora di piantine.

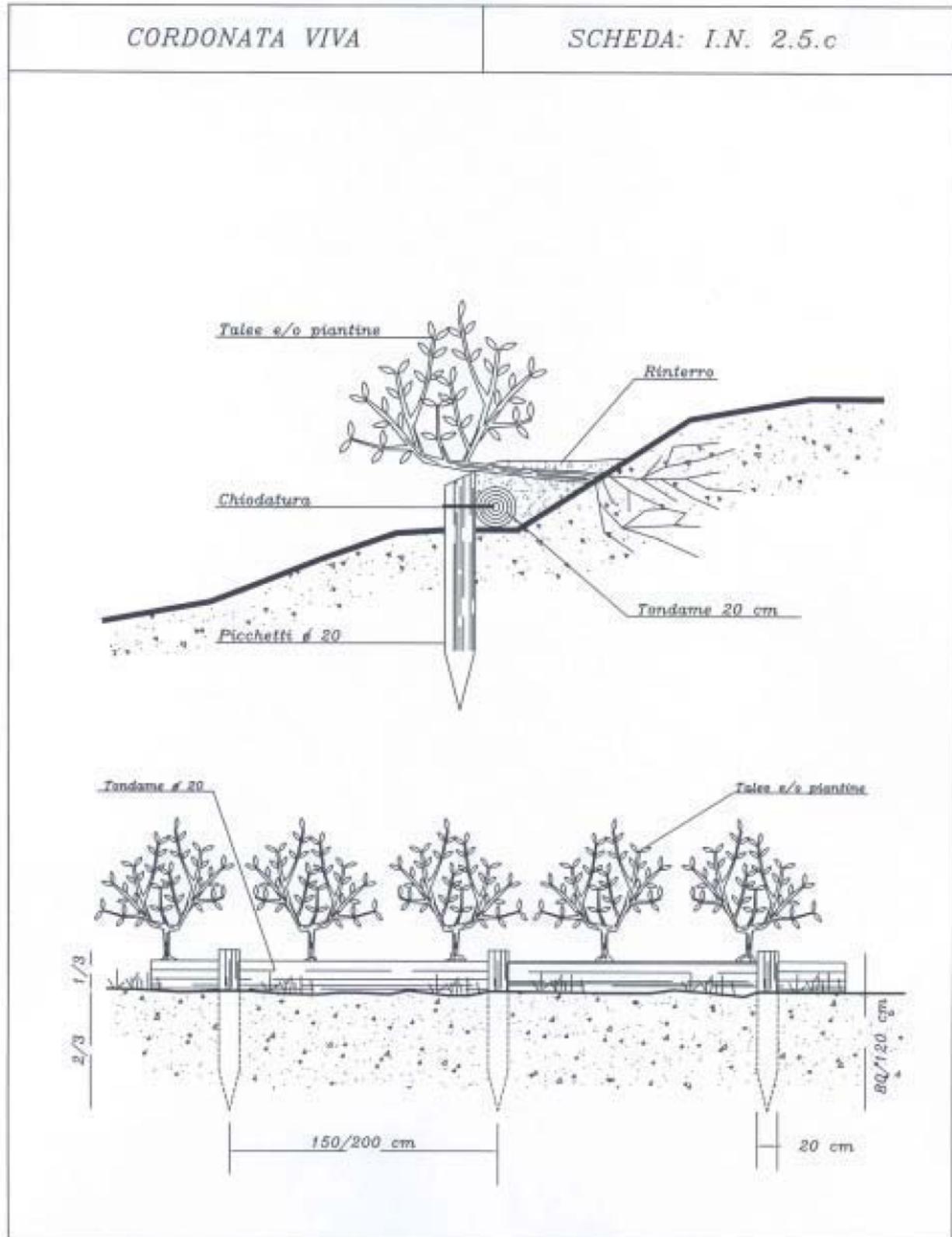
2.6.1.1 Scheda grafica I.N.2.5.1.a



2.6.1.2 Scheda grafica I.N.2.5.b



2.6.1.3 Scheda grafica I.N.2.5.c



## 2.7 Gradonata viva

### 2.7.1 Gradonata con talee

Codice:	I.N. 2.6.1	Tecnica:	Gradonata con talee
---------	------------	----------	---------------------

#### Descrizione

Intervento di stabilizzazione di pendii, versanti e scarpate. La realizzazione si effettua tramite la formazione di banchine, trasversali alla linea di massima pendenza, e costituite da uno scavo in contropendenza (min. 10%), nel quale viene posto a dimora materiale vegetale vivo (talee, piantine), ricoperto con il terreno derivante dallo scavo della banchina posta a monte.

#### Obiettivi ed ambiti di applicazione

Questa tecnica viene utilizzata per consolidare versanti franosi ed in erosione di materiale sciolto, purché sia presente uno strato di terreno sufficientemente profondo per la sua realizzazione.

#### Tipologie

Di seguito si riportano le seguenti tipologie di gradonate maggiormente utilizzate per interventi di difesa idrogeologica:

- C) *gradonata con talee (sistema siepe - cespuglio);*
- D) *gradonata con piantine.*

#### Materiali impiegati

- *materiale vegetale vivo:* talee, piantine a radice nuda e/o in fitocella,
- *materiale morto:* picchetti in legno, ramaglia e tondame (per gradonata con piantine), preferibilmente reperiti in loco,
- *materiale da ferramenta:* tondini in acciaio, filo di ferro.

#### Accorgimenti esecutivi

- *Gradonata con talee (sistema siepe - cespuglio);*

Questa tipologia prevede lo scavo di trincee lungo le curve di livello, di larghezza variabile dai 50 ai 100 cm, formando una leggera contropendenza (10 – 15%) utile ad una maggiore stabilità dell'intervento e migliore concentrazione dell'acqua. L'interasse tra le banchine potrà variare in funzione della pendenza del versante (1,5 – 3 m), evitando intervalli minori che favorirebbero fenomeni di instabilità. Alla base delle banchine andrà posto un "letto" di talee disposte a pettine, in numero di circa 10 per metro; queste andranno interrate per i 3/4 della loro lunghezza.

- *Gradonata con piantine*

Questa variante prevede l'inserimento tra le talee, di piantine radicate, in ragione di una ogni 50 cm circa. Si possono eventualmente inserire ramaglie e/o tondame per aumentare la stabilità immediata dell'opera. Tale tipologia permette, se le condizioni del sito non sono estreme ( pendenza, grado di dissesto ), di introdurre insieme alle specie preparatrici (es. salici), anche quelle del soprassuolo definitivo; in tali casi si può anche utilizzare solo piantine radicate.

#### Periodo di intervento

Il periodo varia a secondo delle condizioni climatiche stazionarie. Lungo le zone litoranee e limitrofe esso va dall'autunno inoltrato a fine inverno, nel caso di stazioni montane o collinari interne tale periodo si estende a tutto aprile. Utilizzando piantine in fitocelle ed in funzione dell'andamento stagionale, si può avere l'estensione dell'intervento a maggio.

#### Limiti applicativi

In caso di impiego di talee (gradonata con talee), è necessario reperire grandi quantità di materiale vegetale vivo. L'intervento presenta scarse possibilità esecutive su scarpate con roccia affiorante e/o con scarso spessore dello strato di terreno.

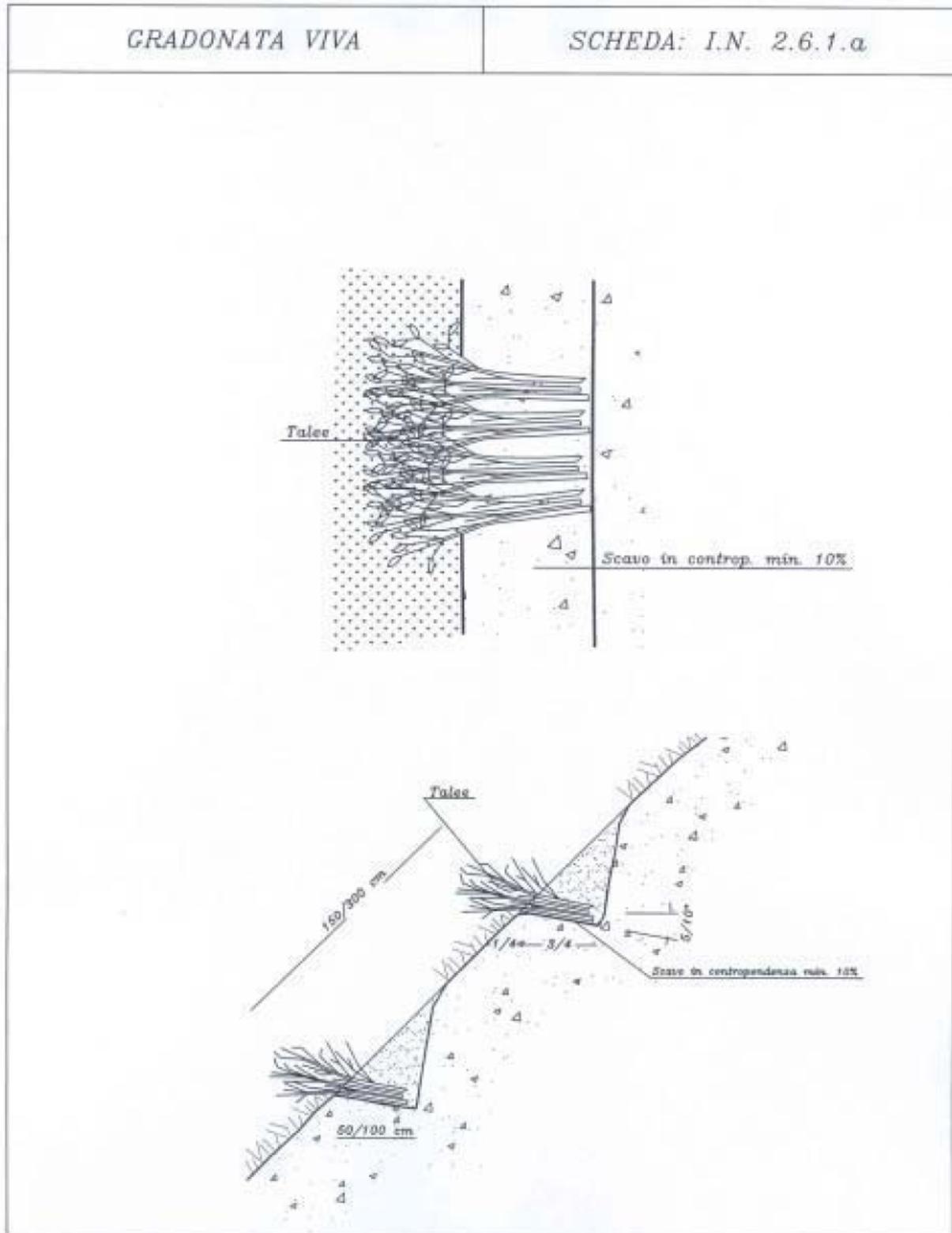
#### Sicurezza dei luoghi di lavoro

Vanno considerati i rischi di contusioni e tagli anche in relazione all'uso di motosega, pertanto vanno prescritti i dispositivi di protezione individuale, guanti, casco, otoprotettori, maschera, tute e scarpe antitaglio.

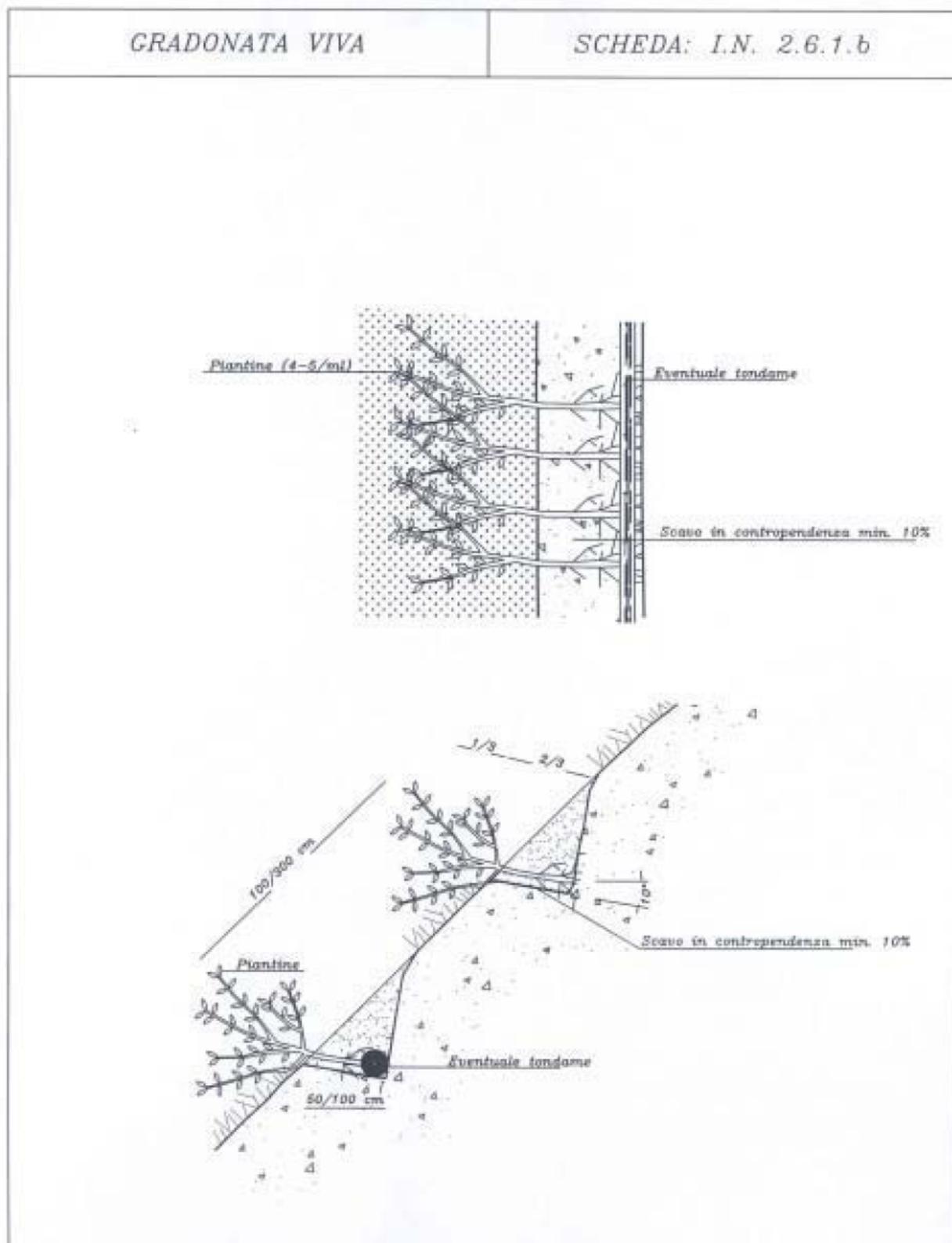
## **Manutenzione**

In casi di utilizzo di piantine radicate ed in presenza di forti stress idrici, si può provvedere ad irrigazioni di soccorso, se presente impianto irriguo idoneo e/o condotte idriche nelle vicinanze dell'opera. Negli anni successivi all'intervento può essere inoltre necessario il reintegro delle fallanze delle piantagioni con nuove messe a dimora di piantine.

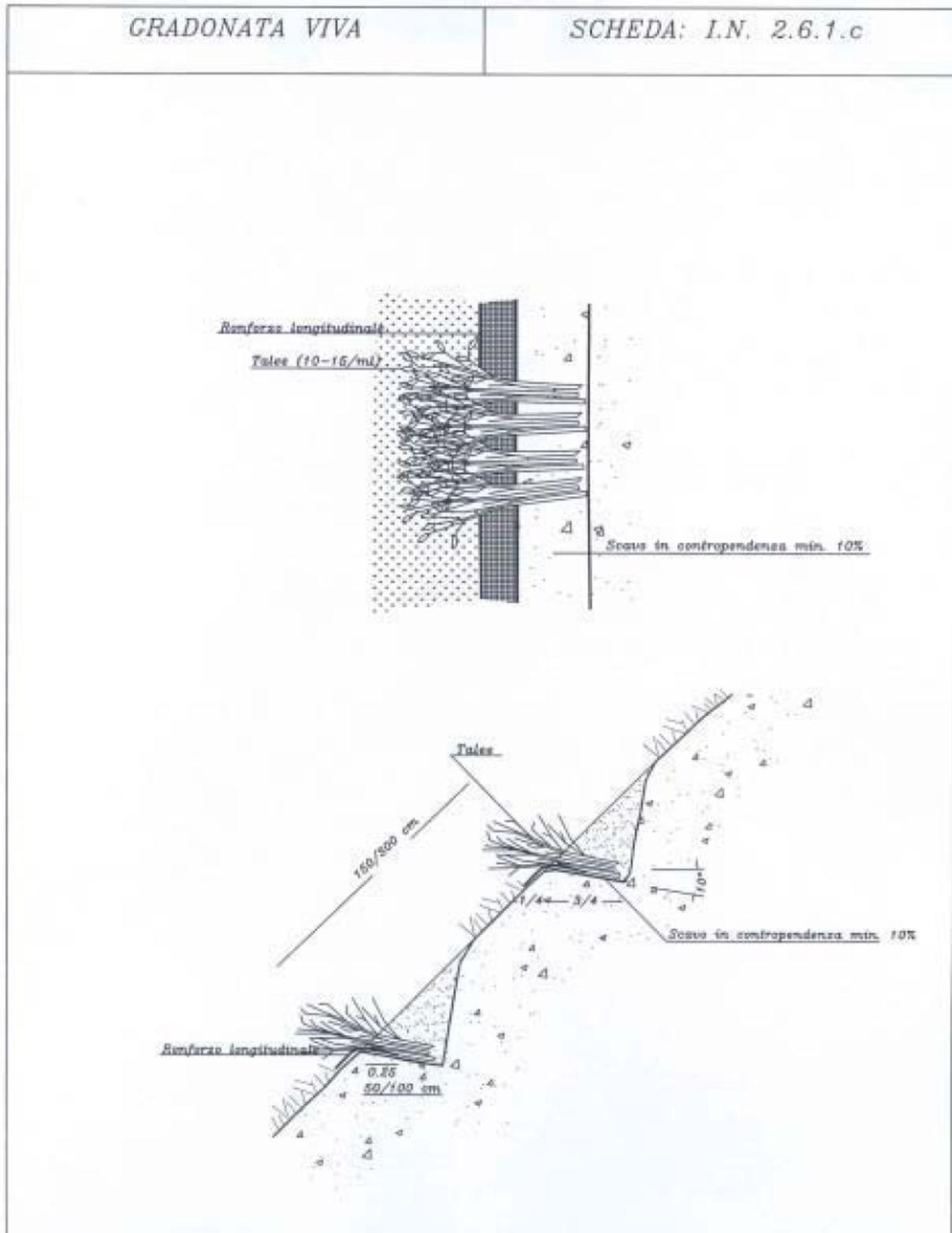
2.7.1.1 Scheda grafica I.N.2.6.1.a



2.7.1.2 Scheda grafica I.N.2.6.1.b



2.7.1.3 Scheda grafica I.N.2.6.1.c



## 2.8 Graticciata

### 2.8.1 Graticciata

Codice:	I.N. 2.7.1	Tecnica:	Graticciata
---------	------------	----------	-------------

#### Descrizione

E' un intervento per la stabilizzazione di pendii, consistente nella realizzazione di strutture trasversali alla linea di massima pendenza formate da picchetti infissi nel terreno, inserimento di intreccio di rami e pertiche legnose morti tra i picchetti e successiva messa a dimora di materiale vegetale vivo nel gradone ottenuto.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

Intervento di prima stabilizzazione superficiale e successivo consolidamento di pendii e versanti. Utilizzata per pendii e scarpate in scavo, consolidamento di solchi di erosione e per la stabilizzazione superficiale di rilevati e o accumuli di materiale sciolto.

#### Tipologie

In alternativa all'intreccio con pertiche in legname, si può utilizzare una banda continua in fibra biodegradabile (ad es. fibra di cocco) in trama ed ordito molto fitti.

#### Materiali impiegati

- Picchetti di legno scortecciati, ed eventualmente trattati, di lunghezza di 100 cm circa e diametro di 12 -15 cm. Il legname da utilizzare è quello di castagno o robinia o comunque legname reperito in loco, meglio se caratterizzato da buona durabilità e resistente a sforzi di flessione.
- Pertiche in legname reperito in loco, caratterizzato da buona flessibilità, di lunghezza di 200 - 300 cm e diametro di 3 – 8 cm.
- Come materiale vivo si usano talee, piantine a radice nuda e/o in fitocella, mentre come materiale da ferramenta, chiodi e/o cambrette, queste ultime utilizzate solo nel caso si usino bande in fibre biodegradabili.

#### Accorgimenti esecutivi

I picchetti ( uno ogni 150 cm circa ) vanno infissi nel terreno per almeno 2/3 della loro lunghezza, con asse verticale e leggermente in contropendenza a monte.

Si deve inoltre creare lo spazio per almeno 1-2 ordini di pertiche trasversali che, in più ordini sovrapposti ed in funzione delle dimensioni e dell'altezza fuori terra, costituiranno l' intreccio in legname di prima trattenuta del suolo.

Il gradone che si formerà a monte della struttura avrà una profondità di 50-60 cm per tutto lo sviluppo della struttura ed in esso verranno poste a dimora le talee e/o le piantine, provvedendo al successivo ed accurato loro rinterro.

In caso di impiego di bande in fibre biodegradabili (es. cocco), queste dovranno essere stese a monte dei picchetti ed accuratamente tese prima di fissarle con chiodi ribattuti o cambrette ai singoli picchetti.

Si consiglia di evitare sviluppi lineari continui eccessivamente lunghi ed altezze fuori terra eccessive, ciò al fine migliorare la funzione stabilizzante e la durabilità dell'intervento.

#### Periodo di intervento

Il periodo varia a secondo delle condizioni climatiche stazionarie. Lungo le zone litoranee e limitrofe interne esso va da novembre e marzo, nel caso di stazioni montane o collinari interne tale periodo si estende a tutto aprile.

#### Limiti applicativi

Intervento di stabilizzazione superficiale dei versanti la cui funzionalità è strettamente connessa all'applicazione degli accorgimenti esecutivi precedentemente menzionati.

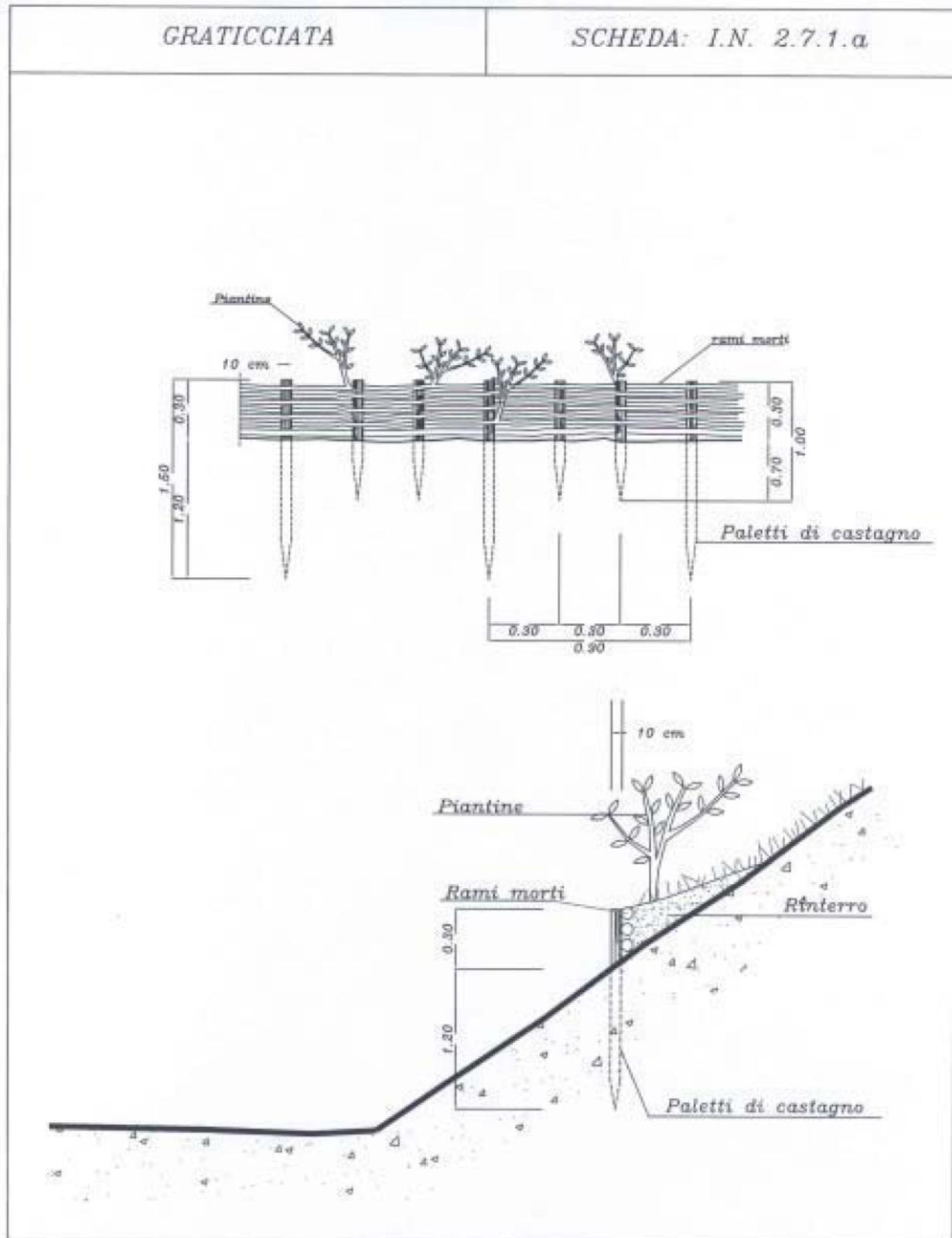
#### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Vanno considerati i rischi di contusioni e tagli anche in relazione all'uso di motosega, pertanto vanno prescritti i dispositivi di protezione individuale, guanti, casco, otoprotettori, maschera, tute e scarpe antitaglio.

### **Manutenzione**

Negli anni successivi all'intervento può essere necessario il reintegro delle fallanze delle piantagioni con nuove messe a dimora di piantine.

2.8.1.1. Scheda grafica I.N.2.7.1.a



## 2.9 Palificata viva

### 2.9.1 Palificata viva

Codice:	I.N. 2.8.1 I.N. 2.8.2	Tecnica:	Palificata viva a parete semplice Palificata viva a parete doppia
---------	--------------------------	----------	----------------------------------------------------------------------

#### Descrizione

Consolidamento di pendii franosi con palificata in tondami di castagno (o altre essenze dure) Ø 20 cm posti alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale ( $l = 1,50 \div 2,00$  m) a formare un castello in legname e fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini Ø 14 mm; la palificata andrà interrata con una pendenza di  $10^\circ \div 15^\circ$  verso monte ed il fronte avrà anche una pendenza di  $20^\circ \div 30^\circ$  per garantire la miglior crescita delle piante; una fila di piloti potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; l'intera struttura verrà riempita con l'inerte ricavato dallo scavo e negli interstizi tra i tondami orizzontali verranno collocate talee legnose di Salici, Tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa, in misura di n. 10 a ml per ciascuna fila di tronchi longitudinali, nonché piante radicate di specie arbustive pioniere. Rami e piante dovranno sporgere per  $0,10 \div 0,25$  m dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. Nel caso di palificata spondale gli interstizi tra i tondami vengono riempiti con massi sino al livello di magra dell'argine.

Per le palificate vive valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle opere di sostegno a gravità con particolare riferimento a: verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

Manufatto a gravità formato da una struttura cellulare in pali di legno abbinato alla posa di talee e piante. Il deterioramento (marcescenza) del legname, in alcuni decenni, presuppone che i parametri di stabilità del manufatto vengano riferiti ad un paramento esterno assimilabile ad una pendice ben vegetata e ad un terreno con buone caratteristiche di attrito.

In presenza di adeguata manutenzione (taglio periodico delle piante al fine di impedire l'appesantimento delle ceppaie) si possono raggiungere accettabili stabilità. Tecnica utilizzata per il consolidamento al piede di frana, ricostruzione di pendio e porzione di versante, formazione terrapieni consolidati e vegetati per rilevati stradali ed in corrispondenza di attraversamenti tombati, consolidamento scarpate stradali a valle ed a monte del piano viabile, nonché a protezione spondale.

#### Materiali impiegati

Tondame di specie a legno durabile (castagno) di diametro 20 cm; pioli, tondini in ferro ad aderenza migliorata ø 12-14 mm per le chiodature e tondini ø 22-24 mm quali piloti di ancoraggio contro lo scorrimento; talee e piantine radicate.

#### Accorgimenti esecutivi

Si realizza il piano di posa con una contropendenza verso monte stabilita in sede di calcolo di stabilità (solitamente  $10^\circ/15^\circ$ ), il tipo di manufatto si presta alla posa anche su piani non complanari nel senso dello sviluppo in lunghezza.

Si procede alla posa della prima fila di legname in senso parallelo alla pendice (corrente), curando il posizionamento in bolla, durante la posa del tondame si realizzano i collegamenti tra un legno ed il successivo realizzando gli incastri ed i fissaggi con il tondino in ferro.

Il montaggio prosegue con la posa del successivo ordine di tondame da posizionarsi in senso ortogonale alla prima fila ed alla pendice (trasverso); questi legni avranno lunghezza variabile desunta dai calcoli e variabile da 1,5 a 3,00 m. Si procede quindi al fissaggio dei legni con la fila sottostante sempre tramite tondino in ferro.

#### Periodo di intervento

Durante il periodo di riposo vegetativo delle piante. In condizioni climatiche favorevoli si possono immettere le piante radicate avendo particolare cura di non danneggiare il materiale vivo.

#### Limiti di fattibilità

La formazione di palificate vive presuppone la possibilità di realizzare manufatti di considerevole spessore (almeno 1,5 m).

In alcuni casi, in presenza di limiti di spazio, risulta difficoltoso realizzare l'opera senza incidere negativamente sulla parte del pendio già consolidata.

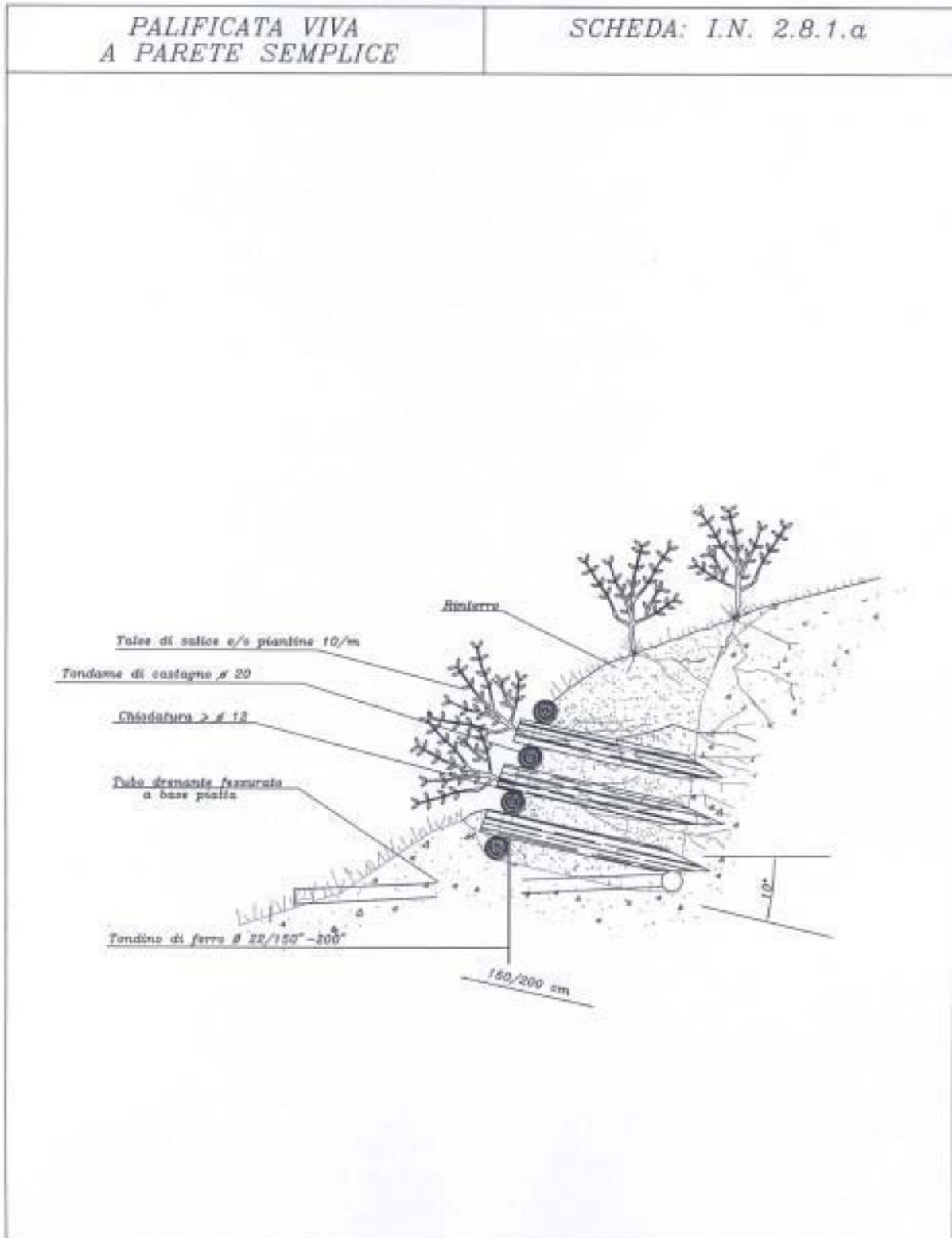
#### **Sicurezza sui luoghi di lavoro**

Gli operatori dovranno essere dotati di protezione individuale: casco, guanti antitaglio, scarpe di sicurezza con suola imperforabile, occhiali protettivi o schermi protettivi, otoprotettori, pettorine antitaglio per motoseghe, per i lavori su versante ripido dovranno predisporre cime di ritenuta con dissipatori di energia cinetica e cinture di sicurezza.

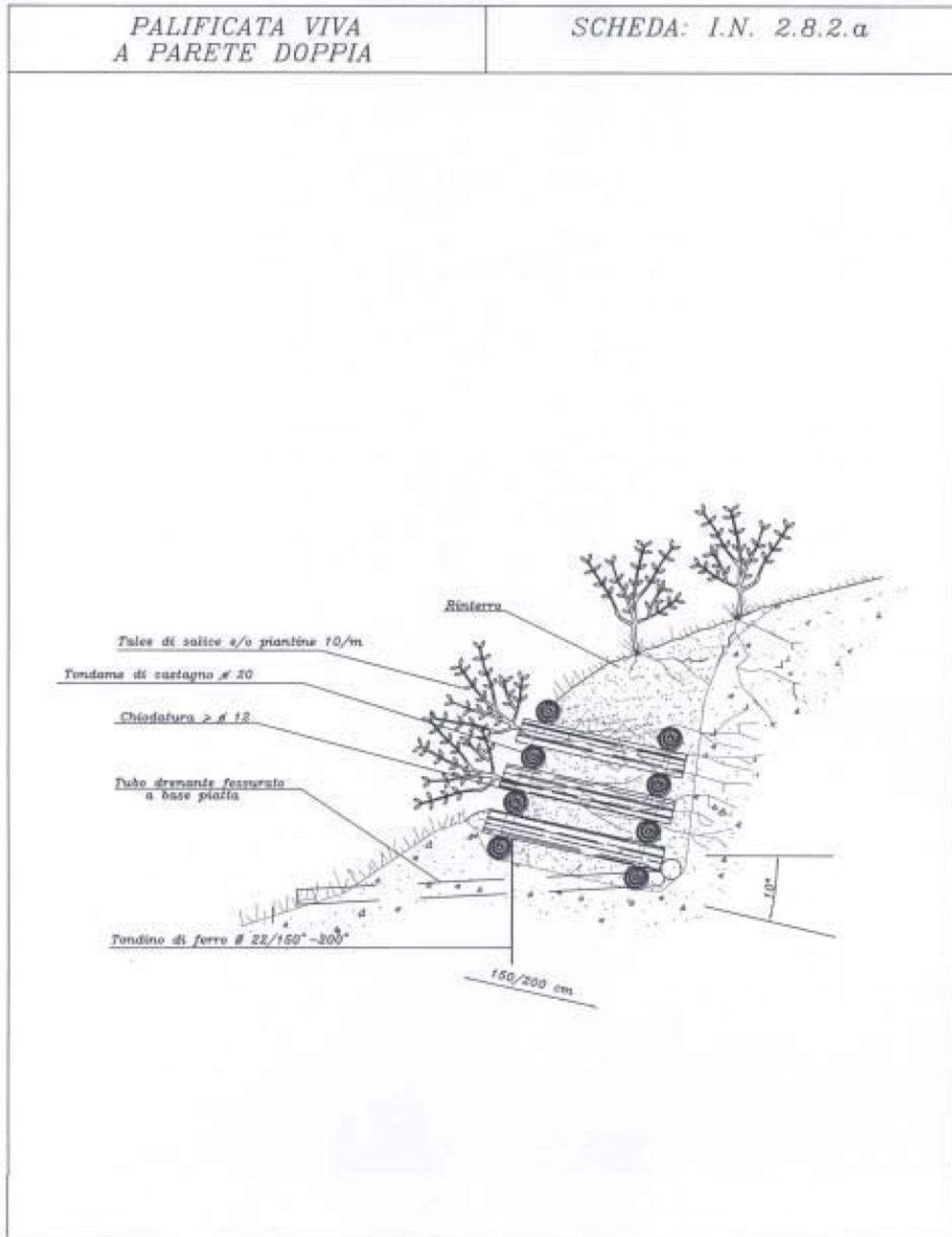
#### **Manutenzione**

Vigilare, nel primo anno, al fine di evitare lo scalzamento della struttura. In caso di forte crescita della vegetazione operare un taglio a livello del terreno al fine di favorire l'accrescimento della porzione radicale. Sostituzione di talee e piantine non attecchite.

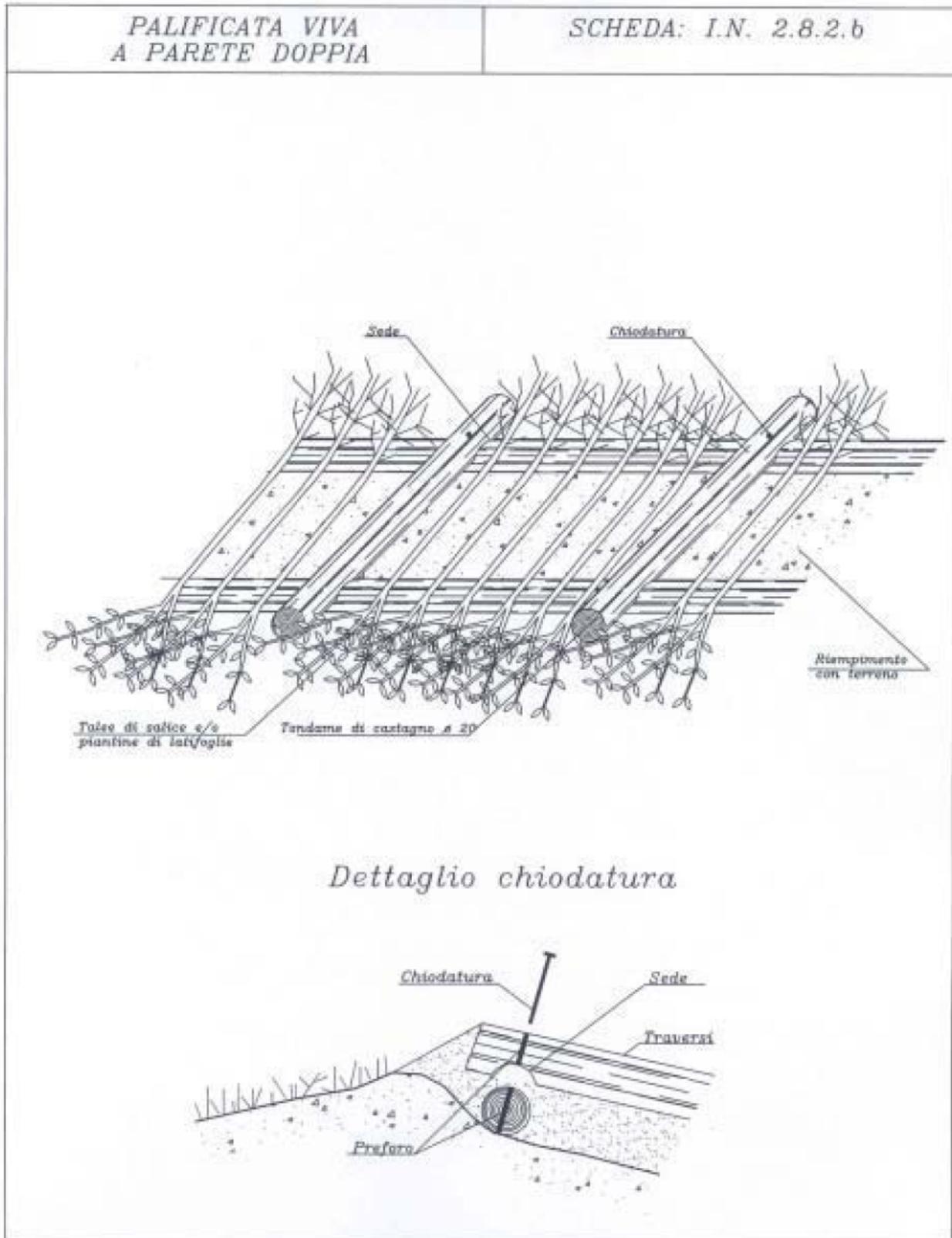
2.9.1.1 Scheda grafica I.N.2.8.1.a.



2.9.1.2 Scheda grafica I.N.2.8.2.a



2.9.1.3 Scheda grafica I.N.2.8.2.b



## 2.9.2 Palificata con graticcio "Vallo di Diano"

Codice:	I.N. 2.8.3	Tecnica:	Palificata con graticcio "Vallo di Diano"
---------	------------	----------	-------------------------------------------

### Descrizione

Ricostituzione di sponda mediante palificata con graticcio formata da paletti di castagno della lunghezza di m 2,6÷3 del diametro in testa di cm 12, posti alla distanza di cm 33, infissi nel terreno solido per almeno cm 50 fittamente intessiti a graticcio con fascine e talee di salici verdi, collegati in testa con pali del diametro non inferiore a cm 10 rinforzati da traverse e pali di ancoraggio posti alla distanza di m 2 compresi aggettamenti, chioderia e messa a dimora di talee di salici perpendicolarmente al graticcio in numero non inferiore a 5 a mq.

La tecnica è stata codificata dall'ing. Mariano Lucio Alliegro e dal geom. Roberto Plaitano del Consorzio di Bonifica Integrale del Vallo di Diano.

### Obiettivi ed ambiti di intervento

La palificata con graticcio Vallo di Diano è utilizzata in interventi di protezione spondale su corsi d'acqua di pianura, in particolare nei casi di piccole lunate o estese erosioni con l'obiettivo di proteggere la sponda nuda in terra e consentire il rinverdimento della stessa con specie arbustive. Molto utilizzata in caso di interventi di urgenza o quale intervento di congiunzione della sponda indisturbata con la sponda su cui si è intervenuti con gabbionate o scogliere rinverdate in modo da assicurare una sorta di transizione tra la sponda allo stato naturale e la sponda "irrigidita". Adottata anche su sponde con pendenze 1:1 o di poco maggiori. Va tenuto conto che lo sviluppo della vegetazione (prima pionieristica composta da salici) influenzerà la capacità di deflusso del corso d'acqua, pertanto va condotta una verifica idraulica considerando l'effetto della vegetazione sull'intera sponda su cui si è intervenuti con la tecnica in argomento. Negativi sono stati i risultati su corsi d'acqua con forte trasporto solido, in particolare con prevalenza di ghiaia.

### Materiali impiegati

La palificata con graticcio è costituita da una struttura in legno di castagno ed un graticcio costituito da fascine e talee di salici.

La struttura viene realizzata con l'infissione nel fondo alveo di pali di castagno, preventivamente scortecciati, di diametro cm 12 per almeno m 1÷1.5 inclinati secondo la pendenza della sponda indisturbata. Tali pali vengono posti ad interasse di cm 33 (3 a metro) e sporgono per un'altezza di m 1÷1.5. La profondità di infissione e la dimensione complessiva dei pali è determinata con una verifica geotecnica nella quale si porta in conto il contributo dei pali alla stabilità della sponda. I pali vengono collegati in testa con un palo che trasversalmente funge da catena tra i vari pali. La catena anch'essa di diametro non inferiore a cm 10, ogni m 2 è tirantata con un palo che trasversalmente viene inserito nel corpo spondale con all'estremità interna ancorato con un picchetto anch'esso di castagno di lunghezza di circa cm 80. I vari elementi lignei sono collegati con chiodature da sei.

Completata la struttura lignea, alla quale è affidato il compito di contribuire alla stabilità spondale fin quando l'apparato radicale non sarà sufficientemente sviluppato, si procede con intrecciare le fascine e le talee di salici con un'opera di cucitura intorno ai pali verticali. Man mano che si sale con il graticcio si provvede a riempire la palificata col terreno recuperato dall'alveo (lo stesso materiale smottato) entro cui vengono collocate talee di salice di maggior sezione in ragione di almeno 5 talee a metro quadro.

### Accorgimenti esecutivi

L'infissione dei pali viene effettuato con ricorso ad escavatore a braccio idraulico, col quale preventivamente viene preparato il piano di posa e ripulita l'area di intervento. Particolare cura sarà posta nell'allineamento dei pali ai quali si assegnerà un'inclinazione pari a quella della sponda indisturbata. Risulta fondamentale per l'attecchimento dell'opera compattare bene il materiale di riempimento a tergo del graticcio in modo da eliminare le possibili sacche vuote le quali impedirebbero l'attecchimento delle fascine e delle talee. Nella parte alta della sponda, che va accuratamente profilata, si può prevedere di realizzare una semina o in presenza di maggiori forze di trascinamento è possibile ipotizzare il ricorso ad una copertura diffusa con ramaglia viva.

### Periodo di intervento

Le palificate con graticcio vanno realizzate nel periodo di riposo vegetativo. La pratica esecutiva consolidata vede realizzate queste opere nei periodi di settembre – novembre e febbraio – aprile, quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

### **Limiti di fattibilità**

Casi di insuccesso di palificate con graticcio sono state riscontrate su corsi d'acqua con pendenze superiori all'1÷2% e in presenza di trasporto solido caratterizzato da ghiaia, che danneggia irrimediabilmente il graticcio col conseguente svuotamento dell'opera.

Si sconsiglia di utilizzare tale tecnica su tronchi di corsi d'acqua con sezione idraulica insufficiente o di poco sufficiente rispetto alla portata di progetto, ciò in considerazione del rapido sviluppo vegetativo con conseguente influenza sulla capacità di deflusso.

### **Sicurezza sui luoghi di lavoro**

In termini di sicurezza nelle fasi di esecuzione dell'opera occorre tener conto che in genere si lavora in alveo anche in periodi in cui sono probabili le piene, pertanto occorre tener conto dell'analisi idrologica e predisporre le opportune misure preventive nel caso si possano verificare repentine onde di piena. Sempre in considerazione del fatto che le maestranze si trovano ad operare in alveo, in caso di acque inquinate occorre valutare i rischi biologici con necessità di fare ricorso a sistemi di protezione da agenti chimici e biologici. Inoltre occorre prevenire possibili cadute e scivolamenti lungo le sponde e rischi da tagli o abrasioni per l'utilizzo di motosega o altri strumenti da taglio. Altro rischio da valutare è connesso alla contestualità di azione di mezzi meccanici ed operai.

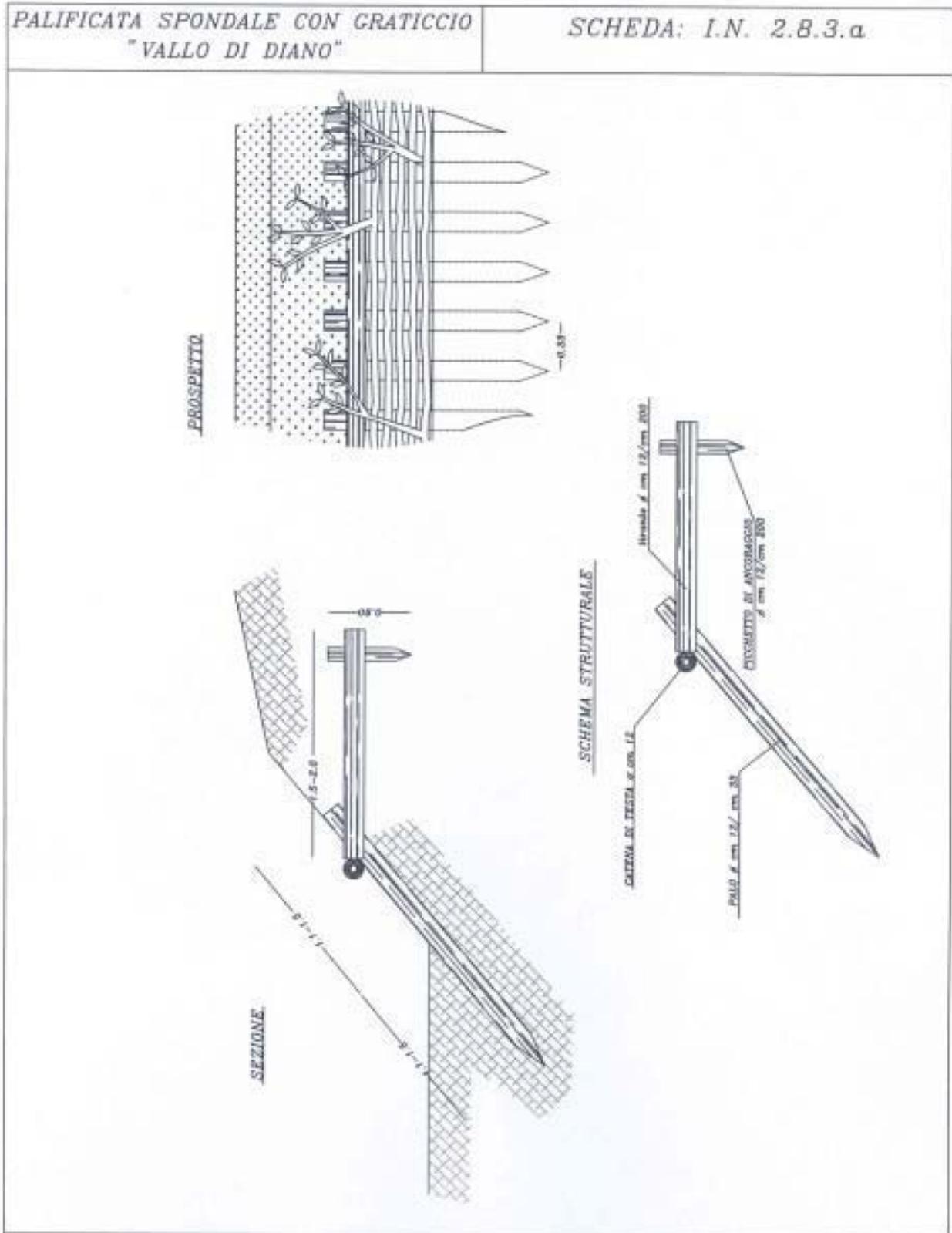
### **Manutenzione**

Le operazioni manutentive sono finalizzate al controllo dello sviluppo delle specie arbustive utilizzate quali fascine e talee. E' importante prevedere un taglio della vegetazione almeno ogni due anni, in particolare la periodicità di intervento è funzione della capacità di deflusso delle sezioni idrauliche e dell'esigenza di controllare l'eccessivo sviluppo della parte apogea della vegetazione curando che i diametri medi degli arbusti non superino 5-6 cm, al disotto delle quali dimensioni gli arbusti presentano una buona flessibilità tale da contenere la riduzione di capacità di deflusso delle sezioni idriche.

Al contrario, nel caso di fallanza delle talee e delle fascine è possibile intervenire con l'inserimento nella struttura lignea di nuove talee, specialmente se il graticcio, ancorché non attecchito, non sia danneggiato e quindi la palificata non si presenti svuotata.

Circa la durabilità dell'opera essa è funzione della durabilità della struttura in legno e dell'attecchimento della vegetazione. In genere dopo due periodi vegetativi gli arbusti attecchiti riescono ad assolvere al ruolo stabilizzante delle sponde che ad essi è richiesto. Le cure manutentive in tal caso condizionano la durabilità dell'opera. Circa la struttura lignea sono stati rinvenute tracce di interventi eseguiti da alcuni decenni.

2.9.2.1 Scheda grafica I.N.2.8.3.a



### 2.9.3 Palificata viva a doppia parete "Vesuvio"

Codice:	I.N. 2.8.4	Tecnica:	Palificata viva a parete doppia "Vesuvio"
---------	------------	----------	-------------------------------------------

#### Descrizione

Consolidamento di pendii franosi e opere di controripa o sottoscampa a sentieri e stradelli carrabili realizzati a mezzacosta, con palificata in tondame di castagno scortecciato di diametro 12-16 cm. Posti alternativamente in senso longitudinale e trasversale (lunghezza di 1-1.5 m) a formare un castello in legname e fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini del diametro di 16 mm. I pali longitudinali, prima di essere fissati al castello, vengono infissi, fino a rifiuto, a colpi di maglio, nel fronte di scavo indisturbato. La palificata va interrata con pendenza del 10÷15% verso monte e, il fronte, avrà anche una pendenza del 30÷50% per garantire la miglior crescita delle piante. All'atto dello scavo e durante il posizionamento dei pali infissi nel versante, devono essere posti verticalmente pali aventi funzione di tirante (lunghezza di 2 m, diametro 12-14 cm), che saranno collegati con chiodi a questi ultimi. L'intera struttura viene riempita con il terreno ricavato dallo scavo e, negli interstizi, tra i tondami orizzontali, verranno allocate talee legnose di salice, nocciolo, ontano e pioppo e altre specie autoctone adatte alla riproduzione vegetale. Le talee dovranno sporgere per 0.10÷0.25 m dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. Verranno altresì poste, sia sulla parte superiore che sul fronte esterno della palificata, piante radicate in fitocella, in misura di 5÷6 al m<sup>2</sup>, di specie arbustive pioniere. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 1.5 m.

La tecnica è stata codificata dall'ing. Gino Menegazzi e riportata nel testo a cura di Carlo Bifulco "Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio".

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

La palificata viva a parete doppia "Vesuvio" è utilizzata in interventi di Consolidamento di pendii franosi e opere di controripa o sottoscampa a sentieri e stradelli carrabili realizzati a mezzacosta

#### Materiali impiegati

Tondame di castagno scortecciato di diametro 12-16 cm, fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini del diametro di 16 mm. L'intera struttura viene riempita con il terreno ricavato dallo scavo. Talee legnose di salice, nocciolo, ontano e pioppo e altre specie autoctone adatte alla riproduzione vegetale, e piante radicate in fitocella, in misura di 5÷6 al m<sup>2</sup>, di specie arbustive pioniere.

#### Accorgimenti esecutivi

I pali longitudinali, prima di essere fissati al castello, vengono infissi, fino a rifiuto, a colpi di maglio, nel fronte di scavo indisturbato. La palificata va interrata con pendenza del 10÷15% verso monte e, il fronte, avrà anche una pendenza del 30÷50% per garantire la miglior crescita delle piante. All'atto dello scavo e durante il posizionamento dei pali infissi nel versante, devono essere posti verticalmente pali aventi funzione di tirante (lunghezza di 2 m, diametro 12-14 cm), che saranno collegati con chiodi a questi ultimi. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 1.5 m.

#### Periodo di intervento

Le palificate vive a parete doppia "Vesuvio" vanno realizzate nel periodo di riposo vegetativo. La pratica esecutiva consolidata nell'area del Parco del Vesuvio vede realizzazioni anche in altri periodi prevedendo la realizzazione della struttura (in tale periodo) ed il successivo inserimento delle talee.

#### Limiti di fattibilità

Casi di insuccesso di palificate vive a parete doppia Vesuvio sono stati riscontrati in aree con forti stress termici.

#### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Gli operatori dovranno essere dotati di protezione individuale: casco, guanti antitaglio, scarpe di sicurezza con suola impermeabile, occhiali protettivi o schermi protettivi, otoprotettori, pettorine antitaglio per moto seghe, per i lavori su versante ripido dovranno predisporre cime di ritenuta con dissipatori di energia cinetica e cinture di sicurezza.

### **Manutenzione**

Vigilare, nel primo anno, al fine di evitare lo scalzamento della struttura. In caso di forte crescita operare un taglio a livello del terreno al fine di favorire l'accrescimento della porzione radicale. Sostituzione di talee e piantine non attecchite.

2.9.3.1 Scheda grafica I.N.2.8.4.a

<p><i>PALIFICATA VIVA A PARETE DOPPIA "VESUVIO"</i></p>	<p><i>SCHEDA: I.N. 2.8.4.a</i></p>
<p><i>Tondame di castagno scortecciato di diametro 12-16 cm.</i></p> <p><i>Piante radicate in misura 5-6 al mq</i></p> 	

## 2.10 Grata viva

### 2.10.1 Grata viva su scarpata

Codice:	I.N. 3.1.1	Tecnica:	Grata viva su scarpata
---------	------------	----------	------------------------

#### Descrizione

Sostegno di scarpate e versanti in erosione molto ripidi con substrato compatto (che non deve essere smosso) con grata in tondame di castagno (o altra essenza dura) di Ø 20 cm e lunghezza 2 ÷ 5 m, fondata su un solco in terreno stabile o previa collocazione di un tronco longitudinale di base, con gli elementi verticali distanti 1 ÷ 2 m e quelli orizzontali, chiodati ai primi, distanti da 0,40 a 1,00 m a seconda dell'inclinazione del pendio (in genere si lavora su pendenze di 45°÷ 55°); fissaggio della grata al substrato mediante picchetti di legno di Ø 8 ÷ 10 cm e lunghezza 1 m, o di ferro di dimensioni idonee per sostenere la struttura; riempimento con inerte terroso locale alternato a talee e ramaglia disposta a strati. L'intera superficie verrà anche seminata e in genere piantata con arbusti autoctoni. La radicazione delle piante si sostituirà nel tempo alla funzione di consolidamento della struttura in legname.

L'altezza massima possibile per le grate vive non supera in genere i 15 - 20 m.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

Realizzazione di opera intermedia tra la stabilizzazione superficiale e quella profonda; su scarpate e versanti in erosione molto ripidi con substrato compatto, pendii e/o sponde con acclività compresa tra 45 e 55°, nicchie di frana con difficoltà o impossibilità di rimodellamento del versante, scarpate di infrastrutture viarie. Adatta a zone in scavo con coltri poco profonde.

#### Materiali impiegati

Picchetti e pali in castagno, chiodi, tondini in acciaio ad aderenza migliorata, talee, piantine radicate di specie arbustive autoctone.

#### Accorgimenti esecutivi

In terreno stabile viene eseguito un solco di fondazione nel quale viene collocato un tronco longitudinale di base. Sul pendio vengono disposti i tronchi verticali sui quali dovranno essere fissati con chiodi, tondini o graffe metalliche i tronchi orizzontali per la costruzione della grata. Le dimensioni dei tronchi sono Ø 20 cm e lunghezza 2-5 m; i tronchi con Ø maggiori vengono disposti alla base della grata e procedendo verso l'alto si dispongono quelli eventualmente con Ø minori. Gli elementi verticali vengono collocati a distanza di 1,0-2,0 m e quelli orizzontali con interasse pari a 0,4-1,0 m, in funzione dell'inclinazione del pendio. La grata dovrà poi essere fissata al terreno mediante picchetti di legno di Ø 8 cm e lunghezza 1 m o di ferro di dimensioni idonee per sostenere la struttura. La grata verrà poi riempita con inerte terroso locale e lungo i tronchi orizzontali verranno disposte talee e ramaglia a pettine. L'intera superficie potrà essere seminata.

#### Periodo di intervento

*Le grate vanno realizzate nel periodo di riposo vegetativo.*

#### Limiti di fattibilità

I limiti sono rappresentati dalla pendenza del versante associati alla natura del substrato e dalle dimensioni di eventuale nicchia, in particolare dall'altezza.

#### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Gli operatori dovranno essere dotati di protezione individuale: casco, guanti antitaglio, scarpe di sicurezza con suola imperforabile, occhiali protettivi o schermi protettivi, otoprotettori, pettorine antitaglio per moto seghe, per i lavori su versante ripido dovranno predisporre cime di ritenuta con dissipatori di energia cinetica e cinture di sicurezza.

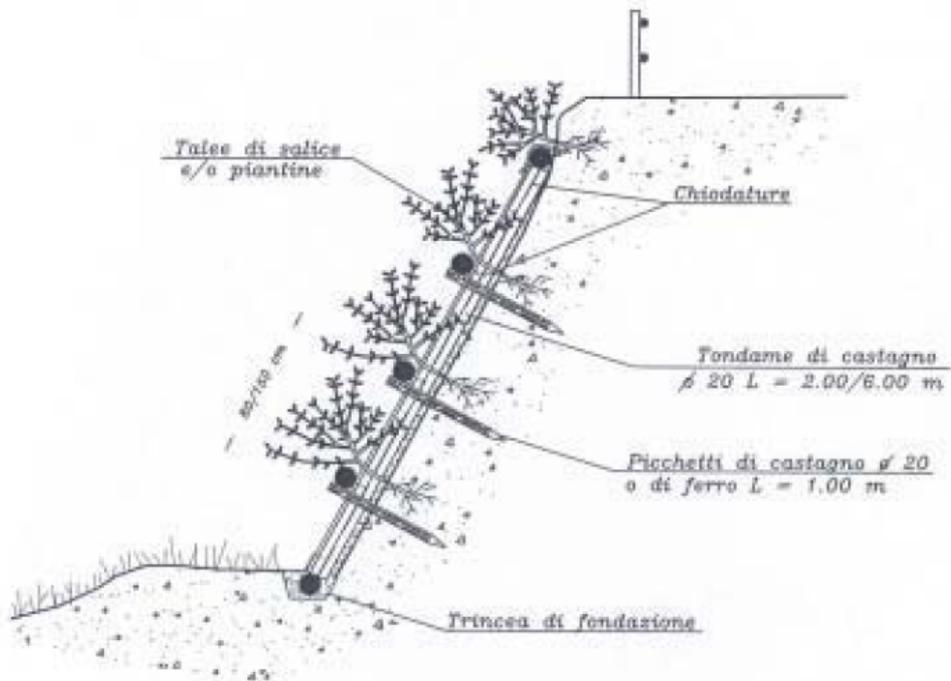
#### Manutenzione

Non necessità di manutenzioni specifiche ad esclusione della sostituzione di talee e piantine non attecchite.

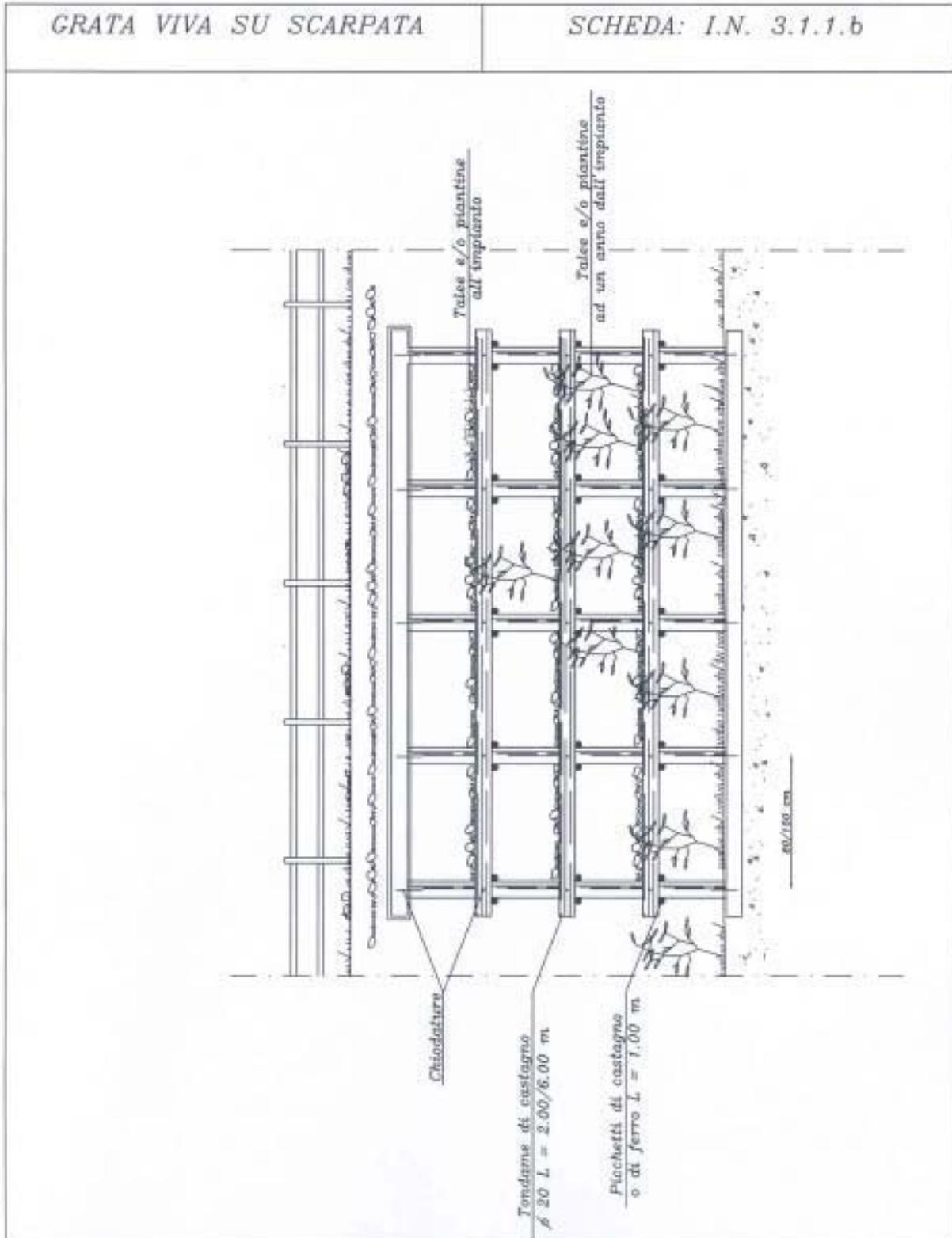
2.10.1.1 Scheda grafica I.N.3.1.1.a

GRATA VIVA SU SCARPATA

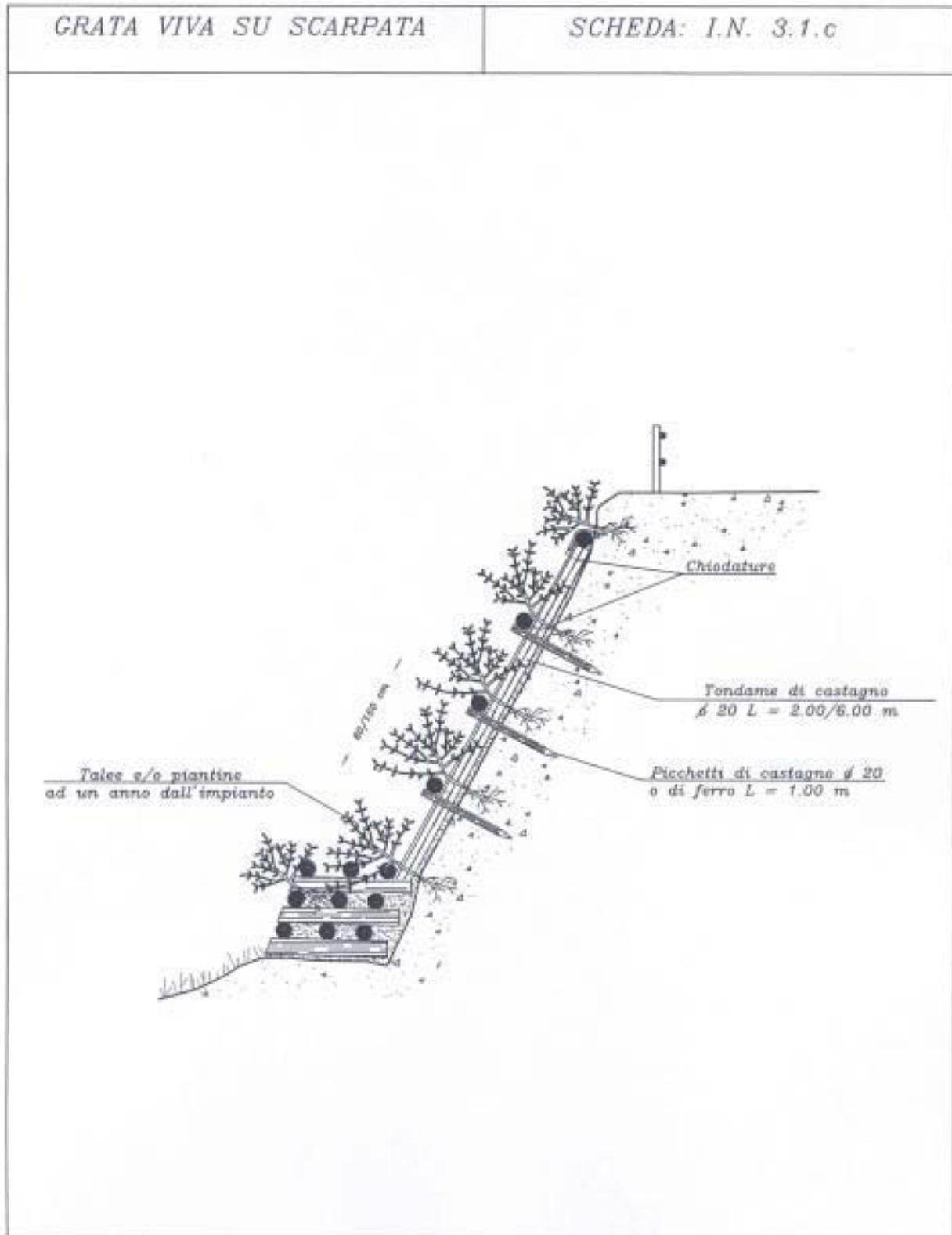
SCHEDA: I.N. 3.1.1.a



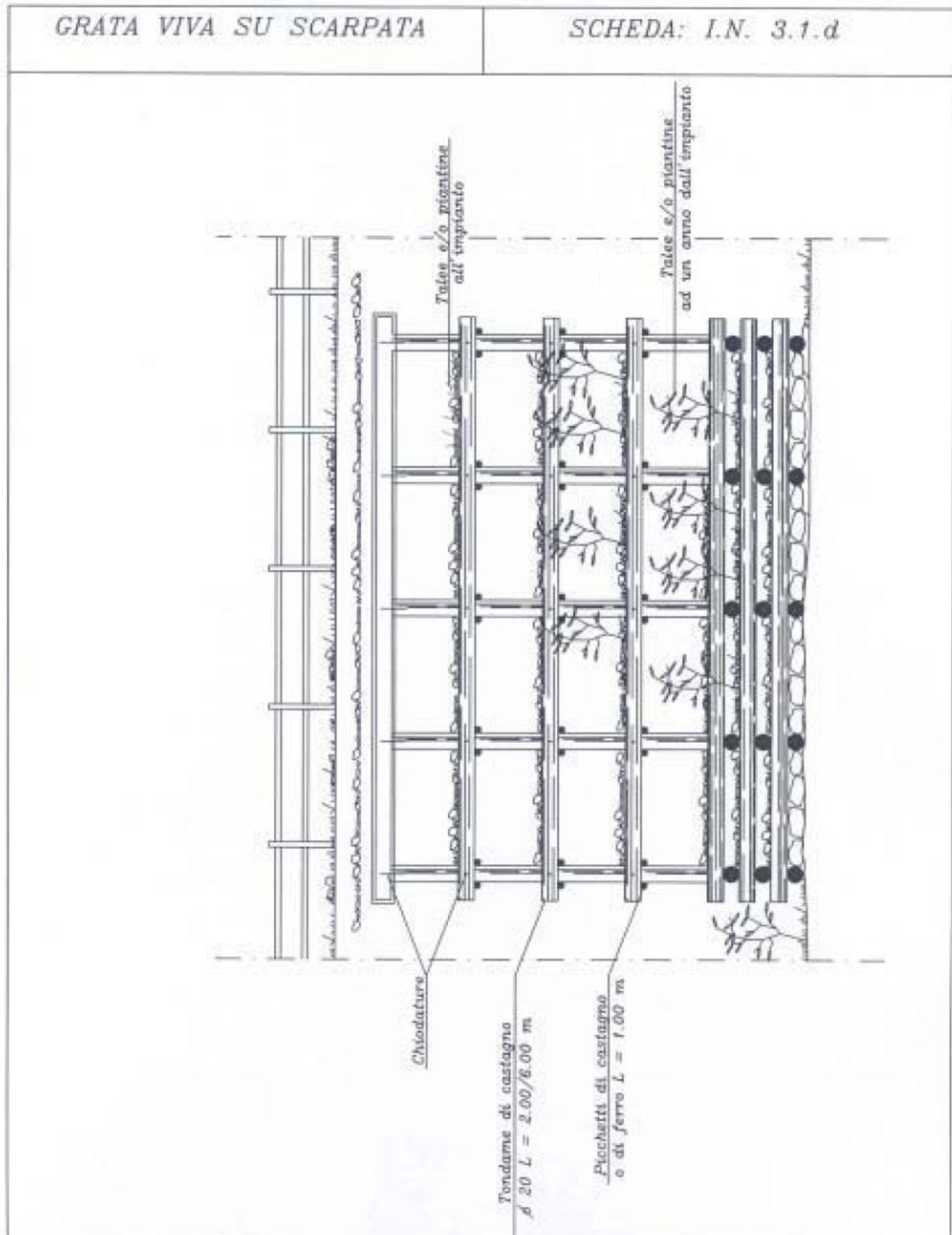
2.10.1.2 Scheda grafica I.N.3.1.1.b



2.10.1.3 Scheda grafica I.N.3.1.c



2.10.1.4 Scheda grafica I.N.3.1.d



## 2.10.2 Grata viva "Vesuvio"

Codice:	I.N. 3.1.2	Tecnica:	Grata viva "Vesuvio"
---------	------------	----------	----------------------

### Descrizione

Sostegno di scarpate e versanti in erosione molto ripidi con acclività comprese tra i 45° e 55° ed altezze non superiori ai quindici metri.

Nel terreno stabile si realizzano più palizzate, a due o tre pali longitudinali di diametro di 8-12 cm e di lunghezza minima di 2-3 m posti a distanza tra loro secondo la linea di massima pendenza di circa 2 m. Successivamente, sul pendio sono disposti tronchi orizzontali per la costruzione della grata. Le dimensioni dei tronchi di castagno scortecciato sono di diametro di 12-14 cm e lunghezza di 2-4 m. Gli elementi verticali sono stati disposti ad una distanza di circa 1.5-2 m e quelli orizzontali ad un interasse di 1.5-2 m.

La tecnica è stata codificata dall'ing. Gino Menegazzi e riportata nel testo a cura di Carlo Bifulco "Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio".

### Obiettivi ed ambiti di intervento

Realizzazione di opera intermedia tra la stabilizzazione superficiale e quella profonda; su scarpate e versanti in erosione molto ripidi con acclività compresa tra 45 e 55°.

### Materiali impiegati

Picchetti e pali in castagno, chiodi, tondini in acciaio ad aderenza migliorata, talee, piantine radicate di specie arbustive autoctone.

### Accorgimenti esecutivi

Con l'utilizzo della mototrivella a scoppio viene creato un foro di invito per i primi 80 cm dei pali di sostegno della grata al versante che, successivamente, vengono infissi al suolo con maglio fino a rifiuto; le dimensioni di detti pali sono: diametro di 10-12 cm e lunghezza di 2 m. La grata è riempita con terreno reperito in sito e lungo i tronchi orizzontali viene disposta ramaglia a pettine ed eseguita la semina a spaglio sull'intera superficie.

Sono altresì piantumati arbusti autoctoni.

### Periodo di intervento

*Le grate vanno realizzate nel periodo di riposo vegetativo.*

### Limiti di fattibilità

I limiti sono rappresentati dalla pendenza del versante associati alla natura del substrato e dalle dimensioni di eventuale nicchia, in particolare dall'altezza.

### Sicurezza sui luoghi di lavoro

Gli operatori dovranno essere dotati di protezione individuale: casco, guanti antitaglio, scarpe di sicurezza con suola imperforabile, occhiali protettivi o schermi protettivi, otoprotettori, pettorine antitaglio per moto seghe, per i lavori su versante ripido dovranno predisporre cime di ritenuta con dissipatori di energia cinetica e cinture di sicurezza.

### Manutenzione

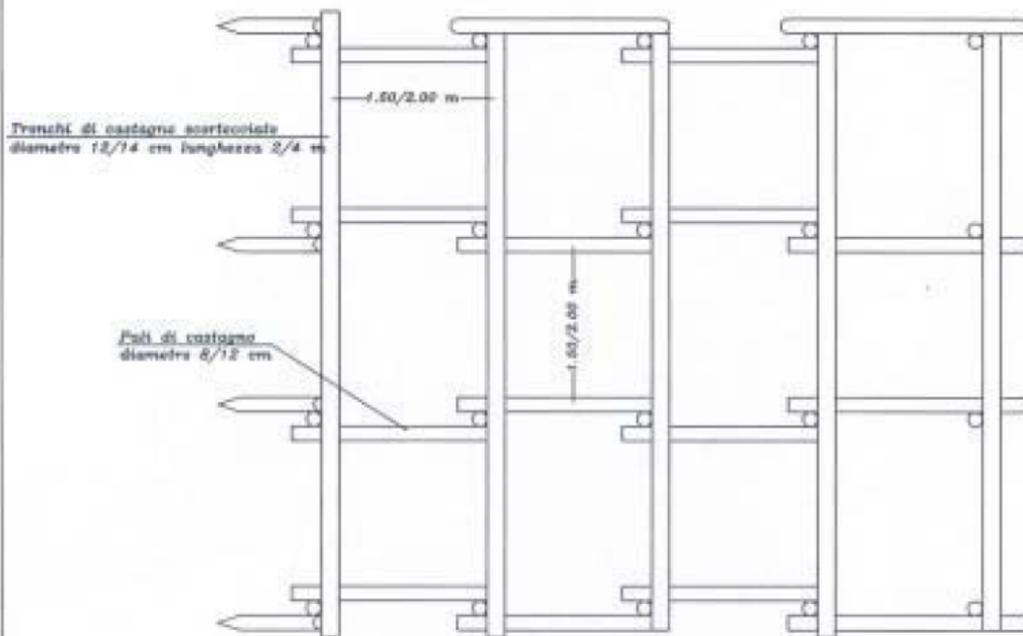
Non necessità di manutenzioni specifiche ad esclusione della sostituzione di talee e piantine non attecchite.

2.10.2.1 Scheda grafica I.N.3.1.2.a

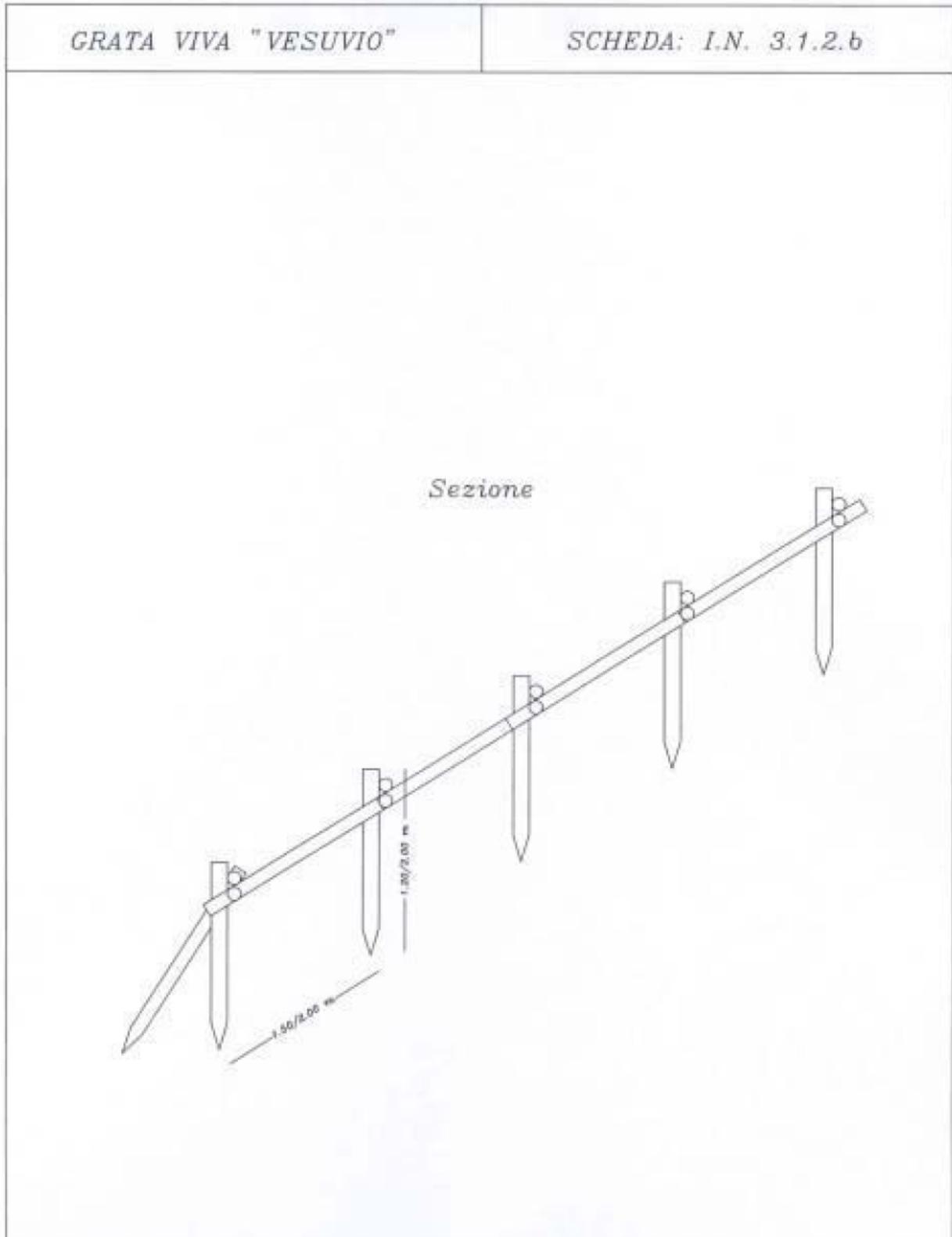
GRATA VIVA "VESUVIO"

SCHEDA: I.N. 3.1.2.a

Pianta



2.10.2.2 Scheda grafica I.N.3.1.2.b



## 2.11 Gabbionate e materassi rinverditi

### 2.11.1 Gabbionate rinverdate

Codice:	I.N. 3.2.1	Tecnica:	Gabbioni rinverditi
---------	------------	----------	---------------------

#### *Descrizione*

Opere di contenimento del terreno realizzate con elementi scatolari, in rete metallica a doppia torsione, zincata, montati a parallelepipedo e riempiti con pietrame avente dimensione maggiore della maglia della rete, rinverditi mediante inserimento di terreno vegetale, talee e/o piantine. Sono presenti sul mercato gabbioni scatolari aventi diverse dimensioni, generalmente 0.5 – 1.0 m \*1.00\*2.00, i singoli elementi vengono montati affiancati e collegati mediante filo metallico zincato. Le maglie hanno dimensioni minime 8\*10 con trafilato di ferro di diametro non inferiore a 2.7 mm, possibilmente galvanizzato in lega eutectica di zinco e alluminio e ricoperto di materiale plastico con spessore minimo di 0.5 mm, in modo da garantire una efficiente resistenza nel tempo e un adeguata protezione da potenziali urti, norme UNI 8018.

#### **Obiettivi ed ambiti di intervento**

Sono opere di sostegno a gravità, si oppongono alle forze instabilizzanti con il proprio peso. Realizzano una naturale azione drenante, che consente un facile sviluppo vegetale e una rapida integrazione con il terreno circostante.

Possono utilmente essere utilizzati sia sui versanti: per il contenimento di scarpate, consolidamento di terreni smossi, muri di sottoscarpa o di controripa, ecc; sia in ambito fluviale: protezioni spondali, repellenti, soglie, briglie, ecc.

I siti d'intervento possono essere ovunque: su sponde fluviali, scarpate naturali ed artificiali in aree costiere ed interne, in aree degradate (cave e discariche), lungo infrastrutture viarie e ferroviarie, ecc.

#### *Materiali impiegati*

Esistono in commercio diversi tipi di gabbioni realizzati in svariate dimensioni e diversi tipi di rete metallica. Generalmente le scatole in rete metallica vengono fornite complete dal produttore, per poi essere assemblate, riempite e legate in cantiere. I gabbioni vengono riempiti con pietrame grossolano di cava o di fiume, realizzando tasche in terreno vegetale con georete tridimensionale o geotessile, in cui vengono messi a dimora talee e/o piantine. Eventualmente l'opera può essere completata con idrosemina.

#### *Accorgimenti esecutivi*

Và accuratamente preparato il piano di posa, in caso di opere di una certa importanza può anche prevedersi una vera e propria fondazione in cls. Il pietrame deve essere posato in modo da non lasciare troppo spazio tra il pietrame, ma sufficiente per il successivo intasamento di terreno vegetale. La messa in opera delle talee deve avvenire preferibilmente in corso di esecuzione dell'opera e non a opera terminata in modo da poter raggiungere il terreno a tergo dell'opera stessa.

Vanno opportunamente valutati le spinte cui l'opera sarà sottoposta in modo da disporre efficacemente i gabbioni, secondo il lato lungo o il lato corto degli stessi.

In ambito fluviale vanno attentamente valutate: la capacità erosiva dell'acqua, il trasporto solido presente in alveo e l'eventuale riduzione della portata idrica dovuta alla presenza della vegetazione.

In caso di necessità il fissaggio al suolo può essere migliorato con l'utilizzo di picchetti di legno 10-20 cm o tondini in acciaio da costruzione  $\phi$  16-20, infissi per almeno 1.00-1.50 m.

#### *Periodo di intervento*

Non ci sono particolari limiti legati al periodo di intervento, se non limitatamente alle opere da realizzarsi in alveo, relativamente al regime idrologico del corso d'acqua, e alla realizzazione del rinverdimento da realizzarsi nei periodi di riposo vegetativo ed in funzione delle specie utilizzate.

Da quest'ultimo punto di vista il periodo ideale varia a seconda delle caratteristiche climatiche locali, in Campania coincide generalmente con i periodi: settembre – novembre e febbraio – aprile, quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

#### *Limiti applicativi*

Tale tecnica è sconsigliabile per altezze di contenimento maggiori a 4.50-5.00 m, per tali altezze sono preferibili le terre armate. In ambito fluviale non sono utilizzabili in regimi torrentizi con velocità di deflusso dell'acqua superiori a 6.00 m/sec, in queste condizioni l'elevata azione di trascinarsi della corrente non è compatibile con il tipo di opera.

***Sicurezza sui luoghi di lavoro***

Protezione e distanza di sicurezza dalle macchine escavatrici. Protezione delle mani e da eventuali schegge, durante la lavorazione ed il montaggio delle pietre. Sistemi di ancoraggio per altezze superiori a 1.50 m.

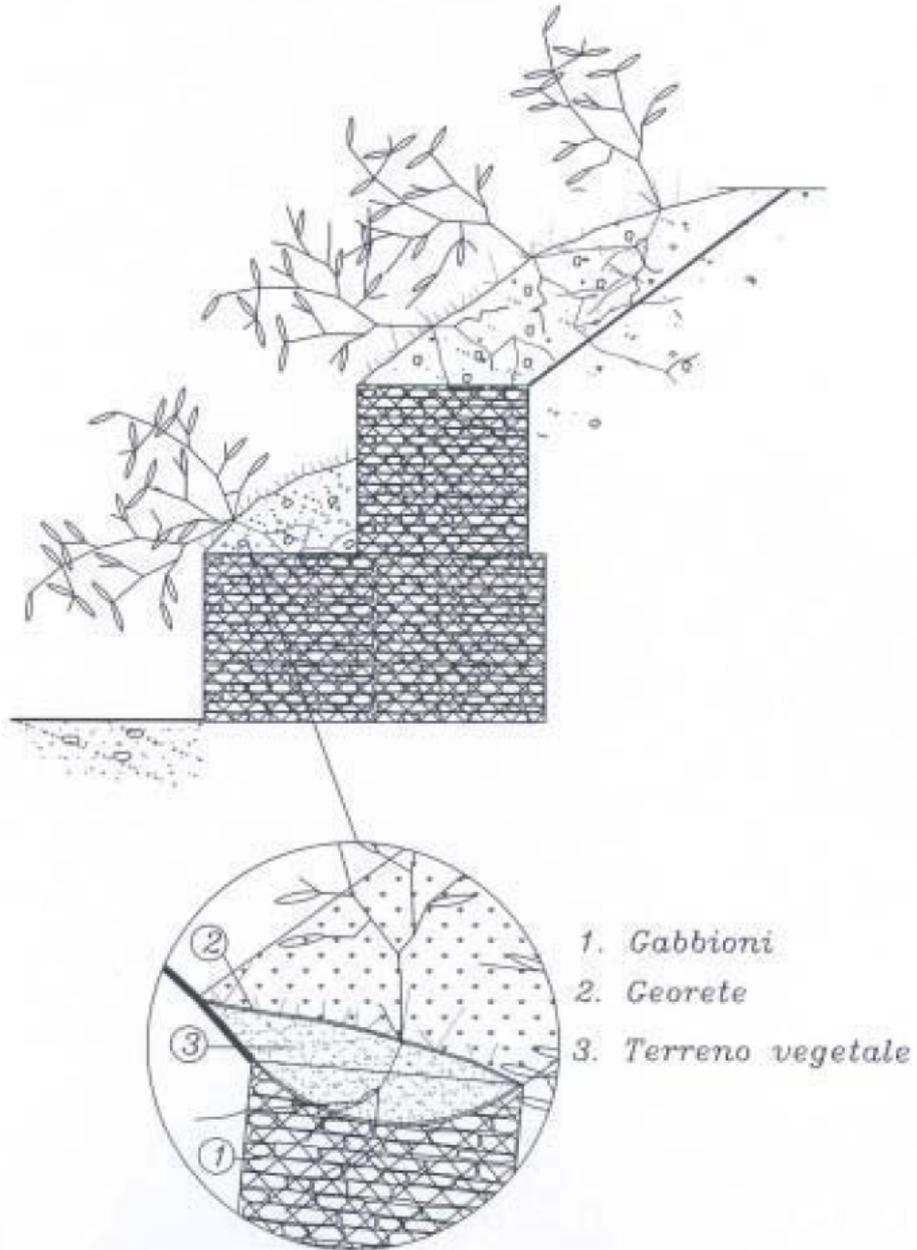
***Manutenzione***

In caso di necessità: irrigazione di soccorso, concimazione e taglio periodico, quest'ultimo intervento manutentivo risulta fondamentale per gabbionate spondali, in quanto l'eccessiva presenza della vegetazione sulle sponde ed in alveo può ridurre sensibilmente la capacità di convogliamento del corso d'acqua.

2.11.1.1 Scheda grafica I.N.3.2.1.a

GABBIONATE RINVERDITE

SCHEDA: I.N. 3.2.1.a



### 2.11.2 Materassi rinverditi

Codice:	I.N. 3.2.2	Tecnica:	Materassi rinverditi
---------	------------	----------	----------------------

#### Descrizione

Formazione di rivestimento in materasso verde in gabbionate di spessore minimo 17 cm, in moduli di larghezza minima di un metro, fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 6x8 cm, tessuta con trafilato di ferro, di diametro minimo 2,2 mm zincato a caldo (UNI 8018) se del caso ricoperto da un rivestimento plastico di PVC di spessore minimo 0,4 - 0,5 mm e diametro complessivo del filo non inferiore a 3,2 mm., foderati sul fondo in geotessuto sintetico o in fibra vegetale ritentore di fini del peso minimo di 350 g/m<sup>2</sup>, riempito di un miscuglio di terreno vegetale e/o materiale sciolto con caratteristiche fisico-idrologiche, chimiche ed organiche tali da favorire la germinazione e la crescita delle piante. La copertura esterna sarà realizzata con rete metallica dello stesso tipo abbinata ad una georete tridimensionale o a un biofeltro in fibra vegetale di minimo 800 g/m<sup>2</sup> eventualmente preseminato e preconciato. A chiusura avvenuta il materasso verrà ulteriormente seminato in superficie e piantato con talee, rizomi, cespi ed arbusti radicati di specie autoctone. Le operazioni in verde verranno eseguite nelle stagioni idonee.

a) spondale: verrà adottata in condizioni di pressione idraulica significativa su sponde di fiumi e canali con pendenza massima 2/3, operando il rivestimento continuo o finestrato con moduli a diaframmi interni con interasse 1 m. In testa e al piede verrà effettuato un riempimento con pietrame.

b) su scarpata: prevede la collocazione su pendio, in genere in roccia, su pendenze massime di 45° ÷ 50° anche di singoli materassi, in genere di minimo 0,2 x 1 x 2 m, fissati mediante barre metalliche (queste compensate a parte) di lunghezza e diametro atti a garantire l'aderenza e la stabilità del materasso stesso. L'impiego su scarpata è giustificato in condizioni di pendenza e substrato tali da non consentire altri interventi a verde. Il valore soglia di 45° ÷ 50° è condizionato dall'apporto di acque meteoriche che a valori superiori diventa insufficiente.

La messa a dimora di specie arbustive prevede il taglio di alcune maglie della rete nella parte superficiale. Va accuratamente effettuata la selezione delle specie pioniere xeroresistenti autoctone e ove necessario adottato un impianto di irrigazione di soccorso (onere, questo, compensato a parte) per i primi due cicli stagionali sino ad affrancamento avvenuto delle piante.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

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 naturalizzazione 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 delle quali mettere a dimora la vegetazione. 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

#### 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 adotterà un rivestimento in lega 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

- pietrame di riempimento di opportune dimensioni
- filo zincato o punti metallici meccanizzati
- terreno vegetale per l'intasamento
- talee, o piantine per il consolidamento e rinverdimento
- eventuale idrosemina per l'inerbimento
- eventuale geotessile filtrante.

#### Accorgimenti esecutivi

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 40° 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 è 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 vegetativa riempite di terreno andranno foderate e protette con una biostuoia antierosiva.

#### **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.

#### **Limiti di fattibilità**

Eccessive inclinazioni delle sponde rendono difficoltosa la posa in opera e realizzazione dell'opera.

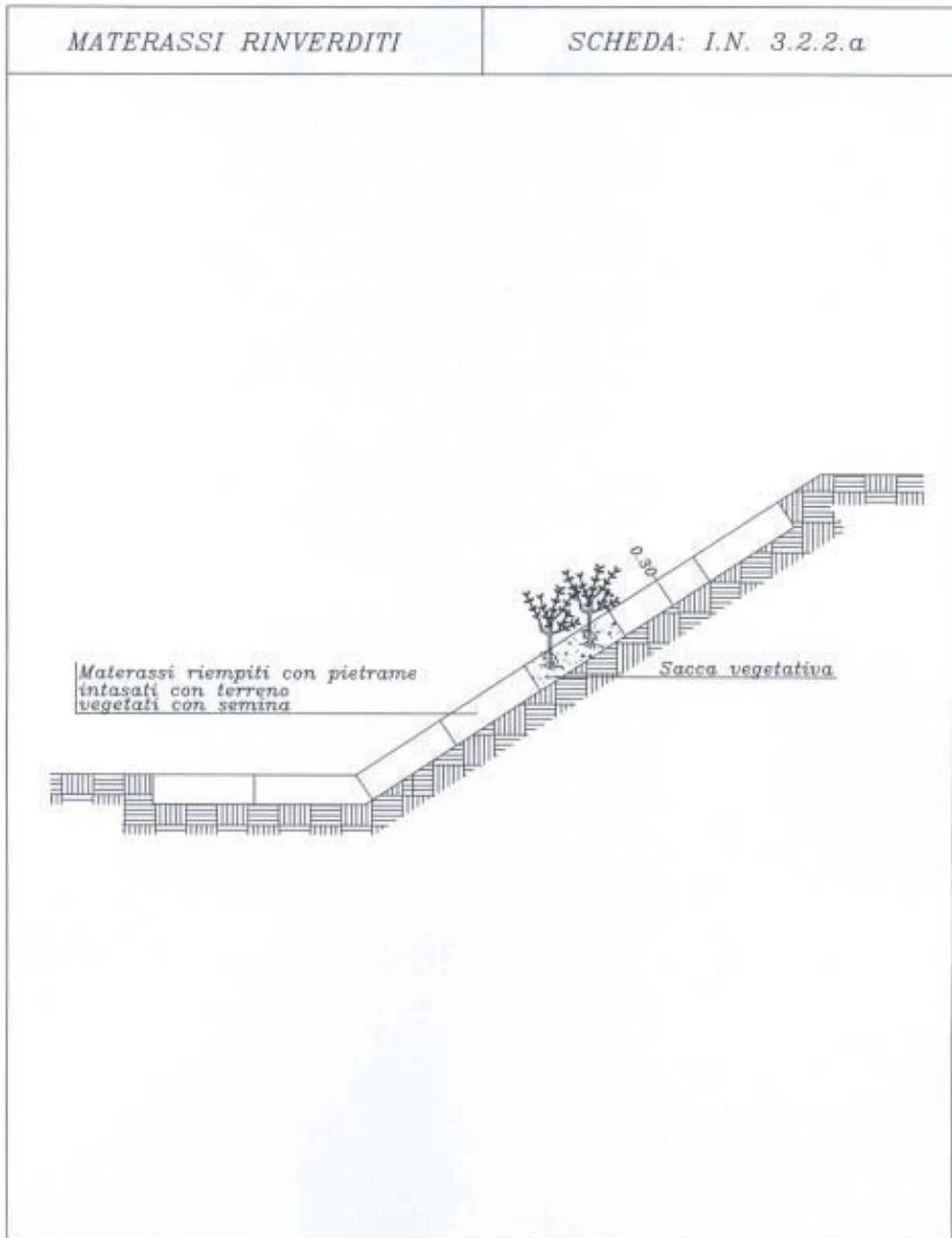
#### **Sicurezza sui luoghi di lavoro**

Si consiglia l'uso di guanti contro i rischi da graffi ed abrasioni nel vaneggiamento della rete e delle pietre.

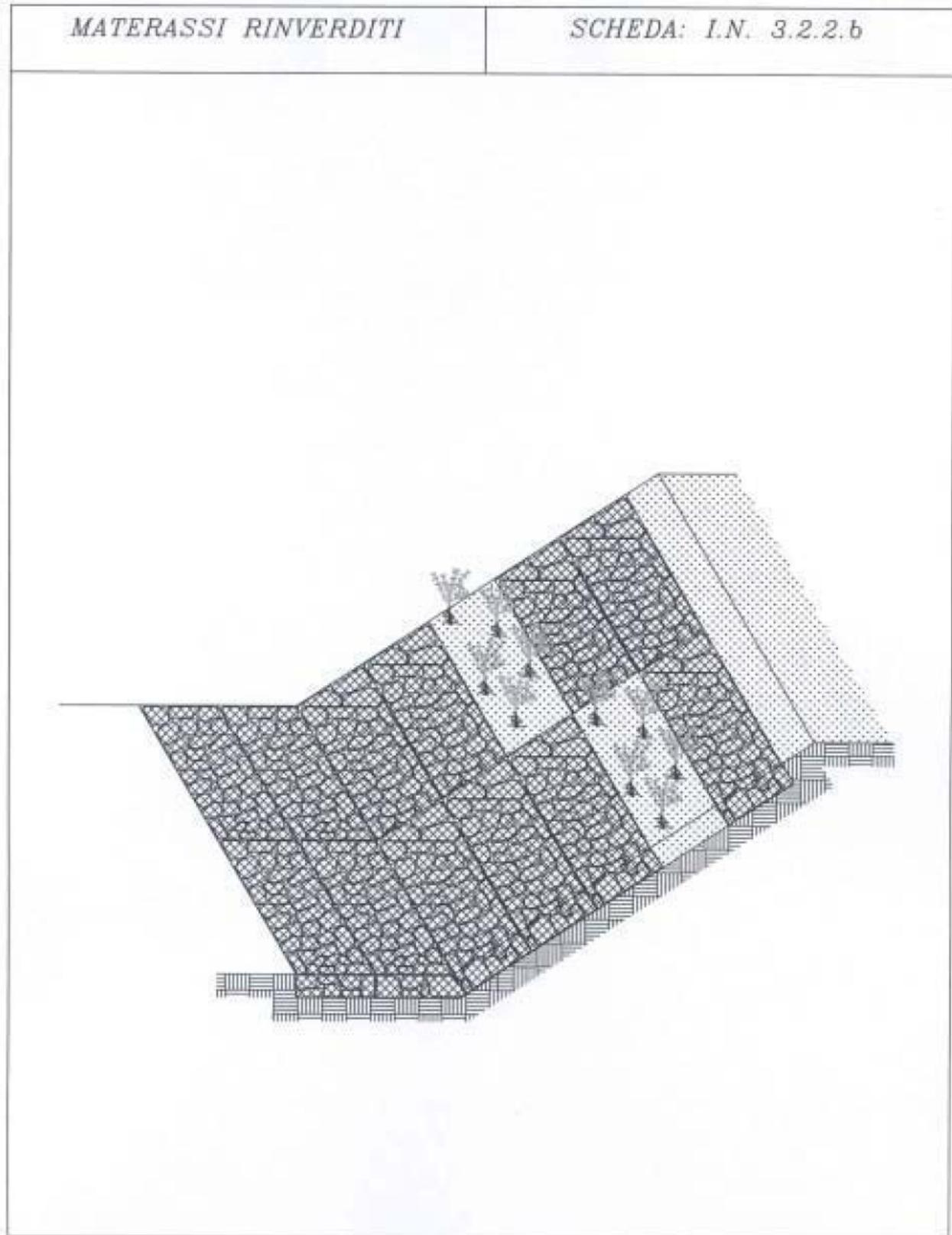
#### **Manutenzione e durata dell'opera**

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.

2.11.2.1 Scheda grafica I.N.3.2.2.a



2.11.2.2 Scheda grafica I.N.3.2.2.b





## 2.12 Terra rinforzata

### 2.12.1 Terra rinforzata con talee

Codice:	I.N. 3.3.1	Tecnica:	Terra rinforzata con talee
---------	------------	----------	----------------------------

#### Descrizione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di  $60^{\circ}$ ÷ $70^{\circ}$  per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di  $60 \text{ g/m}^2$ , collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (*mulch*) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso. A miglior garanzia di riuscita del cotico erboso le stuoie frontali dovranno, ove tecnicamente possibile, essere preseminate e preconcimate;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee o piante radicate in quantità minima di 1 ogni  $5 \text{ m}^2$ , che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.
- realizzazione di un sistema di drenaggio a tergo della struttura in terra rinforzata che non impedisca però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione indispensabile per dare autonomia naturalistica, stabilità superficiale e collaudabilità a questo tipo di interventi.

Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a: verifica di stabilità interna in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo  $0,3 \text{ m}$  mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95 % dello standard Proctor.

a) con geosintetici: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geosintetici costituiti da fibre di varia natura (poliestere, polietilene, polipropilene, etc). Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (superiore a  $20 \text{ KN/m}$ ) ed allungamento a rottura compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere documentate con certificazioni di qualità in conformità alla normativa vigente. In tal caso il geosintetico, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene ripiegato a sacco a chiudere frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da cassette mobili, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego di geosintetici a maglia aperta è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati al geosintetico georeti tridimensionali sintetiche o biofeltri e biostuoie in fibra vegetale.

b) con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno ( $\max 70^{\circ}$ ) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima  $8 \times 10 \text{ cm}$ , tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo  $2,7 \text{ mm}$  zincato a caldo (UNI 8018), con rivestimento in PVC o XLPE con resistenza agli UV, alte temperature ed agli altri agenti atmosferici certificati, di spessore minimo  $0,4 \div 0,5 \text{ mm}$  e diametro complessivo del filo  $3,7 \text{ mm}$  circa avente resistenza nominale non inferiore a  $30 \text{ kN/m}$ ; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a un biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante. Misurata a  $\text{mq}$  di paramento.

#### Obiettivi ed ambiti di intervento

Modellamenti e ricostruzioni di sponda e di versante che utilizzano terreno ed inerti con interposti strati di materiali

geosintetici (geogriglie, reti, tessuti,) in modo da migliorare indirettamente le caratteristiche geotecniche dei terreni medesimi.

I volumi di terreno interessati dalla lavorazione a strati successivi (terreno - rinforzo - terreno ) si comportano casi come manufatti a gravità con il vantaggio di presentare una buona flessibilità e la possibilità di inserimento di vegetazione sul paramento esterno.

Le terre rinforzate devono riconoscersi nella finalità di rispettare parametri costruttivi che consentano lo stabilirsi di una efficiente copertura vegetale (pendenza del paramento, caratteristiche del terreno, materiale di rinforzo impiegato) considerando comunque come la tecnica del rinforzo delle terre consenta la realizzazione di manufatti con scarpate ad inclinazioni maggiori dell'angolo di attrito del terreno che le compone (fino a 60/70°). Consolidamento al piede di frana, ricostruzione di pendio e porzione di versante, formazione terrapieni consolidati e vegetati per rilevati stradali ed in corrispondenza di attraversamenti tombati.

### **Materiali impiegati**

- geogriglie in materiale plastico
- tessuti ad alta tenacità
- reti metalliche
- talee, piantine a radice nuda e/o in fitocella, sementi

### **Accorgimenti esecutivi**

Per qualunque tipo di manufatto in terra rinforzata la fase di cantiere di maggiore impegno è rappresentata dalla movimentazione del materiale terroso.

Le fasi costruttive comprendono la posa del materiale di rinforzo, la formazione del rilevato in terra per spessori variabili da 40 a 100 cm, la sagomatura del fronte terroso con la corretta inclinazione ed il risvolto del foglio di rinforzo, la posa del successivo foglio in materiale di rinforzo.

La fase più delicata, che risiede nella realizzazione di un corretto modellamento del fronte a vista, è agevolata nel caso di utilizzo di elementi in rete metallica dalla presenza di elementi di rinforzo nelle posizioni di piegatura e dalla possibilità di inserire dei rinforzi che assegnano la giusta inclinazione al paramento stesso.

La posa del materiale vegetale, talee e piantine, può essere realizzata tra gli strati successivi di lavorazione, in corrispondenza del contatto tra i geotessili, ovvero per le lavorazioni che utilizzano le reti metalliche, può essere realizzata anche con l'inserimento delle talee attraverso le maglie della rete medesima.

Il paramento esterno delle opere realizzate può essere inerbito con miscuglio di sementi erbacee ed arbustive, preferibilmente con le tecniche dell' idrosemina.

Per le realizzazioni in elementi di rete metallica si abbina al foglio in rete ed internamente allo stesso un foglio di stuoia, di georete o di geogriglia tridimensionale in polipropilene o poliammide con la funzione di evitare la fuoriuscita del terreno dall'interno della struttura.

### **Periodo di intervento**

Risulta molto importante intervenire nel periodo idoneo alla posa del materiale vegetale (autunno inverno - primavera fino ad aprile) in quanto il tipo di lavorazione rende difficoltoso l'inserimento di piantine e talee nella struttura in un momento successivo al completamento della struttura stessa.

### **Limiti di fattibilità**

Tale tecnica è utilizzabile per pendenze fino a 70°.

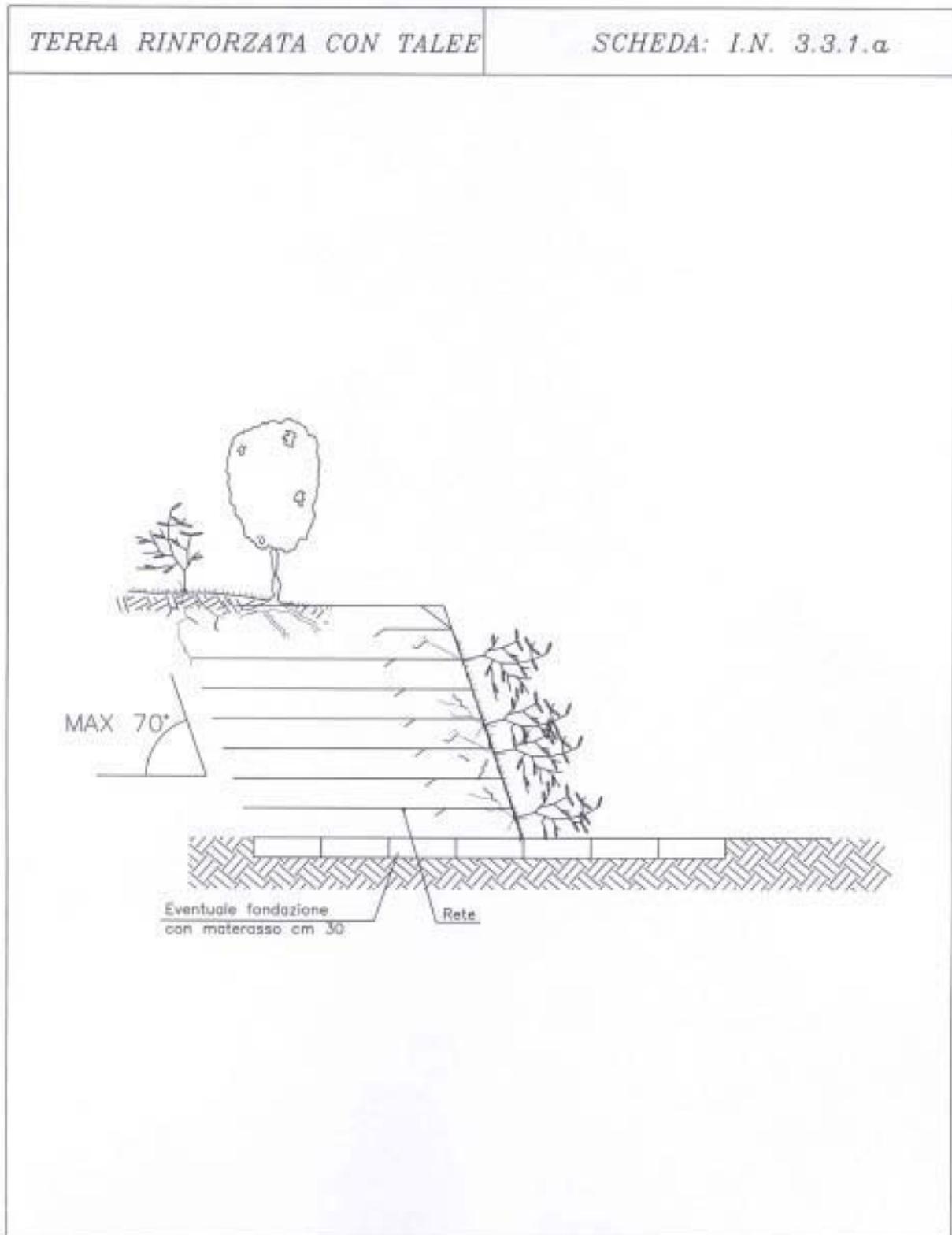
### **Sicurezza sui luoghi di lavoro**

Particolare attenzione occorre porre alla valutazione dei rischi connessi alla con testualità di fasi lavorative con mezzi meccanici e con operatori a terra.

### **Manutenzione**

Non necessità di manutenzioni specifiche ad esclusione della sostituzione delle piantine non attecchite e della ripetizione delle operazioni di idrosemina in caso di fallanza. L'opera può essere messa in crisi da svuotamenti accidentali dei vari strati di terreno compreso tra i fogli di rete. Ciò può accadere per strappo della rete o per incendio del paramento.

2.12.1.1 Scheda grafica I.N.3.3.1.a



## 2.13 Scogliera rinverdata

### 2.13.1 Scogliera rinverdata

Codice:	I.N. 3.4.1	Tecnica:	Scogliera rinverdata
---------	------------	----------	----------------------

#### *Descrizione*

Formazione di scogliera in grossi massi ciclopici rinverdata con inserimento di talee, di rivestimento e difesa di scarpate spondali.

#### **Obiettivi ed ambiti di intervento**

Rientrano in questo ambito le opere longitudinali e trasversali che utilizzano massi di cava e/o reperiti in alveo. Miglioramento strutturale dei manufatti atto a favorire l'inserimento paesistico, conferma e ricostruzione dell'assetto naturaliforme dei corsi d'acqua.

#### **Materiali impiegati**

Massi ciclopici di opportuno volume, talee e piantine di latifoglia di specie riparie arbustive ed arboree, funi di acciaio e tasselli di ancoraggio delle caratteristiche dimensionali e di resistenza calcolate.

#### **Accorgimenti esecutivi**

Le scogliere rinverdate vengono realizzate mediante:

- sagomatura dello scavo, regolarizzazione del piano di appoggio con pendenza non superiore a 2/3;
- eventuale stesa di geotessile sul fondo di peso non inferiore a 400 g/m<sup>2</sup> con funzione strutturale di ripartizione dei carichi e di contenimento del materiale sottostante all'azione erosiva;
- realizzazione del piede di fondazione con materasso o taglione (altezza di circa 2,0 m e interrimento di circa 1,0 m al di sotto della quota di fondo alveo) in massi, ad evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilizzazione del pietrame in elevazione. Il materasso di fondazione deve essere realizzato prevedendo eventuali soglie di consolidamento costruite sempre con grossi massi, o anche con la realizzazione di piccoli repellenti;
- realizzazione della massicciata in blocchi di pietrame per uno spessore non inferiore a 1,50 m, inclinati e ben accostati, eventualmente intasati nei vuoti con materiale legante (al di sotto della linea di portata media annuale) oppure legati da fune d'acciaio. I blocchi devono avere pezzatura media non inferiore a 0,4 m<sup>3</sup> e peso superiore a 5÷20 q, in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente d'acqua e della forza di trascinamento. Le pietre di dimensioni maggiori vanno situate nella parte bassa dell'opera. Nel caso che il pietrame venga recuperato nell'alveo, è necessario fare in modo che non venga alterata eccessivamente la struttura fisica dello stesso (dimensione media del pietrame di fondo, soglie naturali, pendenza);
- impianto durante la costruzione di robuste talee di salice, di grosso diametro, tra le fessure dei massi (al di sopra della linea di portata media annuale), poste nel modo più irregolare possibile. In genere vanno collocate 2÷5 talee/m<sup>2</sup>, e su aree soggette a sollecitazioni particolarmente intense (es. sponda di torrenti con trasporto solido) da 5 a 10 talee/m<sup>2</sup> e di lunghezza tale (1,50÷2 m) da toccare il substrato naturale dietro la scogliera. I vuoti residui devono essere intasati con inerte terroso. Il dilavamento del terreno nelle fessure poste al di sotto della linea di portata media annuale può essere diminuito o anche eliminato con l'inserimento di stuoie vegetali.

L'inserimento di talee, piantine successivamente alla formazione della scogliera è da riservarsi ai manufatti di tipo aperto e necessita dell'assistenza manuale per le operazioni di intasamento con terra dei vuoti presenti tra i massi successivi. E' possibile in questo caso porre a dimora parti di pianta di più ridotta lunghezza (1,0- 1,5 mt) attendendo qualche stagione per ottenere una radicazione profonda. La posa contemporanea alla costruzione della scogliera mette al riparo da eventuali "sradicamenti" del materiale a dimora dovuti ad eventi eccezionali immediatamente successivi la posa. Nei manufatti di tipo aperto è consigliabile la posa di fasci di piante, anziché piante singole, per ottenere una maggiore resistenza allo sradicamento.

L'ancoraggio dei massi che compongono il manufatto può essere preso in considerazione in rapporto alle seguenti motivazioni:

- impossibilità di utilizzo del calcestruzzo per la formazione di briglie o soglie in massi per problemi di accesso;
- rinuncia all'utilizzo del calcestruzzo per la formazione di briglie o soglie in massi al fine di perseguire un mantenimento dell'assetto naturaliforme dell'asta e realizzare un manufatto filtrante per il passaggio delle acque di subalveo;
- realizzazione di pennelli mobili per la protezione di particolari localizzazioni.

In questi casi è possibile l'utilizzo di ancoraggi tra i massi che compongono il manufatto e tra questi e le sponde in roccia.

I punti di ancoraggio alle sponde in roccia ed ai singoli massi si realizzano tramite la perforazione e la posa di tasselli o

barre con occhiello (tipo tasselli chimici o barre con malte antiritiro) ed il successivo collegamento con funi in acciaio. Il dimensionamento dei tasselli e delle funi è da calcolarsi in base alle sollecitazioni attese per eventi di massima piena.

L'utilizzo del tassello chimico consente la realizzazione di fori della profondità di 20-30 cm, profondità più contenuta rispetto alla barra con malta antiritiro, pertanto vengono maggiormente scongiurati gli episodi di fessurazione e fratturazione dei massi.

Le perforazioni vanno di regola predisposte con trapani a rotopercolazione evitando l'utilizzo del baramine a percussione.

Per il montaggio e la parziale messa in tensione dei cavi si utilizzano verricelli o l'assistenza della benna dell'escavatore.

L'utilizzo delle tecniche di ancoraggio dei massi consente la formazione di briglie e traverse con l'utilizzo del materiale reperibile in alveo anche in zone non accessibili ai mezzi meccanici organizzando un cantiere di lavoro manuale con l'ausilio di verricelli per il posizionamento dei massi.

#### **Periodo di intervento**

La posa del materiale vegetale è da realizzarsi con netta preferenza nei mesi autunnali ed invernali. Pose a dimora effettuate oltre il mese di maggio forniscono percentuali di attecchimento molto variabili in rapporto al microclima. Le percentuali di attecchimento per la posa fuori stagione dipendono inoltre dalle modalità di riempimento con terreno dei vuoti tra i massi.

#### **Limiti di fattibilità**

Limiti di fattibilità sono connessi all'impiego delle specie vegetali relativamente al rinverdimento. Le specie da utilizzarsi per il rinverdimento delle scogliere sono da individuarsi tra le specie riparie:

- salici a portamento arbustivo e ridotto sviluppo
- specie arbustive latifoglie

#### **Sicurezza sui luoghi di lavoro**

Particolare attenzione occorre porre alla valutazione dei rischi connessi alla contestualità di fasi lavorative con mezzi meccanici e con operatori a terra.

#### **Manutenzione**

Controllo periodico per almeno due stagioni vegetative per la verifica dell'attecchimento e la sostituzione di fallanze. Necessario lo sfalcio periodico in funzione della capacità di deflusso delle sezioni idrauliche del corso d'acqua.

2.13.1.1 Scheda grafica I.N.3.4.1.a

